



Tradução

MANUAL DO SISTEMA ILCD

Sistema Internacional de Referência
de Dados do Ciclo de Vida
de Produtos e Processos

Guia Geral para Avaliações do Ciclo de Vida
Orientações Detalhadas

Brasília-DF
2014

MANUAL DO SISTEMA ILCD

Sistema Internacional de Referência
de Dados do Ciclo de Vida
de Produtos e Processos

**INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (Ibict)**

Diretoria

Cecilia Leite Oliveira

**Coordenação Geral de Pesquisa e
Desenvolvimento de Novos Produtos
(CGPD)**

Arthur Fernando Costa

**Divisão de Desenvolvimento e Inovação de
Produtos de Informação - DIPI**

Tiago Emmanuel Nunes Braga



MANUAL DO SISTEMA ILCD

**Sistema Internacional de Referência
de Dados do Ciclo de Vida
de Produtos e Processos**

**Guia Geral para Avaliações do Ciclo de Vida
Orientações Detalhadas**

Tradução: Luiz Marcos Vasconcelos
Revisão de tradução: Armando de Caldeira Pires

Brasília-DF
2014

A missão do Institute for Environment and Sustainability do Joint Research Centre da Comissão Europeia (JRC-IES) é prestar apoio técnico-científico para as políticas da União Europeia de proteção e desenvolvimento sustentáveis do meio ambiente europeu e global.

Citação:

European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition March 2010. Traduzido por Luiz Marcos Vasconcelos. EUR 24708EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union; 2010.

Comissão Europeia

Joint Research Centre

Institute for Environment and Sustainability

Dados para contato

Endereço: Via E. Fermi, 2749 – 21027 Ispra (VA) Itália

E-mail: lca@jrc.ec.europa.eu

Fax: +39-0332-786645

<http://ict.jrc.ec.europa.eu>

<http://ies.jrc.ec.europa.eu> • <http://www.jrc.europa.eu>

Aviso Legal

A Comissão Europeia ou qualquer outra pessoa atuando em nome da Comissão não assumirão nenhuma responsabilidade pelo uso que possa ser feito desta publicação.

Muitas informações adicionais sobre a União Europeia estão disponíveis na internet. Elas podem ser acessadas por meio do servidor Europa <http://europa.eu/>

JRC 48157

EUR 24708

ISBN 978-92-79-19092-6

ISSN 1018-5593 doi:10.2788/38479

Luxemburgo: Serviço de Publicações da União Europeia

© União Europeia, 2010

Reprodução autorizada, desde que a fonte seja citada.

A tradução e edição deste documento foi financiado pela Confederação Nacional da Indústria-CNI

Prefácio

Para alcançarmos uma produção e padrões de consumo mais sustentáveis, precisamos considerar as implicações ambientais de toda a cadeia de abastecimento de produtos, bens e serviços, seu uso e a gestão de resíduos, ou seja, seu ciclo de vida “do berço ao túmulo”.

No seu Comunicado sobre a Política Integrada de Produtos (*Integrated Product Policy* - IPP), a Comissão Europeia assumiu o compromisso de produzir um manual de boas práticas para Avaliações de Ciclo de Vida (ACV). O Plano de Ação para o Consumo e Produção Sustentáveis (SCP) confirmou que “(...) são necessários dados e métodos consistentes e confiáveis para se avaliar o desempenho ambiental global de produtos (...)”. O Manual do Sistema Internacional de Referência de Dados sobre o Ciclo de Vida de Produtos e Processos (ILCD) oferece uma base para governos e empresas garantirem a qualidade e consistência de dados, métodos e avaliações de ciclo de vida.

Este documento oferece orientações técnicas para o desenvolvimento de estudos detalhados de Avaliações de Ciclo de Vida (ACV) e uma base técnica de critérios, guias e ferramentas simplificadas específicos para diferentes produtos. O público-alvo deste manual é o dos profissionais em ACV e técnicos dos setores público e privado que prestam apoio a decisões ambientais relacionadas a produtos e recursos e à gestão de resíduos.

Resumo executivo

Visão geral

O Pensamento do Ciclo de Vida e a Avaliação do Ciclo de Vida são abordagens científicas concebidas para apoiar políticas ambientais e decisões empresariais relacionadas ao Consumo e à Produção Sustentáveis.

O Sistema Internacional de Referência de Dados do Ciclo de Vida de Produtos e Processos (ILCD, na sua sigla em inglês) oferece uma base comum para dados e estudos sobre ciclo de vida consistentes, robustos e de qualidade garantida. Esses dados e estudos apoiam ferramentas coerentes de Consumo e Produção Sustentáveis, como a ecorrotulagem ou rotulagem ambiental, o *ecodesign*, a pegada de carbono e compras públicas ecológicas.

Este guia é um dos componentes do *Manual do Sistema Internacional de Dados de Referência sobre Ciclo de Vida*. Ele oferece orientações técnicas para o desenvolvimento de estudos detalhados de Avaliações de Ciclo de Vida (ACV) e uma base técnica específica de critérios, guias e ferramentas simplificadas para diferentes produtos. Ele se baseia nas normas ISO 14040 e 14044 para ACV e é compatível com elas.

O público-alvo deste manual é o dos profissionais em ACV e técnicos dos setores público e privado que prestam apoio a decisões ambientais relacionadas a produtos e recursos e à gestão de resíduos.

Sobre a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método estruturado, abrangente e internacionalmente padronizado. Ele quantifica todas as emissões e recursos consumidos e seus impactos sobre o meio ambiente e a saúde e considera questões relacionadas ao esgotamento de recursos associadas a quaisquer bens ou serviços (“produtos”).

A Avaliação do Ciclo de Vida leva em consideração todo o ciclo de vida de um produto: desde a extração dos recursos usados na sua confecção até a sua produção, uso, reciclagem e descarte final de seus resíduos. Assim, os estudos de ACV ajudam a evitar que a solução de um problema ambiental acabe criando outros problemas: essa “transferência de ônus” indesejada caracteriza-se pela redução de um impacto ambiental em um ponto do ciclo de vida de um produto apenas para aumentar seus efeitos em outro ponto. Portanto, a ACV ajuda a evitar, por exemplo, que melhores tecnologias de produção gerem problemas relacionados a resíduos, que medidas para reduzir a emissão de gases de efeito estufa aumentem o uso da terra ou provoquem mais chuva ácida e que gases de efeito estufa sejam reduzidos em um país à custa de mais emissões em outro.

A Avaliação do Ciclo de Vida é, portanto, uma ferramenta vital e poderosa de apoio a decisões que complementa outros métodos igualmente necessários para promover, efetiva e eficientemente, um consumo e produção mais sustentáveis.

Sobre o Sistema Internacional de Referência de Dados do Ciclo de Vida de Produtos e Processos (ILCD)

As normas ISO 14040 e 14044 preveem uma estrutura indispensável para Avaliações do Ciclo de Vida (ACV). Essa estrutura, no entanto, oferece diversas opções aos profissionais da área que podem afetar a legitimidade dos resultados de um estudo de ACV.

Embora a flexibilidade seja essencial para se lidar com a grande diversidade de questões abordadas, outras orientações são necessárias para garantir a coerência das avaliações e sua qualidade. Por essa razão, o Sistema Internacional de Referência de Dados do Ciclo de Vida de Produtos e Processos (ILCD) foi desenvolvido para oferecer orientações para o desenvolvimento de dados e estudos de Avaliação do Ciclo de Vida consistentes e de qualidade garantida.

O ILCD consiste, principalmente, no *Manual do Sistema ILCD* e na Rede de Dados do Sistema ILCD. Este documento faz parte do *Manual do Sistema ILCD*, composto por uma série de documentos técnicos que oferecem orientações relacionadas a boas práticas de Avaliação do Ciclo de Vida para empresas e governos. Ele é apoiado por gabaritos, ferramentas e outros componentes.

O *Manual do Sistema ILCD* também pode ser usado como um documento básico para o desenvolvimento de outros documentos orientadores, critérios e ferramentas simplificadas de *ecodesign* para setores e grupos de produtos específicos.

Esses documentos, critérios e ferramentas são vistos como as soluções mais adequadas para permitir o uso eficiente de abordagens confiáveis e robustas de ciclo de vida em Pequenas e Médias Empresas (PME).

O desenvolvimento do Sistema ILCD foi coordenado pela Comissão Europeia e levado a cabo com base em um processo abrangente de consultas internacionais a especialistas, diversas partes interessadas e ao público em geral.

Função deste documento no contexto do Manual do Sistema ILCD

Este documento fornece orientações detalhadas para planejamento, desenvolvimento e elaboração de relatórios de conjuntos de dados para inventários de emissões e consumo de ciclo de vida e estudos de Avaliação do Ciclo de Vida. As disposições exatas são apresentadas no final dos capítulos. Essas “Disposições” podem também ser encontradas em um guia prático separado que pode ser usado cotidianamente como uma fonte de referência por profissionais e avaliadores mais experientes na área.

Este documento também pode ser usado como uma introdução aos princípios e conceitos fundamentais de Avaliações do Ciclo de Vida. Ele não foi concebido, no entanto, para oferecer uma introdução abrangente e detalhada ou para ser usado como um manual de treinamento para iniciantes.

Dentro do *Manual do Sistema ILCD*, este documento tem a função de oferecer orientações gerais e abrangentes para uma Avaliação do Ciclo de Vida detalhada (veja a figura).

DADOS E ESTUDOS DE AVALIAÇÕES DE CICLO DE VIDA PARA CONSUMO E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS POR PARTE DE GOVERNOS E EMPRESAS

AVALIAÇÃO	
Inventário de Ciclo de Vida	Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida
Guia Geral para Avaliações do Ciclo de Vida	
. Guia Geral para Avaliações do Ciclo de Vida (ACV) – Orientações detalhadas (este documento)	
. Guia Geral para Avaliações do Ciclo de Vida (ACV) – Disposições e Etapas Práticas	
Documentação, Nomenclatura, Terminologia	
Normas ISO 14040, 14044v	

Ele é complementado por manuais específicos sobre o desenvolvimento de conjuntos de dados de Inventários do Ciclo de Vida (ICV), de modelos e indicadores para Avaliações de Impactos do Ciclo de Vida e de avaliações de conjuntos de dados de ICV, de estudos de ACV e de guias específicos e abordagens simplificadas.

Este manual também é apoiado por um gabarito para relatórios de estudos de ACV, por um modelo de documentação de conjuntos de dados de ICV, por um documento sobre nomenclaturas e outras convenções e por um documento sobre a terminologia usada no setor. Esses documentos de apoio e aplicativos estão disponíveis separadamente.

Abordagem adotada e questões fundamentais discutidas neste documento

Este documento detalha mais profundamente as disposições contidas na norma ISO 14044 e as diferencia para os três tipos principais de questões analisadas em estudos de ACV:

“Apoio a decisões em nível micro”: Apoio a decisões baseadas no ciclo de vida no nível micro, ou seja, tipicamente decisões relacionadas a produtos específicos. Parte-se da premissa de que as “decisões no nível micro” têm consequências limitadas e não estruturais fora do contexto dessas decisões, ou seja, de que elas não alteram a capacidade de produção disponível.

“Apoio a decisões em nível meso/macro”: Apoio a decisões baseadas no ciclo de vida em nível estratégico (por exemplo, no nível de estratégias para matérias-primas, cenários tecnológicos, opções em termos de políticas). Parte-se da premissa de que as “decisões em nível meso/macro” têm consequências estruturais fora do contexto dessas decisões, ou seja, de que elas alteram a capacidade de produção disponível.

“Contabilização”: Documentação puramente descritiva do ciclo de vida do sistema sob análise (por exemplo, um produto, setor ou país), sem interesse em quaisquer possíveis consequências adicionais em outras partes da economia.

O enfoque recai em questões metodológicas que geram diferenças relevantes na prática atual do desenvolvimento de conjuntos de dados para Inventários de Ciclo de Vida e estudos de ACV.

SÚMARIO

Resumo executivo	06
1 Introdução e visão geral	23
2 Como usar este documento	29
2.1 Estrutura do documento	29
2.2 Como trabalhar com este documento	32
2.2.1 Visão Geral.....	32
2.2.2 Abordagens e simplificações teóricas.....	32
2.2.3 Visão geral das diferenças entre as disposições para as Situações A, B e C	33
2.2.4 Como realizar um estudo de ICV ou ACV de acordo com este documento....	35
2.3 Conformidade com o sistema ILCD e as “Disposições” deste documento	41
2.4 Como lidar com possíveis omissões e contradições no Manual do Sistema ILCD	43
Disposições: 2 Como usar este documento	44
3 Definições-chave	47
4 A abordagem iterativa para a ACV.....	51
Disposições: 4 A abordagem iterativa para a ACV	55
5 Definição de objetivo – identificação do propósito e do público-alvo	57
5.1 Introdução e visão geral	57
5.2 Seis aspectos da definição do objetivo	58
5.2.1 Aplicação(ões) prevista(s).....	58
5.2.2 Método, premissa e limitações de impacto (por exemplo, pegada de carbono)	60
5.2.3 Razões para realização do estudo e contexto decisório	62
5.2.4 Público-alvo	62
5.2.5 Comparações a serem divulgadas ao público	63
5.2.6 Comissário do estudo e outros atores influentes.....	63
Disposições: 5.2 Seis aspectos da definição de objetivo	64
5.3 Classificação do contexto decisório como Situação A, B, ou C	65
5.3.1 Possíveis situações de contexto decisório	65
5.3.2 Estudo sobre decisões	65
5.3.3 Estudo de carácter descritivo.....	66
5.3.4 Situação A	67
5.3.5 Situação B	68

5.3.6	Orientações para diferenciar claramente as Situações A e B	70
5.3.7	Situação C	71
5.3.8	Orientações para diferenciar claramente as Situações C e A/B.....	74
	Disposições: 5.3 Classificação do contexto decisório	74
5.4	Necessidade de flexibilidade <i>versus</i> rigidez	78
	Disposições: 5.4 Necessidade de flexibilidade <i>versus</i> rigidez	78
5.5	Ampliação opcional do objetivo.....	79
	Disposições: 5.5 Ampliação opcional do objetivo	79
6	Definição do escopo - o que analisar e como	81
6.1	Introdução e visão geral	81
6.2	Visão geral e requisitos básicos.....	82
6.2.1	Consistência dos métodos, premissas e dados.....	82
	Disposições: 6.2.1 Consistência de métodos, premissas e dados.....	83
6.2.2	Reprodutibilidade.....	83
	Disposições: 6.2.2 Reprodutibilidade	84
6.3	Tipos de resultados de ICV e ACV e aplicações previstas	84
	Disposições: 6.3 Tipos de resultados de ACV e aplicações previstas	89
6.4	Função, unidade funcional e fluxo de referência	90
6.4.1	Identificação detalhada do(s) processo(s) ou sistema(s) a ser(em) analisado(s)	90
6.4.2	Aspectos quantitativos da unidade funcional	92
6.4.3	Aspectos qualitativos da unidade funcional	93
6.4.4	Trabalhando com propriedades obrigatórias e de posicionamento	95
6.4.5	Uso de normas técnicas para definir a função e a unidade funcional	96
6.4.6	Unidade funcional e/ou fluxo de referência.....	97
6.4.7	Comparações de sistemas e a unidade funcional	99
	Disposições: 6.4 Função, unidade funcional e fluxo de referência.....	100
6.5	Estrutura de modelagem do Inventário de Ciclo de Vida (ICV)	102
6.5.1	Introdução e visão geral	102
6.5.2	Os dois princípios fundamentais de modelagem de ICV	103
6.5.3	Abordagens ao método de ICV para resolver a multifuncionalidade.....	105
6.5.3.1	Introdução.....	105
6.5.3.2	A hierarquia ISO para solução da multifuncionalidade	106
6.5.4	Disposições para modelagem de ICV nas Situações A, B e C	114
6.5.4.1	Introdução e visão geral	114

6.5.4.2	Situação A: “Apoio decisório em nível micro.....	114
6.5.4.2.1	Visão geral.....	114
6.5.4.2.2	Disposições para modelagem de ICV.....	115
6.5.4.3	Situação B: “Apoio decisório em nível médio/macro”.....	118
6.5.4.3.1	Visão geral.....	118
6.5.4.3.2	Disposições para modelagem de ICV.....	119
6.5.4.4	Situação C: “Contabilização.....	120
	Disposições: 6.5.4 Disposições de modelagem de ICV para Situações A, B e C.....	121
6.6	Derivação de fronteiras do sistema e critérios de corte (completude).....	126
6.6.1	Introdução e visão geral.....	126
6.6.2	Definição qualitativa das fronteiras do sistema.....	133
6.6.3	Definição quantitativa das fronteiras do sistema – os critérios de corte.....	136
	Disposições: 6.6 Derivação de fronteiras do sistema e critérios de corte (completude).....	138
6.7	Preparação da base para a avaliação de impactos.....	141
6.7.1	Introdução e visão geral.....	141
6.7.2	Identificação dos métodos de AICV a serem aplicados.....	142
6.7.3	Pegada de carbono e outros indicadores selecionados.....	144
6.7.4	Inclusão de impactos e fluxos elementares não padrão.....	144
6.7.5	Diferenciações/modificações espaciais e de outros tipos dos fatores de impacto.....	146
6.7.6	Seleção da base de normalização e conjunto de ponderação.....	147
6.7.7	Documentação da decisão sobre métodos de AICV, nível de impacto, base de normalização e fatores de ponderação.....	149
	Disposições: 6.7 Preparação da base para a avaliação de impactos.....	150
6.8	Representatividade e adequação dos dados de ICV.....	155
6.8.1	Introdução e visão geral.....	155
6.8.2	Representatividade tecnológica.....	157
	Disposições: 6.8.2 Representatividade tecnológica.....	160
6.8.3	Representatividade geográfica.....	161
	Disposições: 6.8.3 Representatividade geográfica.....	165
6.8.4	Representatividade temporal.....	167
	Disposições: 6.8.4 Representatividade temporal.....	169
6.9	Tipos, qualidade e fontes dos dados e informações necessários.....	170
6.9.1	Introdução e visão geral.....	170

6.9.2	Necessidades de qualidade dos dados à luz das aplicações pretendidas	171
6.9.3	Requisitos e fontes de dados de inventário	172
6.9.4	Outros requisitos e fontes de dados e informações relacionados ao inventário.....	173
6.9.5	Requisitos de modelos e fatores de avaliação de impactos, bases de normalização e conjuntos de ponderação	173
	Disposições: 6.9 Tipos, qualidade e fontes dos dados e informações necessários.....	173
6.10	Comparações entre sistemas.....	175
6.10.1	Introdução e visão geral	175
6.10.2	Reforçando as partes interessadas afetadas em comparações não assertivas e estudos do tipo multissistêmico	175
6.10.3	Alternativas consideradas, unidade funcional e premissas	177
6.10.4	Consistência metodológica, das premissas e dos dados	178
6.10.5	Requisitos de qualidade dos dados	179
6.10.6	Partes idênticas dos sistemas comparados.....	179
6.10.7	Cenários em apoio a comparações	179
6.10.8	Estudos de pegada de carbono e outras comparações selecionadas	180
	Disposições: 6.10 Comparações entre sistemas.....	180
6.11	Identificação de necessidades de revisão crítica.....	183
	Disposições: 6.11 Identificação de necessidades de revisão crítica	184
6.12	Planejamento dos relatórios.....	184
	Disposições: 6.12 Planejamento dos relatórios	186
7	Análise do inventário de ciclo de vida - coleta de dados, modelagem do sistema, cálculo dos resultados	189
7.1	Introdução e visão geral	189
7.2	Identificação de processos dentro das fronteiras do sistema.....	190
7.2.1	Introdução e visão geral	190
7.2.2	Relações entre parte e sistema e entre sistemas	191
7.2.3	Identificação de processos na modelagem atribucional	194
7.2.3.1	Introdução e visão geral	194
7.2.3.2	Processos a serem atribuídos ao sistema analisado.....	195
7.2.3.3	Descrição inicial de processos identificados.....	199
	Disposições: 7.2.3 Identificação de processos na modelagem atribucional ...	199
7.2.4	Identificação de processos na modelagem consequencial	201
7.2.4.1	Introdução e visão geral	201

7.2.4.2	Consequências a serem consideradas	204
7.2.4.3	Restrições e outras imperfeições de mercado a serem levadas em conta	206
7.2.4.4	Identificação dos processos da modelagem consequencial.....	207
7.2.4.5	Outros aspectos, recomendações e observações.....	210
7.2.4.6	Resolução da questão da multifuncionalidade de processos na modelagem consequencial	211
7.2.4.7	Descrição inicial de processos identificados.....	213
	Disposições: 7.2.4 Identificação de processos na modelagem consequencial.....	213
7.3	Planejamento da coleta de dados	221
7.3.1	Visão geral.....	221
7.3.2	Dados do sistema de primeiro plano - específicos, médios ou genéricos.....	221
7.3.3	Dados de segundo plano para modelos atribucionais e consequenciais.....	222
7.3.4	Necessidade de dados multianuais médios ou de dados genéricos.....	224
7.3.5	Fontes de dados primários e secundários	224
7.3.6	Foco nos dados e informações mais relevantes.....	225
	Disposições: 7.3 Planejamento da coleta de dados	226
7.4	Coleta de dados de processos unitários de ICV	228
7.4.1	Introdução e visão geral	228
7.4.2	Coleta de dados básicos para processos unitários	229
7.4.2.1	Introdução e visão geral	229
7.4.2.2	Como evitar processos unitários de caixa-preta por subdivisão ou subdivisão virtual	230
	Disposições: 7.4.2.2 Evitar processos unitários de caixa-preta por subdivisão e subdivisão virtuais.....	232
7.4.2.3	Descrição do que o processo unitário representa	233
	Disposições: 7.4.2.3 Descrição do que o processo unitário representa.....	234
7.4.2.4	Tipos de dados sobre fluxos de entradas e saídas (insumos e produtos) a serem coletados	234
	Disposições: 7.4.2.4 Tipos de dados sobre fluxos de insumos e produtos a serem coletados	235
7.4.2.5	Tipos de dados e informações para conjuntos de dados específicos, futuros e genéricos.....	235
	Disposições: 7.4.2.5 Tipos de dados e informações para conjuntos de dados específicos, futuros e genéricos	238
7.4.2.6	Valor de referência do fluxo de referência	238
	Disposições: 7.4.2.6 Valor de referência do fluxo de referência.....	239
7.4.2.7	Representatividade em relação a condições operacionais	239

Disposições: 7.4.2.7 Representatividade em relação a condições operacionais.....	240
7.4.2.8 Verificação dos limites legais	241
Disposições: 7.4.2.8 Verificação dos limites legais.....	241
7.4.2.9 De dados brutos a um inventário de processo unitário.....	242
Disposições: 7.4.2.9 De dados brutos ao inventário de um processo unitário	243
7.4.2.10 Resolvendo questões de confidencialidade.....	243
Disposições: 7.4.2.10 Resolvendo questões de confidencialidade	244
7.4.2.11 Controle de qualidade interino para melhorar a qualidade dos dados	244
7.4.2.11.1 Abordagem geral	244
7.4.2.11.2 Como obter melhores dados de processos unitários.....	245
7.4.2.11.3 Lidando com lacunas/falta de dados restantes para processos unitários	249
7.4.2.11.4 Documentação	251
Disposições: 7.4.2.11 Controle de qualidade interino	251
7.4.3 Disposições gerais sobre métodos para tipos específicos de fluxo elementares	255
7.4.3.1 Introdução e visão geral	255
7.4.3.2 Emissão de indicadores de medição e grupos de fluxos elementares.....	256
Disposições: 7.4.3.3 Emissão de indicadores de medições e grupos de fluxos elementares	257
7.4.3.3 Emissões de compostos iônicos	258
Disposições: 7.4.3.3 Emissão de compostos iônicos	259
7.4.3.4 Emissão de partículas para a atmosfera.....	259
Disposições: 7.4.3.4 Emissão de partículas para a atmosfera.....	260
7.4.3.5 Emissão de substâncias de ação complementar, alternativa	261
7.4.3.6 Fluxos elementares de recursos	261
7.4.3.6.1 Recursos energéticos.....	261
7.4.3.6.2 Minérios para extração de metais ou outros constituintes elementares.....	261
7.4.3.6.3 Uso da terra.....	262
7.4.3.6.4 Absorção de CO ₂ fóssil e biológico e liberação de CO ₂ e CH ₄	262
7.4.3.6.5 Uso da água	263
Disposições: 7.4.3.6 Fluxos elementares de recursos	263
7.4.3.7 Processos e fluxos elementares futuros	266
7.4.3.7.1 Introdução e visão geral	266
7.4.3.7.2 Diferenciação do inventário de intervenções no futuro mais remoto (emissões de longo prazo, após um horizonte de 100 anos	266

7.4.3.7.3	Armazenamento temporário de carbono, emissões retardadas de gases de efeito estufa, créditos retardados para resolver a multifuncionalidade.....	267
7.4.3.7.4	Armazenamento de longo prazo de emissões potenciais além de 100 anos .	270
	Disposições: 7.4.3.7 Processos e fluxos elementares futuros	270
7.4.3.8	Fluxos de lembrete.....	273
	Disposições: 7.4.3.8 Fluxos de lembrete	274
7.4.4	Disposições abrangentes sobre o método para tipos específicos de processos	274
7.4.4.1	Modelagem de sistemas agrícolas e florestais	274
	Disposições: 7.4.4.1 Modelagem de sistemas agrícolas e florestais	280
7.4.4.2	Modelagem do tratamento de resíduos	284
	Disposições: 7.4.4.2 Modelagem do tratamento de resíduos.....	286
7.4.5	Nomes e outras convenções.....	286
	Disposições: 7.4.5 Nomes e outras convenções	287
7.5	Desenvolvendo dados genéricos de ICV	288
7.6	Seleção de conjuntos de dados secundários de ICV	289
	Disposições: 7.6 Seleção de conjuntos de dados secundários de ICV.....	290
7.7	Cálculo da média de dados de ICV.....	291
7.8	Modelagem do sistema	293
	Disposições: 7.8 Modelagem do sistema.....	295
7.9	Solucionando a questão da multifuncionalidade de processos na modelagem atribucional.....	297
7.9.1	Introdução e visão geral	297
7.9.2	Evitando a alocação por subdivisão ou subdivisão virtual.....	298
	Disposições: 7.9.2 Evitando a alocação por subdivisão ou subdivisão virtual	298
7.9.3	Resolvendo a questão da multifuncionalidade por alocação.....	300
7.9.3.1	Visão geral.....	300
7.9.3.2	Primeiro critério: “Determinação da causalidade física.....	300
7.9.3.3	Segundo critério (geral) de “Valor Econômico” ou QFD	306
	Disposições: 7.9.3 Resolvendo a questão da multifuncionalidade por alocação	309
7.10	Cálculo dos resultados de ICV	316
	Disposições: 7.10 Cálculo dos resultados de ICV	316

Os capítulos a seguir não fizeram parte desta primeira tradução do Handbook ILCD:

- 8 Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida
- 9 Interpretação
- 10 Documentação
- 11 Revisão Crítica
- 12 Anexo A: Qualidade de Dados
- 13 Anexo B: Cálculo de emissões de CO₂ devido às transformações no uso do solo
- 14 Anexo C: Modelagem de processos de reuso, reciclagem e recuperação de energia
- 15 Anexo D: Evitando imprecisões nas definições de objetivo e escopo e na interpretação de resultados
- 16 Anexo E: Incertezas em ACV
- 17 Anexo F: Padrão para estabelecimento das fronteiras do sistema
- 18 Anexo G: Desenvolvimento do Handbook ILCD

DISPOSIÇÕES

Disposições: 2	Como usar este documento	44
Disposições: 4	A abordagem iterativa para a ACV	55
Disposições: 5.2	Seis aspectos da definição de objetivo	64
Disposições: 5.3	Classificação do contexto decisório	74
Disposições: 5.4	Necessidade de flexibilidade <i>versus</i> rigidez.....	78
Disposições: 5.5	Ampliação opcional do objetivo	79
Disposições: 6.2.1	Consistência de métodos, premissas e dados.....	83
Disposições: 6.2.2	Reprodutibilidade.....	84
Disposições: 6.3	Tipos de resultados de ACV e aplicações previstas	89
Disposições: 6.4	Função, unidade funcional e fluxo de referência	100
Disposições: 6.5.4	Disposições de modelagem de ICV para Situações A, B e C	121
Disposições: 6.6	Derivação de fronteiras do sistema e critérios de corte (completude).....	138
Disposições: 6.7	Preparação da base para a avaliação de impactos	150
Disposições: 6.8.2	Representatividade tecnológica	160
Disposições: 6.8.3	Representatividade geográfica.....	165
Disposições: 6.8.4	Representatividade temporal.....	169
Disposições: 6.9	Tipos, qualidade e fontes dos dados e informações necessários	173
Disposições: 6.10	Comparações entre sistemas.....	180
Disposições: 6.11	Identificação de necessidades de revisão crítica.....	184
Disposições: 6.12	Planejamento dos relatórios	186
Disposições: 7.2.3	Identificação de processos na modelagem atribucional	199
Disposições: 7.2.4	Identificação de processos na modelagem consequencial.....	213
Disposições: 7.3	Planejamento da coleta de dados	226
Disposições: 7.4.2.2	Evitar processos unitários de caixa-preta por subdivisão e subdivisão virtuais	232
Disposições: 7.4.2.3	Descrição do que o processo unitário representa.....	234
Disposições: 7.4.2.4	Tipos de dados sobre fluxos de insumos e produtos a serem coletados	235
Disposições: 7.4.2.5	Tipos de dados e informações para conjuntos de dados específicos, futuros e genéricos	238
Disposições: 7.4.2.6	Valor de referência do fluxo de referência.....	239
Disposições: 7.4.2.7	Representatividade em relação a condições operacionais.....	240
Disposições: 7.4.2.8	Verificação dos limites legais.....	241

Disposições: 7.4.2.9	De dados brutos ao inventário de um processo unitário	243
Disposições: 7.4.2.10	Resolvendo questões de confidencialidade.....	244
Disposições: 7.4.2.11	Controle de qualidade interino	252
Disposições: 7.4.3.3	Emissão de indicadores de medições e grupos de fluxos elementares	257
Disposições: 7.4.3.3	Emissão de compostos iônicos.....	259
Disposições: 7.4.3.4	Emissão de partículas para a atmosfera	260
Disposições: 7.4.3.6	Fluxos elementares de recursos.....	263
Disposições: 7.4.3.7	Processos e fluxos elementares futuros	270
Disposições: 7.4.3.8	Fluxos de lembrete.....	274
Disposições: 7.4.4.1	Modelagem de sistemas agrícolas e florestais	280
Disposições: 7.4.4.2	Modelagem do tratamento de resíduos	286
Disposições: 7.4.5	Nomes e outras convenções.....	287
Disposições: 7.6	Seleção de conjuntos de dados secundários de ICV	290
Disposições: 7.8	Modelagem do sistema	295
Disposições: 7.9.2	Evitando a alocação por subdivisão ou subdivisão virtual.....	298
Disposições: 7.9.3	Resolvendo a questão da multifuncionalidade por alocação.....	309
Disposições: 7.10	Cálculo dos resultados de ICV	316

FIGURAS

Figura 1	Estrutura para análises de ciclo de vida (extraído da norma ISO 14040:2006; modificada)	23
Figura 2	Abordagem do Manual do ILCD para a harmonização de práticas existentes com base nas diretrizes previstas nas normas ISO 14040 e 14044:2006	24
Figura 3	Diferenciação principal do documento para as três situações-alvo A, B e C (apenas indicativa; só há poucas outras diferenças	35
Figura 4	Natureza iterativa da ACV (representação esquemática.....	51
Figura 5	Detalhes da abordagem iterativa para a ACV, com foco na coleta de dados e modelagem do inventário (retirado da ISO 14044:2006, modificado	54
Figura 6	Processo multifuncional com vários produtos de entrada e recursos consumidos e vários resíduos e emissões gerados, além de gerar os dois coprodutos 1 e 2	105
Figura 7	Processo unitário de caixa preta e processo unitário de operação única Ambos podem ter uma ou mais (co)funções (por exemplo, coprodutos, conforme mostrado aqui).	107
Figura 8	Resolvendo o problema de multifuncionalidade (ver a Figura 6) por subdivisão do processo unitário de caixa preta A subdivisão produz exclusivamente a cadeia de processo dos processos unitários monofuncionais “P1” a “P3”, que resultam no “Produto 1” analisado	108
Figura 9	Esquema de solução do problema da multifuncionalidade pela substituição das cofunções desnecessárias.....	111
Figura 10	Equivalência da expansão do sistema aditiva e subtrativa (“substituição).....	112
Figura 11	Resolvendo o problema da multifuncionalidade pela alocação do inventário às cofunções (esquema ilustrativo)	113
Figura 12	Conjuntos de dados do berço à cova, do berço ao portão e do portão ao portão como partes do ciclo de vida completo; diagrama esquemático	129
Figura 13	Sistemas de primeiro e segundo plano na perspectiva de especificidade (ver quadro); (ilustrativo)	132
Figura 14	Fluxograma do sistema de primeiro plano. Exemplo ilustrativo da cadeia de processo de formação de vidro do portão ao portão	134
Figura 15	Avaliação de impactos do ciclo de vida. Etapas esquemáticas do inventário aos pontos de extremidade de categoria. Observe que a normalização e a ponderação não são mostradas e podem começar nos pontos médios ou nos pontos de extremidade.	141

Figura 16	Escalabilidade limitada ou inexistente de suprimentos em um mercado. Exemplo ilustrativo de energia hidrelétrica. Se a quantidade de energia hidrelétrica utilizada é igual ou próxima à quantidade utilizável, pode-se presumir que uma demanda adicional por energia hidrelétrica não resultará na produção de energia hidrelétrica adicional; a energia hidrelétrica, nesse caso, não possui uma escalabilidade relevante. A quantidade utilizável pode ser restringida por fatores não técnicos. No caso, isso pode ser resultante de proteção ambiental ou restrições legislativas. Se esses fatores são alterados, tornando-se mais estritos, isso pode resultar na ausência absoluta de escalabilidade, pois a quantidade utilizada será “congelada” por esses outros fatores ou poderá até mesmo sofrer uma redução gradual.	159
Figura 17	Relações entre parte e sistema: exemplo de uma bateria de arranque de carro que não pode ser analisada isoladamente em um estudo comparativo ou monitoramento temporal, visto que diferentes variantes da bateria (cinza) exigem, por exemplo, diferentes montagens e outras peças (azul) e resultam em um uso de combustível diferente durante o estágio de uso.....	192
Figura 18	Relações entre sistemas: exemplo de um produto que utiliza eletricidade (por exemplo, computador, cafeteira, geladeira, etc	194
Figura 19	Modelo esquemático e simplificado do ciclo de vida da cadeia de abastecimento de um produto.....	195
Figura 20	Identificação dos processos dentro da fronteira do sistema, começando do processo central ou sistema analisado. Exemplo ilustrativo de uma janela: A janela é o sistema analisado e, por isso, definida como nível 0 (figura oval à esquerda). Após a identificação dos processos nos níveis 1 a 3, cada um deles se torna um novo processo de nível 0 (nesse caso: “vidro da janela” na figura oval no meio). Os processos relacionados nos níveis 1 a 3 são identificados para cada um dos novos processos de nível 0, e assim por diante.	198
Figura 21	Árvore de decisões na modelagem consequencial . Para termos, conceitos e explicações, veja o texto. Para disposições formais e detalhadas, veja “Disposições	203
Figura 22	Esquema de cálculo da média de processos (“cálculo da média horizontal”, acima) e média de sistemas (“cálculo da média vertical,” abaixo	291
Figura 23	Ilustração das relações comerciais entre países como base para o cálculo dos mixes de produção, consumo e oferta de produtos	292
Figura 24	Desdobramento da Função Qualidade (QFD) de produtos complexos como uma abordagem para a obtenção, como fator de alocação, da relativa relevância de funções para os usuários dos produtos.....	307

TABELAS

Tabela 1	Principais termos e definições.....	47
Tabela 2	Combinação de dois aspectos principais do contexto decisório: orientação decisória e tipo de consequências no sistema de segundo plano ou em outros sistemas	66
Tabela 3	Tipos mais comuns de resultados de estudos de ICV/ACV necessários para aplicações de ACV específicas (visão geral indicativa) As opções mais adequadas devem ser decididas com base no caso específico.	86
Tabela 4	Exemplo de função, unidade funcional e fluxos de referência em um caso comparativo: comparação de tintas para exteriores (duas alternativas)	95

1 Introdução e visão geral

Visão geral

Este guia é um componente do Manual do Sistema Internacional de Referência de Dados do Ciclo de Vida de Produtos e Processos (*International Reference Life Cycle Data System - ILCD*). Ele fornece orientações técnicas detalhadas sobre as normas ISO 14040 e 14044:2006 para Avaliações do Ciclo de Vida (ACV).

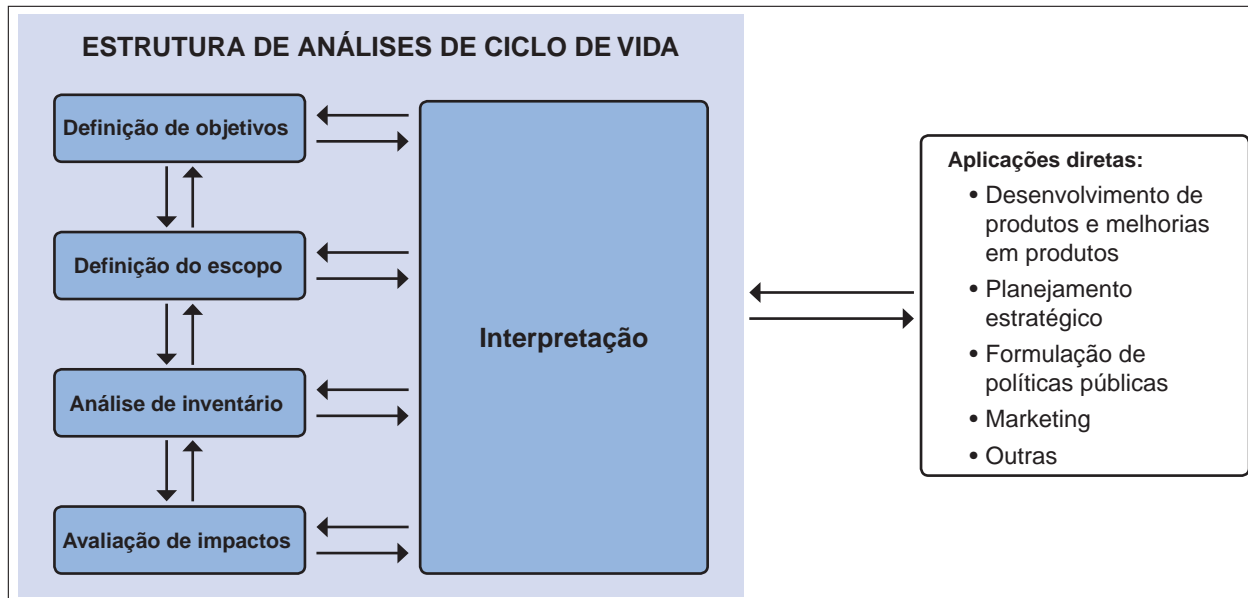
O objetivo geral do *Manual do Sistema ILCD* é oferecer uma base comum para dados sobre ciclo de vida consistentes e de qualidade garantida e estudos robustos nessa área. Esses dados e estudos apoiam políticas coerentes e confiáveis para Consumo e Produção Sustentáveis (CPS) e decisões dos setores público e privado relacionadas à gestão de produtos, recursos e resíduos.

Escopo do presente documento

Este guia geral oferece diretrizes abrangentes e detalhadas para métodos a serem usados em estudos de Inventários de Ciclo de Vida (ICV) e Avaliações de Ciclo de Vida (ACV) em conformidade com as normas ISO 14040 e 14044:2006.

Os resultados de estudos de ICV e ACV constituem a base para todos os tipos de aplicações de ACV. A Figura 1 mostra a estrutura das Avaliações de Ciclo de Vida.

Figura 1 - Estrutura para análises de ciclo de vida (extraída da norma ISO 14040:2006; modificada)



A Tabela 3 lista as aplicações mais comuns da ACV e sua relação com as orientações fornecidas neste documento. O uso subsequente de dados de ICV e estudos de ACV em outras aplicações de ACV não é um tema abordado neste documento, embora seja previsto na norma ISO 14044:2006.

Uma vez que a intenção deste documento é oferecer orientações gerais para ampla gama de contextos de decisão e setores, está fora do seu escopo fornecer, diretamente, orientações customizadas para produtos específicos.

Ele pode, no entanto, ser usado como uma “matriz” para documentos que oferecem orientações específicas, como documentos de Regras de Categorias de Produtos – RCP (*Product Category Rules - PCR*) e outros documentos que oferecem informações específicas sobre grupos de produtos e ferramentas simplificadas, mas ainda assim confiáveis, como ferramentas de *ecodesign*.

Estudos de Avaliação do Ciclo de Vida para fins de triagem ou simplificados normalmente não se enquadram na norma ISO 14044:2006 e, portanto, não foram explicitamente discutidos em separado neste documento. Estudos dessa natureza foram apenas implicitamente discutidos neste documento, como a primeira fase iterativa de uma ACV.

Estudos de AVC puramente metodológicos podem não se enquadrar nas diretrizes do *Manual do ILCD* e nas normas ISO 14040 e 14044:2006, já que as opções metodológicas analisadas podem se desviar das disposições do ILCD. Estudos desse tipo podem usar as diretrizes contidas no *Manual do ILCD*, mas não se pode afirmar que eles observam essas diretrizes estritamente e deve-se evitar passar a impressão de que essa observância seria possível.

Abordagem adotada neste documento e seu valor agregado em relação à norma ISO 14044

Até o presente momento, nenhuma orientação de aceitação comum havia sido desenvolvida que complementasse a estrutura geral prevista nas normas ISO 14040 e 14044:2006. O Sistema Internacional de Referência de Dados do Ciclo de Vida de Produtos e Processos (ILCD) foi desenvolvido para preencher essa lacuna, já que decisores do governo, da administração pública e do setor empresarial dependem de dados de ciclo de vida consistentes e de qualidade garantida e de avaliações robustas no contexto do Consumo e Produção Sustentáveis.

As normas ISO 14040 e 14044:2006, uma série de manuais sobre Avaliação do Ciclo de Vida e a literatura disponível sobre o tema foram analisadas com vistas à identificação de “necessidades de orientação” e à coleta de informações sobre abordagens e argumentos de boas práticas nessa área. Juntamente com insumos detalhados colhidos em consultas públicas, *workshops* e outras reuniões, essa análise consubstancia as evidências concretas que dão base a este guia. A Figura 2 ilustra essa abordagem.

Os colaboradores e as fontes consultadas estão documentados no anexo 18. Um Memorando Explicativo está disponível separadamente.

Figura 2 - Abordagem do Manual do ILCD para a harmonização de práticas existentes com base nas diretrizes previstas nas normas ISO 14040 e 14044:2006

ASSOCIAÇÃO XY	
Manual de Métodos para ACV ou produtos XY	Projeto Nacional de ACV País X
Centro de Pesquisa e Consultoria XY	
Manual do método atribucional de ACV	

Princípios observados no desenvolvimento das diretrizes apresentadas neste documento

Os seguintes princípios foram aplicados:

- **Conformidade com normas ISO:** observância dos requisitos previstos nas normas ISO 14040 e 14044:2006.
- **Melhores práticas:** práticas que representam ou baseiam-se nas melhores práticas atuais de ACV na indústria, no governo e nas áreas de pesquisa e consultoria.

- **Confiabilidade:** estabelecimento uma base segura para apoiar decisões robustas baseadas em considerações de ciclo de vida para melhorar a reprodutibilidade e a qualidade de estudos e conjuntos de dados de ICV e guias, abordagens e ferramentas simplificadas coerentes e compatíveis com o sistema ILCD para grupos específicos de produtos.
- **Eficiência:** garantia de um equilíbrio adequado entre a teoria, a praticidade e a eficiência em relação aos custos.
- **Flexibilidade:** permitir exceções em disposições, como e onde necessário, para diferentes questões abordadas em exercícios de ACV e em diferentes processos, produtos e outros sistemas analisados. Desvios devem ser documentados e explicitamente considerados na interpretação dos resultados.
- **Equidade e aceitação:** garantia de condições equitativas entre produtos, processos e indústrias concorrentes. Exceções não devem desfavorecer concorrentes em termos relativos. O papel de partes interessadas e da análise é reforçado para se lograr ampla aceitação de todas as partes interessadas. Informações confidenciais e proprietárias devem ser protegidas em relatórios confidenciais só disponibilizados a analistas.
- **Transparência e reprodutibilidade:** solicitação de documentação e mecanismos abrangentes que permitam que os analistas verifiquem/avaliem todos os dados, cálculos e suposições.
- **Garantia de qualidade:** exigência de análises qualificadas e independentes e/ou externas, como indicado pelo tipo de estudo e público-alvo (orientações pormenorizadas disponíveis em um documento separado).

Orientações diferenciadas para as principais situações-alvo enfrentadas na prática de ACV

Aproveitando as análises mais recentes das melhores práticas disponíveis, este documento foi desenvolvido para oferecer orientações abrangentes e de aplicação geral e também prática. Para esse fim, é necessário acrescentar muitos detalhes e especificar e esclarecer em maior profundidade as disposições das normas ISO a partir da perspectiva das três principais situações-alvo de estudos de ACV:

- **Situação A (“apoio decisório no nível micro”):** Apoio a decisões no nível micro, tipicamente para questões relacionadas a produtos. Parte-se da premissa de que as “decisões no nível micro” só têm consequências limitadas e não estruturais fora do contexto das decisões, ou seja, que elas não alteram a capacidade de produção disponível. Seus efeitos são pequenos demais para ultrapassar o limiar necessário para provocar as chamadas consequências em larga escala no sistema de segundo plano (*background system*) ou em outras partes da tecnosfera.
- **Situação B (“apoio decisório no nível meso/macro”):** Apoio a decisões em nível estratégico (por exemplo, sobre estratégias para matérias-primas, cenários tecnológicos, opções em termos de políticas, etc.). Parte-se da premissa de que as “decisões no nível meso/macro” têm também consequências estruturais fora do contexto das decisões, ou seja, que elas podem efetivamente alterar a capacidade de produção disponível. A decisão analisada individualmente pode gerar consequências em grande escala no sistema básico ou em outras partes da tecnosfera.
- **Situação C (“Contabilização”):** Documentação puramente descritiva do sistema em análise (por exemplo, um produto, setor ou país), sem abordar quaisquer possíveis consequências para outras partes da economia. A Situação C tem dois subtipos: **Situação C1**, que inclui benefícios existentes fora do sistema analisado (por exemplo, créditos, benefícios de reciclagem existentes), e **Situação C2**, que não inclui esses benefícios.

Principais questões metodológicas abordadas neste documento

Os principais aspectos relacionados a ACV no âmbito da norma ISO14044: 2006 e, portanto, do presente documento, são geralmente entendidos na forma das seguintes perguntas:

- **Qual princípio de modelagem de ICV deve ser seguido** (atribucional ou consequencial)?
- **Quais abordagens de métodos de ICV devem ser usadas para se resolver a questão da multifuncionalidade dos processos** (alocação ou expansão/substituição de sistemas)?

Essas questões são aquelas nas quais as três situações-alvo mais diferem em termos de disposições para métodos de ICV. Além disso, as seguintes questões de peso devem ser bem orientadas e, portanto, serão detalhadamente abordadas:

- **Fronteiras dos sistemas:** a definição e aplicação das fronteiras dos sistemas e de critérios quantitativos de corte (incluindo a questão relativa a quais tipos de atividades devem ser incluídos em uma ACV);
- **Evitar estudos de ACV equivocados:** como evitar uma definição equivocada de meta e escopo, interpretação errônea de resultados e relatórios equivocados (tema que envolve uma série de questões mais específicas);
- **Transparência:** como satisfazer o princípio da transparência no contexto de dados e informações sobre processos potencialmente sensíveis ou proprietários;
- **Reprodutibilidade e robustez:** como melhorar a reprodutibilidade na coleta e modelagem de dados e a documentação de conjuntos de dados de ICV e a robustez das conclusões e recomendações de estudos de ACV;
- **Dados primários e secundários:** quando usar dados primários e quando dados secundários podem ser usados (e qual seria um conceito adequado para o sistema de primeiro plano (*foreground system*) e para o sistema de segundo plano (*background system*));
- **Qualidade:** como capturar os diversos aspectos relativos à qualidade dos dados de ICV e de resultados de ACV.

Outros temas em foco

Orientações para grupos de produtos e setores específicos não foram incluídas neste documento e devem ser fornecidas em outros guias a serem desenvolvidos para esse fim. No entanto, para determinados tipos de processos, a aplicação de ACV é menos direta e abordagens divergentes têm sido desenvolvidas na prática. Esses tipos consistem essencialmente em processos agrícolas e similares, processos de disposição de resíduos e processos relacionados à fase de uso de produtos de consumo e serviços (em contraste com bens). Os dois primeiros são abordados em capítulos próprios. O estágio do uso de produtos de consumo é discutido em um subcapítulo menor. Os serviços são discutidos de um modo geral ao longo do documento, expressamente ou por meio de exemplos; no entanto, mais orientações podem ser úteis para serviços.

Um dos temas mais difíceis metodologicamente é o da modelagem da reutilização, reciclagem e recuperação de bens secundários a partir de produtos em fim de vida útil e resíduos de produção. Embora metodologicamente todos eles sejam casos de multifuncionalidade, um capítulo mais longo foi dedicado ao tema no respectivo anexo do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

“Tempo em ACV” é um dos temas que passou a atrair mais atenção recentemente, bem como diversas abordagens que estão surgindo na prática de ACV. Questões como emissões de longo prazo, armazenamento temporário e permanente de carbono e emissões adiadas de gases de efeito estufa (que entrarão na atmosfera em anos futuros) são, portanto, abordadas um tanto detalhadamente.

2 Como usar este documento

2.1 Estrutura do documento

Ampliando o escopo e a estrutura da norma ISO 14044

Este documento segue a estrutura principal da norma ISO 14044:2006. No *Manual do Sistema ILCD*, as cinco fases principais de uma Avaliação do Ciclo de Vida (definição de meta, definição de escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação) têm um capítulo próprio dedicado a cada uma delas¹. (Favor ver a Figura 1). Da mesma forma que a norma ISO 14044:2006, os capítulos oito em diante no manual integral discutem a questão da elaboração de relatórios e da análise crítica.

Algumas questões que não são abordadas na norma ISO 14044:2006 - ou o são apenas de forma limitada - foram acrescentadas ou ampliadas, tipicamente na forma de capítulos individuais, como o capítulo sobre a seleção de uma estrutura de modelagem de ICV adequada. Algumas questões importantes que são abordadas em diversos capítulos da norma ISO 14044:2006, como a natureza iterativa da ACV e como implementá-la da melhor maneira possível, foram combinadas em capítulos individuais.

Vários conceitos-chave da ACV foram explorados em maior profundidade, especialmente quando diferentes significados ou termos são usados. Erros frequentes na prática de ACV foram identificados dentro dos respectivos capítulos, para que possam ser evitados e superados.

A relevância especial da definição do escopo de um estudo de ICV ou ACV é frequentemente negligenciada na prática atual. Na fase da definição do escopo, decisões cruciais são tomadas para todo o estudo de ICV ou ACV. Essas decisões baseiam-se em definições de metas e incluem a identificação já mencionada da estrutura de modelagem de ICV, a seleção de métodos para uma Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV) e - se incluídos - a base de normalização e o conjunto de ponderação, bem como a identificação de requisitos de análise e elaboração de relatórios. O processo efetivo de coleta e modelagem de dados do ICV é então abordado na fase de ICV. A fase de AICV serve para calcular resultados de AICV e - se incluídos - resultados normalizados e ponderados.

Comparada com a norma ISO 14044:2006, a estrutura deste documento de orientação foi ajustada para melhor refletir as fases do fluxo de trabalho envolvidas na realização de uma ACV. Referências ao capítulo correspondente na norma ISO 14044:2006 são citadas em cada capítulo.

Elementos de formatação: cinco elementos de formatação foram usados ao longo do documento para abordar diferentes aspectos:

6.7.3 Representatividade geográfica

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044 2006, capítulo 4.4.3.6.2)

Introdução

A representatividade geográfica de um processo ou sistema identifica até que ponto os dados de um inventário o representam adequadamente em relação ao local (por exemplo, mercado, localidade(s), região, país, etc.) documentado nas informações descritivas dos dados ou relatórios e onde ele é operado, produzido ou consumido.

Identificação do âmbito geográfico adequado de dados de ICV

O nível e o tipo de tecnologia aplicada e as condições nas quais ele é executado (por exemplo, em termos de clima nas áreas circundantes ou requisitos legais nacionais para limites de emissões) são influenciados pela localização geográfica do processo. Além disso, para identificar o mix de processos marginais (para modelagem consequencial) e os dados de segundo plano (para modelagem atribucional e consequencial), é necessário identificar corretamente o âmbito geográfico.

¹ A norma ISO 14044 combina objetivo e escopo em uma fase. Argumenta-se aqui que, para melhor refletir a natureza e propósito diferentes dessas duas fases, elas devem ser tratadas como fases distintas. Além das cinco fases resultantes, as fases de elaboração de relatórios e análise podem também ser consideradas fases distintas; embora elas não sejam consideradas distintas aqui, capítulos específicos foram dedicados a elas.

Corpo de texto principal: oferece explicações detalhadas para a orientação em questão. Breves exemplos são apresentados em texto destacado em cinza para minimizar perturbações no fluxo da leitura do documento.

Disposições: mostradas dentro de quadros com bordas tracejadas-pontilhadas e destacadas em verde, as “Disposições” indicam as diretrizes a serem seguidas em estudos compatíveis com o sistema ILCD na forma de listas de verificação abrangentes, embora concisas, para referência diária. As “Disposições” combinadas também estão disponíveis como um documento separado.

Disposições: 5.2 Seis aspectos da definição de metas
 I) Disposições com uso de *SHALL* no inglês (disposições obrigatórias) - Aplicações previstas: Identificar as aplicações previstas do produto do ICV ou estudo de ACV (5.2.1).
 II) Disposições com uso de *SHALL* no inglês (disposições obrigatórias) - Limitações: Identificar e detalhar quaisquer limitações inicialmente definidas para a utilização do estudo de ICV/ACV devido a (5.2.2):
 II.a) Impactos de limitações de cobertura, como em cálculos de emissões de carbono,
 II.b) Limitações metodológicas de ACV de um modo geral ou de abordagens ou métodos específicos aplicados e/ou
 II.c) Limitações de premissas: Premissas específicas ou incomuns/cenários modelados para o sistema analisado. (ISO+)

Termos e conceitos: em caixas destacadas em azul, os termos e conceitos mais complexos de uso muitas vezes divergente na prática de ACV são explicados e ilustrados, em muitos casos com a ajuda de gráficos.

Termos e conceitos: Subdivisão de processos multifuncionais
 A “subdivisão” de processos multifuncionais refere-se à coleta individual de dados para processos monofuncionais relacionados ao sistema analisado que estão contidos no processo multifuncional. Muitas vezes, mas nem sempre, a subdivisão é possível para evitar a alocação de processos unitários de caixa preta: veja a Figura 7.
 Emissões i
 Emissões ii
 Emissões iv
 P1 P2 P3
 Insumos (bens e serviços)
 Produto A
 P4 P5
 Produto B
 Recursos
 Resíduos i
 Resíduos ii
 Resíduos iii

Erros frequentes: erros frequentes na prática de ACV são apresentados em caixas destacadas em roxo para serem evitados e superados.

Erros frequentes: Exclusão geral ou não refletida de tipos de atividades
 Como já discutido no capítulo 6.5.2, na prática da ACV, pode-se ainda verificar frequentemente que alguns tipos de atividades que devem ser atribuídos ao sistema analisado são omitidos sem justificativas suficientes. Entre esses processos, os serviços e bens de investimento são os mais comuns. Embora possa ser justificado, por exemplo, ignorar a construção e demolição de uma usina em uma modelagem de geração de energia (dependendo do conjunto de critérios de corte), a relevância limitada de bens de investimento certamente não se aplica. Da mesma maneira, muitos serviços não têm, em muitos casos, uma relevância quantitativa, mas é claro que esse fato também não pode ser generalizado. Um bom exemplo é a usina eólica, na qual a geração e a manutenção representam, obviamente, a grande maioria dos impactos.

Anexos do ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance: Os anexos ao manual integral fornecem detalhes sobre questões relevantes mais amplas que, a despeito da sua importância, perturbariam o fluxo de leitura do documento se tivessem sido mantidas no texto principal. Os anexos apresentam, por exemplo, o conceito da qualidade de dados do sistema ILCD, da modelagem de resíduos e da reutilização de produtos após o fim da sua vida útil, da reciclagem e da recuperação de energia e como evitar estudos de ACV que não produzem resultados confiáveis.

Temas relacionados discutidos em outras seções do Manual do Sistema ILCD

Algumas nomenclaturas e outras convenções ajudam a promover maior compatibilidade entre conjuntos de dados desenvolvidos ao longo deste documento e a compreender relatórios de estudos de ACV desenvolvidos por diferentes especialistas. (Mais detalhes podem ser encontrados no documento separado intitulado *Nomenclature and other conventions* (Nomenclatura e outras convenções)).

Um gabarito eletrônico para relatórios de ACV apoia a elaboração e apresentação eficazes e compatíveis de relatórios de ACV. O formato eletrônico dos conjuntos de dados de ICV apoia a elaboração e apresentação eficazes e compatíveis de relatórios de conjuntos de dados de ICV. Ele é apoiado por um aplicativo de edição de conjuntos de dados e um conjunto completo de fluxos elementares, propriedades dos fluxos e unidades de referência. Tanto o gabarito do relatório quanto o formato dos conjuntos de dados são apresentados nos capítulos 6 deste documento, e dos capítulos 10 e 12 do manual integral.

Orientações para desenvolvedores de modelos, métodos e indicadores de Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV) são fornecidas no documento separado *Framework and requirements for Life Cycle Impact Assessment (LCIA) models and indicators* (Estrutura e requisitos de modelos e indicadores para Avaliações do Impacto do Ciclo de Vida (AICV)). O capítulo 6.7 deste manual indica esse documento. Esse tema é apoiado pelo documento de referência intitulado *Analysis of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment (LCA)* (Análise de metodologias de Avaliação de Impactos Ambientais existentes para uso em Avaliações de Ciclo de Vida (ACV)).

Diretrizes pormenorizadas para avaliações de estudos e conjuntos de dados de ICV e ACV podem ser encontradas nos documentos separados intitulados *Review schemes for Life Cycle Assessment (LCA)* (Esquemas de revisão de Avaliações de Ciclo de Vida (ACV)), *Reviewer qualification* (Qualificação de Avaliadores) e *Review scope, methods, and documentation* (Escopo, métodos e documentação para avaliações). Os capítulos 6.11 e 11 deste manual mencionam esses documentos.

Aplicabilidade geral das orientações

Os resultados de uma ACV podem variar em termos de complexidade e abrangência. Eles podem variar de resultados para um único processo de uma unidade que envolve uma única operação a comparações entre dois ou mais produtos ou estratégias (o capítulo 6.3 apresenta uma lista completa). Algumas disposições aplicam-se apenas a resultados mais complexos e não são aplicáveis a resultados mais básicos. Esse fato é salientado no início das respectivas “Disposições”. No entanto, este manual geral precisa ser aplicável (de acordo com a norma ISO 14044) a uma ampla gama de produtos, a diferentes objetos de estudos (por exemplo, a uma etapa de um processo, produto, país, etc.) e a diversas questões abordadas no estudo. Isso torna inevitável que as disposições sejam formuladas de uma maneira bastante genérica. Seria impraticável abordar todos os possíveis tipos específicos de processos especificamente. Para resultados essenciais, no entanto, é importante usar documentos que oferecem orientações específicas. Um desses documentos é o intitulado *Development of Life Cycle Inventory (LCI) data sets* (Desenvolvimento de conjunto de dados para Inventários de Ciclo de Vida (ICV)).

A ACV como um processo iterativo

O trabalho realizado em uma ACV consiste em um processo sistemático que envolve iterações. Algumas questões não podem ser abordadas inicialmente e são apenas superficialmente consideradas. No entanto, elas são abordadas, melhoradas ou revistas nas duas a três iterações tipicamente feitas em praticamente qualquer estudo de ICV ou ACV. O Capítulo 4 fornece mais

informações a esse respeito. Para facilitar o fluxo de trabalho, as “Disposições” determinam explicitamente o que deve ser feito na fase inicial e nas iterações subsequentes. Assim, as iterações dependem de medidas tomadas nas fases mais iniciais do estudo. Por exemplo, a iteração de coletar melhores dados baseia-se na identificação de problemas importantes realizada na iteração anterior com base no modelo de ICV anterior. No entanto, as respectivas disposições sobre, por exemplo, a identificação de questões importantes serão, necessariamente, encontradas mais adiante no documento. A necessidade de compreendermos e considerarmos etapas posteriores ao executarmos etapas anteriores pode dificultar, para profissionais menos experientes, a tarefa de identificar uma maneira eficiente de realizarmos um estudo de ACV. Por essa razão, referências cruzadas foram incluídas em muitos casos.

2.2 Como trabalhar com este documento

2.2.1 Visão Geral

O conceito deste documento é o de ajudar profissionais a conduzir estudos de ICV e ACV em conformidade com as três situações-alvo envolvidas na prática de ACV.

Este capítulo tem o objetivo de apoiar um fluxo de trabalho eficiente e eficaz e enfoca as etapas necessárias para um determinado estudo. Ele seria “um guia para o manual” que oferece uma visão geral das principais diretrizes a serem observadas, informa quais partes do documento diferem das três situações-alvo arquetípicas e explica como se pode trabalhar eficientemente com base nas “Disposições”.

Para permitir uma identificação mais fácil dos capítulos necessários para um determinado caso, foram incluídas notas no início das respectivas “Disposições” e também referências cruzadas.

2.2.2 Abordagens e simplificações teóricas

Na maioria dos casos, é bastante simples desenvolver um conjunto de dados de ICV ou um estudo de ACV em conformidade com o sistema ILCD usando este documento.

Essa tarefa é trivial porque algumas simplificações são usadas para evitar a necessidade de aplicar alguns dos procedimentos mais complexos, como os envolvidos na identificação de processos de modelagem de consequências, inclusive consequências secundárias e restrições de mercado. Essas disposições ligeiramente simplificadas reduzem substancialmente o esforço necessário sem prejudicar substancialmente a precisão ou solidez dos resultados. Elas até promovem sua reprodutibilidade geral e refletem mais adequadamente a prática estabelecida no setor.

Essas simplificações baseiam-se nas disposições mais detalhadas e diferenciadas sobre métodos aplicáveis que só serão necessárias e aplicadas na íntegra em alguns casos. Para esses casos, elas são essenciais e devem ser observadas em todos os seus detalhes.

A maioria dos aspectos envolvidos em uma ACV são os mesmos para todas as situações-alvo. Esses aspectos incluem os que devem sempre ser seguidos ou verificados. Por outro lado, há alguns aspectos que frequentemente são muito específicos e só se aplicam a alguns casos. Como uma ACV pode incluir muitos processos, algumas das disposições específicas são normalmente necessárias para cada estudo, mas apenas para processos selecionados.

É importante observar também que os inventários de processos unitários são basicamente os mesmos para todas as situações, enquanto algumas informações adicionais específicas são necessárias quando eles são usados no contexto da “Situação” específica em questão (por exemplo, para a quantidade de produtos envolvidos e o tamanho do respectivo mercado).

A principal diferença entre as Situações A, B e C reside, portanto, na seleção dos processos incluídos na fronteira do sistema e em como o ciclo de vida é modelado pela sua conexão.

2.2.3 Visão geral das diferenças entre as disposições para as Situações A, B e C

Visão geral

Este capítulo oferece uma orientação muito condensada das diferenças nas disposições aplicadas às três Situações-alvo A, B e C.

A visão geral gráfica mostrada na Figura 3 identifica os capítulos que têm disposições substancialmente diferentes para as situações-alvo individuais A, B e C. Observe que alguns outros capítulos que se aplicam a todas as situações têm aspectos singulares que são diferenciados para as três situações-alvo.

Disposições pormenorizadas para métodos aplicados às situações-alvo arquetípicas diferenciadas A, B e C, bem como explicações e ilustrações, são apresentadas nos respectivos capítulos.

Orientação para especialistas: disposições diferenciadas para modelagens de ICV para as Situações A, B e C

As principais diferenças entre as arquetípicas situações-alvo A, B, C residem na modelagem do ICV. Condensadamente, com vistas a oferecer uma visão geral, este documento discute as disposições específicas apresentadas a seguir. Efetivamente, as diferenças entre as disposições para essas situações são poucas, mas muito relevantes e necessárias. (Obs.: Se o leitor não estiver familiarizado com os termos e conceitos usados, favor consultar os capítulos posteriores):

Situação A: Inclui estudos de apoio a decisões em nível micro, de produto ou de processo. O ciclo de vida é modelado com base em um mapeamento da cadeia de abastecimento efetiva, ou seja, atributivamente. Para o sistema de primeiro plano, deve-se procurar usar dados primários do produtor/operador e dados secundários de fornecedores e usuários/clientes a jusante. Os processos de segundo plano devem representar o *mix* médio de consumo do mercado. Dados genéricos de fornecidos por terceiras-partes podem ser usados para o sistema de segundo plano. Eles também podem ser usados para o sistema de primeiro plano se apresentarem, em geral, melhor qualidade para o caso em questão do que dados primários ou secundários disponíveis de fornecedores diretos ou operadores a jusante. Casos de multifuncionalidade, reciclagem, reutilização e recuperação são preferencialmente resolvidos por subdivisão ou subdivisão virtual. Se isso não for possível ou viável, deve-se optar por substituir o *mix* de mercado das cofunções não necessárias como uma segunda alternativa (excluindo a cofunção substituída desse *mix*). Se isso também não for possível ou viável, a alocação seria a terceira solução alternativa. Orientações detalhadas são fornecidas para essas três opções. Se a segunda ou terceira alternativa for usada, a falta de exatidão resultante será explicitamente relatada e considerada na interpretação dos resultados. “Cenários presumidos” de dados, parâmetros e métodos devem ser adotados em estudos comparativos de ACV; somente as disposições obrigatórias² não poderão ser rejeitadas nesses cenários. Cálculos de incerteza podem apoiar a análise da robustez dos resultados.

Situação B: Esta situação compreende estudos de apoio a decisões em nível meso, macro e estratégico (“nível de políticas”). Os sistemas analisados devem ser modelados como para a Situação A, exceto para processos do sistema de segundo plano para os quais a decisão ana-

² Nota do tradutor sobre disposições obrigatórias = disposições que adotam a forma shall no texto original em inglês - essa diferenciação será explicada mais adiante

lisada teria consequências de larga escala. Esses processos devem ser modelados com base no *mix* dos processos/sistemas marginais de longo prazo. Contrariamente à Situação A, os cenários presumidos podem também variar em relação às disposições obrigatórias; os cenários presumidos e o cálculo de incertezas devem ser definidos com base no maior consenso possível entre as partes interessadas.

Situação C: A maioria dos tipos de estudos de monitoramento enquadra-se na Situação C1; estudos sobre a Situação C2 são menos comuns. Para a Situação C1, o ciclo de vida e todos os casos de multifuncionalidade são modelados como para a Situação A. Em contraste com a Situação A, essa situação se aplica também a estudos de monitoramento no nível macro no contexto da Situação C1, ou seja, ela independe do tamanho absoluto do sistema (por exemplo, 1 t ou 1 Mio t de material X consumido). Isto significa que os dados e modelos de estudos aplicados à Situação A podem ser diretamente aplicados para derivar indicadores de monitoramento para a Situação C1. Para a situação C2, o ciclo de vida também é modelado como na Situação A, mas a multifuncionalidade será sempre resolvida por alocação, aplicando-se a orientação detalhada para alocação fornecida.

É importante observar que, para todas as Situações-alvo, o mesmo modelo de ciclo de vida pode ser usado de modo geral, exceto para casos de multifuncionalidade, aos quais será aplicada a abordagem de substituição ou alocação, dependendo da situação em questão. Além disso, o número muito reduzido de processos que são tipicamente afetados por consequências de larga escala na Situação B precisa ser modelado de outra maneira: esses processos precisam ser os *mixes* marginais de longo prazo (observe que, para esses processos, os ciclos de vida a montante ou a jusante serão diferentes também).

Figura 3 - Diferenciação principal do documento para as três situações-alvo A, B e C (apenas indicativa; só há poucas outras diferenças).

Abordagem iterativa - Seis aspectos da definição de objetivos	Para todas as situações		
Classificação do contexto da decisão	Situação A	Situação B	Situação C
Opcionalmente ampliando o objetivo - Função, unidade funcional, fluxo de referência	Para todas as situações		
Seleção da modelagem de ICV	Situação A	Situação B	Situação C
Fronteira do sistema - Preparação da avaliação de impactos - Qualidade dos dados, tipos e fonte dos dados - Comparações - Planejamento de análises e relatórios críticos	Para todas as situações		
Identifique os processos atributivamente	Situação A	Situação B	Situação C
Identifique os processos consequencialmente	Situação A	Situação B	Situação C1
Coleta de dados - resolver problemas de falta de dados - seleção de dados secundários - modelagem do sistema do produto	Para todas as situações		
Cálculo dos resultados do ICV	Para todas as situações		
Cálculo dos resultados de AICV (podem incluir normalização, ponderação)	Para todas as situações		
Interpretação	Para todas as situações		
Relatórios	Para todas as situações		
Análise crítica - Anexo	Para todas as situações		

2.2.4 Como realizar um estudo de ICV ou ACV de acordo com este documento

A estrutura deste manual oferece orientações gerais para o fluxo de trabalho de uma ACV. A rigor, no entanto, ele não pode fazer isso sem pular para a frente e para trás na lógica formal das fases de uma ACV. O fato de um estudo de ACV ser um processo iterativo constitui um desafio adicional para uma estrutura baseada em um fluxo de trabalho.

Os estágios descritos a seguir levam esse fato em consideração e recomendam uma maneira eficaz de se realizar um estudo de ICV ou ACV de acordo com as diretrizes apresentadas neste documento e na estrutura geral da norma ISO 14044:

- **Este capítulo:** leia as “Disposições” deste capítulo. Elas fornecem informações sobre o caráter específico do que está previsto nas “Disposições” apresentadas neste documento e sobre como elas se relacionam com estudos compatíveis com o Sistema ILCD.
- **As ACV são iterativas:** a menos que você tenha conhecimento desse fato, leia o capítulo 4 sobre a natureza iterativa de uma ACV. Ele apresenta dois gráficos que ilustram os estágios descritos mais detalhadamente aqui.
- **Prepare-se para produzir a documentação necessária:** prepare-se para documentar todos os estágios, decisões e premissas, as fontes de dados usadas, os cálculos realizados, etc. Essa é uma base importante para a elaboração correta e eficiente de relatórios. Embora a produção de relatórios constitua a última etapa de um estudo de ICV ou ACV antes de uma revisão crítica (quando prevista), relatórios começam a ser gerados bem no início do processo. O processo de elaboração de relatórios é apoiado aqui por um modelo a ser usado em relatórios de estudos de ICV e ACV e por um formato para conjunto de dados usados em ICV; eles estão disponíveis como arquivos e como uma ferramenta de edição de apoio.
- **Definição do objetivo do objetivo e de aspectos fundamentais do estudo:** defina os seguintes aspectos do objetivo do seu estudo: o contexto de decisão, as aplicações previstas e o público-alvo (capítulos 5.2.1, 5.2.3 e 5.2.4).
- **Definição do escopo - objeto do estudo:** a menos que o objeto do estudo tenha sido explicitamente estabelecido na definição de objetivo, identifique-o agora com a maior precisão possível (por exemplo, um produto de marca específico ou uma *commodity*, uma etapa de processamento, uma opção em termos de política, etc.) e especifique qual é a sua função no contexto de uma ACV (se estas explicações não estiverem claras, veja o capítulo 6.4 e o quadro relacionado sobre “Função, unidade funcional e fluxo de referência”).
- **Definição do escopo - classifique a situação-alvo aplicável A, B ou C:** verifique na Tabela 3 em qual situação-alvo arquetípica o seu estudo se enquadra, a saber, A, B, C1 ou C2. Se tiver alguma dúvida, veja o capítulo 5.3, que fornece orientações detalhadas e explica o que cada uma das classes A, B, C1 e C2 implica. Verifique também na Tabela 3 quais tipos de produtos o estudo de ACV pode tipicamente gerar para a aplicação em vista, a menos que esse aspecto já tenha sido estabelecido na definição do objetivo.
- **Rodada inicial completa da definição do objetivo:** com essas informações em mãos, complete as etapas que ainda faltam na fase de definição do objetivo. Isso significa executar as seguintes ações:
 - Identifique **limitações predefinidas em função de opções em termos de métodos, premissas ou cobertura de impacto** (por exemplo, estudos sobre pegada de carbono) (capítulo 5.2.2)
 - Liste as **razões para realizar o estudo** (capítulo 5.2.3)
 - Esclareça se o **estudo envolve comparações** e se elas serão **reveladas ao público** (capítulo 5.2.5)
 - Identifique o proponente e **outros atores potencialmente influentes** ativamente envolvidos no estudo (capítulo 5.2.6)
- **Conclua a rodada inicial de definição do escopo:** De acordo com a definição detalhada do objetivo, execute as etapas restantes da fase de definição do escopo. Observe que muitos capítulos sobre a fase de definição do escopo apresentam disposições que só serão aplicadas na fase posterior do Inventário do Ciclo de Vida e, portanto, que eles definem requisitos sem que isso implique a necessidade direta de ações na-

quele ponto. No entanto, é recomendado que se tenha um entendimento geral do que é necessário, porque essa compreensão também afeta algumas etapas subsequentes à definição do escopo. O que deve ser ativamente realizado na fase de definição do escopo é o seguinte:

- **Detalhe a unidade funcional e o fluxo de referência;** capítulo 6.4: detalhe quantitativa e qualitativamente a(s) unidade(s) funcional(is) e/ou o(s) fluxo(s) de referência do(s) objeto(s) do estudo (e apresente especificações técnicas, etc. conforme necessário para o tipo de objeto do estudo). Essas informações serão tipicamente revisadas posteriormente até certo ponto.
- **Defina a fronteira do sistema;** capítulo 6.6 e particularmente 6.6.2: estabeleça uma definição inicial da fronteira do sistema e uma lista de estágios potencialmente excluídos do ciclo de vida, tipos de atividades, processos e fluxo elementar, se houver. Essa definição inicial será tipicamente revisada em profundidade posteriormente. Observe que, nesse estágio, nenhum processo individual será identificado; esse é o primeiro estágio do trabalho de Inventário do Ciclo de Vida posterior.
- **Defina o limite de corte;** capítulo 6.6.3: defina o limite de corte quantitativo, a menos que já tenha sido apontado no estágio da definição do objetivo. Esse objetivo inicial será tipicamente revisado em profundidade posteriormente, se o estudo for comparativo. Se a completude em vista não puder ser atingida devido a um acesso limitado a dados ou à falta de recursos, ela será revisada posteriormente até certo ponto. Observe que, em alguns casos, isso pode significar que o objetivo geral do estudo não pode ser alcançado e que ele precisará ser revisado.
- **Defina a informação básica para a Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV);** capítulo 6.7: identifique as categorias de impacto a serem incluídas, os métodos de AICV a serem utilizados, o nível de impacto que será analisado e se serão usadas normalização e ponderação para fins de corte e/ou para apoiar a interpretação dos resultados. Essa decisão não deve, fundamentalmente, ser revista posteriormente. No entanto, com base nos resultados das iterações posteriores, categorias irrelevantes de impactos podem ser excluídas, novas categorias não incluídas na lista *default* talvez precisem ser adicionadas, pode ser necessário mudar para métodos de localização de AICV não genéricos e a base de normalização e o conjunto de ponderação podem precisar de alguns ajustes em relação aos ajustes mencionados anteriormente.
- **Defina necessidades em relação à qualidade dos dados;** capítulo 6.9: indique a qualidade necessária para outros dados, além dos limites de corte, isto é, defina a precisão dos dados necessários para o estudo na maior medida inicialmente possível. Como mencionado para as configurações iniciais de corte, essa qualidade e precisão serão revistas em maior profundidade posteriormente se o estudo for comparativo. Por último, se a qualidade dos dados do inventário não puder ser lograda em decorrência da falta de acesso a dados ou da falta de recursos, algumas revisões precisarão ser tipicamente realizadas.
- **Elabore uma lista resumida de fontes de informações;** necessidade também abordada no capítulo 6.9: Nesta altura, uma lista resumida de dados e fontes de informações pode ser elaborada. Alternativamente, isso pode ser feito na etapa posterior de planejamento da coleta de dados (capítulo 7.3).
- **Planeje a elaboração dos relatórios necessários;** capítulo 6.12: Planeje a elaboração dos relatórios necessários de acordo com o tipo de estudo, produto esperado e público-alvo.

- **Planeje a revisão do estudo;** capítulo 6.11: Identifique o tipo de revisão aplicável e, de preferência, já defina quem será(ão) o(s) revisor(es). Esses dois aspectos dependem do tipo de estudo e do público-alvo. Observe que, para a Situação B, será necessário envolver as partes interessadas em alguns estágios iniciais do estudo.
- **Trabalho do Inventário do Ciclo de Vida:** a parte principal de uma ACV consiste, de modo geral, no trabalho de inventário, tanto no que se refere à duração como aos recursos utilizados:
 - Identifique os processos que ocorrem dentro da fronteira do sistema: como no primeiro estágio da fase de ICV, e dependendo da situação-alvo geral, identifique os processos a serem incluídos dentro das fronteiras do seu sistema. Observe que essa etapa diz respeito apenas aos processos do sistema de primeiro plano e aos fluxos de produtos e resíduos ligados aos sistemas de primeiro e de segundo plano. O capítulo 7.2.3 apresenta as disposições aplicáveis a todas as situações, exceto aos processos envolvidos na Situação B afetados por consequências em larga escala e aos cenários presumidos na Situação B, se incluírem elementos completos de modelagem consequential. O capítulo 7.2.4 apresenta as disposições aplicáveis a esse fim específico. Para identificar os processos a serem incluídos, recomenda-se que seja aproveitada somente a experiência existente de estudos detalhados de alta qualidade sobre objetos de estudo suficientemente semelhantes ou manuais específicos para grupos de produtos compatíveis com o sistema ILCD ou Regras de Categorias de Produtos (*Product Category Rules* - PCR).
 - **Faça uma ACV simplificada inicial:** se os processos a serem incluídos tiverem sido identificados, recomenda-se que, inicialmente, seja realizada uma ACV simplificada inicial: um primeiro modelo rudimentar de sistema de inventário do ciclo de vida, seu cálculo de avaliação de impactos e análises pertinentes ajudam a identificar os processos, parâmetros, fluxos elementares, premissas, fatores de caracterização de AICV, etc. “fundamentais” que contribuem muito para a geração dos impactos ambientais do processo ou sistema analisado ou os influenciam. Isso será útil para garantir, de uma maneira iterativa, a qualidade mínima necessária dos dados com muito pouco esforço. Mais detalhadamente, uma ACV inicial envolve os seguintes estágios:
 - **Compile os dados de ICV inicialmente disponíveis:** complemente quaisquer dados de primeiro plano específicos inicialmente disponíveis com dados secundários, de preferência dados de fornecedores e/ou usuários a jusante, conforme o caso. Esses dados podem ser brutos, processos unitários, resultados de ICV e outros dados semelhantes. As disposições para o desenvolvimento de novos processos unitários são apresentadas no capítulo 7.4.2. Fontes alternativas de dados de primeiro plano para um primeiro modelo de triagem podem consistir em terceiros capazes de oferecer conjuntos de dados de segundo plano suficientemente representativos, metodologicamente consistentes, genéricos ou médios. Para dados inicialmente indisponíveis, use seu juízo criterioso para estimar, razoavelmente, dados para os piores casos (veja os capítulos 7.6 e 7.8). Uma série de requisitos específicos para dados, inventariação, nomenclaturas, etc. pode ser encontrada nos diversos subcapítulos do capítulo 7.4.3 e no capítulo 7.4.5. Disposições específicas para casos de sistemas agrícolas e de gestão de resíduos podem ser encontradas no capítulo 7.4.4. Recomenda-se que todos os estágios do ICV sejam acompanhados por um mecanismo interino de controle de qualidade apoiado, de modo geral, nos elementos da fase de interpretação, sem entrar no mesmo nível de detalhamento (capítulo 7.4.2.11).
 - **Desenvolva um modelo inicial de ciclo de vida:** depois, modele o ciclo de vida do sistema analisado (capítulo 7.8). Disposições específicas e detalhadas

sobre a modelagem de tipos específicos de sistemas e sobre como resolver a questão da multifuncionalidade, etc. são apresentadas nos subcapítulos do capítulo 7.9, mas é importante observar os requisitos simplificados para a solução da questão da multifuncionalidade apresentados no capítulo 6.5.4. Detalhes para a reutilização de modelagens e para reciclagem e recuperação são apresentados no anexo 14 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*; para esses detalhes, aplicam-se simplificações também. Observe que essa etapa também é necessária se o produto do estudo de ICV for um processo unitário, já que a qualidade alcançada para o mesmo (ou seja, sua completude, exatidão e precisão) deve ser julgada a partir da perspectiva do sistema. O foco e o esforço principal devem naturalmente concentrar-se no processo unitário analisado.

- **Calcule resultados iniciais do ICV:** em seguida, faça o primeiro cálculo dos resultados do ICV (veja o capítulo 7.10) para esse modelo de ciclo de vida inicial, rudimentar.
- **Calcule os resultados iniciais da AICV:** depois, calcule os resultados iniciais da AICV (incluindo, se possível, normalização e ponderação) (capítulo 8 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).
- **Questões importantes:** como um primeiro estágio da fase de interpretação, identifique questões importantes, ou seja, os processos, parâmetros, fluxos elementares, premissas, etc. fundamentais que mais contribuem para impactos ambientais globais e são mais relevantes para gerá-los ou identifique-os individualmente para cada categoria de impacto (capítulo 9.2 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).
- **Análise de sensibilidade, e testes de completude e de consistência:** por último, faça uma análise de sensibilidade inicial (capítulo 9.3.3 do documento principal do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*), e testes de completude (capítulo 9.3.2) e de consistência (capítulo 9.3.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).
- **Passe então à segunda iteração:** use as constatações da interpretação/verificações da qualidade para aumentar a qualidade geral do modelo de ICV. Isso é feito em ciclos iterativos de escopo, inventário e avaliação de impactos e de interpretação/controle de qualidade, até que a exatidão, precisão e completude do estudo de ICV/ACV satisfaçam os requisitos impostos pela aplicação prevista dos resultados. Observe que as constatações geradas em uma iteração podem também levar a uma revisão necessária do objetivo de um estudo se, por exemplo, limitações de dados não puderem ser superadas. Principalmente:
 - **Revisão de meta e escopo necessária?:** verifique se os requisitos do objetivo ainda podem ser satisfeitos e se as configurações do escopo ainda são plenamente aplicáveis. Se necessário, refine-os ou revise-os (veja o capítulo 6). Um estágio fundamental é o do ajuste da fronteira inicial do sistema (veja o capítulo 6.6), identificando quais cofunções foram excluídas ou adicionadas posteriormente dentro da fronteira do sistema mediante sua expansão/substituição ou alocação (veja os capítulos 7.2.4.6 ou 7,9, respectivamente)³. Outros elementos do escopo podem também precisar ser revisados, como indicado anteriormente.

3 Certifique-se de que qualquer revisão de escopo continuará sintonizada com o objetivo. Observe que, para estudos comparativos, limitações decorrentes de elementos relacionados ao escopo ou à meta devem ser explicitamente consideradas na fase de interpretação, principalmente ao se tirar conclusões e emitir recomendações (veja o capítulo 6.10.4).

- **Melhore dados fundamentais do ICV:** para processos, parâmetros e fluxos elementares fundamentais, introduza ou melhore o sistema de primeiro plano com dados de ICV primários e secundários diretamente coletados ou calculados para produtos e produtores específicos (veja o capítulo 7.4). Use conjuntos de dados genéricos ou médios mais exatos, precisos e completos para o sistema de segundo plano (veja os capítulos 7.5, 7.6 e 7.7)⁴. Esteja preparado para a necessidade de coletar dados de ICV de estudos específicos também para processos-chave do sistema de segundo plano, se dados existentes de terceiros não apresentarem a qualidade ou consistência necessária.
- **Melhore outros dados de ICV:** melhore a qualidade dos dados de ICV para etapas do ciclo de vida, tipos de atividades, processos ou fluxos elementares que na definição inicial da fronteira do sistema foram vistos como de pouca importância, mas que a análise de sensibilidade revelou serem relevantes. Use dados de ICV suficientemente consistentes e de qualidade adequada de acordo com os critérios de corte estabelecidos na definição do escopo e - no caso de comparações - de acordo com o grau das diferenças entre os sistemas comparados. Quando dados suficientemente bons não estão disponíveis, deixe completamente de fora os respectivos processos e fluxos e documente essa carência (veja o subcapítulo 7.4.2.11).
- **Melhore os dados e as informações relacionadas a métodos e premissas:** melhore a qualidade dos dados e informações usados para a configuração de métodos e premissas, como critérios de alocação, tipo e quantidade de processos substituídos por reciclagem, processos marginais de longo prazo identificados para a Situação B, etc.
- **Melhore os fatores de AICV:** melhore a qualidade dos principais fatores de caracterização de AICV, se viável. Pode surgir a necessidade de usar fatores não genéricos de AICV ou de se considerar a questão da precisão reduzida se esses fatores forem necessários mas não estiverem disponíveis.
- **Calcule os resultados da AICV e faça uma nova análise de completude, sensibilidade e consistência:** calcule os resultados melhorados da AICV, verifique se questões importantes foram relevantemente mudadas e faça uma nova análise de completude, sensibilidade e consistência como uma base para a terceira iteração.
- **Mais iterações são necessárias?:** tipicamente, de duas a quatro iterações serão necessárias para concluir o estudo. Esse número dependerá, principalmente, das necessidades em termos de qualidade ou da ambição do estudo, da complexidade do(s) processo(s) ou do(s) sistema(s) analisado(s), da(s) questão(ões) especificamente analisada(s) e também da disponibilidade e qualidade dos dados. Se for necessária uma outra iteração, comece novamente verificando se os requisitos do objetivo ainda podem ser satisfeitos, se as definições de escopo precisam ser revistas ou mais precisamente estabelecidas, etc.
- **Interpretação dos resultados:** se os dados e o modelo da ACV tiverem atingido a qualidade pretendida ou necessária, a interpretação formal dos resultados será o estágio seguinte (capítulo 9 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*). Esse estágio, e apenas para estudos de ACV, inclui também os estágios das conclusões e, possivelmente, das recomendações, nos quais quaisquer

⁴ Observe que, às vezes, dados genéricos ou médios podem ser mais adequados para processos específicos de primeiro plano (veja o capítulo 7.3.2).

limitações aplicáveis são destacadas. Partes desses estágios - a saber, os da identificação de questões importantes e da verificação/elaboração de relatórios de sensibilidade, completude e consistência - também podem ser aplicadas a conjuntos de dados e estudos de ICV.

- **Relatórios:** como um estágio final anterior a uma eventual revisão crítica, o relatório do estudo é elaborado (capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*). Ele pode ser parte de um conjunto de dados e/ou um relatório clássico. Ambos se basearão nas anotações detalhadas que foram feitas e revistas/ajustadas ao longo das iterações do trabalho de ACV. Os princípios aplicáveis à elaboração de relatórios são os da reprodutibilidade e da transparência. Dados e informações confidenciais e proprietários devem ser documentados em relatórios confidenciais separados que serão disponibilizados apenas ao(s) revisor(es) crítico(s). Para estudos de ACV, um relatório do estudo preparado por terceiros será necessário se o público-alvo for externo (veja o capítulo 10.3.2 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*). Para conjuntos de dados de ICV, um relatório de estudo de ICV é recomendado. Se a intenção for a de se usar os dados em apoio a comparações (por exemplo, como conjuntos de dados de segundo plano), a documentação do conjunto de dados de ICV deve satisfazer os requisitos aplicáveis a relatórios de afirmações comparativas; caso contrário, os dados devem ser revistos para concluir a documentação, quando os dados forem usados em uma comparação, o que frequentemente não será possível (para mais detalhes, veja o capítulo 10.3.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).
- **Revisão:** a revisão crítica - se necessária para o seu tipo de estudo de ICV/ACV e público-alvo ou para garantir a qualidade de um modo geral - constitui o último estágio formal de um estudo de ICV ou ACV (capítulo 11 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*). O tipo de revisão e o(s) revisor(es) devem ser definidos nesse estágio, a menos que já tenham sido definidos no capítulo de escopo relacionado.
- **Necessidade de correções/melhorias com base no resultado da revisão?:** a revisão em si muitas vezes acarreta determinadas correções no modelo de ICV ou em outros aspectos, bem como no relatório relacionado. Ela pode até acarretar uma revisão mais fundamental do escopo ou até mesmo do objetivo do estudo. Uma revisão feita no final de um estudo pode, portanto, gerar atrasos consideráveis e muito trabalho adicional. Uma revisão concomitante ao processo do estudo pode ajudar a evitar esses problemas ou pelo menos permitir que eles sejam identificados mais oportunamente.
- **Missão cumprida:** o produto final revisado do estudo de ICV ou ACV, possivelmente acompanhado do relatório do estudo e do relatório da revisão, estará finalmente disponível para ser distribuído ao público-alvo e usado para apoiar as aplicações previstas.

2.3 Conformidade com o sistema ILCD e as “Disposições” deste documento

Visão geral

As disposições e recomendações efetivas deste guia são apresentadas nas “Disposições” deste documento – algumas disposições estão definidas em documentos de referência separados do *Manual do Sistema ILCD* (por exemplo, as disposições sobre revisão). Conceitos, explicações e exemplos ilustrativos relevantes também são apresentados no texto principal. Eles podem ser necessários para uma compreensão clara dos termos e conceitos usados na respectiva Disposição.

Declarações de conformidade

Estudos de inventários e avaliações de ciclo de vida, bem como aplicações diretas desenvolvidas em conformidade com as disposições deste documento, podem ser publicados como estudos/documentos “compatíveis com o *Manual do Sistema ILCD*”.

Documentos de orientação específicos sobre ICV/ACV (por exemplo, guias específicos para grupos de produtos) e Regras de Categorias de Produtos (RCP) podem reivindicar conformidade com o sistema ILCD se suas disposições estiverem em consonância com as disposições do *Manual do Sistema ILCD* e eles tiverem passado por uma avaliação de compatibilidade com o sistema ILCD especificada no documento separado “Esquemas de Avaliação para ACV”.

A declaração de conformidade deverá referir-se à Situação aplicável A, B, C1 e/ou C2. A conformidade com o sistema ILCD está estruturada em torno de cinco aspectos que devem ser atendidos em sua totalidade para garantir uma conformidade completa: Qualidade dos dados, Método, Nomenclatura, Avaliação e Documentação (o capítulo 12.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* oferece mais detalhes).

A conformidade parcial pode ser reivindicada de forma estruturada referindo-se a qualquer dos cinco aspectos mencionados acima, mas deve ser comunicada de forma clara nos casos em que a compatibilidade plena não tenha sido alcançada.

Estudos de ACV puramente metodológicos podem não ser compatíveis com o *Manual do Sistema ILCD* e as normas ISO 14040 e 14044, uma vez que as opções metodológicas analisadas podem divergir das disposições. Ainda que esses estudos possam se basear em disposições do ILCD, a conformidade com o *Manual do Sistema ILCD* não pode ser reivindicada nesses casos e deve-se evitar qualquer falsa impressão da existência dessa compatibilidade. Pode-se, no entanto, reivindicar a conformidade parcial (veja acima).

Além disso, para conjuntos de dados de ICV, o nível geral da qualidade dos dados alcançado, bem como o tipo de avaliação realizada e os revisores, deve ser documentado no conjunto de dados (veja o capítulo 12.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* para maiores detalhes).

Ao reivindicar conformidade, a versão ou edição aplicada do “Guia geral de ACV” do ILCD deve ser identificada com relação à reivindicação. Quando uma nova versão de um componente do *Manual do Sistema ILCD* for publicada, as disposições dessa nova versão se aplicarão, invalidando as da versão anterior. Por padrão, as disposições da versão anterior ainda podem ser aplicadas para estudos em andamento por um período máximo de 6 meses após a publicação da nova versão. Esses 6 meses podem ser modificados e invalidados por diferentes disposições dos operadores do sistema ILCD. Se uma nova versão de qualquer componente do ILCD aplicável for publicada, mas uma versão mais antiga estiver sendo usada, o nome do componente e a data de publicação da nova versão devem ser claramente identificados no estudo ou em outro produto que esteja reivindicando conformidade.

Disposições

Para facilitar o desenvolvimento de estudos compatíveis com o sistema ILCD, todas as “Disposições” são marcadas com “Obrigatório”, “Importante” ou “Recomendado” para identificar o nível de exigência da disposição:

- “OBRIGATÓRIO”: a disposição é um requisito obrigatório e deve sempre ser seguida, a menos para exceções especificamente definidas, se houver.
- “IMPORTANTE”: a disposição deve ser seguida, mas desvios são permitidos apenas se, para o caso em questão, eles forem claramente justificados por escrito, apresentando os devidos detalhes. As razões para esses desvios podem residir no fato de a respectiva disposição ou partes dela não serem aplicáveis ou de haver outra solução

claramente mais adequada. Se os desvios e justificativas admissíveis forem restritos, eles são identificados no contexto da disposição.

- “RECOMENDADO”: a disposição é apenas uma recomendação metodológica ou processual. A disposição pode ser ignorada ou a questão pode ser abordada de outra maneira, sem a necessidade de nenhuma justificativa ou explicação.

O nível de exigência também se aplica a todas as subdisposições subsequentes em um nível de hierarquia inferior. No entanto, quando uma disposição for diferenciada pela diminuição do nível de exigência (por exemplo, “essencial” ou “recomendada” dentro de uma disposição “imperativa”), essa informação é indicada explicitamente no texto da disposição. Nesse caso, o nível de exigência menos rígido se aplica àquele nível/subdisposição específica.

Conformidade com as normas ISO 1404 e 14044

O presente documento foi desenvolvido com o objetivo de estar em conformidade com (ou seja, não contradizer) as normas ISO 14040 e 14044:2006, no sentido de que estudos compatíveis com o sistema ILCD também estejam em consonância com essas normas (embora a recíproca não seja verdadeira, visto que este documento é mais específico). Se o objetivo for garantir a conformidade de um estudo de ICV ou ACV com as normas ISO 14040 e 14044:2006, é recomendável, no entanto, confirmar essa compatibilidade como parte de uma revisão crítica.

Para facilitar a identificação, as disposições deste documento marcadas com “[ISO!]” são mais rígidas que as normas ISO 14040 e 14044:2006. Além disso, a margem direita do quadro próximo a essas disposições consiste em uma linha vermelha sólida (em vez da típica linha tracejada e pontilhada verde). Disposições adicionais que não sejam explicitamente abordadas na ISO 14040 e 14044:2006 são marcadas com “[ISO+]”; nesse caso, o lado direito do quadro é uma linha tracejada laranja. Essas marcações são apenas para fins de orientação, já que, para algumas disposições, é uma questão de interpretação se elas constituem um requisito adicional ou mais rígido ou se são complementares ou implicitamente abordadas nas normas ISO. Além disso, algumas disposições combinam um aspecto adicional a outros aspectos mais rígidos.

2.4 Como lidar com possíveis omissões e contradições no Manual do Sistema ILCD

Devido à complexidade da Avaliação do Ciclo de Vida, à ampla gama de questões específicas que podem ser abordadas com a ACV e ao grau de detalhe deste documento, a possibilidade de omissões e contradições não pode ser completamente excluída. Para evitar problemas de aplicação, a seguinte disposição geral se aplica nesses casos:

No caso de contradições entre disposições ou da inaplicabilidade de qualquer disposição do *Manual do Sistema ILCD* (ou seja, do presente documento e de outros Manuais do Sistema ILCD), um estudo de ICV ou ACV pode reivindicar conformidade com o *Manual do Sistema ILCD* se satisfizer os três requisitos abaixo:

- a. Todas as outras disposições não afetadas dos Manuais do Sistema ILCD foram aplicadas.
- b. A contradição geral ou específica ou a inaplicabilidade foi claramente identificada e demonstrada. Nesses casos, deve-se usar a disposição que melhor atenda aos requisitos previstos nas normas ISO 14040 e 14044:2006.
- c. Se for necessária uma revisão crítica: o avaliador confirma a observância do estudo ou de outro produto com os requisitos a) e b) acima.

Disposições: 2 Como usar este documento

- I) **OBRIGATÓRIO⁵ - Conformidade com o Manual do Sistema ILCD:** Estudos ou conjuntos de dados de ICV ou ACV e aplicações diretas de ACV podem reivindicar conformidade com o *Manual do ILCD*. Para tanto, é necessário que eles tenham sido desenvolvidos em conformidade com as disposições deste documento especificadas nas “Disposições”, inclusive disposições incluídas em documentos de referência e informações complementares que podem ser apresentadas na parte principal do documento (por exemplo, em tabelas ou nos quadros “termos e conceitos”). Além disso, documentos de orientação de ICV/ACV específicos (por exemplo, guias específicos sobre grupos de produtos, setor ou tipos de processos) e Regras de Categorias de Produtos (RCP) podem reivindicar conformidade com o sistema ILCD. Isso se aplica se suas disposições estiverem em consonância com as disposições mais amplas do *Manual do Sistema ILCD* e se eles tiverem passado por uma avaliação de conformidade com o ILCD especificada no documento separado intitulado “Esquemas de avaliação para LCA”. As informações abaixo se aplicam a declarações de conformidade (2.3⁶): [ISO+]⁷
- I.a) A declaração de conformidade deverá referir-se à Situação aplicável A, B, C1, e/ou C2.
 - I.b) A conformidade com o sistema ILCD está estruturado em torno de cinco aspectos que devem ser atendidos em sua totalidade para garantir uma compatibilidade completa: Qualidade dos dados, Método, Nomenclatura, Avaliação e Documentação (o capítulo 12.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* oferece mais detalhes).
 - I.c) A compatibilidade parcial pode ser reivindicada de forma estruturada referindo-se a qualquer dos cinco aspectos mencionados acima, mas deve ser comunicada de forma clara nos casos em que a compatibilidade plena não tiver sido alcançada.
 - I.d.) Estudos de ACV puramente metodológicos podem não ser compatíveis com o *Manual do Sistema ILCD* e as normas ISO 14040 e 14044, uma vez que as opções metodológicas analisadas podem necessariamente divergir das disposições. Ainda que esses estudos possam se basear em disposições do ILCD, a conformidade com o *Manual do Sistema ILCD* não pode ser reivindicada nesses casos e deve-se evitar, na medida do possível, passar a impressão da existência dessa compatibilidade. Como detalhado anteriormente, pode-se reivindicar a conformidade parcial.
 - I.e.) Além disso, para conjuntos de dados de ICV, o nível geral da qualidade dos dados alcançado deve ser documentado no conjunto de dados como “Alta qualidade”, “Média qualidade” ou “Estimativa de dados” (veja o capítulo 12.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* e suas tabelas para detalhes e definições). O tipo de revisão realizada e os revisores, se houver, também devem ser identificados no conjunto de dados.
 - I.f) Ao reivindicar conformidade, a versão ou edição aplicada do “Guia Geral de ACV” do ILCD deve ser identificada em relação à reivindicação.
 - I.g.) Quando uma nova versão de um componente do *Manual do Sistema ILCD* for publicada, as disposições dessa nova versão se aplicarão, invalidando as da versão anterior. Por padrão, as disposições da versão anterior ainda podem

5 O significado do contexto de OBRIGATÓRIO, IMPORTANTE e RECOMENDADO é explicado na Disposição II) nesse conjunto de “Disposições: 2 Como usar este documento”

6 O subcapítulo do texto principal com o maior número de detalhes sobre uma disposição específica é dado entre parênteses no final da disposição principal.

7 O significado das marcações (ISO!) e [ISO+] está explicado na Disposição III) nesse conjunto de “Disposições: 2 Como usar este documento”.

ser aplicadas para estudos em andamento por um período máximo de 9 meses após a publicação da nova versão. Esses 9 meses podem ser modificados e invalidados por diferentes disposições dos operadores do sistema ILCD. Se uma nova versão de qualquer componente do ILCD aplicável for publicada, mas uma versão mais antiga estiver sendo usada, o nome do componente e a data de publicação da nova versão devem ser claramente identificados e destacados no estudo ou em outro produto que esteja reivindicando conformidade.

- II) **OBRIGATÓRIO- Obrigatório, importante, recomendado:** A expressão “OBRIGATÓRIO”, “IMPORTANTE” e “RECOMENDADO” em frente a uma disposição (principal) identifica seu nível de exigência (2.3): (ISO!)
- II.a) “OBRIGATÓRIO”: a disposição é um requisito obrigatório e deve sempre ser seguida, a menos para exceções especificamente definidas, se houver.
 - II.b) “IMPORTANTE”: a disposição deve ser seguida; desvios são permitidos desde que sejam claramente justificados por escrito para o caso em questão, apresentando os devidos detalhes. As razões para esses desvios podem residir no fato de a respectiva disposição ou partes dela não serem aplicáveis, ou de haver outra solução claramente mais adequada. Se os desvios e justificativas admissíveis forem restritos, eles são identificados no contexto da disposição.
 - II.c) “RECOMENDADO”: a disposição é apenas uma recomendação metodológica ou processual. A disposição pode ser ignorada ou a questão pode ser abordada de outra maneira, sem a necessidade de nenhuma justificativa ou explicação. **OBSERVAÇÃO:** em vez de “pode”, o termo equivalente “recomendado” também é usado em algumas ocasiões.
 - II.d) O nível de exigência também se aplica a todas as subdisposições subsequentes em um nível de hierarquia inferior (por exemplo, caso se aplique à disposição “II”, também se aplicará a todas as subdisposições “II.a”, “II.b”, etc.). Caso a disposição seja diferenciada (por exemplo, se aparecer “importante” ou “recomendado” em uma disposição marcada com “obrigatório”), essa informação é indicada explicitamente no texto das disposições.
- III) **Apenas para fins de informação/orientação – especificações e acréscimos às normas ISO:** Disposições individuais sobre itens não previstos na norma ISO 14044:2006 geralmente são marcadas como “[ISO+]”; além disso, a margem direita do quadro próximo a essas disposições é uma linha tracejada laranja (em vez da linha verde pontilhada e tracejada padrão). As disposições do sistema ILCD que são mais rígidas ou específicas que as previstas nas normas ISO 14040 e 14044:2006 geralmente são marcadas como “[ISO!]”; além disso, a margem direita do quadro próximo a essas disposições consiste é uma linha vermelha sólida. [ISO+]
- IV) **RECOMENDADO - Conformidade com as normas ISO:** este documento foi desenvolvido com o objetivo de estar em conformidade com as normas ISO 14040 e 14044:2006, no sentido de que estudos compatíveis com o sistema ILCD também estejam em consonância com as normas ISO 14040 e 14044:2006. Se o objetivo for garantir a conformidade de um estudo de ICV ou ACV com as normas ISO 14040 e 14044:2006, recomenda-se, no entanto, confirmar essa compatibilidade como parte de uma revisão crítica.
- V) **OBRIGATÓRIO - Contradições ou situações de inaplicabilidade:** no caso de contradições entre disposições ou da inaplicabilidade de qualquer disposição do *Manual do Sistema ILCD* (ou seja, deste documento e de outros Manuais do Sistema ILCD), um

estudo de ICV ou ACV pode reivindicar conformidade com o Guia do ILCD se satisfizer os três requisitos abaixo (2.4):

- V.a) Todas as outras disposições não afetadas do Guia do ILCD foram aplicadas.
 - V.b) A contradição geral ou específica ou a inaplicabilidade foi claramente identificada e demonstrada. Nesses casos, deverá ser usada a disposição que melhor atenda aos requisitos previstos nas normas ISO 14040 e 14044:2006.
 - V.c) Se for necessária uma revisão crítica: o avaliador confirma a observância do estudo ou de outro produto com os requisitos a) e b) acima.
- VI) RECOMENDADO - **Como trabalhar com este documento:** são disponibilizadas recomendações passo a passo sobre como conduzir eficazmente um estudo de ICV ou ACV com a ajuda deste documento e da estrutura geral da norma ISO 14044 (2.2.4). [ISO+]
- VII) RECOMENDADO - **Diferenças A, B, C1, C2:** é apresentado um panorama condensado e indicativo sobre as principais diferenças de modelagem de ICV entre as Situações-alvo A, B, C1 e C2 (2.2.3). [ISO+]

3 Definições-chave

As seguintes definições-chave são termos recém-introduzidos ou termos da ISO usados por diferentes profissionais de ACV com diferentes significados. Essas definições devem ser primeiramente lidas para se obter uma compreensão mais clara deste documento.

Tabela 1 - Principais termos e definições

Termo	Definição
Afirmação comparativa	Declaração ambiental quanto à superioridade ou equivalência de um produto ante um produto concorrente que desempenha a mesma função. [ISO 14040:2006, ISO 14025:2006]
Alocação [ou: repartição]	Repartição dos fluxos de entrada ou saída de um processo ou sistema de produto entre o sistema de produto em estudo e outro(s) sistema(s) de produto. [Fonte: ISO 14044:2006]
Avaliação comparativa do ciclo de vida	Comparação de resultados da ACV para diferentes produtos, sistemas ou serviços que geralmente desempenham função igual ou semelhante.
Bem secundário	Material secundário, energia recuperada, peça reutilizada ou similar decorrente da reutilização, reciclagem, recuperação, recondicionamento ou outro processo semelhante.
Cenário presumido	Cenário para o processo ou sistema analisado que altera dados e premissas de métodos para avaliar a robustez dos resultados e conclusões do estudo. Se mais de um sistema ou opção alternativa forem comparados, cada um deles terá suas próprias premissas.
Cofunção	Qualquer um entre duas ou mais funções realizadas pelo mesmo processo ou sistema de unidade.
Conjunto de dados do inventário de ciclo de vida (ICV)	Conjunto de dados com o inventário de um processo ou sistema. Pode ser tanto um processo unitário como resultados de ICV e variantes destes.
Coproducto	Qualquer um entre <i>dois ou mais produtos</i> procedentes do mesmo processo unitário ou sistema. [Fonte: ISO 14044:2006]
Decisão analisada	Decisões sujeitas a um estudo de ACV. Em contraste com estudos de ICV e a maioria dos estudos de ACV não comparativos, os estudos de ACV comparativos têm um contexto de decisão direta. Nesses casos, o estudo de ACV analisa uma decisão e não um processo ou sistema individual. Um exemplo seria a decisão sobre materiais alternativos que são avaliados para serem usados para um produto, a compra de produtos alternativos comparáveis, a decisão sobre diferentes políticas analisadas em relação aos seus impactos ambientais, entre outros.
Divulgado ao público	O público-alvo não é especificamente limitado e, portanto, inclui um público não técnico e externo (por exemplo, consumidores).
Estudo do inventário de ciclo de vida (ICV)	Estudo de ciclo de vida que fornece os dados do inventário de ciclo de vida de um processo ou sistema.
Expansão do sistema	Acréscimo de processos ou produtos específicos e dos respectivos inventários de ciclo de vida ao sistema analisado. Usado para tornar diversos sistemas multifuncionais com apenas um conjunto parcialmente equivalente de funções comparáveis em uma ACV.
Fluxo funcional	Qualquer um dos fluxos dos (co)produtos no inventário de um processo ou sistema que desempenha a função do processo/sistema Veja também: Fluxo não funcional

Continua

Termo	Definição
Fluxo não funcional	<p>Qualquer um dos itens do inventário que não constitui um fluxo de (co)produto.</p> <p>Por exemplo, não só todas as emissões, resíduos e recursos, como também os fluxos de entrada de bens processados e de serviços.</p>
Impacto ambiental	Impacto em potencial no meio ambiente natural, na saúde humana ou no esgotamento dos recursos naturais, provocado pelas intervenções entre a tecnosfera e a ecosfera abrangidas pela ACV (por exemplo, emissões, extração de recursos, uso da terra).
Impacto ambiental global	<p>Total dos impactos sobre a saúde humana, o meio ambiente natural e o esgotamento de recursos naturais para as categorias de impacto consideradas.</p> <p>Pode ser calculado como os resultados gerais da AICV normalizados ou ponderados do processo/sistema analisado ou com base na mesma ponderação entre todos os impactos, ou seja, para cada uma das categorias de impacto.</p>
Melhor consenso possível	Acordo parcial ou pleno das partes envolvidas, conduzido por um presidente ou coordenador para alcançar o consentimento mais amplo possível sobre o tema em questão. Em contraste com um processo inteiramente aberto, aqui o objetivo é buscar uma solução que satisfaça requisitos predefinidos (por exemplo, “defina o pior cenário razoável”), ou seja, a “opção zero” está fora de cogitação.
Modelagem consequencial	Princípio de modelagem do ICV que identifica e modela todos os processos no sistema de segundo plano de um sistema em decorrência de decisões tomadas no sistema de primeiro plano.
Modelagem atribucional [ou: contabilização descritiva]	<p>Estrutura de modelagem de ICV que faz o inventário dos fluxos de entrada e saída de todos os processos de um sistema à medida que eles ocorrem.</p> <p>Um processo de modelagem ao longo de uma cadeia de abastecimento existente enquadra-se nesse tipo.</p>
Perspectiva do sistema	<p>Em contraste com processo unitário ou uma parte de um ciclo de vida, a perspectiva do sistema diz respeito ao ciclo de vida completo de um sistema ou processo analisado. Para processos, isso implica que o ciclo de vida foi concluído.</p> <p>Esse termo é usado principalmente no contexto da identificação de problemas significativos e da quantificação da completude/ponto de corte do inventário.</p>
Processo monofuncional	Processo ou sistema que desempenha apenas uma função.
Processo de unidade, operação única	Um processo unitário que não pode mais ser subdividido em processos incluídos.
Processo multifuncional	<p>Processo ou sistema que realiza mais de uma função.</p> <p>Exemplos: Processos com mais de um produto como resultado (por exemplo, NaOH, Cl₂ e H₂ oriundos da eletrólise cloro-alcálica) ou que têm mais de um resíduo tratado conjuntamente (por exemplo, combinação de incineração de resíduos domésticos com recuperação de energia).</p> <p>Veja também: “Alocação” e “Expansão do sistema”</p>

Continua

Termo	Definição
Processo unitário	Menor elemento considerado no inventário do ciclo de vida para o qual dados de entrada e saída são quantificados. (Fonte: ISO 14040) Na prática da ACV, tanto processos que não podem ser mais separados fisicamente (como operações unitárias em fábricas) como locais de produção inteiros são agrupados sob o termo “processo de unidade”. Veja também “processo unitário, caixa preta”, “Processo unitário, operação única” e “Sistema”.
Processo unitário, caixa preta	Menor elemento considerado no inventário do ciclo de vida para o qual dados de entrada e saída são quantificados. (Fonte: ISO 14040) Na prática da ACV, tanto processos que não podem ser mais separados fisicamente (como operações unitárias em fábricas) como locais de produção inteiros são agrupados sob o termo “processo de unidade”. Veja também “processo unitário, caixa preta”, “Processo unitário, operação única” e “Sistema”.
Produto	Qualquer bem ou serviço; veja “Sistema”.
Produto em fim de vida útil	Produto no final da sua vida útil que possivelmente passará por um processo de reutilização, reciclagem ou recuperação.
Reciclagem, reutilização, recuperação	Obs.: Na falta de um termo básico comum, esses três termos são usados neste documento para identificar essas e outras atividades semelhantes, como condicionamento, uso futuro, etc. Da mesma forma, o termo “reciclagem” pode ser usado para abranger todas essas atividades. Veja também “Bem secundário”.
Relevante	Para conjuntos de dados de ICV: Que influencia ou contribui significativamente para os impactos ambientais gerais do processo ou sistema analisado, resultando em um nível de qualidade diferente. Para estudos de ACV: Que influencia ou contribui significativamente para os impactos ambientais gerais do processo ou sistema analisado, resultando em diferentes conclusões ou recomendações.
Resultados da análise do inventário de ciclo de vida (resultados do ICV)	Resultado de uma análise do inventário de ciclo de vida que cataloga os fluxos que atravessam a fronteira do sistema e constitui o ponto de partida para a avaliação do impacto de ciclo de vida. (Fonte: ISO 14040)
Sistema	Qualquer bem, serviço, evento, cesta de produtos, consumo médio de um cidadão ou objeto semelhante analisado no contexto do estudo de ACV. Observe que a norma ISO 14044:2006 refere-se, de um modo geral, ao “sistema de produto”, enquanto sistemas mais amplos que produtos individuais podem ser analisados em um estudo de ACV; daí o termo “sistema” ser usado aqui. Dessa forma, em muitos casos, mas não em todos, o termo é usado para se referir a produtos, dependendo do objeto específico do estudo. Além disso, como os estudos de ICV podem se restringir a um único processo unitário como parte de um sistema, o objeto dos estudos também é identificado de uma maneira geral como “processo/sistema” neste documento.
Substituição	Solução da questão da multifuncionalidade de processos e produtos por meio da ampliação das fronteiras do sistema e da substituição da função não obrigatória por uma maneira alternativa de desempenhá-la, ou seja, os processos ou produtos que a função não obrigatória substitui. O inventário do ciclo de vida dos processos ou produtos substituídos é efetivamente subtraído daquele do sistema analisado, ou seja, é “creditado”. A substituição é um caso especial (subtrativo) da aplicação do princípio de expansão do sistema.

Conclusão

Alguns termos e conceitos mais complexos são explicados com mais detalhe nos quadros apresentados ao longo deste documento. Veja o conteúdo desses “Termos e conceitos” após a seção “Conteúdo” deste documento.

4 A abordagem iterativa para a ACV

(Sem um capítulo específico da ISSO 14044:2006 correspondente, mas mencionada em vários capítulos)

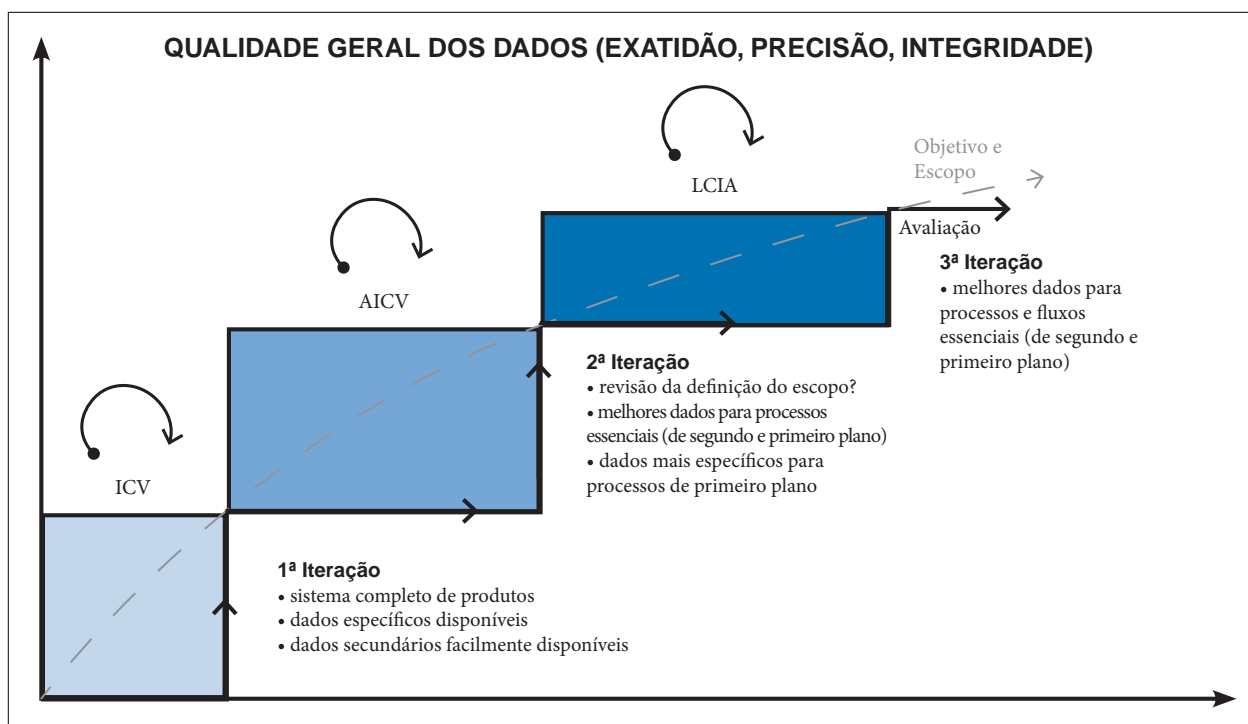
Visão geral

Antes de começar a disponibilizar orientações sobre a definição de objetivo como parte da primeira fase da realização de um estudo de ICV ou ACV, este capítulo explica a abordagem iterativa para a ACV.

A ACV é iterativa

A realização de um estudo de ICV ou ACV é quase sempre um processo iterativo: uma vez definida o objetivo do trabalho, são derivadas as definições de escopo inicial que estipulam os requisitos para o trabalho subsequente. No entanto, como há maior disponibilidade de informações na fase do inventário de ciclo de vida de coleta de dados e na etapa subsequente de avaliação de impactos e interpretação, as definições do escopo inicial normalmente precisam ser refinadas e, por vezes, também revisadas (veja Figura 4). A Figura 5 oferece um panorama mais detalhado das iterações.

Figura 4 - Natureza iterativa da ACV (representação esquemática). A ACV é realizada em ciclos iterativos de definição de objetivo e escopo, coleta e modelagem dos dados do inventário (ICV), avaliação de impactos (AICV) e com verificações de integridade, sensibilidade e consistência (Avaliação) como instrumento norteador. Esse processo é repetido – com uma possível revisão limitada do objetivo e do escopo – até que a exatidão necessária do modelo e dos processos do sistema e a completude e precisão necessárias dos resultados do inventário tenham sido alcançadas.



Para alcançar a precisão exigida com o mínimo de esforço necessário, é recomendável coletar os dados e selecionar fontes externas de dados de uma maneira iterativa. Especialmente para tecnologias completamente novas e sistemas de produtos complexos para os quais há pouca experiência anterior, a primeira iteração pode usar dados genéricos ou médios para o sistema de segundo plano e também para muitas partes do sistema de primeiro plano (veja o quadro Termos e conceitos “Sistema de segundo plano e sistema de primeiro plano” no capítulo 6.6.1).

Esse processo pode ser combinado com o parecer de especialistas para identificar os processos essenciais e os fluxos elementares do sistema de produto. O principal esforço de coleta e aquisição de dados pode se concentrar, portanto, nas partes relevantes do sistema.

Documentação paralelamente ao trabalho

Recomenda-se documentar os detalhes da definição inicial do objetivo e escopo, os itens-chave do ICV e da AICV e os principais resultados iniciais das verificações de sensibilidade, consistência e completude previstas nas disposições relativas à elaboração de relatórios para o produto. Mantenha um registro das fontes de dados e dos cálculos iniciais, em papel e/ou em meio digital.

Use esse relatório preliminar como uma referência viva durante o trabalho subsequente e o revise e ajuste repetidamente no decorrer das iterações para a elaboração do relatório final (se for um conjunto de dados e/ou um relatório de estudo).

As iterações

A fase de inventário baseia-se nas decisões tomadas na etapa de definição de objetivo e escopo. Ela prepara os elementos que serão usados como insumo nas fases de avaliação de impactos e interpretação, seja diretamente como uma etapa de um estudo de ACV ou de outros estudos que usam os dados de inventário resultantes. Os resultados da avaliação de impactos e da análise de sensibilidade e de contribuição, realizadas como parte da fase de interpretação, ajudam a identificar os processos-chave e os fluxos elementares do sistema com a maior contribuição relativa. Uma verificação de completude e consistência complementa esse processo.

Após a modelagem inicial de triagem do ICV, a completude, exatidão e precisão alcançadas para os dados de alguns dos principais processos, parâmetros e fluxos elementares podem ser insuficientes para satisfazer os requisitos gerais do estudo de ICV/ACV (baseados na definição de objetivo e nas aplicações previstas). Esses processos-chave, parâmetros e fluxos elementares tornam-se o foco da próxima iteração: o inventário é melhorado por meio da coleta adicional de dados de primeiro plano ou do uso de dados genéricos e médios mais elaborados e adequados, com vistas a alcançar a completude, exatidão e precisão necessárias para os dados e resultados gerais. O inventário resultante dessa segunda iteração da coleta de dados é submetido novamente a uma avaliação de impacto, a uma análise de sensibilidade e contribuição e a uma verificação de completude e consistência, fornecendo *feedback* para possíveis iterações adicionais da coleta de dados do inventário até que a exatidão, precisão e completude necessárias tenham sido alcançadas.

É importante melhorar a qualidade dos dados que inicialmente foram considerados de baixa importância, mas cuja importância foi revelada mais tarde por uma análise de sensibilidade. Utilize estimativas de dados suficientemente boas para esses estágios de ciclo de vida, tipos de atividade, processos ou fluxos elementares específicos. Caso não haja a disponibilidade de estimativas de dados com a qualidade necessária, não inclua nenhum dos respectivos processos e fluxos e documente o problema.

A melhoria iterativa do inventário é acompanhada de um ajuste precedente na definição de escopo no início de cada iteração. Entre alguns dos aspectos do escopo relevantes que são afetados com frequência, podemos citar os seguintes:

- As atividades, processos e fluxos elementares anteriormente incluídos ou excluídos podem necessitar de ajustes.
- Além disso, as disposições específicas iniciais relativas à resolução da questão da multifuncionalidade podem necessitar de mais detalhamento ou revisão.

- Em estudos comparativos, os cenários definidos inicialmente podem precisar ser revistos ou ampliados por outros adicionais, com base em novas constatações durante o processo de coleta e modelagem de dados (por exemplo, sobre padrões de uso de produtos).
- Em poucos casos, fluxos elementares recém-identificados e potencialmente relevantes podem exigir o desenvolvimento de fatores adicionais de caracterização de impactos.
- Em raros casos, alguns tipos recém-identificados de impactos ambientais relevantes podem exigir até mesmo o acréscimo de novas categorias e modelos de impacto.

A Figura 5 (próxima página) oferece um panorama mais detalhado.

Revisão crítica

Recomenda-se identificar e envolver revisores críticos desde o início do estudo, inclusive durante a definição de objetivo e escopo. Os requisitos de revisão são abordados no capítulo 6.11.

Limitações no alcance da precisão, exatidão e completude geral necessárias

Dependendo do estudo específico, é possível que a precisão necessária não seja alcançada mesmo após três ou quatro iterações. Em estudos comparativos, esse pode ser o caso se, por exemplo, as alternativas comparadas tiverem um desempenho ambiental tão semelhante que não seja possível identificar uma alternativa ambiental significativamente “melhor”, porque a incerteza básica não permite isso. Como o esforço adicional relativo por melhoria aumenta a cada iteração e a incerteza não pode ser reduzida a zero, nesses casos é praticamente impossível chegar a uma diferença relevante. Isso também significa, no entanto, que a diferença real do impacto ambiental geral não é tão grande e que não há nenhuma vantagem ambiental relevante de uma alternativa apenas ligeiramente melhor em relação à outra.

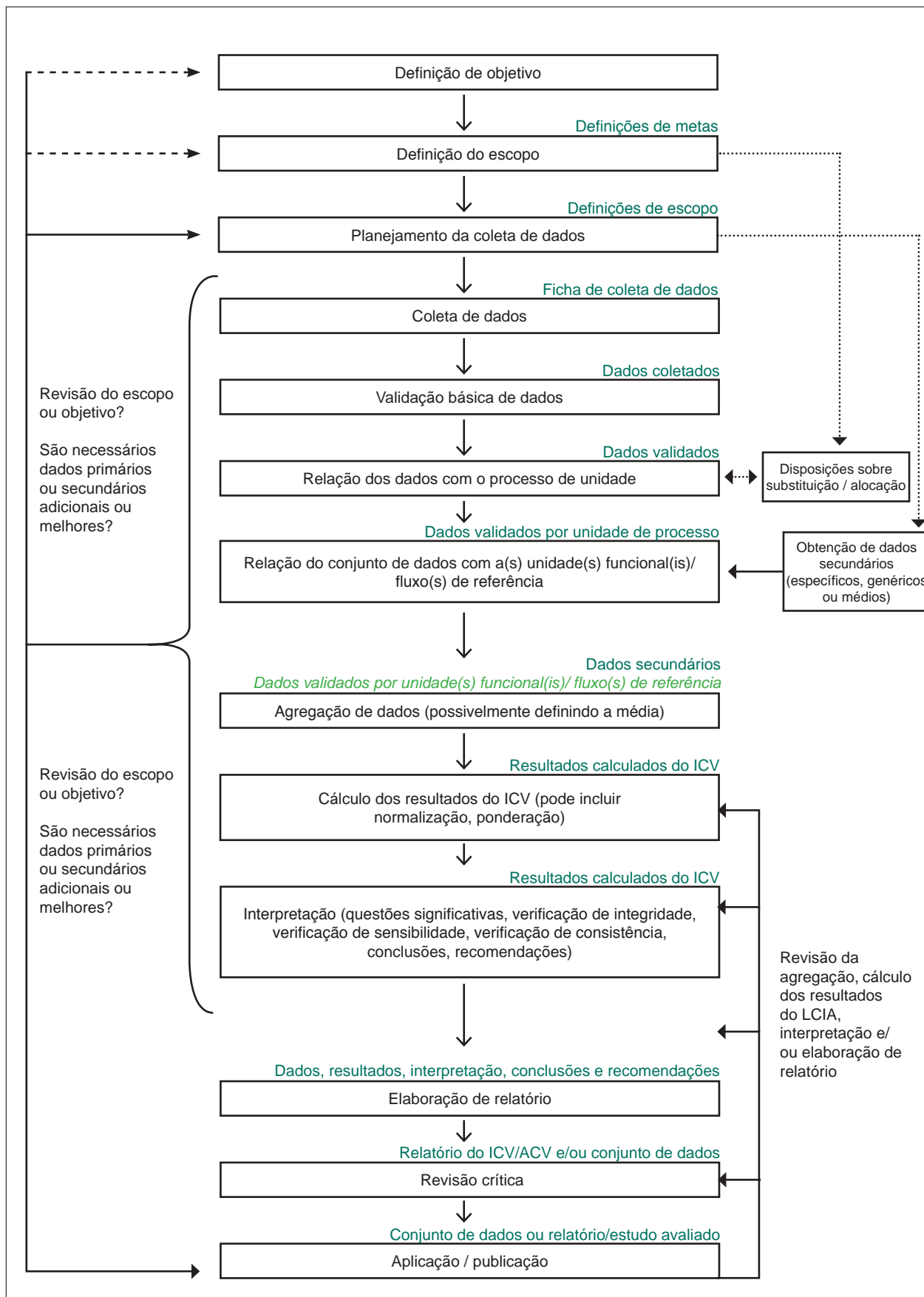
Especialmente para estudos sobre sistemas cujas principais partes estão em um futuro mais distante ou em que os principais processos são novas tecnologias, a alta incerteza pode tornar impossível uma diferenciação nítida mesmo entre opções com possíveis diferenças relevantes em seus impactos ambientais.

Em outros casos, o acesso limitado a dados essenciais necessários ou a falta de recursos ou fundos podem impedir uma melhoria mais significativa na qualidade geral dos dados. Em especial, esse caso não deve ser usado para concluir que não existem diferenças significativas (veja também o anexo 15.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* sobre como prevenir a interpretação enganosa de resultados).

Em algumas ocasiões, as iterações resultam na identificação de problemas que não podem ser solucionados e que exigem revisões mais substanciais da definição de objetivo ou escopo do estudo de ICV/ACV. Esse fato deve ser documentado no relatório.

Figura 5 - Detalhes da abordagem iterativa para a ACV, com foco na coleta de dados e modelagem do inventário (retirado da ISO 14044:2006, modificado).

PANORAMA MAIS DETALHADO



Disposições: 4 A abordagem iterativa para a ACV

- I) **RECOMENDADO - Visão geral da abordagem iterativa:** É recomendável adotar uma abordagem iterativa para o estudo de ICV/ACV (para mais detalhes, veja o capítulo 2.2.4):
- I.a) Defina os aspectos do objetivo da maneira mais precisa possível no início do estudo (veja o capítulo 5.2).
 - I.b) Defina o escopo inicial com base na definição do objetivo, à medida que o conhecimento inicial permitir (veja o capítulo 6).
 - I.c) Compile dados do Inventário de ciclo de vida facilmente disponíveis para o sistema de primeiro e segundo plano. Modele o processo ou sistema (por exemplo, o produto) à medida que os dados e informações iniciais permitirem (veja o capítulo 7).
 - I.d) Calcule os resultados da AICV (veja o capítulo 8 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).
 - I.e) Identifique questões significativas e realize as primeiras verificações de sensibilidade, consistência e completude para esse modelo inicial (veja o capítulo 9 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).
 - I.f) Feito isso, vá para a próxima iteração: comece ajustando ou revisando o escopo (em alguns casos, até mesmo o objetivo), depois melhore o modelo de ciclo de vida de maneira correspondente, etc.
 - I.g) Espere de duas a quatro iterações até a conclusão do estudo. Isso dependerá principalmente das necessidades de qualidade ou ambição, da complexidade dos processos ou sistemas analisados, das questões especificamente analisadas e da disponibilidade e qualidade dos dados. [ISO+]
 - I.h) Começando desde o início do estudo, documente os detalhes da definição inicial do objetivo e escopo, os itens-chave do ICV e AICV e os principais resultados iniciais das verificações de sensibilidade, consistência e integridade. Esse processo deve ser orientado pelas principais disposições sobre a elaboração de relatórios para o produto. Nas iterações subsequentes, use esse relatório preliminar básico como um trabalho em andamento e sempre o revise, ajuste e conclua com vistas a elaborar o relatório final (seja um conjunto de dados e/ou um relatório de estudo). [ISO+]
- II) **RECOMENDADO - Identificação preliminar dos revisores:** Desde o início do estudo, é recomendável identificar e envolver um ou mais revisores críticos e – se necessário ou desejado – outras partes interessadas, inclusive durante a definição de objetivo e escopo. [ISO+]

Todas essas disposições se referem principalmente ao(s) sistema(s) modelado(s) na Situação B (ou seja, para estudos de apoio a decisões no nível meso/macro).

5 Definição de objetivo – identificação do propósito e do público-alvo

(Refere-se ao capítulo 4.2.2 da ISO 14044:2006)

5.1 Introdução e visão geral

(Refere-se a aspectos do capítulo 4.2.2 da ISO 14044:2006)

Introdução

A definição de objetivo é a primeira fase de qualquer avaliação de ciclo de vida, independentemente do estudo de ICV/ACV⁸ se limitar ao desenvolvimento de um único conjunto de dados de processo unitário ou de ser um estudo completo de ACV de uma afirmação comparativa a ser publicado.

Entre outros aspectos, durante a definição do objetivo, o(s) contexto(s) decisório(s) e a(s) aplicação(ões) pretendida(s) do estudo são identificados e o(s) público(s)-alvo(s) deve(m) ser nomeado(s).

- A definição do objetivo é decisiva para todas as outras etapas da ACV.
- A definição de objetivo orienta todos os aspectos detalhados da definição do escopo, que, por sua vez, estabelece a estrutura para o trabalho do ICV e da AICV.
- O controle de qualidade do trabalho é realizado com base nos requisitos derivados do objetivo do trabalho.

Se o trabalho for além de um estudo de ICV, os resultados finais da ACV são avaliados e interpretados. Além disso, essa avaliação e interpretação devem ser conduzidas em estreita relação com o objetivo do trabalho.

Por essa razão, uma definição inicial e clara do objetivo é essencial para a correta interpretação posterior dos resultados. Esse processo envolve garantir, na maior medida possível, que os produtos do estudo de ICV/ACV não sejam inadvertida ou erroneamente usados ou interpretados para além do objetivo ou escopo inicial para o qual foi realizado.

O Anexo 15 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* identifica e ilustra, por meio de exemplos, problemas que devem ser evitados para que a definição de objetivo e escopo e a interpretação dos resultados não sejam enganosas.

Visão geral

Seis aspectos devem ser abordados e documentados durante a definição do objetivo:

- Aplicação(ões) pretendida(s) dos produtos/resultados (capítulo 5.2.1)
- Limitações relacionadas ao método, premissas e cobertura de impacto (5.2.2)
- Razões para a realização do estudo e contexto decisório (5.2.3)
- Público-alvo dos produtos / resultados (5.2.4)
- Estudos comparativos a serem divulgados ao público (5.2.5)

⁸ O termo “estudo de ICV/ACV” é usado sempre que o texto se aplica tanto a estudos de ICV (ou seja, quando o produto/resultado é um inventário de ciclo de vida; por exemplo, um conjunto de dados de ICV) como aos de ACV (que são muitas vezes comparativos e sempre incluem uma interpretação e, possivelmente, conclusões e recomendações).

- Comissário do estudo e outros atores influentes (5.2.6).

As diversas implicações detalhadas para o método, documentação, avaliação, etc. inerentes a esses aspectos específicos são abordadas ao longo deste documento.

Por último, para ajudar na definição de escopo subsequente, sobretudo no que se refere à identificação das estruturas de modelagem de ICV e abordagens do método adequadas:

- Classificação do contexto decisório do estudo de ICV/ACV (5.3).

As disposições metodológicas relativas aos diferentes contextos decisórios e às situações-alvo arquetípicas a serem obtidas são abordadas no capítulo 6.5.4.

5.2 Seis aspectos da definição do objetivo

(Refere-se ao capítulo 4.2.2 da ISO 14044:2006)

5.2.1 Aplicação(ões) prevista(s)

(Refere-se ao aspecto do capítulo 4.2.2 da ISO 14044:2006)

Estudos relacionados ao apoio decisório e à contabilização/monitoramento

Em primeiro lugar, a definição do objetivo deverá declarar a(s) aplicação(ões) pretendida(s) dos resultados da ACV de uma maneira precisa e inequívoca (por exemplo, “Afirmção comparativa dos impactos ambientais gerais associados à reciclagem (Opção I) ou incineração (Opção II) em nível nacional de todos os papeis usados em escritórios na Austrália”⁹).

As seguintes aplicações da ACV são as mais frequentemente usadas, mas outras também podem ser identificadas e adotadas:

- Identificação de Indicadores-Chave de Desempenho Ambiental (ICDA) de um grupo de produtos para Ecodesign/ACV simplificada;
- Análise de pontos fracos de um produto específico;
- Ecodesign detalhado / Projeto para reciclagem (*design-for-recycling*);
- Realização de ACV simplificada com base em ICDA / estudo de *ecodesign*;
- Comparação de bens ou serviços específicos;
- Avaliação comparativa de produtos específicos à luz da média do grupo desses produtos;
- Contratos de Compras Verdes Públicas ou Privados (CVPP);
- Desenvolvimento de critérios de rotulagem ambiental do Tipo I baseados no ciclo de vida;
- Desenvolvimento de Regras de Categorias de Produtos (RCP) ou de um guia específico semelhante para um grupo de produtos;
- Desenvolvimento de uma declaração ambiental do Tipo III baseada no ciclo de vida (por exemplo, Declaração Ambiental de Produtos - DAP) para um bem ou serviço específico;

⁹ Para melhorar o fluxo de leitura, os exemplos ilustrativos mais longos no corpo do texto são formatados em cinza.

- Desenvolvimento de um indicador de “pegada de carbono”, “Consumo de energia primária”, entre outros, para um produto específico;
- Esverdeamento da cadeia de abastecimento;
- Disponibilização de dados quantitativos de ciclo de vida como anexo a uma Verificação de Tecnologia Ambiental (VTA) para uso comparativo;
- Mecanismo do Desenvolvimento Limpo (MDL) e Implementação Conjunta (IC);
- Desenvolvimento de políticas: previsão e análise dos impactos ambientais de tecnologias difundidas, estratégias para matérias-primas, entre outros, e o desenvolvimento de políticas relacionadas;
- Informações sobre políticas: estudos sobre grupos de produtos;
- Informações sobre políticas: identificação de grupos de produtos com o maior impacto ambiental;
- Informações sobre políticas: identificação de grupos de produtos com o maior potencial de melhoria ambiental;
- Monitoramento dos impactos ambientais de uma nação, setor industrial, grupo de produtos, ou produto;
- Elaboração de relatório corporativo ou relatório ambiental do local (*site environmental reporting*) que inclua cálculos dos efeitos indiretos nos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA);
- Estudos certificados de abastecimento ou partes certificadas do sistema analisado com garantias fixas ao longo da cadeia de abastecimento;
- Estudos de contabilização que, de acordo com sua definição de objetivo, não incluem nenhum tipo de interação com outros sistemas;
- Desenvolvimento de conjuntos de dados específicos, médios ou genéricos de processos unitários ou resultados de ICV para serem usados em aplicações específicas da ACV¹⁰.

Cabe observar que, muitas vezes, os estudos propõem diversas aplicações separadas (por exemplo, desenvolvimento de uma DAP e realização de comparativa interna). Também é possível que a aplicação seja combinada com informações de custo, sociais ou outros dados ambientais complementares (por exemplo, combinação de uma comparação de produtos baseada em resultados ambientais de uma ACV com informações de custo do ciclo de vida ao realizar uma análise de ecoeficiência).

Observe que algumas aplicações devem satisfazer requisitos específicos previstos nas normas ISO 14040 e 14044:2006 (por exemplo, em relação à revisão e à elaboração de relatório para afirmações comparativas divulgadas ao público. Além disso, conjuntos de dados de ICV e AICV a serem usados para declarações de produtos ambientais e em contextos comparativos devem atender a requisitos adicionais. A Tabela 3 do capítulo 6.3 oferece mais informações.

Cabe observar, também, que as diferentes aplicações exigem diferentes abordagens metodológicas para a modelagem do ICV; o capítulo 5.3 apresenta detalhes sobre as três situações-alvo arquetípicas diretamente relacionadas que são diferenciadas aqui. Isso significa que diferentes dados de segundo plano também podem ser necessários para aplicações de contextos decisórios substancialmente diferentes.

10 É importante observar que tipos específicos de aplicações da ACV exigem conjuntos de dados de segundo plano de ICV que sejam modelados de uma maneira adequada. O Guia do ILCD diferencia três tipos principais de contextos decisórios / situações-alvo. Essa questão será discutida no capítulo 5.3.

Por último, vale ressaltar que, por razões de clareza, o tema do estudo muitas vezes é denominado durante a etapa de definição de objetivo, ainda que seja formalmente uma questão de escopo. Se, no entanto, o objetivo for definido de uma maneira mais geral, o(s) tema (s) específico(s) só pode(m) ser identificado(s) na fase de definição de escopo.

Estudos puramente metodológicos não relacionados ao apoio decisório e a informações contábeis/de monitoramento sobre o tema analisado

Estudos que não têm o objetivo de disponibilizar informações em apoio a qualquer decisão sobre o objeto analisado ou informações contábeis/monitoramento, mas que são estudos de ACV usados para analisar questões metodológicas, devem ter a liberdade de variar todas as questões metodológicas livremente. Por essa razão, esses estudos podem não satisfazer os requisitos do sistema ILCD ou os requisitos previstos nas normas ISO 14040 e 14044.

Ao mesmo tempo, recomenda-se que esses estudos implementem as disposições previstas na ISO 14040 e 14044 e no guia do ILCD, no intuito de facilitar a absorção das constatações metodológicas do estudo no desenvolvimento da ISO e do ILCD.

Consequentemente, no entanto, esses estudos não podem reivindicar conformidade com o sistema ILCD ou com as normas ISO. Quando o público-alvo desses estudos for informado que partes das disposições do *Manual do Sistema ILCD* foram usadas, deve-se evitar a impressão de que esses estudos estariam em conformidade com o ILCD fazendo uma declaração explícita desse fato. Também deve estar claro para o público-alvo que esses estudos não têm o objetivo explícito de apoiar decisões ou fornecer informações de monitoramento sobre os objetos analisados e não devem ser usados para tais fins ou aplicações.

Quando esses estudos possuírem elementos comparativos, deve-se atentar para não passar a impressão ao público-alvo de que os resultados do estudo implicam qualquer mensagem comparativa sobre os objetos analisados. Esse fato deve ser declarado explicitamente e destacado de maneira bastante visível.

Dessa forma, a aplicação prevista desses estudos seria a de obter perspectivas puramente metodológicas.

5.2.2 Método, premissa e limitações de impacto (por exemplo, pegada de carbono)

(Sem um capítulo correspondente da norma ISO 14044:2006; abrangido implicitamente em diversos capítulos)

Introdução

Se a definição de objetivo implicar limitações específicas da usabilidade dos resultados da ACV devido à metodologia aplicada, a premissas assumidas ou a uma cobertura de impacto limitada, esse fato também deve ser identificado de forma clara e relatado de maneira destacada posteriormente (veja o capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*). A identificação e avaliação dessas limitações requerem um grau relevante de qualificação e experiência. Em muitos casos, as limitações precisam ser ajustadas ou ampliadas durante o curso do estudo.

Pegada de carbono e outros estudos com cobertura de impacto limitada

Um exemplo notável de limitações relacionadas à cobertura de impactos é o caso dos cálculos de pegada de carbono que só consideram emissões de gases de efeito associadas às mudanças climáticas. Essa limitação inicial pode ser completamente justificada, se os impactos ambientais gerais do produto analisado (e de seus produtos concorrentes) forem predominantemente relacionados às mudanças climáticas ou se todos os outros impactos individualmente

relevantes, como a eutrofização e acidificação, estiverem correlacionados de uma maneira muito estreita e positiva com as mudanças climáticas. Caso contrário, essas limitações nas definições iniciais podem resultar em inadequabilidade das comparações (por exemplo, se dois produtos comparados diferirem claramente em seus impactos ambientais em outras categorias de impacto). De maneira análoga, o mesmo se aplica para estudos sobre o consumo de energia primária que incluem apenas fluxos de recursos relacionados ao consumo de energia, ou outros tipos semelhantes de limitações.

Limitações relacionadas ao método

Além disso, limitações metodológicas podem restringir a possibilidade de se obterem conclusões gerais ou usar os dados resultantes do ICV em outros estudos. As limitações metodológicas se referem, por exemplo, a limitações inerentes à AICV convencional e não específica a determinado local: se os resultados desse tipo de estudo se destinarem a informar uma decisão sobre um local específico com características incomuns (por exemplo, localizado em uma ilha), então eles são inadequados. Outras limitações relacionadas ao método podem ser causadas pela abordagem específica do método de ICV adotada. Por exemplo, o uso da alocação baseada em preços de mercado pode impedir, em parte ou totalmente, o uso dos resultados de estudos de ecoeficiência, visto que os resultados ambientais estão correlacionados com o preço de mercado.

Limitações relacionadas a premissas

Premissas sobre as características do sistema analisado¹¹ ou sobre cenários específicos podem também limitar a usabilidade e *transferibilidade* dos resultados. Esse pode ser o caso, por exemplo, se o cenário de um produto analisado for muito específico com relação à representatividade do tempo (por exemplo, “pico de fornecimento de energia”), localização (por exemplo, em um país de zona climática para a qual o produto não foi projetado), padrão de uso (por exemplo, fora do objetivo principal do produto), etc., ou seja, de uma maneira atípica para o sistema analisado.

Nichos de mercado

Um caso especial nesse contexto são restrições decorrentes da análise de um “nicho de mercado”: Um nicho de mercado é uma subcategoria de um segmento de mercado, em que parte dos consumidores só considera produtos com propriedades substituíveis específicas (ou seja, propriedades que caracterizam o nicho específico – por exemplo, “embalagens reutilizáveis” no mercado de “embalagens”), embora a maioria dos consumidores perceba a comparabilidade entre produtos do nicho e outros produtos do segmento (ou seja, incluindo, nesse exemplo, “embalagens não reutilizáveis”). Entre os aspectos que separam um nicho de mercado do mercado principal, cabe citar os seguintes:

- preço (ou seja, custos de investimento de um bem ou custo do ciclo de vida / custo total de propriedade);
- questões relacionadas a estilo de vida e sistema de valores (por exemplo, imagem “verde” de uma maneira geral ou mais específica, como “produção local”, “de base biológica”, “reciclado”, “reciclável”, “embalagem ecológica”, etc.; ou imagem “social” de um modo geral ou mais específico, como “comercializado segundo os princípios do comércio justo”, “livre do trabalho infantil”, etc.; ou aspectos como “na moda”, “moderno”, “prestígio”, “jovem”, etc.);
- alta qualidade, durabilidade / longevidade;
- praticidade e/ou economia de tempo.

¹¹ O termo “sistema” é usado em todo o texto em vez do termo mais clássico “sistema de produto” pelo fato de muitos outros sistemas analisados na ACV (por exemplo, locais, estratégias para matéria-prima, atendimento de necessidades (por exemplo, soluções móveis) irem além de um único sistema de produto.

Por essa razão, estudos sobre nichos de mercados limitam inicialmente os tipos de produtos a serem incluídos, ainda que, de um ponto de vista puramente técnico, produtos que estão fora do nicho específico também precisariam ser incluídos para evitar uma comparação potencialmente enganosa. Na fase de interpretação desse tipo de estudo, as conclusões limitadas devem ser destacadas de maneira explícita e bastante visível.

5.2.3 Razões para realização do estudo e contexto decisório

(Refere-se a aspectos do capítulo 4.2.2. da norma ISO 14044:2006)

A definição do objetivo deve explicar as razões para a realização do estudo de ICV/ACV, nomear os fatores de estímulo e motivação e, principalmente, identificar o contexto decisório (para o exemplo apresentado anteriormente: “Apoio à decisão sobre recomendações governamentais não obrigatórias¹² para um tratamento futuro ambientalmente preferível de resíduos de papéis de escritórios comerciais e governamentais na Austrália”).

O contexto decisório é um critério fundamental para determinar os métodos mais adequados para o modelo do ICV, ou seja, a estrutura de modelagem do ICV (i.e., “atribucional” ou “consequencial”) e as abordagens relacionadas ao ICV (i.e., “alocação” ou “substituição”) a serem aplicadas. O capítulo 5.3 apresenta os detalhes sobre a abordagem formal para obter a situação-alvo aplicável com base na aplicação prevista e no contexto decisório geral.

O contexto de decisão também determina diretamente outros aspectos fundamentais da definição de escopo, de decisões a serem tomadas durante a coleta de dados e modelagem do inventário, do cálculo dos resultados da avaliação de impactos e, por último, no caso de estudos de ACV, também da interpretação dos resultados da ACV.

As razões declaradas de um estudo indicam as ambições de qualidade e lançam a base para avaliar, entre outros aspectos, não só as necessidades de qualidade dos dados, mas também as necessidades de uma possível revisão especial para além dos requisitos mínimos. Esse último caso pode ocorrer, por exemplo, quando o envolvimento de parceiros comerciais no processo de revisão de uma lei nacional planejada for necessário para melhorar a saceitação internacional.

5.2.4 Público-alvo

(Refere-se a aspectos do capítulo 4.2.2. da norma ISO 14044:2006)

A definição do objetivo deve identificar o público-alvo do estudo, ou seja, para quem se pretende comunicar os resultados do estudo. Isso serve, entre outros aspectos, para ajudar a identificar as necessidades de revisão crítica e a forma e nível técnico adequados dos relatórios. Para o exemplo anterior, poderia ser “O público-alvo são decisores políticos governamentais e os principais atores dos setores de produção de papel e gestão de resíduos na Austrália, bem como os responsáveis por escritórios do setor privado e do governo”.

Diferentes tipos de público-alvo (ou seja, “interno” x “externo” e “técnico” x “não técnico”) geralmente implicam diferentes requisitos de escopo da documentação, avaliação, confidencialidade e outras questões relacionadas às necessidades dos públicos-alvo. Por essa razão, o(s) público(s)-alvo deve(m) ser identificado(s) já na etapa de definição do objetivo.

12 Se o contexto fosse informar sobre o estabelecimento de uma política legalmente obrigatória, isso implicaria um cenário diferente: nesse caso, os cenários futuros se baseariam na premissa de que os resíduos de papel seriam tratados quase inteiramente de acordo com a legislação em questão. Para o exemplo usado aqui de uma recomendação não obrigatória, os cenários futuros deveriam, sem dúvida, modelar uma parcela de implementação nitidamente menor, o que pode afetar o modelo de ICV. Esse exemplo ilustra a importância de uma definição de objetivo muito clara e específica em todos os seus aspectos, antes de prosseguir com a definição do escopo ou até mesmo com a coleta de dados do ICV.

5.2.5 Comparações a serem divulgadas ao público

(Refere-se a aspecto do capítulo 4.2.2. da norma ISO 14044:2006)

Além disso, a definição do objetivo deve declarar, explicitamente, se o estudo de ACV inclui uma afirmação comparativa a ser divulgada ao público¹³. Dessa forma, no exemplo anterior da gestão do papel em final de ciclo de vida, a seguinte declaração deveria ser feita: “O estudo inclui uma afirmação comparativa e o objetivo é divulgá-lo ao público”.

Esse aspecto envolve diversos requisitos obrigatórios adicionais previstos nas normas ISO 14040 e 14044:2006 sobre a execução, documentação, revisão e divulgação do estudo de ACV, devido às possíveis consequências que os resultados podem ter, por exemplo, para empresas externas, instituições, consumidores, etc.

Para evitar que esse requisito da ISO seja contornado por meio da publicação de comparações de produtos que mostram, por exemplo, o desempenho ambiental dos produtos comparados com números ou gráficos, mas sem fazer uma afirmação explícita em termos de superioridade ou igualdade, estudos de ACV comparativos, mas não assertivos, também deverão satisfazer esses requisitos, quando aplicável¹⁴.

Observe que o termo “comparação” usado aqui se refere a uma comparação entre sistemas (por exemplo, produtos), mas não no âmbito de um único sistema (ou seja, não é uma análise de contribuição ou pontos fracos).

Cabe ressaltar também que, segundo a norma ISO 14044:2006, um estudo de ICV, por si só, não deve ser usado para afirmações comparativas a ser divulgadas ao público, ou seja, também deve ser realizada uma avaliação/interpretação do impacto do ciclo de vida.

Por último, conjuntos de dados do ICV que serão usados por outros atores como dados segundo plano ou de primeiro plano para comparações ou afirmações comparativas, também devem atender aos requisitos aplicáveis. Nesse caso, o desenvolvedor dos conjuntos de dados deve garantir que esses requisitos – inclusive o da revisão – sejam atendidos. Essa abordagem produz “dados pré-verificados para fundamentar afirmações comparativas”. Caso contrário, todas as medidas para satisfazer os requisitos ausentes ou mais rígidos (por exemplo, realizar um painel de revisão em vez de uma única revisão externa independente) devem ser tomadas pelo outro ator que usar esses dados em sua afirmação/estudo comparativo.

5.2.6 Comissário do estudo e outros atores influentes

(Sem um capítulo correspondente da norma ISO 14044:2006; abrangido implicitamente em diversos capítulos)

Por último, a definição do objetivo deve identificar quem encomendou o estudo de ICV/ACV (para o exemplo anterior: “O estudo foi encomendado pela Agência Australiana de Proteção do Meio ambiente¹⁵ e cofinanciado pela Associação Australiana de Produtores de Papel”). Além

- 13 Todas as disposições de todo o Manual do Sistema ILCD referem-se apenas ao uso externo. O apoio a decisões internas pela ACV pode se basear nelas, mas, obviamente, não está previsto em nenhuma norma. Aqui, “divulgado ao público” diz respeito à acessibilidade do estudo ou quaisquer de seus resultados, conclusões ou recomendações por parte de um público-alvo que não seja o comissário do estudo, os especialistas envolvidos e qualquer público-alvo limitado designado de forma explícita ou individual (por exemplo, uma lista de identificação de fornecedores, clientes, etc.)
- 14 “Aplicável” significa todos os requisitos, exceto aqueles relacionados às partes não abrangidas. Para comparações de produtos sem conclusões e recomendações, as disposições relacionadas a afirmações não se aplicam/não podem ser aplicadas. Para conjuntos de dados de ICV, todas as disposições relacionadas à comparação não se aplicam/não podem ser aplicadas, uma vez que a comparação é feita no uso subsequente e externo do conjunto de dados de ICV.
- 15 Esse e todos os outros nomes de organizações, tipos de produtos/materiais, marcas, entre outros, são puramente ilustrativos e/ou fictícios.

disso, todos os (co-) financiamentos ou outras organizações que têm alguma influência relevante sobre o estudo devem ser nomeados; isso inclui principalmente os especialistas em ACV que realizam o estudo de ICV/ACV (e suas respectivas organizações).

Disposições: 5.2 Seis aspectos da definição de objetivo

- I) **OBRIGATÓRIO - Aplicações previstas:** Identifique, inequivocamente, as aplicações previstas do produto do estudo de ICV ou ACV (5.2.1).
- II) **OBRIGATÓRIO - Limitações do estudo:** Identifique e detalhe, inequivocamente, quaisquer limitações iniciais para o uso do estudo de ICV/ACV. Essas limitações podem ser causadas pelos seguintes fatores (5.2.2):
 - II.a) **Limitações da cobertura de impacto,** como nos cálculos de pegada de carbono
 - II.b) **Limitações metodológicas** da ACV em geral ou da abordagem de métodos específicos aplicados
 - II.c) **Limitações relacionadas a premissas:** Premissas/cenários específicos ou in-comuns modelados para o sistema analisado [ISO+]

Observe que as limitações identificadas inicialmente podem necessitar de ajustes durante as fases posteriores da ACV, quando todos os detalhes relacionados estiverem claros. Outras possíveis limitações devido à falta de qualidade dos dados de ICV também podem restringir a aplicabilidade; tais limitações são identificadas posteriormente na fase de interpretação do estudo.

- III) **OBRIGATÓRIO - Razões do estudo:** Identifique, inequivocamente, a(s) razão(ões) interna(s) ou externa(s) para a realização do estudo e as decisões específicas a serem apoiadas pelo seu resultado, conforme o caso (5.2.3).
- IV) **OBRIGATÓRIO - Público-alvo do estudo:** Identifique, inequivocamente, o(s) público(s)-alvo para o(s) qual(is) se pretende comunicar os resultados do estudo (5.2.4).
- V) **OBRIGATÓRIO - Tipo de público-alvo:** Classifique o(s) público(s)-alvo como “interno”, “externo restrito” (por exemplo, clientes interempresariais específicos), ou “público”. Faça a diferenciação também entre um público-alvo “técnico” e “não técnico” (5.2.4). [ISO+]
- VI) **OBRIGATÓRIO - Há comparações envolvidas?** Declare, inequivocamente, se o estudo envolve comparações ou afirmações comparativas entre sistemas (por exemplo, produtos) e se existe a intenção de divulgá-las ao público (5.2.5). [ISO!]
- VII) **OBRIGATÓRIO - Comissário:** Identifique o comissário do estudo e todos os outros atores influentes, como cofinanciadores, especialistas em ACV envolvidos, etc. (5.2.6).

5.3 Classificação do contexto decisório como Situação A, B, ou C

(Sem um capítulo correspondente da norma ISO 14044:2006)

5.3.1 Possíveis situações de contexto decisório

Na etapa de definição de objetivo, o contexto da decisão deve ser identificado. Podemos diferenciar três situações de contexto decisório de relevância prática na ACV.

Elas diferem em dois¹⁶ aspectos:

- quanto à questão se o estudo de ICV/ACV será usado em apoio a uma decisão sobre o sistema analisado (por exemplo, produto ou estratégia),
 - e, em caso afirmativo: pela extensão das mudanças que a decisão acarreta para o sistema de segundo plano e outros sistemas e que são causadas por mecanismos de mercado. Essas mudanças podem ser “pequenas” (de pequena escala e não estruturais) ou “grandes” (em larga escala e estruturais);
 - e, em caso negativo: se o estudo está ou não interessado nas interações do sistema em questão com outros sistemas (por exemplo, créditos de reciclagem).

A lógica de modelagem de ICV por trás dessa diferenciação é necessariamente explicada nos últimos capítulos, após a introdução dos conceitos relacionados de modelagem atribucional e consequencial e de processos marginais de curto e médio prazo. No entanto, as considerações conceituais são analisadas brevemente aqui para facilitar a compreensão das implicações dessa classificação.

5.3.2 Estudo sobre decisões

O primeiro desses dois aspectos – se uma decisão deve ser apoiada – é se o estudo está interessado nas possíveis consequências dessa decisão (por exemplo, se a decisão analisada sobre a escolha do material X ou Y para um produto resulta em uma quantidade adicional de material X ou Y a ser produzida). Se esse for o caso, o modelo de ICV deve refletir essas consequências da melhor forma possível (por exemplo, como o material adicionalmente necessário é produzido? Será que isso acarretaria a instalação de novas instalações de produção que empregam tecnologias distintas?). Em contraste, se não houver nenhum apoio decisório envolvido, o modelo de ICV deve descrever o sistema analisado como ele é, sem incluir quaisquer consequências de mercado no modelo (visto que não há nenhuma consequência decisória relacionada a ele).

O segundo aspecto – a extensão das mudanças – diferencia ainda mais os casos de apoio decisório: em primeiro lugar, há casos em que as consequências sobre o sistema de segundo plano e, potencialmente, sobre outros sistemas da economia, são apenas de pequena escala e não estruturais. Esses casos implicam apenas uma mudança na extensão do uso de equipamentos já instalados, tais como uma unidade de produção (por exemplo, as tecnologias existentes usadas

¹⁶ O “tempo” a que um estudo se refere (por exemplo, passado / retrospectiva de 1990 ou futuro / perspectiva para 2025) não afeta os princípios e abordagens de modelagem de ICV, mas apenas a representatividade do tempo necessária dos dados de ICV usados. Observe que os ciclos de vida de produtos de vida longa (por exemplo, casas) podem se estender desde o passado até um futuro distante. É por essa razão também que o uso, por exemplo, da previsão e de outras técnicas de cenário, curva de aprendizagem, etc., não são uma característica específica de nenhuma situação-alvo individual, mas sim de todas elas. Argumenta-se, às vezes, que o horizonte de tempo “futuro” estaria associado à “modelagem consequencial” e o “passado”, à “modelagem atribucional”. No entanto, dados atribucionais futuros também podem ser importantes (por exemplo, no caso da extrapolação de dados contábeis nacionais anuais), assim como a modelagem consequencial retrospectiva (ou seja, “Como seria o inventário do produto X se, no passado, a decisão Y tivesse sido tomada...?”), embora a importância desse último caso seja apenas teórica. A conclusão, no entanto, é que “tempo” não é um aspecto discriminatório para questões metodológicas do ICV.

na produção do material X). No modelo de ICV, a demanda adicional¹⁷ seria então modelada com os processos dos equipamentos/tecnologias existentes. Em segundo lugar, há casos em que os efeitos são de larga escala e estruturais. Esses casos implicam que a decisão analisada resulta na instalação de equipamentos adicionais ou na sua desativação antes do tempo normal (por exemplo, novas unidades de produção/tecnologias para o material X precisam ser instaladas ou antigas retiradas de operação em consequência direta de mercado da decisão analisada).

Isso significa que pelo menos partes das tecnologias/equipamentos do sistema de segundo plano e/ou outros sistemas da economia mudam em decorrência da decisão analisada. Em muitos casos, apenas alguns processos realmente têm esses efeitos em larga escala e somente eles precisam da respectiva modelagem; a maior parte do sistema de segundo plano tem apenas efeitos de pequena escala. Para os processos afetados, no entanto, a diferença entre os casos “grandes” e “pequenos” pode ser substancial, uma vez que tecnologias recém-instaladas (por exemplo, fábricas de produção de biocombustíveis de segunda geração), podem diferir fundamentalmente das atuais tecnologias instaladas que são modeladas em caso de consequências de pequena escala.

É importante enfatizar que o exposto anteriormente se refere a mudanças no sistema de segundo plano ou em outros sistemas provocadas por mecanismos de mercado, ou seja, em reação a mudanças de demanda e oferta decorrentes da decisão analisada. Mudanças diretas no sistema de primeiro plano (por exemplo, a instalação de uma nova tecnologia que é analisada ou deve ser instalada no local de produção como parte da questão analisada) devem ser modeladas como cenários explícitos em ambos os casos.

5.3.3 Estudo de caráter descritivo

Voltando ao caso de um estudo que não implica um apoio decisório direto da maneira anteriormente definida, ou seja, que não resulta em produção adicional, mas tem um caráter contábil/ de monitoramento: nesse caso, o modelo de ICV descreverá o sistema da maneira como ele pode ser medido. No entanto, para esse caso, dois subtipos de estudo podem ser diferenciados: há, em primeiro lugar, estudos interessados em incluir quaisquer benefícios existentes que o sistema analisado possa ter fora desse sistema (por exemplo, benefícios da reciclagem ou de coprodutos que evitam produzi-los de outras maneiras). E, em segundo lugar, existem estudos cujo objetivo é analisar o sistema isoladamente, sem considerar essas interações.

A Tabela 2 oferece uma visão geral das três situações-alvo arquetípicas resultantes e de relevância prática que serão mencionadas ao longo deste documento para fornecer as orientações metodológicas diferenciadas necessárias:

Tabela 2 - Combinação de dois aspectos principais do contexto decisório: orientação decisória e tipo de consequências no sistema de segundo plano ou em outros sistemas

Apoio decisório?	Sim	Tipo de mudanças de processos no sistema de segundo plano / outros sistemas	
		Nenhuma ou de pequena escala	Em larga escala
		Situação A “Apoio decisório no nível micro”	Situação B “Apoio decisório no nível meso/macro”
Não	Situação C “Contabilização” (C1: incluindo interações com outros sistemas, C2: excluindo interações com outros sistemas)		

¹⁷ De maneira análoga, isso se aplica, obviamente, à oferta e substituição adicional. Essa questão será detalhada posteriormente, quando a modelagem do ICV for explicada.

O contexto decisório do estudo de ICV/ACV a ser realizado deve ser enquadrado em alguma dessas três situações-alvo arquetípicas, que são caracterizadas e ilustradas em maior detalhe a seguir (veja também a Tabela 3, que mapeia aplicações de ACV amplamente usadas nas respectivas Situações A, B ou C):

5.3.4 Situação A

Termos e conceitos: Situação A (“Apoio decisório no nível micro”)

Apoio a decisões no nível micro (por exemplo, para questões relacionadas a produtos). As aplicações mais relevantes dessa situação-alvo são:

- Identificação de Indicadores-Chave de Desempenho Ambiental (ICDA) de um grupo de produtos para Ecodesign/ACV simplificada
- Análise dos pontos fracos de um produto específico
- Ecodesign detalhado / Projeto para reciclagem (*design-for-recycling*)
- Realização de ACV simplificada com base em ICDA / estudo de eco-design
- Comparação de bens ou serviços específicos
- Análise comparativa de produtos específico à luz da média do grupo desses produtos
- Contratos de Compras Verdes Públicas ou Privados (CVPP)
- Desenvolvimento de critérios de rotulagem ambiental do Tipo I baseados no ciclo de vida
- Desenvolvimento de Regras de Categorias de Produtos (RCP) ou de um guia específico semelhante para um grupo de produtos
- Desenvolvimento de uma declaração ambiental do Tipo III baseada no ciclo de vida (por exemplo, Declaração Ambiental de Produtos - DAP) para um bem ou serviço específico
- Desenvolvimento de um indicador de “pegada de carbono”, “Consumo de energia primária”, entre outros, para um produto específico
- Esverdeamento da cadeia de abastecimento
- Disponibilização de dados quantitativos de ciclo de vida como anexo a uma Verificação de Tecnologia Ambiental (VTA) para uso comparativo
- Mecanismo do Desenvolvimento Limpo (MDL) e Implementação Conjunta (IC)
- Desenvolvimento de conjuntos de dados específicos, médios ou genéricos de processos unitários ou resultados de ICV para serem usados em aplicações específicas da ACV.

A Situação A refere-se ao apoio decisório para informar, direta ou indiretamente, sobre a compra de produtos já oferecidos no mercado ou sobre o projeto/desenvolvimento de produtos com previsão de entrar no mercado. Dessa forma, pode-se presumir que o produto é produzido apenas como consequência da decisão a ser apoiada pelo estudo de ICV/ACV, ou seja, adicionalmente. Observe que esses “produtos” podem ser qualquer bem ou serviço (por exemplo, materiais, transportadores de energia, máquinas, bens de consumo complexos, eventos, serviços pessoais, limpeza, etc.), seja como objeto direto do estudo ou sendo indiretamente afetados pela decisão analisada (por exemplo, escolha de um material para um produto que é produzido no sistema de segundo plano).¹⁸

continua na página 68

¹⁸ Em geral, mas não necessariamente, esses casos se referem a produtos produzidos no curto (até 5 anos a partir do presente) ou médio prazo (5 a 10 anos a partir do presente). (O sentido atribuído aos termos “curto prazo” e “médio prazo” em políticas foi adotado aqui). Observe que os estágios de uso e fim de ciclo de vida de produtos de vida longa podem se estender muito além desse horizonte de tempo.

Considerando a participação limitada que a produção total de qualquer produto individual¹⁹ tem em um setor industrial, pode-se esperar razoavelmente que a produção, utilização e fim de ciclo de vida do produto não provoquem nenhuma mudança ou apenas mudanças pequenas no sistema de segundo plano ou outros sistemas da economia que não mudariam sua estrutura de maneira direta ou indireta. Mudanças estruturais envolvem, por exemplo, a instalação de novas unidades de produção ou até mesmo tecnologias. Daí o termo “nível micro” se referir a mudanças provocadas por mecanismos de mercado, mas apenas com consequências de pequena escala para além do sistema de primeiro plano. Essas consequências de pequena escala podem alterar a proporção do uso de equipamentos/capacidade existentes, mas **não resultam na** instalação ou desativação **adicional** de equipamentos/capacidade para além da instalação e desativação que transcorrem de maneira independente. Consequências marginais de pequena escala, por si só, não são fortes o suficiente para superar limiares e desencadear consequências em larga escala no mercado.

Palavras-chave típicas desses estudos de ICV/ACV pertencentes à Situação A são “apoio decisório” relacionado à “comparação de produtos”, “afirmações comparativas”, “desenvolvimento avançado de produtos”, “desenvolvimento de produtos”, “projeto de produtos”, “análise de pontos fracos”, “análise comparativa de produtos”, “renovação”, etc.

Assim, a Situação A abrange todos os estudos destinados a apoiar qualquer tipo de comparações e afirmações comparativas de produtos no nível micro.

Um típico exemplo para um estudo enquadrado na Situação A é o apoio à decisão de compra: “Qual dos cinco modelos pré-selecionados de fotocopiadoras tecnicamente adequadas apresenta o melhor desempenho ambiental ao longo do seu ciclo de vida?”

Um exemplo de apoio decisório interno seria um estudo de ecodesign sobre a modelagem de um novo tipo de mouse de computador que compara diferentes polímeros para o revestimento.

Da mesma forma, o desenvolvimento de uma Declaração Ambiental de Produto (DAP) para um produto ou de dados sobre sua pegada de carbono para informar clientes em potencial são exemplos de estudos pertencentes à Situação A.

A Situação A também abrange o desenvolvimento de dados de ICV e AICV a serem usados no apoio decisório baseado na ACV (por exemplo, conjuntos de dados de ICV específicos para produtores, conjuntos de dados de resultados de AICV, conjuntos de dados de ICV genéricos e médios para uso em segundo plano, etc.). ■

5.3.5 Situação B

Termos e conceitos: Situação B (“Apoio decisório no nível meso/macro”)

O apoio a decisões no nível meso ou macro, como para estratégias (por exemplo, estratégias para matérias-primas, cenários tecnológicos, opções em termos de políticas, etc.).

As aplicações mais relevantes dessa situação-alvo são as seguintes:

- Desenvolvimento de políticas: previsão e análise do impacto ambiental de tecnologias difundidas, estratégias para matérias-primas, etc., e o desenvolvimento de políticas relacionadas;
- Informações sobre políticas: identificação de grupos de produtos com maior potencial de melhoria ambiental;

continua na página 69

¹⁹ Em poucos casos, a relevância de um produto individual pode ser maior, como, por exemplo, em mercados altamente monopolizados. Ou se um grupo de produtos (por exemplo, “diesel”) for entendido como um produto, enquanto o produto mais específico seria o diesel da marca X. Nesse modelo geral, o “produto” que pode ter uma alta participação no setor. Caso não seja possível enquadrar claramente um estudo na Situação A ou B, veja a explicação e o procedimento apresentados após o quadro sobre a Situação B.

- Desenvolvimento de conjuntos de dados específicos, médios ou genéricos de processos unitários ou resultados de ICV para serem utilizados na Situação B.

A Situação B diz respeito ao apoio decisório baseado no ciclo de vida com consequências tão extensas que superam limiares e **resultam na** instalação ou desativação **adicional** de equipamentos/capacidade (por exemplo, infraestrutura de produção) fora do sistema de primeiro plano do sistema analisado. Ou seja, a decisão analisada e as mudanças relacionadas nas atividades de produção, uso e fim de vida útil em algum lugar do ciclo de vida modificarão, por meio de mecanismos de mercado, partes do resto da economia por causar efeitos estruturas em larga escala²⁰. Não se deve considerar que consequências marginais de pequena escala, por si só, resultam em consequências em larga escala, uma vez que são muito pequenas para superar limiares.

Como exemplo puramente ilustrativo, à luz do cenário de linha de base do desenvolvimento autônomo, é possível analisar as implicações ambientais da incineração de todos os resíduos pós-consumo na Rússia, recuperando a energia e utilizando-a na produção de eletricidade. Essa abordagem teria consequências para a produção geral de eletricidade e para os investimentos em outras tecnologias de geração de eletricidade na Rússia em larga escala. Também afetaria os usos alternativos dos resíduos (por exemplo, reciclagem de papel e plástico de embalagens e outros produtos, como parte do cenário de linha de base). Esse modelo acarretaria mudanças na capacidade instalada de reciclagem no nível setorial. Observe, no entanto, que a maioria dos processos de segundo plano só será afetada por consequências de pequena escala.

Outro exemplo seria um estudo que analisa, por exemplo, a substituição obrigatória, até 2025, de 50% do óleo diesel usado nos Estados Unidos por biodiesel de origem agrícola, o que acarretaria efeitos substanciais para os Estados Unidos e até mesmo para a agricultura global, refinarias petrolíferas e outros setores²¹.

Dessa forma, estamos analisando mudanças com implicações estruturais para o mercado para além do sistema de primeiro plano. Essa situação abrange cenários que abordam questões como “Qual sistema de tecnologia difundido, base de matéria-prima, etc., é preferível por ter o melhor ciclo de vida do ponto de vista ambiental?”. Esses estudos são normalmente estudos políticos estratégicos ou estudos estratégicos apoiados por uma ACV, os quais, devido à extensão de suas consequências, têm alta relevância para a sociedade e – assim como a modelagem adequada do ICV – também exigem atenção especial no que se refere à revisão.

continua na página 70

20 Esses casos se referem tipicamente ao médio (5 a 10 anos a partir do presente) ou longo (mais de 10 anos a partir do presente) prazo.

21 Para uma introdução de 50% de biocombustíveis no óleo diesel usado nos Estados Unidos, seria razoavelmente possível esperar que a capacidade instalada de produção de diesel de petróleo fosse reduzida em aproximadamente 50% (e, ao mesmo tempo, corrigida em função das mudanças no nível de consumo na economia como um todo), como consequência dessa possível decisão. Isso poderia acontecer, por exemplo, por meio da mudança do perfil de produtos de refinarias de petróleo existentes, do fechamento das refinarias menos competitivas no mercado, entre outras medidas. Dessa forma, a modelagem do ICV da produção de óleo diesel de petróleo também precisaria ser alterada. Na verdade, as consequências também afetariam o inventário de outros produtos de refinarias. Como consequências contrárias, no entanto, poderíamos presumir o aumento na exportação de diesel dos Estados Unidos para outros mercados. Outra consequência direta no exemplo acima seria a necessidade de identificação das terras cultiváveis para produzir essa grande quantidade de biocombustível adicional necessário (por exemplo, o plantio de canola no Canadá, de soja nos Estados Unidos ou de dendê na Malásia). Com base na premissa de que a demanda global e, portanto, a produção de alimentos e outras culturas ainda precisariam ser atendidas, a terra adicionalmente necessária precisaria vir de algum outro lugar. Além disso, se as terras cultiváveis existentes fossem usadas para a produção de biocombustíveis, seria possível esperar que as culturas substituídas (por exemplo, trigo para panificação nos Estados Unidos) fossem produzidas em outros lugares. Embora também se possa presumir que a produção intensificada contribuiria de alguma maneira para atender à crescente demanda da produção agrícola, talvez houvesse uma necessidade absoluta adicional por terras cultiváveis, que precisaria ser atendida convertendo-se uma determinada área natureza em campos ou plantações. Essas áreas poderiam se situar tanto nos Estados Unidos como em outros países, como, por exemplo, a floresta tropical no Brasil ou na Malásia. Esse exemplo também ilustra que tanto o óleo de dendê da Malásia como o óleo de soja dos Estados Unidos poderiam resultar – direta ou indiretamente e em diferentes graus – na conversão de florestas naturais em campos ou plantações. Observe que esse os exemplos acima e suas possíveis consequências são puramente ilustrativos e que seria necessária uma análise mais profunda para identificar as consequências e cenários mais prováveis de um estudo sobre “a utilização de 50% de biocombustíveis no óleo diesel usado nos Estados Unidos”.

Para esses estudos, também é importante ressaltar que nem todos os processos ao longo do ciclo de vida do sistema analisado mostram esses efeitos em larga escala. Por exemplo, materiais de consumo necessários somente em pequenas quantidades são afetados apenas com consequências de pequena escala. Na verdade, na Situação B, a maioria dos processos por número muitas vezes terá apenas efeitos de pequena escala e os respectivos processos seriam modelados de acordo com a Situação A. A principal diferença entre a Situação A e a B é que, na B, pelo menos um processo do sistema de segundo plano ou de outros sistemas mostra essas consequências estruturais em larga escala. Além disso, apenas esses processos precisam da modelagem diferente. Palavras-chave típicas da Situação B incluem, entre outras, “análise de estratégias”, “desenvolvimento de políticas”, “desenvolvimento de conceitos”, “tecnologias difundidas” e semelhantes, frequentemente em combinação com “matéria-prima / energia / base / tecnologia XY”, etc. ■

5.3.6 Orientações para diferenciar claramente as Situações A e B

Pode haver casos em que não seja possível enquadrar um estudo facilmente na Situação A ou B.

Esse é o caso quando um estudo estratégico de nível meso afeta uma parte pequena demais do mercado para acionar quaisquer consequências estruturais em larga escala no sistema de segundo plano ou em outros sistemas.

Entretanto, pode haver estudos sobre um “produto” que, na verdade, estão mais relacionados a uma tecnologia mais ampla, a uma série de produtos ou a um grupo de produtos que desenvolvem e implementam essa tecnologia e, portanto, provocam mudanças em larga escala no nível meso (por exemplo, setorial). Isso pode ocorrer especialmente com setores ligeiramente “restritos”, como os de materiais básicos ou transportadores de energia, em que o número de diferentes produtos (ou seja, marcas) é muito inferior, por exemplo, ao da maioria dos bens de consumo.

Para decidir se um estudo pertence à Situação A ou B, é imperativo analisar se a decisão implica consequências em larga escala nos equipamentos/capacidade instalados fora do sistema de primeiro plano do sistema analisado que ocorrem por mecanismos de mercado de demanda e oferta. Nesse caso, a Situação B se aplica. No caso de consequências exclusivamente de pequena escala sobre a extensão do uso da capacidade existente, a Situação A se aplica.

Em geral, deve-se presumir que as consequências são de larga escala (“grandes”) se a demanda ou oferta adicional anual acionada pela decisão analisada exceder a capacidade da utilização da capacidade instalada substituída anualmente que fornece o processo, função ou produto mais amplo exigido adicionalmente, conforme o caso; se o percentual for superior a 5%, os 5% é que devem ser considerados²². Um exemplo: a capacidade instalada da produção de um material X comercializado globalmente²³, que pode ser necessário, em decorrência da decisão analisada, para produzir o produto Y, pode ser, digamos, de 10 milhões de toneladas. As fábricas que produzem o material X podem ter uma vida útil de 25 anos (ou seja, 4% delas são substituídas anualmente e em média).

Nesse caso, deve-se presumir que uma demanda anual de mais de $0,04 \cdot 10 \cdot 10^6 \text{ t} = 400.000 \text{ t}$ do material X tem a consequência em larga escala de resultar em uma capacidade ins-

²² Isso é o reconhecimento de que o sinal de mercado está relacionado tanto à taxa de substituição de equipamentos como à participação na oferta de mercado associada à decisão analisada.

²³ Para bens comercializados quase exclusivamente em um único país, a quantidade de produção desse país é relevante. Para bens comercializados em diferentes países ou em mercados maiores, a quantidade de produção aproximada no mercado em questão é a quantidade de produção relevante a ser considerada.

talada adicional para além da substituição de fábricas antigas. De maneira análoga, isso se aplica a mercados em forte queda, já que a velocidade com que os equipamentos são naturalmente desativados também é determinada pelo seu ciclo de vida útil.

Além da demanda adicional, a oferta adicional (por exemplo, um coproduto de um processo do sistema analisado) também pode ter consequências de larga escala. As explicações e disposições anteriores também se aplicam a casos de multifuncionalidade e fornecimento, por exemplo, de bens ou serviços adicionais para um mercado: se a quantidade fornecida anualmente for superior à taxa média de substituição da capacidade instalada do bem ou serviço alternativo substituído, o caso se enquadraria na Situação B e exigiria uma modelagem diferente. A Situação A não seria adequada, pois essas grandes quantidades resultariam em outras consequências no mercado mais significativas que a mera substituição da produção alternativa; o mercado não poderia absorvê-las sem passar por mudanças estruturais.

Um exemplo seria a produção de biodiesel de canola, que resulta em grandes quantidades de glicerina como coproduto que entram adicionalmente no mercado. Isso pode gerar consequências em larga escala em outros sistemas; nesse caso, por exemplo, a capacidade de produção de glicerina existente poderia ser reduzida para além do tempo normal de desativação das fábricas de glicerina²⁴. Em ligeiro contraste com a demanda, a oferta adicional está relacionada apenas a rotas/processos alternativos que desempenham a função substituída.

Caso a demanda ou oferta adicional não esteja relacionada a um processo ou produto específico (por exemplo, a palha como coproduto da produção de arroz), mas sim a uma função mais ampla (por exemplo, biomassa lignocelulósica seca), o disposto acima se aplica de forma análoga, abrangendo, contudo, todos os processos/produtos alternativos relevantes que realizam a função.

Observe novamente que todo o exposto acima se refere à demanda adicional no sistema de segundo plano e em outros sistemas. Qualquer capacidade recentemente instalada no sistema de primeiro plano não resulta na necessidade de um modelo de ICV diferente, uma vez que esse sistema deve ser modelado de maneira explícita (por meio de medição ou como cenários explícitos; isso vale para todas as situações). Mecanismos de mercado só podem agir sobre processos do sistema de segundo plano.

5.3.7 Situação C

Termos e conceitos: Situação C (“Contabilização”)

Contabilização/documentação puramente descritiva do sistema analisado (por exemplo, um produto, atendimento de necessidade, setor, país, etc.) do passado, presente ou futuro previsto, sem implicar um contexto decisório que possa resultar em possíveis consequências adicionais para outros sistemas.

Dois subcasos precisam ser diferenciados: Na Situação C1 (“Contabilização, com interações fora do sistema”), as interações existentes com outros sistemas são incluídas no modelo de ICV (por exemplo, considerando os benefícios da reciclagem ou a produção evitada de coprodutos). Cabe ressaltar que essas “interações” se referem apenas àquelas existentes com outros sistemas. Isso está em contraste com as consequências adicionais²⁵ que podem ocorrer

continua na página 72

²⁴ Na verdade, basicamente todas as fábricas de glicerina em todo o mundo já foram fechadas, em resposta à grande quantidade da glicerina coproduzida com biodiesel.

²⁵ Interações existentes/passadas entre sistemas descritas na Situação C1 também podem ser compreendidas como “consequências existentes/passadas” sobre o sistema de segundo plano. Isso está em contraste com “consequências adicionais/futuras” da Situação A e B. Portanto, a expansão e substituição do sistema poderiam também ser classificadas como um terceiro princípio de modelagem “interacional” que tem aplicações na modelagem consequencial e atribucional. Isso também explica por que a expansão/substituição do sistema se enquadra tanto na estrutura teoricamente atribucional da Situação C1 como na estrutura consequencial das Situações A e B.

na Situação A e B e que podem ser causadas pela decisão analisada. A Situação C2 leva em conta o sistema analisado isoladamente, ou seja, as interações com outros sistemas não são consideradas, mas casos de reciclagem e coprodução são solucionados no âmbito do modelo do sistema (por alocação)²⁶.

As aplicações mais relevantes dessa situação-alvo para os dois subtipos C1 e C2 são as seguintes:

Situação C1

- Monitoramento de impactos ambientais de uma nação, setor industrial, grupo de produtos ou produto;
- Informações sobre políticas: estudos sobre cestas ou grupos de produtos;
- Informações sobre políticas: identificação de grupos de produtos com maior impacto ambiental;
- Relatório corporativo ou relatório ambiental do local que inclua os efeitos indiretos nos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA);
- Estudos certificados de abastecimento ou partes certificadas do sistema analisado com garantias fixas ao longo da cadeia de abastecimento;
- Desenvolvimento de conjuntos de dados específicos, médios ou genéricos de processos unitários ou resultados de ICV para serem usados na Situação C1.

Situação C2

- Estudos contábeis que, conforme sua definição de objetivo, não incluem nenhuma interação com outros sistemas;
- Desenvolvimento de conjuntos de dados de processos unitários ou de resultados de ICV, específicos, médios ou genéricos, para serem usados na Situação C2.

Na Situação C, nenhuma decisão direta deve ser tomada com base nos resultados da ACV, uma vez que o ciclo de vida completo já foi decidido antes da realização da análise. Ou seja, o modelo de ICV só está documentando o que aconteceu (ou acontecerá no futuro durante, por exemplo, o uso de produtos de longa vida que já foram produzidos)²⁷. De um ponto de vista decisório, o estudo de ICV/ACV é puramente retrospectivo e os resultados se destinam exclusivamente a fins contábeis. Por essa razão, esses estudos não podem ser usados para informar diretamente, entre outras, decisões de compra ou responder a “possíveis” cenários. Um exemplo seria a análise do desempenho passado de diversas tecnologias de tratamento de resíduos de embalagens plásticas pós-consumo; isso pode ser analisado na Situação C1 ou C2. No entanto, o desempenho futuro dessas tecnologias – mesmo se as mesmas tecnologias forem usadas – depende também, por exemplo, da quantidade de plásticos secundários que a tecnologia produziria e dos usos existentes para eles. Por essa razão, a Situação A ou B se aplicaria para esse tipo de apoio decisório.

continua na página 73

26 Na modelagem econômica, a Situação C1 equivale ao cálculo do custo de produção do produto analisado, subtraindo do valor total de produção os preços de mercado viáveis de todos os coprodutos. A Situação C2 equivale à alocação dos custos de produção entre os coprodutos com base em outros critérios.

27 Também é possível modelar dados contábeis relacionados ao futuro (por exemplo, extrapolando os dados do ciclo de vida e a base do modelo usada para calcular dados contábeis passados). Isso, no entanto, é mais uma extrapolação de dados passados do que um modelo contábil originalmente relacionado ao futuro. Em qualquer caso, o uso retrospectivo é muito mais comum.

Entre estudos contábeis/ de monitoramento da Situação C, há dois casos, C1 e C2, que exigem uma modelagem de ICV diferente e devem ser diferenciados:

C1: Para o monitoramento baseado no ciclo de vida de, por exemplo, todos os produtos de determinado grupo de produtos produzidos em determinado espaço de tempo (por exemplo, determinado ano), o ciclo de vida completo “normal” dos produtos produzidos nesse período de tempo é levado em consideração, ou seja, incluindo o inventário de ciclo de vida mensurado ou previsto do estágio posterior de uso e fim de vida útil da respectiva quantidade desses produtos. Um exemplo é a série temporal do monitoramento do inventário do ciclo de vida de, por exemplo, todos os carros (ou o carro mais popular) produzidos anualmente na França. Esse tipo de estudo pertence à Situação C1. Esses estudos podem ser usados para comparar o desempenho passado de sistemas alternativos e apontar as alternativas mais benéficas, sem implicar, no entanto, que o resultado seria o mesmo para o futuro caso fosse necessário fazer uma decisão comparativa entre as alternativas, ou seja, uma alternativa seria comprada ou promovida politicamente e a outra não²⁸.

C2: Para o monitoramento de, por exemplo, grupos de produtos com uma fronteira de sistema que se refira especificamente a determinado período de tempo (por exemplo, determinado ano), somente as intervenções realizadas nesse espaço de tempo são levadas em conta. Um exemplo é a série temporal do monitoramento de todas as atividades relacionadas a carros (por exemplo, produção, uso, reciclagem de carros, etc.) para a quantidade total de carros em circulação em determinado ano na França. Isso leva necessariamente a uma distorção no ciclo de vida de produtos de longa vida (nesse caso, carros), uma vez que os bens produzidos no ano de referência são inventariados, enquanto as emissões inventariadas do estágio de uso são, por exemplo, as dos carros usados naquele ano, ou seja, incluindo todos os carros mais antigos ainda em circulação com normas de emissão possivelmente inferiores. Ao mesmo tempo, esse tipo de inventário não leva em conta a produção passada dos carros em circulação no período de tempo considerado, bem como o uso futuro e a reciclagem dos carros produzidos naquele ano. Além de dificuldades na interpretação dos resultados desses indicadores, esse tipo de estudo se enquadra na Situação C2.

Outro exemplo são estudos que têm por objetivo fornecer informações contábeis, em que uma mudança na demanda não afeta o sistema de segundo plano de maneira consequencial, mas sim por meio de acordos estabelecidos na cadeia de abastecimento, o que exige a modelagem da cadeia de abastecimento como Situação C1. A certificação de produtos de madeira é um exemplo em que as etapas da cadeia de abastecimento para o uso da madeira certificada XY seriam fixadas / garantidas²⁹, inclusive no sistema de segundo plano³⁰.

continua na página 74

28 Isso pode ser ilustrado com uma análise do tipo C1 da produção de biodiesel da canola em 1990, em que o coproduto glicerina recebeu o crédito por ter evitado a produção alternativa de glicerina a partir do petróleo. Naquele ano de 1990, o coproduto glicerina foi completamente absorvido pelo mercado e, portanto, evitou a produção de glicerina a partir do petróleo. Esse não é necessariamente o caso, no entanto, na tentativa atual de promover a produção de biodiesel da canola por meio, por exemplo, do estabelecimento de um objetivo política nos Estados Unidos para que, entre outros aspectos, o biodiesel responda por 20% da produção de diesel nacional: as enormes quantidades adicionais de glicerina resultantes não podem ser absorvidas pelo mercado da mesma maneira que uma pequena quantidade seria – a demanda não é grande o suficiente. A glicerina tem até mesmo o potencial de se tornar resíduo em vez de um coproduto. Assim, os resultados do estudo conduzido como Situação C1 poderiam informar erroneamente a política. Se, portanto, o objetivo do estudo fosse analisar os impactos ambientais da produção de biodiesel adicional, esse estudo precisaria ser realizado como pertencente à Situação A ou B, dependendo da escala de produção e das consequências relacionadas.

29 Veja, no entanto, o capítulo 6.8.2 sobre a restrição a processos não escalonáveis (por exemplo, hidrelétrica em alguns países), em que a oferta específica não pode ser ampliada e o mix de mercado deve ser usado. Isso também se aplicaria aqui, se o potencial da madeira certificada XY fosse reestruturado de maneira relevante e não escalonável para um grau relevante, com vistas a satisfazer uma demanda adicional.

30 Um exemplo de certificação em que isso não funciona seria um sistema de certificação relacionado apenas ao fornecedor direto, mas não a todo o sistema de segundo plano.

Ao mesmo tempo, dados contábeis, principalmente na Situação C1, informam decisores e formuladores de políticas sobre desdobramentos relacionados, por exemplo, a uma região como um todo ou a grupos específicos de serviços/atividades (como moradia, mobilidade individual, alimentos, etc.). Isso também pode ser feito de maneira comparativa (por exemplo, na comparação do impacto ambiental em potencial de um cidadão comum em diferentes países). Esses dados podem mostrar também, por exemplo, a participação de cada tipo de habitação (por exemplo, apartamentos em arranha-céus, casas unifamiliares, etc.) no impacto global das habitações nacionais, por m² ou por cidadão. Sendo assim, estudos contábeis identificam desdobramentos indesejáveis ou mostram os avanços alcançados com base nas decisões ou políticas implementadas. Entretanto, para desenvolver medidas políticas ou apoiar outras decisões, outros métodos de modelagem de ICV devem ser adotados: aqueles usados na Situação A ou B.

Palavras-chave típicas de estudos de ICV/ACV pertencentes à Situação C são “contabilização”, “monitoramento”, “retrospectivo”, “documentação”, etc., em relação a um “produto”, “cesta de produtos”, “atendimento de necessidade”, “setor”, “país”, “cidadão comum”, etc. ■

5.3.8 Orientações para diferenciar claramente as Situações C e A/B

É importante diferenciar claramente se um apoio decisório comparativo deve ser apoiado pelo estudo, ou seja, se o estudo e os dados informarão qual das alternativas comparadas é preferível por apresentar melhor desempenho ambiental.

Em muitos casos, estudos são classificados como “Monitoramento”, mas, como envolvem questões relacionadas ao apoio decisório e implicam recomendações e/ou medidas de política de maneira direta, eles pertencem, na verdade, à Situação A ou B.

Outros estudos têm por objetivo descrever sistemas, inclusive seus benefícios externos, mas sem a intenção de emitir recomendações, apoiar decisões de compra ou usá-los para obter, diretamente, medidas políticas: por exemplo, o objetivo de um estudo sobre o “monitoramento de sistemas de gestão de resíduos em diferentes países do Leste Europeu” pode ser o de identificar quais sistemas de gestão de resíduos foram mais ou menos vantajosos do ponto de vista ambiental. Essa questão implica, por exemplo, que os créditos pela energia recuperada e pelos materiais reciclados devem ser dados aos sistemas analisados para capturar seu desempenho comparativo. Entretanto, esse estudo não implica automaticamente, por exemplo, medidas políticas diretas e, portanto, pertence à Situação C1.

Dessa forma, a Situação C1 situa-se entre as Situações A/B e C2 – apesar de retrospectiva, ela leva em conta os benefícios para outros sistemas (por exemplo, por meio de coprodutos e da reciclagem). Na prática, há grande número de estudos contábeis que se enquadram na Situação C1.

Em outros casos, o interesse explícito pode ser fornecer informações de ciclo de vida de natureza contábil (por exemplo, para um produto, local, etc.) sem incluir interações existentes com outros sistemas. Nesse caso, a Situação C1 se aplica. O caráter contábil desses estudos deve ser declarado explicitamente no objetivo do estudo e suas restrições em relação ao apoio decisório e a comparações devem ser esclarecidas no relatório.

Disposições: 5.3 Classificação do contexto decisório

Aplicável à Situação A, B, e C, diferenciadamente.

- 1) **OBRIGATÓRIO - Identifique a situação-alvo aplicável:** identifique o tipo de contexto decisório do estudo de ICV/ACV, ou seja, a qual das situações-alvo arquetípicas A, B, C1 ou C2 o estudo pertence. Baseie-se nos aspectos do objetivo “aplicações previstas” (capítulo 5.2.1) e “decisões específicas a serem apoiadas” (capítulo 5.2.3), da seguinte maneira: [ISO!]

- I.a) **Situação A - “Apoio decisório no nível micro”**: apoio a decisões, normalmente no nível de produtos, mas também no de etapas de processos individuais, locais/empresas e outros sistemas, sem consequências ou com consequências exclusivamente de pequena escala no sistema de segundo plano ou outros sistemas. Ou seja, as consequências da decisão analisada, por si só, são pequenas demais para superar limiares e desencadear mudanças estruturais na capacidade instalada em outros lugares por meio de mecanismos de mercado³¹. A Situação A abrange, entre outras, as aplicações da ACV listadas a seguir; qualquer designação divergente para outra situação que não seja a A deve ser justificada e estar em conformidade com as disposições anteriores (veja também as disposições específicas seguintes para fazer a diferenciação entre a Situação A e B e entre a Situação C e A/B):
- Identificação de Indicadores-Chave de Desempenho Ambiental (ICDA) de um grupo de produtos para *Ecodesign* / ACV simplificada
 - Análise dos pontos fracos de um produto específico
 - *Ecodesign* detalhado / Projeto para reciclagem
 - Realização de ACV simplificada com base em ICDA/ estudo de *ecodesign*
 - Comparação de bens ou serviços específicos
 - Análise comparativa de produtos específico à luz da média do grupo desses produtos
 - Contratos de Compras Verdes Públicas e Privados (CVPP)
 - Desenvolvimento de critérios de rotulagem ambiental do Tipo I baseados no ciclo de vida
 - Desenvolvimento de Regras de Categorias de Produtos (RCP) ou de um guia específico semelhante para um grupo de produtos
 - Desenvolvimento de uma declaração ambiental do tipo III baseada no ciclo de vida (por exemplo, Declaração Ambiental de Produto (DAP)) para um produto ou bem específico)
 - Desenvolvimento de um indicador de “pegada de carbono”, “consumo de energia primária”, entre outros semelhantes, para um produto específico
 - Esverdeamento da cadeia de abastecimento
 - Disponibilização de dados quantitativos de ciclo de vida como anexo a uma Verificação de Tecnologia Ambiental (VTA) para uso comparativo
 - Mecanismo do Desenvolvimento Limpo (MDL) e Implementação Conjunta (IC)
 - Desenvolvimento de conjuntos de dados específicos, médios ou genéricos de processos unitários ou resultados de ICV para serem usados na Situação A
- I.b) **Situação B - “Apoio decisório no nível meso/macro”**: apoio decisório a estratégias com consequências em larga escala para o sistema de segundo plano ou outros sistemas. A decisão analisada, por si só, é grande o suficiente para resultar, por meio de mecanismos de mercado, em mudanças estruturais na capacidade instalada em pelo menos um processo fora do sistema de primeiro plano do sistema analisado. A Situação B abrange, entre outras, as aplicações

³¹ Observe que não se deve interpretar se essas consequências de pequena escala, por si só, resultam em consequências em larga escala na capacidade instalada, ou seja, devem ser enquadradas na Situação A.

de ACV listadas abaixo; qualquer designação divergente para uma situação-alvo que não seja a B deve ser justificada e estar em conformidade com as disposições anteriores (veja também as disposições específicas a seguir para fazer a diferenciação entre a Situação A e B e entre a Situação C e A/B):

- Desenvolvimento de políticas: previsão e análise do impacto ambiental de tecnologias difundidas, estratégias para matérias-primas, etc. e o desenvolvimento de políticas relacionadas
- Informações sobre políticas: identificação de grupos de produtos com maior potencial de melhoria ambiental
- Desenvolvimento de conjuntos de dados específicos, médios ou genéricos de processos unitários ou resultados de ICV para serem usados na Situação B

É importante observar que as disposições relativas à modelagem do ICV para a Situação B (veja capítulo 6.5.4.3) referem-se exclusivamente aos processos afetados por essas consequências em larga escala. As outras partes do sistema de segundo plano do modelo de ciclo de vida serão modeladas mais tarde como “Situação A”, ou seja, normalmente todos os processos com menor contribuição para os resultados gerais.

I.c) Situação C - “Contabilização”: de um ponto de vista decisório, uma contabilização/documentação retrospectiva do que aconteceu (ou acontecerá com base na extrapolação de previsões), sem nenhum interesse em quaisquer consequências adicionais que o sistema analisado possa ter no sistema de segundo plano ou outros sistemas. A Situação C tem dois subtipos: C1 e C2. A C1 descreve um sistema existente, mas leva em conta suas interações com outros sistemas (por exemplo, creditando os ônus evitados com a reciclagem). A C2 descreve um sistema existente isoladamente, sem levar em conta a interação com outros sistemas. Isso pode abranger as aplicações de ACV listadas a seguir; qualquer designação divergente para uma situação-alvo que não seja a C1 ou C2 deve ser justificada e estar em conformidade com as disposições anteriores. Veja, também, as disposições específicas a seguir para fazer a diferenciação entre a Situação C e A/B:

I.c.i) Situação C1 – “Contabilização com interações”:

- Monitoramento dos impactos ambientais de uma nação, setor industrial, grupo de produtos, ou produto
- Informações sobre políticas: estudos sobre cestas de produtos (ou grupos de produtos)
- Informações sobre políticas: identificação de grupos de produtos com maior impacto ambiental
- Relatório corporativo ou relatório ambiental do local que inclua efeitos indiretos no âmbito dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA)
- Estudos certificados de abastecimento ou partes certificadas do sistema analisado com garantias fixas ao longo da cadeia de abastecimento
- Desenvolvimento de conjuntos de dados de processos unitários ou de resultados de ICV, específicos, médios ou genéricos, para serem usados na Situação C1.

I.c.ii) Situação C2 – “Contabilização sem interações”:

- Estudos contábeis que, em função da definição do seu objetivo, não incluem nenhuma interação com outros sistemas;
- Desenvolvimento de conjuntos de dados de processos unitários ou de resultados de ICV, específicos, médios ou genéricos, para serem usados na Situação C2

Cabe ressaltar que qualquer apoio decisório resultante deve empregar os métodos previstos na Situação A ou B; a Situação C tem apenas uma função preparatória. Observe, no entanto, que, em virtude das disposições simplificadas deste documento, a modelagem de estudos enquadrados na Situação A (apoio decisório no nível micro) é idêntica à de estudos pertencentes à Situação C1, mas não vice-versa.

II) **OBRIGATÓRIO - Situação A ou B:** quando um estudo não pode ser inicialmente designado como Situação A ou B (por exemplo, ao analisar as principais estratégias de empresas que dominam o mercado ou questões relacionadas a produtos predominantes no mercado. Nessa situação, deve-se analisar se as consequências da decisão analisada são, por si só, grandes o suficiente para superar os limites relacionados e/ou outras restrições, e resultar em consequências em larga escala na capacidade instalada de produção do sistema de primeiro plano. Se esse for o caso: Situação B. Se não: Situação A. Em geral, deve-se presumir que as consequências são de larga escala se a demanda ou oferta adicional anual, acionada pela decisão analisada, exceder a capacidade da utilização de capacidade instalada substituída anualmente do processo, função ou produto mais amplo exigido adicionalmente, conforme o caso; se o percentual for superior a 5 %, os 5% é que devem ser usados. [ISO!]

III) **OBRIGATÓRIO - Situação C1 ou A/B:** quando um estudo não pode ser inicialmente designado de maneira clara como Situação C1 ou A/B (por exemplo, no caso de um estudo de monitoramento que envolva um apoio decisório comparativo). Nessa situação, deve-se analisar se o apoio decisório comparativo deve ser prestado pelo estudo de ICV/ACV, ou seja, se o estudo será usado em apoio a decisões sobre alternativas com um desempenho ambiental melhor ou pior. Nesse caso, a Situação A ou B se aplica, dependendo das consequências de pequena ou larga escala; veja as disposições correlatas. Caso contrário, ou seja, se o estudo estiver apenas informando retrospectivamente sobre melhor desempenho no passado, então a Situação C se aplica. [ISO!]

A Tabela 3 mapeia aplicações de ACV amplamente usadas para os produtos necessários do estudo e as situações-alvo A, B ou C correspondentes.

O Capítulo 6.5.4 apresenta uma visão geral das disposições relativas à modelagem de ICV para as Situações A, B e C.

A Figura 3 oferece um panorama sobre quais capítulos deste documento identificam as diferenças detalhadas de modelagem para as Situações A, B e C.

5.4 Necessidade de flexibilidade *versus* rigidez metodológica

Independentemente da situação-alvo específica, outros aspectos das aplicações previstas determinam se é necessária maior flexibilidade metodológica ou se a rigidez/reprodutibilidade é fundamental: em um extremo, na Situação A, o desenvolvimento de uma Declaração Ambiental de Produto (DAP) ou de um indicador de pegada de carbono exige alto grau de rigidez para permitir alto grau de reprodutibilidade e, portanto, uma comparabilidade suficiente entre os resultados dos produtos concorrentes. No outro extremo, na Situação B, afirmações comparativas de opções em termos de políticas para diferentes estratégias para matérias-primas no futuro (por exemplo, biocombustíveis x combustíveis fósseis) precisam trabalhar com extensas análises de cenários, inclusive dos princípios e abordagens de métodos de ICV, para garantir a robustez das conclusões e recomendações.

Isso significa que, principalmente para a Situação A, seria útil oferecer orientações mais definidas e específicas. As orientações gerais apresentadas neste documento precisariam ser interpretadas a partir da perspectiva dos tipos de processos e produtos a serem modelados. As disposições genéricas seriam convertidas em disposições mais específicas.

Esses documentos de orientações específicas sobre grupos de produtos ou tipos de processos (por exemplo, na forma de Regras de Categorias de Produtos – RCP) são, portanto, considerados benéficos para aumentar ainda mais a reprodutibilidade de estudos que se enquadram na Situação A. O desenvolvimento desses documentos de orientação de RCP é uma etapa subsequente a ser potencialmente conduzida pelos respectivos setores industriais.

Para garantir a compatibilidade com as disposições deste manual e de outros documentos de orientação do ILCD, a revisão crítica desses documentos de RCP é abordada no documento separado “Esquemas de avaliação para ACV”.

Disposições: 5.4 Necessidade de flexibilidade *versus* rigidez

I) OBRIGATÓRIO - Guias e RCP específicos para grupos de produtos e tipos de processos: [ISO+]

- I.a) **Necessidade de guias e RCP específicos:** para promover a reprodutibilidade de estudos de ICV/ACV, é recomendável desenvolver documentos de orientação e/ou Regras de Categorias de Produtos (RCP) específicos e compatíveis com o sistema ILCD sobre setores, grupos de produtos ou tipos processos. As disposições de um guia ou RCP específico serão compatíveis com o sistema ILCD se elas estiverem em conformidade com (ou seja, não contradizerem) as disposições deste documento e de outros Manuais do ILCD de referência. Portanto, elas podem ser mais rígidas ou mais específicas, mas não menos.
- I.b) **Guias e RCP específicos têm precedência sobre o Manual do Sistema ILCD:** se esses guias ou RCP tiverem sido desenvolvidos e aprovados em um processo de avaliação compatível com o ILCD, as disposições desses guias ou RCP se aplicarão para os grupos de produtos e tipos de processos que elas abrangem. Portanto, elas têm precedência sobre as disposições mais amplas do Manual do Sistema ILCD. Veja também o capítulo 2.3.

O documento “Esquemas de revisão para ACV” fornece informações sobre o tipo de revisão aplicável. Os futuros documentos específicos sobre “Qualificação do revisor” e “Escopo, métodos e documentação da revisão” para guias e RCP específicos sobre grupos de produtos e tipos de processos, fornecem os requisitos complementares.

5.5 Ampliação opcional do objetivo

(Nenhum capítulo correspondente na norma ISO 14044:2006)

O objetivo previsto de um estudo de ICV/ACV pode ser ampliado para incluir aplicações adicionais de interesse secundário (por exemplo, o desenvolvimento de uma Declaração Ambiental de Produto (DAP) para clientes empresariais com base no mesmo modelo de ciclo de vida a ser desenvolvido para avaliações comparativas internas, análises de pontos fracos e/ou uso na melhoria de produtos/ecodesign, etc. ou *vice-versa*. Essa ampliação do objetivo deve ser feita na fase inicial, uma vez que normalmente implica poucos esforços adicionais, enquanto uma ampliação mais tardia pode exigir recursos adicionais substanciais para coletar dados ausentes ou pouco precisos ou resultar na necessidade de remodelar o sistema de forma diferente (por exemplo, com parâmetros).

Disposições: 5.5 Ampliação opcional do objetivo

I) **RECOMENDADO - O objetivo será ampliado?** Considere a possibilidade de estender o objetivo para abranger outros usos/aplicações do estudo de ICV/ACV no intuito de se beneficiar das sinergias. [ISO+]

6 Definição do escopo - o que analisar e como

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3)

6.1 Introdução e visão geral

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.1)

Durante a fase de definição de escopo, o objeto do estudo de ICV/ACV (ou seja, o produto exato ou outros sistemas a serem analisados) é identificado e definido detalhadamente. Isso deve ser feito em consonância com a definição do objetivo. A seguir vem a parte principal da definição do escopo, na qual são derivados os requisitos de metodologia, qualidade, geração de relatórios e revisão com base no objetivo do estudo – ou seja, nos motivos para o estudo, no contexto decisório, nas aplicações previstas e nos destinatários dos resultados.

Na caracterização do escopo de um estudo de ICV/ACV com base em seu objetivo, os seguintes itens do escopo devem ser claramente descritos e/ou definidos:

- Os tipos de resultados que o estudo de ICV/ACV deverá produzir, em consonância com as aplicações previstas (capítulo 6.3);
- O sistema ou processo que será estudado e sua(s) função(ões), sua unidade funcional e seu(s) fluxo(s) de referência (capítulo 6.4, que relaciona disposições específicas de cada caso);
- Estrutura de modelagem de ICV e tratamento de processos e produtos multifuncionais (capítulo 6.5);
- Fronteiras do sistema, requisitos de completude e regras de corte relacionadas (capítulo 6.6);
- Categorias de impacto de AICV a serem incluídas e seleção dos métodos de AICV específicos a serem aplicados, bem como - se incluídos - dados de normalização e conjunto de ponderação (capítulo 6.7);
- Outros requisitos de qualidade dos dados de ICV no que concerne à representatividade e adequabilidade tecnológica, geográfica e temporal (capítulo 6.8);
- Tipos, qualidade e fontes dos dados e informações necessários (capítulo 6.9), e, especialmente nesse caso, a precisão necessária e as incertezas máximas permitidas (capítulo 6.9.2);
- Requisitos especiais para comparações entre sistemas (capítulo 6.10);
- Identificação das necessidades de revisão crítica (capítulo 6.11);
- Planejamento da comunicação dos resultados (capítulo 6.12).

O procedimento é descrito mais detalhadamente nos subcapítulos a seguir.

A ordem dos subcapítulos segue a lógica do fluxo de trabalho principal de ACV. Ao mesmo tempo, a inter-relação de alguns itens e a natureza iterativa da ACV impõem certos limites a isso.

Nas iterações subsequentes, a definição de escopo inicial do estudo de ICV/ACV (e, em alguns casos, até mesmo seu objetivo) frequentemente precisa ser submetida a um ajuste fino ou mesmo revista devido a limitações ou restrições imprevistas ou como resultado de informações adicionais. A documentação final do estudo de ICV/ACV deve refletir isso, incluindo a consequência para os níveis de completude, precisão, exatidão, etc. alcançados e para as aplicações previstas.

Antes de abordar em mais detalhes os diferentes aspectos da definição do escopo, dois requisitos transversais da ACV serão discutidos sucintamente. É importante ressaltar que estes devem ser verificados e referenciados explicitamente no trabalho subsequente e documentados.

- Consistência dos métodos, premissas e dados (capítulo 6.2.1)
- Reprodutibilidade (capítulo 6.2.2)

6.2 Visão geral e requisitos básicos

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.1)

6.2.1 Consistência dos métodos, premissas e dados

(Refere-se ao aspecto abordado pela ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.6.2)

Um requisito subjacente importante na ACV é assegurar uma consistência suficiente dos métodos e premissas, bem como dos dados, ao longo do estudo de ICV/ACV. Isso diz respeito a todas as fases e aspectos do trabalho de ACV e é um pré-requisito para a validade dos resultados e adequabilidade de qualquer comparação.

O que se segue deve ser levado em conta ao longo de todas as etapas da fase de determinação do escopo:

- A fim de garantir a qualidade dos resultados, todas as premissas devem ser estabelecidas de maneira consistente para as diferentes partes do sistema analisado (por exemplo, se os cálculos de energia usam o valor calorífico superior ou inferior). Os dados de ICV utilizados também devem ser consistentes em todo o sistema, na medida necessária para atender à exatidão, completude e precisão gerais exigidas pelo estudo (conforme identificadas no capítulo 6.9.2). Para comparações de produtos, por exemplo, isto significa que, entre outros, os mesmos padrões de uso dos produtos são presumidos, os mesmos estágios do ciclo de vida são incluídos, os dados de inventário têm aproximadamente o mesmo grau de precisão e rigor, etc.
- Da mesma forma, deve-se prever a aplicação de todos os métodos (por exemplo, para estimar as emissões de processos unitários ou para calcular o impacto dessas emissões na avaliação de impactos) de maneira uniforme ao longo do estudo e em conformidade com a definição de objetivo e de escopo. Em especial, deve-se assegurar que o ciclo de vida seja modelado com a aplicação de disposições metodológicas uniformes (por exemplo, conforme definidas para a Situação A) e use a mesma nomenclatura de fluxos elementares em todo o modelo do sistema, bem como entre todos os sistemas comparados no caso de estudos comparativos. Isso se aplica tanto ao conjunto de dados de segundo plano como aos dados de primeiro plano específicos que serão coletados (ver o capítulo 6.9). Isso também implica que os mesmos métodos de AICV (por exemplo, indicadores de impacto, diferenciação espacial e/ou temporal, etc.) serão aplicados a todos os sistemas nos estudos comparativos (ver o capítulo 6.7).
- Deve-se prever que eventuais inconsistências nos itens acima sejam documentadas e demonstradas/justificadas como insignificantes para os resultados de impacto ambiental do(s) sistema(s). Caso não seja possível demonstrar tal insignificância, isso deve ser considerado explicitamente ao declarar a qualidade obtida (no caso de um conjunto de dados ou estudo de ICV ou AICV) ou ao extrair conclusões ou recomendações (no caso de um estudo de ACV).

Em suma: durante a fase de definição de escopo e as fases subsequentes de inventário e avaliação de impactos, devem-se envidar todos os esforços para garantir alto grau de consistência em todos os aspectos metodológicos e de dados da ACV e em todos os processos contri-

buintes relevantes do sistema. A consistência efetivamente obtida deve ser verificada como parte da etapa de avaliação na fase de interpretação (ver o capítulo 9.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*) e deve ser considerada ao extrair conclusões e recomendações e nas comunicações.

Disposições: 6.2.1 Consistência de métodos, premissas e dados

Aplicável a todos os tipos de resultados, diferenciado implicitamente.

- I) **OBRIGATÓRIO - Consistência de métodos e premissas:** todos os métodos e premissas deverão ser aplicados de maneira suficientemente consistente a todos os estágios de ciclo de vida, processos, parâmetros e fluxos do(s) sistema(s) analisado(s), incluindo todos os sistemas de primeiro e segundo plano, conforme necessário e em conformidade com o objetivo do estudo. Isso também se aplica a métodos e fatores de AICV e a procedimentos de normalização e ponderação, caso incluídos.
- II) **OBRIGATÓRIO - Consistência dos dados:** todos os dados de ICV deverão ser suficientemente consistentes quanto à exatidão, precisão e completude, em conformidade com o objetivo do estudo.
- III) **OBRIGATÓRIO - Tratamento de inconsistências:** quaisquer inconsistências nos itens acima deverão ser documentadas. As inconsistências deverão ser insignificantes para os resultados de impacto ambiental do sistema analisado, ou, em estudos de ACV, para as conclusões e recomendações extraídas. Caso contrário, isso deverá resultar na revisão dos objetivos definidos, ou as inconsistências deverão ser consideradas explicitamente ao relatar posteriormente a qualidade obtida (no caso de um conjunto de dados ou estudo de ICV ou AICV, ou ao extrair conclusões e recomendações em um estudo de ACV).

6.2.2 Reprodutibilidade

(Refere-se ao aspecto abordado pela ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.6.2)

A reprodutibilidade é outro requisito importante para a ACV que deve ser cumprido: a reprodutibilidade obtida de um estudo de ICV/ACV é uma avaliação qualitativa indicando até que ponto os métodos, premissas e dados/fontes de dados documentados permitiriam a um praticante independente reproduzir satisfatoriamente os resultados do estudo de ICV/ACV e quaisquer conclusões ou recomendações extraídas. Isso é importante para a credibilidade do estudo de ICV/ACV e um item relevante para revisão.

Uma boa reprodutibilidade de estudos de ICV/ACV é apoiada por uma orientação clara para o trabalho de ACV (por exemplo, aquela definida no *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*), por sua aplicação consistente e transparente e pela documentação adequada desses itens no relatório e/ou no conjunto de dados do estudo. O modelo de relatório de ACV do ILCD e o formato de conjunto de dados de referência de ICV proporcionam uma documentação técnica adequada e eficiente para orientar os usuários e revisores especializados e funcionam como referência e ponto de partida para o desenvolvimento de meios de comunicação com o público não técnico.

Em muitos casos de estudos de ICV/ACV publicados, há uma necessidade de equilibrar a reprodutibilidade e a confidencialidade. Uma revisão crítica externa independente dos dados é uma maneira adequada de garantir a qualidade dos dados dos conjuntos de dados de ICV e a robustez/reprodutibilidade dos resultados de estudos comparativos de ACV, atendendo ao mesmo tempo às necessidades de confidencialidade: até onde a confidencialidade o permita,

deve-se prover transparência pública de todos os dados e parâmetros. Caso a transparência pública não seja possível, a avaliação de reprodutibilidade deve ser apoiada pelo fornecimento de acesso confidencial às informações confidenciais (via de regra, processos unitários e/ou dados brutos, bem como premissas e parâmetros relacionados) exclusivamente ao(s) revisor(es) crítico(s). Em qualquer caso, deve-se fornecer acesso público à metadocumentação apropriada do(s) sistema(s) modelado(s), incluindo os métodos de ICV e AICV aplicados, as principais fontes de dados utilizadas, as premissas e limitações relevantes, etc.

No caso de estudos comparativos de ACV, os resultados de ICV e AICV sempre devem ser públicos – ou seja, não podem ser incluídos exclusivamente no relatório confidencial.

Disposições: 6.2.2 Reprodutibilidade

- I) **OBRIGATÓRIO - Documentação para reprodutibilidade:** A documentação dos métodos, premissas e dados/fontes de dados usados em um estudo de ICV/ACV (ver o capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*) deverá ser apropriada e suficientemente transparente para permitir que outro praticante de ACV reproduza satisfatoriamente os resultados.
 - I.a) No caso de um conjunto de dados ou estudo de ICV ou AICV³², isso se refere aos resultados da AICV.
 - I.b) No caso de um estudo de ACV, isso se refere a quaisquer conclusões ou recomendações extraídas.
- II) **RECOMENDADO - Processo de documentação de apoio:** Recomenda-se dar início à documentação, em formato eletrônico ou impresso e orientada pela necessidade final de geração de relatórios, no início do processo, e revisar/fazer um ajuste fino na documentação inicial ao longo do estudo. [ISO+]
- III) **OBRIGATÓRIO - Informações confidenciais:** Para dados subjacentes confidenciais ou exclusivos e informações que não podem ser publicadas, pode-se prever um relatório confidencial em separado. Esse relatório deverá ser disponibilizado ao(s) revisor(es) crítico(s) sob normas de confidencialidade (caso uma revisão crítica seja exigida ou prevista). Ver também o capítulo 10.3.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

Obs.: O modelo de relatório de ACV e o formato de conjunto de dados de ICV, disponíveis separadamente, proporcionam uma documentação técnica adequada e eficiente para informar os usuários e revisores especializados. Eles fornecem um ponto de partida e uma referência para desenvolver a comunicação com um público não técnico. [ISO+]

6.3 Tipos de resultados de ICV e ACV e aplicações previstas

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 correspondente)

O tipo de resultado esperado é derivado do objetivo do estudo de ICV/ACV e, especialmente, das aplicações pretendidas. Isso só não ocorre quando o tipo já é especificado diretamente no objetivo. Essa etapa geralmente ocorre muito precocemente durante a definição do escopo, pois a profundidade e abrangência do estudo de ICV/ACV podem diferir consideravelmente entre os tipos. Na norma ISO 14044:2006, essa questão é abordada apenas implicitamente; portanto, não há um capítulo diretamente correspondente na ISO 14044:2006.

Os tipos de resultados possíveis mais comuns, dos mais básicos aos mais abrangentes, são os seguintes:

³² Ver os diferentes tipos de resultados de um estudo de ICV/ACV em 6.3.

- Estudo e/ou conjunto de dados de Inventário de Ciclo de Vida (“ICV”), nas seguintes variantes:
 - Estudo e/ou conjunto de dados de processo unitário, com dois subtipos (o conceito é ilustrado na Figura 7):
 - Processo de unidade operacional única (variantes: fixo ou parametrizado)
 - Processo de unidade de caixa preta (variantes: fixo ou parametrizado)
 - Conjunto de dados de sistema parcialmente terminado (variantes: fixo ou parametrizado)
 - Estudo e/ou conjunto de dados de resultados de Inventário de Ciclo de Vida (“resultados de ICV”)
- Estudo e/ou conjunto de dados de resultados de Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida (“resultados de AICV”)
 - Estudo não comparativo de Avaliação de Ciclo de Vida (“estudo de ACV”), incluindo, por exemplo, avaliação de impacto e interpretação
 - Estudo comparativo de Avaliação de Ciclo de Vida (“estudo comparativo de ACV”), nas seguintes variantes:
 - Estudo comparativo não assertivo de Avaliação de Ciclo de Vida (“estudo comparativo não assertivo de ACV”)
 - Estudo comparativo assertivo de Avaliação de Ciclo de Vida (“estudo comparativo assertivo de ACV”), em que a superioridade, inferioridade ou igualdade de quaisquer alternativas comparadas é concluída explicitamente
- Modelo detalhado de ICV do sistema analisado quando uma análise mais meticulosa do cenário é pretendida (por exemplo, no *ecodesign* detalhado).

Obs.: Para estudos que desenvolvam modelos, métodos e fatores de AICV, consulte o documento de orientação separado “Framework and requirements for Life Cycle Impact Assessment (LCIA) models and indicators” [Estrutura e requisitos para modelos e indicadores de Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida (AICV)].

A Tabela 3 fornece uma visão geral dos tipos de resultados esperados de um estudo de ICV/ACV como insumo para cada aplicação pretendida³³. Mostra também a qual das três situações arquetípicas de objetivo cada aplicação geralmente pertence e qual norma ISO específica, caso exista, está relacionada a cada tipo de resultado.

A forma de geração de relatórios necessária depende de vários fatores; além do tipo de resultado e das aplicações pretendidas, isso também é influenciado, por exemplo, pelos destinatários. As disposições relacionadas são descritas detalhadamente no capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

33 Em última análise, todos os estudos de ACV referem-se a processos unitários e, além disso, às medições ou à modelagem original das emissões do processo, etc. Entretanto, o tipo de resultado de ICV/ACV a ser desenvolvido como ponto de partida direto para a aplicação de ACV designada pode ser, por exemplo, um estudo de ACV, um conjunto de dados de resultados de ICV, uma ferramenta baseada em ICDA (indicadores-chave de desempenho ambiental) específica de grupos de produtos, etc. Além disso, os resultados de ICV e conjuntos de dados de processos unitários sempre são etapas intermediárias de qualquer estudo de ACV específico. Deve-se observar que, via de regra, também são necessárias várias outras informações e dados, ferramentas de software específicas e, evidentemente, conhecimentos e experiência específicos. Isso não é explorado mais detalhadamente aqui porque está além do escopo deste documento.

Tabela 3 - Tipos mais comuns de resultados de estudos de ICV/ACV necessários para aplicações de ACV específicas (visão geral indicativa). As opções mais adequadas devem ser decididas com base no caso específico.

Áreas de aplicação / Finalidades	Aplicações de ACV (do ponto de vista do usuário ou fornecedor de informações de ciclo de vida)	Tipo de resultado e/ou aplicação de ICV/ACV exigido como insumo direto para a “aplicação de ACV” *	Situação de objetivo aplicável	Norma ISO relacionada (além da 14040 e 14044:2006)
Melhoria de produto	Identificação de Indicadores-Chave de Desempenho Ambiental (ICDA) de um grupo de produtos para Ecodesign/ ACV simplificada	d ou e ou iii; e f	A	
	Análise de pontos fracos de um produto específico	f e d	A	ISO/TR 14062
	Ecodesign detalhado/ Design para reciclagem	f	A	ISO/TR 14062
	Execução de ACV simplificada do tipo ICDA/Estudo de ecodesign	i	A	
Comparações e aquisição de produtos	Comparação de bens ou serviços específicos	e, ii ou iv	A	
	Medição comparativa do desempenho de produtos específicos contra a média do grupo de produtos	e	A	
	Compras Verdes Públicas (CVPP) ou Privadas	e, ii ou iv	A	ISO 14015
Comunicação	Desenvolvimento de critérios de rotulagem ambiental do Tipo I com base no ciclo de vida	d, e, i ou iii	A	ISO 14024

Continua

Áreas de aplicação / Finalidades	Aplicações de ACV (do ponto de vista do usuário ou fornecedor de informações de ciclo de vida)	Tipo de resultado e/ou aplicação de ICV/ACV exigido como insumo direto para a “aplicação de ACV” *	Situação de objetivo aplicável	Norma ISO relacionada (além da 14040 e 14044:2006)
	Desenvolvimento de Regras de Categoria de Produto (RCP) ou de um guia semelhante específico para um grupo de produtos	e ou d; e f	A	ISO 14025
	Desenvolvimento de uma declaração ambiental do Tipo III baseada no ciclo de vida (por exemplo, Declaração Ambiental de Produto (DAP) para um bem ou serviço específico)	e ou i; e f	A	ISO 14025
	Desenvolvimento da “Pegada de Carbono”, “Consumo de Energia Primário” ou um indicador semelhante para um produto específico	d, i ou f	A	ISO 14025
	Cálculo dos efeitos indiretos em Sistemas de Gestão Ambiental (SGA)	b ou d	C1	ISO 14001
	“Esverdeamento” da cadeia de abastecimento	ii, iv ou e	A	ISO 14015
	Fornecimento de dados comparativos de ciclo de vida como anexo a uma Verificação Ambiental de Tecnologia (VAT) para uso comparativo	ii, d ou i	A	

Continua

Áreas de aplicação / Finalidades	Aplicações de ACV (do ponto de vista do usuário ou fornecedor de informações de ciclo de vida)	Tipo de resultado e/ou aplicação de ICV/ACV exigido como insumo direto para a “aplicação de ACV” *	Situação de objetivo aplicável	Norma ISO relacionada (além da 14040 e 14044:2006)
Em várias áreas	Desenvolvimento de conjuntos de dados de resultados de processo unitário ou ICV específico, médio ou genérico para uso em diferentes aplicações	a ou b	A, B, C1 ou C2	
	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e Implementação Conjunta (JI)	d, ii, i ou f	A	
Apoio a decisões estratégicas	Desenvolvimento de políticas: previsão e análise do impacto ambiental de tecnologias predominantes, estratégias de matérias-primas, etc., e desenvolvimento de políticas relacionadas	e	B	
	Informações para políticas: identificação de grupos de produtos com maior potencial de melhoria ambiental	e	B	
Contabilização	Monitoramento dos impactos ambientais de um país, setor industrial, grupo de produtos ou produto	d ou b	C1	

Continua

Áreas de aplicação / Finalidades	Aplicações de ACV (do ponto de vista do usuário ou fornecedor de informações de ciclo de vida)	Tipo de resultado e/ou aplicação de ICV/ACV exigido como insumo direto para a “aplicação de ACV” *	Situação de objetivo aplicável	Norma ISO relacionada (além da 14040 e 14044:2006)
	Informações para políticas: estudos do tipo de cesta de produtos (ou grupos de produtos)	<u>e</u>	C1	
	Informações para políticas: identificação de grupos de produtos com maior impacto ambiental	<u>e</u>	C1	
	Estudos do tipo de abastecimento certificado ou partes do sistema analisado com garantias fixas ao longo da cadeia de abastecimento	b, <u>d</u> , e ou ii	C1	
	Relatórios ambientais corporativos ou locais	<u>d</u>	C1	ISO 14015, ISO 14031
	Estudos contábeis que, segundo sua definição de objetivos, não incluem a interação com outros sistemas	<u>d</u>	C2	

* Tipo de resultado e/ou aplicação de ICV/ACV exigido como insumo direto para a “aplicação de ACV”^{34, 35, 36}.

Disposições: 6.3 Tipos de resultados de ACV e aplicações previstas

Aplicáveis à Situação A, B e C, diferenciadas.

I) IMPORTANTE - Tipos de resultados: caracterizar a partir da(s) aplicação(ões) identificada(s) na definição de objetivos (ver o capítulo 5.2.1) e de quaisquer parâmetros

- 34** Tipo básico como insumo para aplicação de ACV: a = Conjunto de dados de processo unitário; b = Conjunto de dados de resultados de ICV; c = Conjunto de dados de resultados de AICV; d = Estudo não comparativo de ACV; e = Estudo comparativo de ACV; f = Modelo detalhado de ICV de sistema. Aplicação como insumo para outras aplicações de ACV: i = ferramenta baseada em ICDA; ii = DAP; iii = Conjunto de critérios para ecorrotulagem do Tipo I baseada em ciclo de vida; iv = Ecorrotulagem do Tipo I baseada em ciclo de vida do sistema.
- 35** Tipicamente, várias aplicações de ACV usam pelo menos alternativamente o resultado de outras aplicações de ACV como insumo; por exemplo, as Compras Verdes frequentemente operam com critérios de ICDA ou Ecorrotulagem do Tipo I. Isso é indicado adicionalmente na tabela.
- 36** Observe que os estudos de ACV (d e e) como forma básica de aplicação podem já fornecer diretamente a aplicação de ACV exigida – por exemplo, uma análise de pontos fracos do produto específico ou uma comparação de produtos como apoio às compras. Nesses casos, as letras d e e estão sublinhadas.

prévios potenciais o(s) tipo(s) apropriado(s) de resultado(s) que o estudo de ICV/ACV deve fornecer. A Tabela 3 fornece uma visão geral. Os tipos mais comuns, relacionados por ordem crescente de abrangência e/ou complexidade, são os seguintes: [ISO!]

- I.a) Estudo e/ou conjunto de dados de Inventário de Ciclo de Vida (“ICV”), nas seguintes variantes:
 - I.a.i) Estudo e/ou conjunto de dados de processo unitário, com dois subtipos:
 - I.a.i.1) Processo de unidade operacional única (variantes: fixo ou parametrizado)
 - I.a.i.2) Processo de unidade de caixa preta (variantes: fixo ou parametrizado)
 - I.a.ii) Conjunto de dados de sistema parcialmente terminado (variantes: fixo ou parametrizado)
 - I.a.iii) Estudo e/ou conjunto de dados de resultados de Inventário de Ciclo de Vida (“resultados de ICV”)
- I.b) Estudo e/ou conjunto de dados de resultados de Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida (“resultados de AICV”)
- I.c) Estudo não comparativo de Avaliação de Ciclo de Vida (“estudo de ACV”), incluindo, por exemplo, avaliação de impactos e interpretação
- I.d) Estudo comparativo de Avaliação de Ciclo de Vida (“estudo comparativo de ACV”), nas seguintes variantes:
 - I.d.i) Estudo comparativo não assertivo de Avaliação de Ciclo de Vida (“estudo comparativo não assertivo de ACV”)
 - I.d.ii) Estudo comparativo assertivo de Avaliação de Ciclo de Vida (“estudo comparativo assertivo de ACV”), em que a superioridade, inferioridade ou igualdade de quaisquer alternativas comparadas é concluída explicitamente
- I.e) Modelo detalhado de ICV do sistema analisado

Note-se que diferentes tipos de resultados impõem requisitos diferentes, por exemplo, em termos de relatórios e revisão.

Obs.: Para o desenvolvimento de modelos, métodos e fatores de AICV como um tipo especial de resultado de ACV, consulte o documento de orientação separado “Framework and requirements for Life Cycle Impact Assessment (LCIA) models and indicators” [Estrutura e requisitos para modelos e indicadores de Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida (AICV)]. [ISO+]

6.4 Função, unidade funcional e fluxo de referência³⁷

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.2, e a aspectos de 4.2.3.3.1)

6.4.1 Identificação detalhada do(s) processo(s) ou sistema(s) a ser(em) analisado(s)

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.2 e 4.2.3.3.1)

Com base nas informações iniciais sobre o(s) processo(s) ou sistema(s) a ser(em) anali-

³⁷ Um exemplo detalhado de função, unidade funcional, fluxo de referência, etc., é fornecido no capítulo 6.4.4.

sado(s) no âmbito da definição de objetivos, frequentemente é necessário acrescentar detalhes à definição do escopo. Especialmente quando o objetivo do estudo de ICV/ACV é de natureza menos específica (por exemplo, “Afirmção comparativa sobre opções de embalagem predominantes no mercado de legumes frescos no Reino Unido”), os sistemas a serem analisados e comparados (no caso, as opções de embalagem específicas) devem também ser identificados e especificados detalhadamente. Isso deve ser feito na fase de escopo do estudo de ICV/ACV. Tal necessidade de melhor especificação na definição do escopo sempre é encontrada quando o objetivo é relacionado, por exemplo, a “genérico”, “médio”, “conceito” ou outras características insuficientemente definidas que requerem interpretação.

Essa especificação do sistema está estreitamente relacionada à(s) função(ões) do(s) sistema(s), à(s) sua(s) unidade(s) funcional(is) e ao(s) seu(s) fluxo(s) de referência.

Termos e conceitos: função, unidade funcional e fluxo de referência

A função e a unidade funcional do sistema são os elementos centrais de uma ACV. Sem eles, não é possível estabelecer uma comparação significativa e válida, especialmente entre produtos:

Uma ACV sempre é ancorada em uma descrição quantitativa precisa da(s) função(ões) fornecidas pelo sistema analisado (por exemplo, “cobertura de uma parede externa contra os elementos, etc.”). Deve-se notar que também os objetos de estudo monitorados com indicadores baseados em ACV, como uma opção de política ou estratégia analisada, têm uma “função”, no sentido de que uma função de ACV equivale à especificação quantitativa e qualitativa do objeto analisado.

Isso geralmente é feito usando a unidade funcional que designa e quantifica os aspectos qualitativos e quantitativos da(s) função(ões), juntamente com as perguntas “o quê”, “quanto”, “quão bem” e “por quanto tempo”. Para um produto, isso pode ser, por exemplo, “Cobertura completa de 1 m² de parede externa preparada por 10 anos com 99,9% de opacidade”. Para uma opção de política, a aplicação é análoga. Para maior clareza, os exemplos a seguir discriminam os quatro aspectos: pode ser, digamos, uma política de produto definindo requisitos mínimos (ou seja, “quanto” e “quão bem”) de todos os produtos do grupo de produtos X vendidos no mercado dos Estados Unidos (ou seja, “o quê”) de 2012 até a revisão da política em cinco anos (ou seja, “por quanto tempo”). Para um indicador de país, isso seria, por exemplo, todos os bens e serviços que contribuem para a mobilidade (ou seja, “o quê”) na Coreia do Sul (ou seja, “quanto”) por um ano correspondente ao ano base de 2006 (ou seja, “por quanto tempo”). O “quão bem” faria parte da definição de mobilidade (por exemplo, se a caminhada está incluída). O fundamental é que a unidade funcional nos permita fazer comparações válidas, até onde os objetos comparados (ou dados de série temporal do mesmo objeto) sejam comparáveis. Essas definições e a quantificação da unidade funcional frequentemente são baseadas em padrões de medição técnica.

O fluxo de referência, finalmente, é o fluxo (ou os fluxos, no caso de processos multifuncionais) ao qual todos os demais fluxos de insumos e saídas (por exemplo, todos os fluxos elementares e fluxos de produtos não referenciados e resíduos) estão quantitativamente relacionados. O fluxo de referência concretiza a unidade funcional e pode ser expresso em relação direta à unidade funcional (por exemplo, “Cobertura completa de 1 m² de parede externa preparada por 10 anos com 99,9% de opacidade usando a tinta A”) ou de uma forma mais orientada ao produto (por exemplo, “0,67 l de tinta A”). A escolha do tipo preferencial de fluxo de referência depende, em primeiro lugar, do tipo de produto: para produtos com apenas uma função relevante, ambas as opções são possíveis. Para produtos com várias funções alternativas (por exemplo, “1 kg de folha de aço; tipo XY...”), é mais útil usar uma quantidade medida (por exemplo, a massa em kg) do produto com sua especificação técnica como fluxo de referência em vez de um fluxo de referência relacionado a uma unidade funcional específica medida, por exemplo, em m², pois isso pode complicar outros usos do conjunto de dados. Observe que a lógica de modelagem do

continua na página 92

software de ACV empregado também pode exigir ou tornar preferível o uso de uma das duas opções, dependendo da flexibilidade para conectar processos com fluxos de referências designados diferentemente.

Deve ser observado que um dos aspectos tanto da unidade funcional como do fluxo de referência é a localização (e o tipo de localização) em que o produto está disponível. Por exemplo, as localizações “na Alemanha”/“DE” e “1 l de leite fresco em embalagem longa vida no ponto de venda” ou “...ao consumidor” identificam como tipo de localização as etapas de transporte e/ou armazenagem incluídas no inventário. Isso deve ser identificado como parte do nome do fluxo de referência, a menos que o conjunto de dados refira-se a uma etapa do processo inespecífica de localização (por exemplo, “Máquina de moldagem por injeção de alta pressão para HD-PE, etc.”).

Para saber mais sobre os aspectos quantitativos e qualitativos da unidade funcional, consulte os capítulos 6.4.2 e 6.4.3 e o exemplo no capítulo 6.4.4.

Recomenda-se também fornecer uma descrição detalhada do sistema analisado, incluindo fotos (especialmente no caso de produtos de consumo).

Frequentemente o objetivo do estudo de ICV/ACV determina qual de suas funções individuais será enfocada e qual será o objeto analisado, ou se todo o sistema será objeto da análise: por exemplo, uma usina de incineração de resíduos pode ser observada do ponto de vista da gestão de resíduos, tomando apenas um dos componentes individuais do lixo doméstico (fração de polímeros, materiais inertes, fração de biomassa orgânica, etc.) como seu fluxo de referência e unidade funcional³⁸. Se o conjunto de dados “eletricidade da incineração de resíduos domésticos” fosse necessário, a eletricidade seria definida como o fluxo de referência. Se, em uma terceira perspectiva, uma análise detalhada da usina de incineração fosse o objetivo do estudo de ICV/ACV, a usina como um todo seria tomada como alvo, especificada tecnicamente e possivelmente parametrizada, em vez de se definir qualquer unidade funcional específica. ■

6.4.2 Aspectos quantitativos da unidade funcional

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.2)

A primeira etapa da definição da unidade funcional é a identificação e quantificação das propriedades quantificáveis relevantes e do desempenho técnico/funcional do sistema. Um exemplo de produto seria uma sacola de compras, cuja resistência, volume e outras propriedades seriam aspectos quantitativos relevantes. Porém, a frequência com que a sacola pode ser usada (ou é usada, com base em pesquisas) é importante. Para serviços, o exemplo de serviços de limpeza forneceria o tipo de piso e a área limpa (até uma dada especificação de grau de limpeza). Deve-se observar que, embora aqui as propriedades quantitativas sejam abordadas, elas sempre estão necessariamente relacionadas a uma certa qualidade; não obstante, elas podem e devem ser quantificadas.

Para quantificar a unidade funcional de muitos produtos, dois aspectos relativos à extensão da função fornecida devem ser diferenciados: a duração do uso (no tempo) e a extensão/quantidade da função real fornecida. Por exemplo, um automóvel pode ter uma vida útil média de 12 anos. Entretanto, para fins de comparação com outros modelos, a vida útil em termos de quilômetros rodados é a informação funcional mais adequada. Para produtos com função contínua (por exemplo, residências ou geladeiras), isso geralmente não se aplica, mas sempre que a intensidade do uso desempenha um papel predominante, a escolha da unidade funcional ade-

³⁸ É equivalente usar, por exemplo, um fluxo de resíduos do tipo “fração de resíduos orgânicos” ou o fluxo de produto “tratamento da fração de resíduos orgânicos” como fluxo de referência. A escolha, porém, influencia a forma como o sistema de produto será modelado, visto que na primeira opção (que segue uma lógica de “fluxo de processo”) o fluxo de resíduos seria um fluxo de entrada ao processo de tratamento de resíduos, ao passo que na segunda opção (que segue uma lógica segundo a qual “serviços sempre são insumos”) o fluxo de produto de tratamento de resíduos seria um fluxo de saída do processo de tratamento de resíduos.

quada torna-se crucial. O mesmo se aplica, por exemplo, a roupas, telefones celulares, aparelhos de TV, etc., em que a duração da posse do produto antes de ser descartado não é adequada para comparações. Por outro lado, essa pode ser uma informação importante para questões como a armazenagem de carbono ou a identificação do horizonte temporal em que a reciclagem ocorre (por exemplo, os telefones celulares geralmente são mantidos por muitos anos após o término do uso, porque os requisitos de gestão de resíduos são pouco claros e o produto não requer muito espaço).

Deve-se salientar também que, para muitos produtos, mas também para bens multifuncionais complexos (como computadores pessoais), a identificação e quantificação da unidade funcional não são tão simples, porque dependem, entre outros fatores, de uma combinação de perfis de uso específicos.

Aspectos qualitativos adicionais são abordados no capítulo 6.9.2.

Erros frequentes: comparações não baseadas na unidade funcional relevante

As comparações não devem ser realizadas com base em qualquer outra referência que não seja as unidades funcionais equivalentes. Comparações entre materiais diferentes com base na massa (por exemplo, “1 kg de vidro” versus “1 kg de PET”) são, portanto, irrelevantes e enganosas. Uma comparação de materiais só pode ser realizada no contexto dos produtos em que eles são usados. Em outras palavras, a função deve ser considerada, especificada e quantificada na unidade funcional (por exemplo, “uma garrafa de vidro descartável de 1 l” versus “uma garrafa PET descartável de 1 l”, e: “...ambas para fornecimento de água ao consumidor final”)³⁹. Com relação à possibilidade limitada de substituição de produtos em mercados de nicho, consulte o capítulo 5.2.2.

Uma comparação do nível de materiais só pode ser realizada de maneira significativa quando é feita por meio da comparação de diferentes tecnologias ou rotas de produção do mesmo material (por exemplo, “1 kg de poliamida 6.6 de petróleo bruto pela via química clássica” versus “1 kg de poliamida 6.6 de caules de milho pela via biotecnológica/química combinada”). Neste exemplo, a comparação ocorre efetivamente entre tecnologias/rotas (com a mesma unidade funcional de “saída de 1 kg de poliamida 6.6”) e NÃO entre materiais.

Observe também que, para tais comparações, as mesmas propriedades quantitativas e qualitativas das duas variantes de poliamida 6.6 devem ser asseguradas, por exemplo, em termos de peso molar, cor, etc., para proporcionar uma comparação válida e equitativa. ■

6.4.3 Aspectos qualitativos da unidade funcional

([Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.2](#))

Diferença entre aspectos quantitativos e qualitativos

A definição qualitativa da(s) função(ões) do sistema é uma descrição da forma pela qual essas funções são fornecidas, bem como de outras qualidades do produto. Esses aspectos qualitativos devem incluir aspectos que não são facilmente quantificáveis, como a resistência à umidade (por exemplo, de uma sacola de compras) ou aspectos relacionados à percepção pelo usuário da equivalência e substitutibilidade do produto comparado, que são, portanto, importantes para assegurar uma comparação equitativa. Os aspectos ligados à percepção podem ser, por

³⁹ Neste caso específico, a unidade funcional deve ser complementada por outras informações quantitativas/qualitativas, como migração, preservação do sabor, permeabilidade de gás ou validade, que devem ser abordadas pelo menos em termos qualitativos para garantir a comparabilidade do ponto de vista do consumidor.

exemplo, a percepção do produto como elegante ou a posse de características de design específicas, como forma, tato, etc.

Uso de aspectos qualitativos para comparações mais informadas

Os aspectos qualitativos relevantes devem ser documentados, pois podem ser decisivos para a aceitação do produto pelo usuário. Isso é necessário para garantir que os produtos comparados sejam efetivamente comparáveis – do ponto de vista do usuário. Em última análise, as partes interessadas centrais do estudo (por exemplo, o cliente, a concorrência, etc.) determinam quais aspectos qualitativos devem ser documentados para apoiar uma comparação justa. A definição de uma unidade funcional, portanto, deve incluir aspectos fundamentais tanto quantitativos quanto qualitativos para evitar a subjetividade na definição subsequente de equivalência. Especialmente no caso de produtos complexos que podem diferir em vários aspectos qualitativos (por exemplo, dois automóveis com diferentes níveis de conforto), é importante que a equivalência da “unidade funcional” seja estabelecida cuidadosamente para garantir comparações válidas e defensáveis, particularmente quando se trata de afirmações comparativas divulgadas ao público. Deve-se salientar, na interpretação, em quais aspectos qualitativos as alternativas diferem, esclarecendo que a aceitação da equivalência cabe exclusivamente ao usuário – ou seja, as alternativas são tecnicamente equivalentes e podem ser comparadas tecnicamente.

O uso de abordagens de Desdobramento da Função de Qualidade (*Quality Function Deployment*, QFD) pode ajudar a melhorar a comparabilidade de alternativas; para obter mais informações, consulte o capítulo 7.9.3.3.

Comparação de sistemas que não são totalmente comparáveis

O exposto acima pode ser expandido em estudos que comparam alternativas nas quais a equivalência e a comparabilidade são, mesmo que predominantemente, uma questão de percepção do cliente. Nesses casos, a comparabilidade não pode ser medida objetivamente. Isso acontece, por exemplo, com muitos serviços: para determinado cliente, dois hotéis de quatro estrelas podem não ser comparáveis, enquanto para outros um hotel de quatro estrelas pode ser comparável a um hotel de três estrelas (ou eles podem até preferir uma pensão particular), dadas suas características específicas, localização, etc. Para um indivíduo, assistir à TV por uma hora é equivalente a uma hora de leitura de um livro; para outro, não há comparação (consulte também a seção “Funções não técnicas e unidades funcionais” no capítulo 6.4.6).

Consequentemente, os resultados desses estudos comparativos devem ser apresentados com a declaração explícita de que a comparabilidade não é presumida por si, mas depende das preferências e da avaliação individual.

Separação de impactos na tecnosfera relacionados às propriedades do produto

No caso especial de produtos que exercem impactos relevantes sobre os seres humanos diretamente na tecnosfera (como alimentos, bebidas, produtos de tabaco, etc.) e não por meio de emissões para o meio ambiente, esses impactos geralmente devem ser identificados e documentados na descrição do produto, podendo também ser inventariados em listas de inventário separadas e submetidos a uma avaliação de impactos específica em separado. Esses impactos não devem ser combinados a intervenções com a ecosfera no inventário de ciclo de vida (ver o capítulo 7.1). Tais informações complementares devem ser consideradas explicitamente na interpretação dos resultados da ACV para evitar interpretações enganosas. Outras ferramentas, como, por exemplo, a avaliação de riscos, podem ser usadas para capturar e avaliar adequadamente essas propriedades em esquema modular com as que são abrangidas pela ACV, como as intervenções com a ecosfera.

6.4.4 Trabalhando com propriedades obrigatórias e de posicionamento

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 correspondente)

No desenvolvimento de produtos, os conceitos de “propriedades obrigatórias” e “propriedades de posicionamento” às vezes são usados. Estando disponíveis, eles também podem ser usados na ACV durante a determinação da unidade funcional de um produto.

Propriedades obrigatórias são características que o produto deve possuir para ser percebido pelo usuário como um produto funcionalmente útil (por exemplo, na tinta para exteriores, isso incluiria, entre outras, a capacidade de cobrir e proteger a parede contra os elementos). Além disso, todos os requisitos legais pertencem às propriedades obrigatórias (por exemplo, a limitação/proibição de componentes tóxicos na tinta).

Propriedades de posicionamento, por outro lado, são características opcionais que podem ser usadas para posicionar o produto no mercado como mais atraente ao usuário do que outros produtos semelhantes (por exemplo, para o exemplo de tinta acima: aplicação sem respingos, grande variedade de tons de cores, garantia de disponibilidade para encomendas nos próximos 10 anos, etc.). Os exemplos incluem aspectos estéticos, de conforto e de imagem do produto. Um exemplo completo do caso da “tinta” é fornecido na Tabela 4.

Com relação à possibilidade limitada de substituição de produtos em mercados de nicho, consulte o capítulo 5.2.2.

A definição quantitativa da função do produto e alguns aspectos qualitativos importantes geralmente são baseados nas propriedades obrigatórias do produto, enquanto outros aspectos qualitativos que normalmente estão relacionados à percepção do usuário podem ser identificados entre as propriedades de posicionamento.

Tabela 4 - Exemplo de função, unidade funcional e fluxos de referência em um caso comparativo: comparação de tintas para exteriores (duas alternativas)

Propriedades obrigatórias quantificar na unidade funcional	Propriedades de posicionamento documentar
Cobrir a parede com uma cor uniforme	Aplicação sem respingos
Proteger a parede contra agentes destrutivos: chuva, sol e microalgas	Muitos tons diferentes de cor para escolha
Fornecer uma superfície fácil de limpar	Sistema baseado em água
Atender aos requisitos de saúde durante a aplicação	Aplicação rápida (requer apenas uma aplicação para uma boa cobertura ou é extremamente viscosa)
...	...

Unidade funcional

Revestir e cobrir 1 m² de parede externa de acordo com o padrão XYZ (sob as condições climáticas definidas – por exemplo, clima tropical úmido) com uma cor vermelha (código de cor XYZ) por 10 anos.

Fluxo de referência

Tinta A: 6,5 l de tinta A à base de solvente (requer duas aplicações e nova pintura* após cinco anos, ou seja, duas vezes 3,25 l)

Tinta B: 3,8 l de tinta B à base de água (sem respingos, requer apenas uma aplicação e dura 10 anos)

* Exemplo ⁴⁰

6.4.5 Uso de normas técnicas para definir a função e a unidade funcional

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 correspondente)

A definição quantitativa da unidade funcional de um produto deve referir-se a normas técnicas sempre que isso for possível e apropriado (por exemplo, normas sobre condutividade térmica para determinação da capacidade de isolamento de materiais de isolamento para paredes externas de residências; ou normas de medição de opacidade para determinar a opacidade de uma tinta de parede). A adequação ou não de uma norma depende da sua capacidade de capturar a unidade funcional na maneira exigida pela ACV – ou seja, de maneira comparável e diferenciada, capturando os diferentes ciclos de operação do processo pela média, e assim por diante.

Erros frequentes: uso de normas técnicas inadequadas para quantificar a unidade funcional

Protocolos de medição padronizados são um meio indispensável para melhorar a comparabilidade dos produtos. Entretanto, nem todas as normas técnicas são diretamente adequadas para ACV, e algumas são totalmente inadequadas. Alguns exemplos negativos são, por exemplo:

- o uso direto de medições de emissões pelo pico médio de 5 minutos em vez de dados de massa-fluxo tomados pela média;
- o uso de medições de carga de base excluindo os ciclos de partida/desligamento, em vez de abranger todo o ciclo (ver também o capítulo 7.4.2.7);
- o uso direto de informações sobre consumo máximo de eletricidade em dispositivos elétricos em vez do consumo real (por exemplo, “2 kW” para um ventilador de refrigeração que, na prática, pode operar com, digamos, 80% de sua capacidade e somente durante parte do tempo);
- o consumo de combustível declarado de veículos durante o “ciclo de condução misto”, que pode não refletir necessariamente o consumo médio no uso normal, servindo apenas para fins legais/de comparabilidade geral;
- a capacidade inicial de uma bateria de partida, que será reduzida com o envelhecimento; adicionalmente, esse envelhecimento pode diferir entre diferentes conceitos de bateria, ou;

40 Observe que, neste exemplo, a necessidade de repintura pode resultar na necessidade de inclusão de processos adicionais dentro das fronteiras do sistema – por exemplo, para remover camadas de tinta soltas da primeira aplicação durante a segunda aplicação, etc. Observe também que, para a repintura – que deverá ocorrer no futuro – uma tinta possivelmente mais desenvolvida seria usada, o que não é equivalente a pintar duas vezes com a mesma tinta “antiga”.

- a intensidade luminosa inicial de uma lâmpada halógena, que não leva em conta reduções específicas nesses valores provocadas pelo envelhecimento durante o estágio de uso, etc.

A questão fundamental é se o método de medição é adequado para uma comparação do desempenho do ciclo de vida dos sistemas analisados.

A compreensão técnica das tecnologias ou operações de serviço analisadas e a posse de conhecimentos especializados em ACV constituem o par indispensável para quantificar adequadamente a unidade funcional de produtos para uso comparativo na ACV.

Sempre que estiverem disponíveis, padrões harmonizados sob normas ISO devem ser preferidos para essa finalidade.

Caso inexistam normas técnicas apropriadas aplicáveis, e somente nesses casos, é permissível e necessário como parte de um estudo de ICV/ACV especificar métodos apropriados e reprodutíveis e documentar claramente como a unidade funcional foi medida.

Quando desempenham um papel relevante no mercado para um grupo de produtos, as propriedades qualitativas também devem ser documentadas usando normas técnicas, caso existam e sejam adequadas.

6.4.6 Unidade funcional e/ou fluxo de referência

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.2)

Produtos inespecíficos de aplicação: fluxo de referência como “unidade declarada” e especificação do produto em vez de unidade funcional

É importante ressaltar que nem todos os sistemas possuem unidades funcionais claras ou exclusivas.

Para materiais inespecíficos de aplicação, como aço, gesso, etc., e também para máquinas multiuso como caminhões, incineradores de resíduos, etc., o número de aplicações possíveis – e, conseqüentemente, de unidades funcionais – frequentemente é extremamente grande ou praticamente ilimitado. Nesses casos em que não é possível estipular uma ou algumas poucas unidades funcionais relevantes, é crucial identificar claramente o fluxo de referência, em termos tanto quantitativos quanto qualitativos, com o nome detalhado do produto e informações adicionais que identifiquem suas características relevantes e seu tipo de localização. Isso permite a seleção e uso subsequente dos dados em outros sistemas.

Por exemplo, um conjunto de dados de aço do berço ao portão obteria o fluxo de referência detalhado de 1 kg de “bobina de aço inoxidável laminada a quente, recozida e decapada; rota de fornalha de arco elétrico; mix de produção na fábrica; grau 304 (austenítico, 18% de cromo, 10% de níquel)”. Isso também é chamado de “unidade declarada”, visto que não é possível fornecer uma unidade funcional geral e, em vez disso, são estipulados valores mais simples de massa, volume área, peças ou unidades semelhantes. Informações adicionais sobre a aplicabilidade técnica desse aço orientam mais precisamente o uso correto do conjunto de dados. Nos usos subsequentes do conjunto de dados em outro (produto) sistema, a quantidade exata necessária seria especificada (por exemplo, 0,753 kg de “bobina de aço inoxidável laminada a quente...”), assegurando a identificação correta do processo e sua quantificação por meio do fluxo de referência.

No exemplo de um caminhão, um cenário de transporte específico seria definido no estudo que usa o conjunto de dados para o caminhão específico empregado, novamente garantindo uma identificação e quantificação clara. Por exemplo, o cenário de transporte poderia ser “150 km de transporte rodoviário a granel de areia com fator de carga de 90%”, especificando a quantida-

de e unidade 1 t*km e o conjunto de dados “Transporte a granel por caminhão; mix de transporte Euro 0, 1, 2, 3, 4; peso total de 22 t, carga útil máxima de 17,3 t”.

Processos multifuncionais: unidades funcionais e fluxos de referência

Um processo que tem mais de um produto como saída (coprodução, por exemplo, de diferentes produtos químicos em um processo de síntese com subprodutos valiosos) ou trata mais de um resíduo no lado da entrada (coserviços) é chamado de processo multifuncional (ver também a Figura 6). Consequentemente, ele tem mais de um fluxo de referência e todos devem ser bem definidos e especificados.

A presença de uma ou até mais unidades funcionais correspondentes para cada fluxo de entrada depende do tipo de funções ou produtos (consulte as disposições anteriores e posteriores neste subcapítulo).

Produtos multifuncionais com funções aditivas/paralelas: um fluxo de referência (ou um por função, dependendo das necessidades do modelo), especificações técnicas detalhadas, unidades funcionais aditivas/paralelas conforme apropriado para o caso em questão

Os produtos multifuncionais são metodologicamente equivalentes aos processos multifuncionais, mas geralmente exigem um modo de especificação diferente: um produto pode ter várias unidades funcionais, com funções que podem ser usadas subsequentemente ou mesmo em paralelo (por exemplo, um telefone celular pode ser usado para telefonar, armazenar e reproduzir música, receber SMS, como despertador, etc.).

As funções efetivamente usadas e a extensão do uso, porém, dependem do usuário individual. Não obstante, um conjunto de unidades funcionais que represente um perfil de uso médio ou típico e leve em conta a vida útil técnica pode e deve ser fornecido como um mínimo. Adicionalmente (ou alternativamente), a especificação técnica do produto atende à finalidade de informar o usuário do conjunto de dados e deve ser documentada. Nas comparações de produtos, o caso de uso típico ou médio ou cenários de uso específicos seriam então definidos e comparados, combinando os vários aspectos da especificação quantitativa do produto.

O fluxo de referência desses conjuntos de dados de ICV identificaria o tipo do produto, sua marca e modelo, etc., enquanto a especificação técnica sobrecarregaria o nome do fluxo de referência, podendo, portanto, ser fornecida na documentação do conjunto de dados.

Sistemas com funções alternativas: um fluxo de referência, especificações técnicas detalhadas, unidades funcionais alternativas conforme apropriado para o caso em questão

Além de produtos ou processos multifuncionais que proporcionam mais de uma função (como os telefones celulares) ou produzem mais de um produto (como a coprodução de grãos e palha de trigo), alguns sistemas podem ter várias unidades funcionais alternativas, dependendo do contexto em que são usadas (por exemplo, uma tinta específica para interiores e exteriores com diferentes parâmetros de duração/resistência).

Esses produtos não são multifuncionais para os fins de uma ACV, pois só podem executar uma das funções alternativas. Nesses casos, e quando uma das aplicações previstas é a comparação, a unidade funcional principal ou inespecífica da aplicação deve ser documentada como padrão. Recomenda-se, adicionalmente, documentar e definir as outras unidades funcionais principais para facilitar as comparações subsequentes e fornecer as especificações técnicas do produto.

Funções altamente variáveis de processos e produtos: conjuntos de dados parametrizados

O uso de conjuntos de dados parametrizados ou mesmo modelos de sistema pode fornecer informações quantitativamente utilizáveis sobre funções que são altamente variáveis. Esse é o caso quando diferentes padrões de uso, por exemplo, resultam em dados de ICV altamente mutáveis, como acontece com muitas máquinas e processos flexíveis em setores como o processamento de resíduos (cuja composição é variável) ou o transporte (usando diferentes fatores de carga e tipos de estrada). Esse procedimento propicia um uso subsequente mais flexível e preciso.

Com relação à unidade funcional, fluxos de referência, etc., consulte as outras recomendações neste subcapítulo.

Funções não técnicas e unidades funcionais

Além das funções específicas e frequentemente técnicas que os bens e serviços possuem, é comum que tenham outras funções não técnicas que podem ser de interesse em estudos do tipo de estilo de vida. Será ilustrada, como exemplo, a função do entretenimento pessoal:

Vários produtos e serviços pessoais (como assistir TV, receber uma mensagem, andar de bicicleta, etc.) que usamos em nosso tempo de lazer têm a propriedade especial de também estarem relacionados à duração do tempo pessoal que passamos com eles. Nesse contexto, produtos com funções técnicas totalmente diferentes podem ser comparados de maneira útil do ponto de vista da quantidade de nosso tempo pessoal que eles preenchem com “entretenimento”. Isso pode ser usado, por exemplo, em análises de estilo de vida e para melhorar o perfil ambiental de bens e serviços orientados para o lazer. “A duração do preenchimento do tempo (de lazer) com entretenimento”, portanto, é uma propriedade especial e adicional que pode ser usada como uma unidade funcional. Restrições quanto à interpretação dos resultados e à equivalência das atividades comparadas devem ser observadas cuidadosamente ao fazer isso. Não obstante, pode-se argumentar que, nesse caso específico, o risco de produzir resultados enganadores é baixo: diferentemente da comparação de outros tipos de produtos que divergem quanto aos aspectos qualitativos de suas unidades funcionais, neste caso é óbvio que eles diferem com relação à função técnica que executam. Pode-se argumentar que fica totalmente a critério do consumidor decidir se considera uma hora assistindo algum programa de entretenimento ou de TV equivalente (sob seu ponto de vista!) a uma hora lendo um livro ou jogando xadrez. A questão relacionada dos princípios de posicionamento já foi abordada.

Reconhece-se também que o desenvolvimento adicional de uma orientação mais abrangente seria benéfico neste campo de funções não técnicas e estudos relacionados.

6.4.7 Comparações de sistemas e a unidade funcional

([Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.2](#))

Disposições especiais sobre a unidade funcional são aplicáveis às comparações e, particularmente, às afirmações comparativas divulgadas ao público; para mais detalhes, consulte o capítulo 6.10.3.

Quanto à equivalência parcial, em muitos casos existem mecanismos para torná-las comparáveis. Os detalhes dependem do princípio de modelagem de ICV aplicável e de abordagens ainda a serem identificadas; detalhes sobre como tornar sistemas comparáveis são fornecidos no capítulo 7.9.3 para modelagem atribucional e no capítulo 7.2.4.6 para modelagem consequencial; as disposições simplificadas para Situação A, B e C são encontradas no capítulo 6.5.4.

Disposições: 6.4 Função, unidade funcional e fluxo de referência

Observe que, para processos adicionais que tenham sido identificados como parte do modelo de ciclo de vida além do(s) processo(s) central(is) identificado(s) na fase inicial de escopo, estas disposições serão aplicadas apenas nas iterações posteriores e na fase de ICV.

- I) **OBRIGATÓRIO - Identificar o sistema ou processo:** identificar, em consonância com o objetivo e outros parâmetros do escopo, o(s) sistema(s) ou processo(s) a ser(em) analisado(s)⁴¹ (por exemplo, bem, serviço, tecnologia, estratégia, país, etc.) e descrevê-lo(s) de maneira não ambígua (6.4.1).
- II) **RECOMENDADO - Fotos, especificações:** fornecer fotos e/ou especificações técnicas e/ou descrições do(s) sistema(s), se e quando apropriado para os destinatários (6.4.1). [ISO+]
- III) **OBRIGATÓRIO - Identificar funções e unidades funcionais:** uma ou mais funções e unidades funcionais quantitativas mensuráveis de cada sistema deverão ser claramente identificadas, se aplicável e apropriado para o tipo de sistema (para exceções, consulte as seguintes disposições no subcapítulo 6.4.6) (6.4.2).
- IV) **OBRIGATÓRIO - Unidade funcional detalhes:** as unidades funcionais deverão ser identificadas e especificadas detalhadamente no que concerne aos seguintes aspectos (6.4.2, 6.4.3):
 - IV.a) Função fornecida (o quê), I
 - IV.b) em qual quantidade (quanto):

Observe que, embora a informação sobre o “quanto” seja importante, a intensidade do uso e a quantidade global resultante da função executada são fundamentais para comparações válidas.
 - IV.c) a duração (por quanto tempo), e
 - IV.d) a qualidade (de que maneira e quão bem a função é fornecida).
 - IV.e) Alterações no desempenho funcional ao longo do tempo (resultantes, por exemplo, do envelhecimento do produto) deverão ser consideradas explicitamente e quantificadas até onde seja possível. [ISO+]
- V) **RECOMENDADO - Propriedades obrigatórias e de posicionamento:** se forem analisados sistemas de produto, recomenda-se usar propriedades obrigatórias e de posicionamento, respectivamente, para os aspectos quantitativos e qualitativos de sua função (6.4.4). [ISO+]
- VI) **OBRIGATÓRIO - Métodos de medição:** normas ISO ou normas nacionais harmonizadas deverão ser usadas como métodos de medição tanto quanto possível e sempre que estiverem disponíveis e forem adequadas para utilização em um contexto de ACV. Métodos próprios de medição só deverão ser empregados no caso de indisponibilidade ou inadequação das normas harmonizadas. Eles devem ser claramente especificados, documentados e submetidos posteriormente a uma revisão crítica (6.4.5).
- VII) **IMPORTANTE - Alternativas e complementos à unidade funcional:** deve-se ter em mente que nem sempre uma unidade funcional pode ser fornecida ou é apropriada/útil. Nesses casos, ela deve ser substituída ou complementada por outro item claramente definido, quantitativo e mensurável, conforme descrito a seguir; os desvios devem ser justificados sucintamente (6.4.6): [ISO!]
 - VII.a) **Materiais e outros produtos inespecíficos de aplicação:** uma unidade funcional não pode ser fornecida genericamente. Somente o fluxo de referência que inclui a especificação técnica principal do produto deve ser fornecido. Nes-

41 Plural no caso de comparações.

se caso, o fluxo de referência também é a unidade declarada, mas não a unidade funcional.

- VII.b) **Processos multifuncionais:** para cada função, uma unidade funcional e/ou fluxo de referência deve ser fornecido, conforme apropriado, dependendo do tipo de cofunção/coproduto (ver outros itens nesta sublista). Caso contrário, a especificação técnica do processo e das funções deve ser fornecida na documentação inclusa.
- VII.c) **Sistemas monofuncionais:** para sistemas (por exemplo, produtos) com apenas uma função ou combinação de funções relevante, a(s) unidade(s) funcional(is) deve(m) ser especificada(s). Além disso, deve ser fornecido um fluxo de referência com um nome de sistema claro e detalhado. A especificação técnica funcionalmente relevante deve ser fornecida como parte do nome do fluxo de referência e/ou na documentação inclusa.
- VII.d) **Sistemas multifuncionais:** para sistemas multifuncionais com múltiplas funções paralelas, deve-se fornecer a especificação técnica detalhada. As unidades funcionais correspondentes devem ser fornecidas adicionalmente e quando apropriado para o caso em questão. Um fluxo de referência com um nome de sistema claro e detalhado deve ser fornecido. (Esse fluxo de referência único pode ser dividido em fluxos de referência únicos para cada função, caso o conjunto de dados seja usado diretamente em estudos comparativos. Isso é feito para permitir a substituição de funções isoladas a fim de obter a equivalência de alternativas comparadas.)
- VII.e) **Sistemas com funções alternativas:** para sistemas com funções alternativas, as unidades funcionais e funções alternativas mais relevantes devem ser especificadas. Além disso, deverá ser fornecido um fluxo de referência com um nome de sistema claro e detalhado. A especificação técnica funcionalmente relevante deve ser fornecida como parte do nome do fluxo de referência e/ou na documentação inclusa.
- VIII) **IMPORTANTE - Funções altamente variáveis:** para funções altamente variáveis de processos e sistemas, a maneira pela qual a variável e os parâmetros estão relacionados ao desempenho do sistema e ao seu inventário deve ser documentada. Isso deve ser feito por meio de relações matemáticas ou em outra forma adequada. Recomenda-se o uso de conjuntos de dados parametrizados para apoiar a documentação apropriada e o uso eficiente.
- IX) **OBRIGATÓRIO - Estudos comparativos:** para estudos comparativos, consulte as disposições especiais adicionais no capítulo 6.10.3 (6.4.7). Entre outros fatores, a comparação deve ser feita com base no fluxo de referência.

Recomendações detalhadas sobre o uso das propriedades e unidades de fluxo para fluxos de produtos e resíduos são fornecidas em separado no documento "Nomenclatura e outras convenções".

6.5 Estrutura de modelagem do Inventário de Ciclo de Vida (ICV)

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 diretamente correspondente⁴²; os subcapítulos referem-se a aspectos de vários capítulos da ISO 14044:2006)

6.5.1 Introdução e visão geral

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 correspondente)

Introdução

Nos estágios iniciais da definição do escopo, uma decisão importante deve ser tomada com relação aos princípios de modelagem do inventário de ciclo de vida e às abordagens metodológicas que devem ser aplicadas na modelagem do sistema: modelagem atribucional ou consequential e abordagens de alocação ou expansão/substituição do sistema. Isso tem implicações em muitas das escolhas posteriores, incluindo os dados de inventário que devem ser coletados ou obtidos.

Essa decisão deve ser tomada em conformidade com o objetivo do estudo de ICV/ACV. Ela depende especialmente do contexto decisório do estudo de ICV/ACV, bem como de vários critérios adicionais, como reprodutibilidade e robustez, viabilidade prática, aceitação das partes interessadas e outros. A escolha da estrutura e das abordagens de modelagem de ICV, portanto, não é independente, devendo ser derivada individualmente para cada estudo juntamente com o objetivo do estudo.

Erros frequentes: escolha subjetiva ou não sistemática dos princípios e abordagens metodológicas de modelagem de ICV

Na prática de ACV, são erros frequentes e graves “sempre realizar ACV atribucional (ou consequential)” e “sempre alocar” (ou “fazer substituição”). É igualmente incorreto combinar de maneira não sistemática e indiscriminada a modelagem atribucional e consequential no mesmo modelo de sistema – por exemplo, alocando entre os coprodutos de um processo multifuncional e substituindo os coprodutos de outro. Em vez disso, deve-se adotar uma abordagem sistemática; o capítulo 6.5.4 fornece orientações sobre isso. ■

Visão geral

Após uma introdução aos dois princípios de modelagem de ICV mais importantes (atribucional e consequential) e às principais abordagens relacionadas ao método de ICV (alocação e expansão/substituição do sistema), serão detalhadas as disposições metodológicas de ICV para as três situações arquetípicas de objetivo identificadas anteriormente (A, B, C) a que o estudo de ICV/ACV pertence.

Instruções sobre como identificar na prática os processos para modelagem atribucional ou consequential são fornecidas nos capítulos 7.2.3 e 7.2.4. Maneiras de solucionar a multifuncionalidade específica do tratamento de fim de vida/reciclagem são explicadas detalhadamente nos anexos 14.4 (modelagem atribucional) e 14.5 (modelagem consequential) do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*. As disposições simplificadas para a Situação A, B e C são encontradas no capítulo 6.5.4.

⁴² Embora a questão da alocação/multifuncionalidade seja bem coberta pela ISO 14044, a questão inicial e mais fundamental da determinação da estrutura de modelagem de ICV apropriada não é abordada em detalhes e, portanto, não possui um capítulo correspondente na ISO 14044.

6.5.2 Os dois princípios fundamentais de modelagem de ICV

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 correspondente)

Dois princípios principais de modelagem de ICV são utilizados na prática de ACV: modelagem atribucional e consequential, sendo que a primeira é mais amplamente empregada por razões históricas e práticas. Elas representam, por sua lógica, as duas situações fundamentalmente diferentes de modelagem do sistema analisado (por exemplo, um produto):

- O modelo de ciclo de vida atribucional representa a cadeia de abastecimento real ou prevista, específica ou média, e também sua cadeia de valor de uso e fim de vida. O sistema existente ou previsto é incorporado a uma tecnosfera estática.
- O modelo consequential de ciclo de vida representa a cadeia de abastecimento genérica⁴³ como é esperada teoricamente em consequência da decisão analisada. O sistema interage com os mercados e são representadas as alterações que uma demanda adicional pelo sistema analisado pode produzir em uma tecnosfera dinâmica⁴⁴ que está reagindo a essa demanda adicional.

Os quadros a seguir explicam um pouco mais detalhadamente esses dois princípios:

Termos e conceitos: Modelagem atribucional

O princípio atribucional de modelagem de inventário de ciclo de vida também é designado como “contábil”, “de escrituração”, “retrospectivo” ou “descritivo” (e às vezes, de maneira que tende a gerar confusão, como “médio” ou “não marginal”). Ele representa os impactos ambientais potenciais que podem ser atribuídos a um sistema (por exemplo, um produto) ao longo de seu ciclo de vida – ou seja, a montante ao longo da cadeia de abastecimento e a jusante acompanhando o uso do sistema e a cadeia de valor de fim de vida. A modelagem atribucional faz uso de dados históricos, mensuráveis, baseados em fatos, com incerteza conhecida (ou ao menos passível de ser conhecida), e inclui todos os processos identificados como portadores de uma contribuição relevante para o sistema que está sendo estudado.

Na modelagem atribucional, portanto, o sistema é modelado como é ou era (ou como se prevê que será). Isso também se aplica a seus processos de segundo plano: Idealmente, dados de ICV específicos do produtor são usados como dados de segundo plano nos casos em que produtores específicos fornecem um bem ou serviço de segundo plano (por exemplo, um único fornecedor de segundo nível produz os tijolos necessários para um grande edifício de escritórios). Dados médios ou genéricos geralmente são usados quando os bens e serviços provêm de uma ampla mescla de produtores ou tecnologias (por exemplo, para a eletricidade consumida por um produto de consumo na Áustria, seria empregado o mix de consumo austríaco com base na proporção quantitativa real de usinas baseadas em energia hidrelétrica, gás natural, hulha, óleo combustível, energia nuclear, biomassa, etc., incluindo as importações e exportações específicas de/para o mercado austríaco). A alteração de dados específicos ou médios para dados genéricos só é feita por razões de praticidade e é uma simplificação justificável do ponto de vista do efeito de nivelamento pela média que geralmente ocorre várias etapas acima ou abaixo na cadeia de abastecimento e na cadeia de valor.

Mais detalhes sobre como modelar um sistema com o princípio de modelagem atribucional são fornecidos nos capítulos 7.2 e 7.8.

continua na página 104

⁴³ Essas cadeias de abastecimento “genéricas” e “específicas/médias” não devem ser confundidas com dados de ICV genéricos e específicos/médios.

⁴⁴ Adicionalmente, também as interações com o sistema político e a sociedade podem ser incluídas por meio da modelagem de políticas públicas e privadas possíveis e consequências sobre o comportamento.

Termos e conceitos: Modelagem consequencial

O princípio consequencial de modelagem de inventário do ciclo de vida também é chamado de “orientado às mudanças”, “orientado aos efeitos”, “baseado em decisões”, “baseado no mercado” (e, numa acepção mais antiga que define a questão de maneira incompleta ou enganosa, “marginal” ou “prospectivo”). Seu objetivo é identificar as consequências que uma decisão no sistema de primeiro plano acarreta em outros processos e sistemas da economia, tanto no sistema de segundo plano do sistema analisado como em outros sistemas. O sistema analisado é modelado em torno dessas consequências. O modelo consequencial de ciclo de vida, portanto, não reflete a cadeia de abastecimento real (ou prevista) específica ou média, modelando em vez disso uma cadeia de abastecimento genérica hipotética, prognosticada com base em mecanismos do mercado, que pode incluir interações políticas e alterações no comportamento dos consumidores.

Para refletir melhor as restrições do mercado e as decisões explícitas relativas a fornecedores, alguns pesquisadores restringem os modelos de mecanismo de mercado por meio da consideração explícita de contratos de fornecimento existentes e fornecedores futuros planejados. Outras restrições empregadas são medidas políticas existentes ou previstas, como impostos/incentivos verdes e proibições de materiais.

Uma etapa crucial na modelagem consequencial é a identificação dos processos marginais – ou seja, a cadeia de abastecimento genérica – desde a decisão e a construção do modelo de ciclo de vida da cadeia do processo em torno deles (para mais detalhes, consulte o capítulo 7.2.4). Alguns especialistas identificam individualmente todos os processos marginais, outros identificam uma combinação de vários dos processos marginais mais prováveis para obter uma estimativa mais robusta.

Uma ampla gama de mecanismos é discutida entre os praticantes da ACV para determinar como uma decisão afeta outros processos e produtos e os tipos de consequências resultantes. Esses mecanismos variam do surgimento da necessidade de construir novas instalações de produção para materiais adicionais necessários, peças, etc. (ou a desativação de instalações existentes) até o deslocamento no mercado de produtos concorrentes, as alterações no comportamento dos consumidores e fatores semelhantes. Consequências secundárias podem neutralizar as consequências primárias (sendo então chamadas de “efeitos de ricochete”) ou intensificar ainda mais a consequência anterior.

Para a modelagem das principais consequências mercadológicas, componentes de modelos de equilíbrio gerais (e, em alguns casos, parciais) são empregados. Um requisito crucial para a modelagem das consequências mercadológicas é uma compreensão quantitativa dos mercados e de como alterações diretas e indiretas na oferta e demanda do bem ou serviço analisado atuam nos mercados para causar alterações específicas na demanda e oferta de outros bens e serviços.

Mais detalhes sobre como modelar um sistema com o princípio do método consequencial são fornecidos nos capítulos 7.2.4 e 7.8. ■

Uma escolha intimamente relacionada à da estrutura de modelagem de ICV apropriada é a de como resolver a multifuncionalidade de processos e produtos (agrupada sob o título comum de “alocação” na ISO 14044:2006). Essa questão, portanto, será explicada e ilustrada antes de detalhar as disposições da estrutura de modelagem de ICV e como lidar com a multifuncionalidade nas três situações distintas de objetivos arquetípicos, A, B e C.

6.5.3 Abordagens ao método de ICV para resolver a multifuncionalidade

(Refere-se à ISO 14040:2006, capítulo 4.2.3.1)

6.5.3.1 Introdução

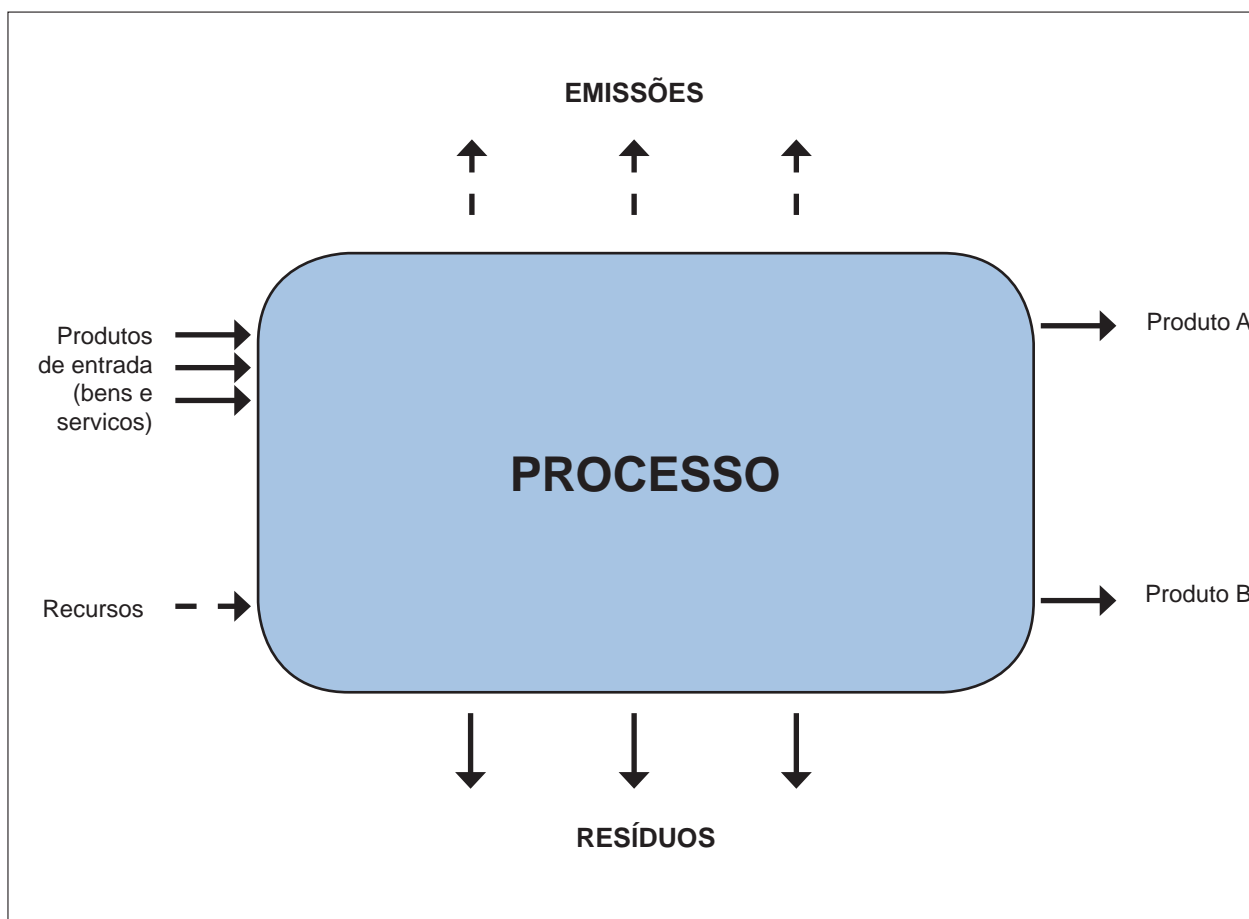
Processos multifuncionais

Quando um processo fornece mais de uma função – ou seja, fornece vários bens e/ou serviços (frequentemente designados de maneira simplificada como “coprodutos”), ele é “multifuncional” (ver a Figura 6).

Um exemplo clássico é a eletrólise de uma solução de cloreto de sódio, que fornece os bens coproduzidos solução de hidróxido de sódio, gás cloro e gás hidrogênio. O cotratamento de diferentes resíduos em um incinerador de resíduos é outro exemplo: nesse caso, o processo fornece vários cosserviços resultantes do tratamento de resíduos distintos.

Na maioria dos estudos de ICV/ACV de bens e produtos simples, o interesse reside no inventário do ciclo de vida específico de apenas uma⁴⁵ das cofunções (por exemplo, somente a solução de hidróxido de sódio OU o gás cloro no exemplo anterior). Para obter isso, somente as entradas e saídas apropriadas do processo (ou seja, os materiais consumidos, portadores de energia, peças, fluxos de recursos, emissões, resíduos, etc.) devem ser levadas em conta para a função analisada. Em outras palavras, o inventário da função específica deve ser isolado.

Figura 6 - Processo multifuncional com vários produtos de entrada e recursos consumidos e vários resíduos e emissões gerados, além de gerar os dois coprodutos 1 e 2.



⁴⁵ Isso continua verdadeiro mesmo quando a tecnologia como um todo (por exemplo, uma usina de incineração de resíduos) deve ser analisada e melhorada com a ajuda dos resultados da ACV: como é necessário obter valores comparativos para os coprodutos/cofunções, deve-se discriminar os inventários de todos os coprodutos individuais

Processos multifuncionais com vários conjuntos de cofunções

Em raros casos, um processo multifuncional pode ter mais de um conjunto de cofunções. Um exemplo é a incineração de diferentes resíduos, que resulta na produção de eletricidade e vapor como coprodutos. Nesse caso, depende da perspectiva do estudo – ou seja, da pergunta feita – qual dos dois conjuntos de cofunções será efetivamente considerado como portador das cofunções relevantes do processo. Caso o objetivo do estudo seja calcular um inventário de um dos resíduos, os serviços de tratamento dos diferentes resíduos são as cofunções. Se o estudo, em contrapartida, buscar calcular o inventário da eletricidade ou do vapor, estas serão as duas cofunções relevantes. No último exemplo, e no caso de alocação, o inventário seria alocado exclusivamente entre essas duas e todos os outros fluxos, incluindo os serviços de tratamento de resíduos, seriam considerados apenas como fluxos de produto não funcionais. No caso de substituição, somente a cofunção não necessária (ou seja, vapor ou eletricidade, dependendo de qual das duas seja a cofunção necessária) seria substituída.

Produtos multifuncionais

Uma variante dos processos multifuncionais é o produto multifuncional (por exemplo, um telefone celular), que é metodologicamente equivalente, mas geralmente é modelado diferentemente nos conjuntos de dados de ICV: enquanto cada cofunção dos processos multifuncionais mencionados anteriormente tem um fluxo de referência separado, neste caso, via de regra, somente um fluxo de referência é usado. Isso é justificável não apenas porque o usuário percebe, por exemplo, o telefone celular designado como um produto único, mas também porque ele é gerenciado (por exemplo, embalado), transportado, usado e descartado como um único item, o que é diferente de outros casos que possuem bens (ou serviços) fisicamente distintos.

Para estudos de ICV/ACV de bens e serviços complexos (como o telefone celular), que frequentemente combinam várias funções em uma única unidade física de um produto, por outro lado, o produto como um todo, com todas as suas funções, é de interesse. Entretanto, no caso de comparações com produtos semelhantes, é necessário tornar as alternativas plenamente comparáveis – por exemplo, o modelo de telefone celular a ser comparado pode não ter pelo menos uma das funções (digamos, MMS) ou diferir em aspectos quantitativos de pelo menos uma das funções (digamos, o espaço para armazenar fotos e músicas).

Como resolver a multifuncionalidade

Diferentes abordagens são usadas para resolver a multifuncionalidade. A escolha da abordagem mais adequada depende, entre outros fatores, da situação do objetivo do estudo, dos dados e informações disponíveis e das características do produto ou processo multifuncional.

A maneira mais adequada de resolver essa multifuncionalidade deve ser identificada já na fase de escopo da ACV (ou pelo menos na fase de inventário, ao planejar a coleta de dados), pois ela afeta os dados de inventário e outras informações que serão necessárias. Esse tópico e os conceitos relacionados, portanto, serão introduzidos no restante deste capítulo; isso também servirá como uma base para a aplicação posterior das abordagens como parte do trabalho de inventário.

6.5.3.2 A hierarquia ISO para solução da multifuncionalidade

Introdução

Sob o título “Alocação”, a ISO 14044:2006 apresenta uma hierarquia de diferentes abordagens para problema de multifuncionalidade⁴⁶. A hierarquia é o ponto de partida para o

⁴⁶ Como a hierarquia abrange outras abordagens além da alocação exclusiva e também identifica as duas primeiras abordagens afirmando que “evitam a alocação”, argumenta-se que seria mais claro e adequado adotar o título “Solução da multifuncionalidade dos processos”.

desenvolvimento da orientação do ILCD para esse problema, que é fornecida em detalhes para modelagem atribucional plena no capítulo 7.9 e para modelagem consequential plena no capítulo 7.2.4.6. As disposições sistemáticas e ligeiramente simplificadas para as três principais situações de objetivo, A, B e C, que são encontradas na prática de ACV são fornecidas no capítulo 6.5.4.

Primeira abordagem: subdivisão dos processos multifuncionais

A hierarquia ISO começa com a subdivisão dos processos unitários multifuncionais de caixa preta em processos unitários monofuncionais de operação única⁴⁷, liberando assim os processos efetivamente necessários e evitando a necessidade de alocação (ver as Figuras 7 e 8).

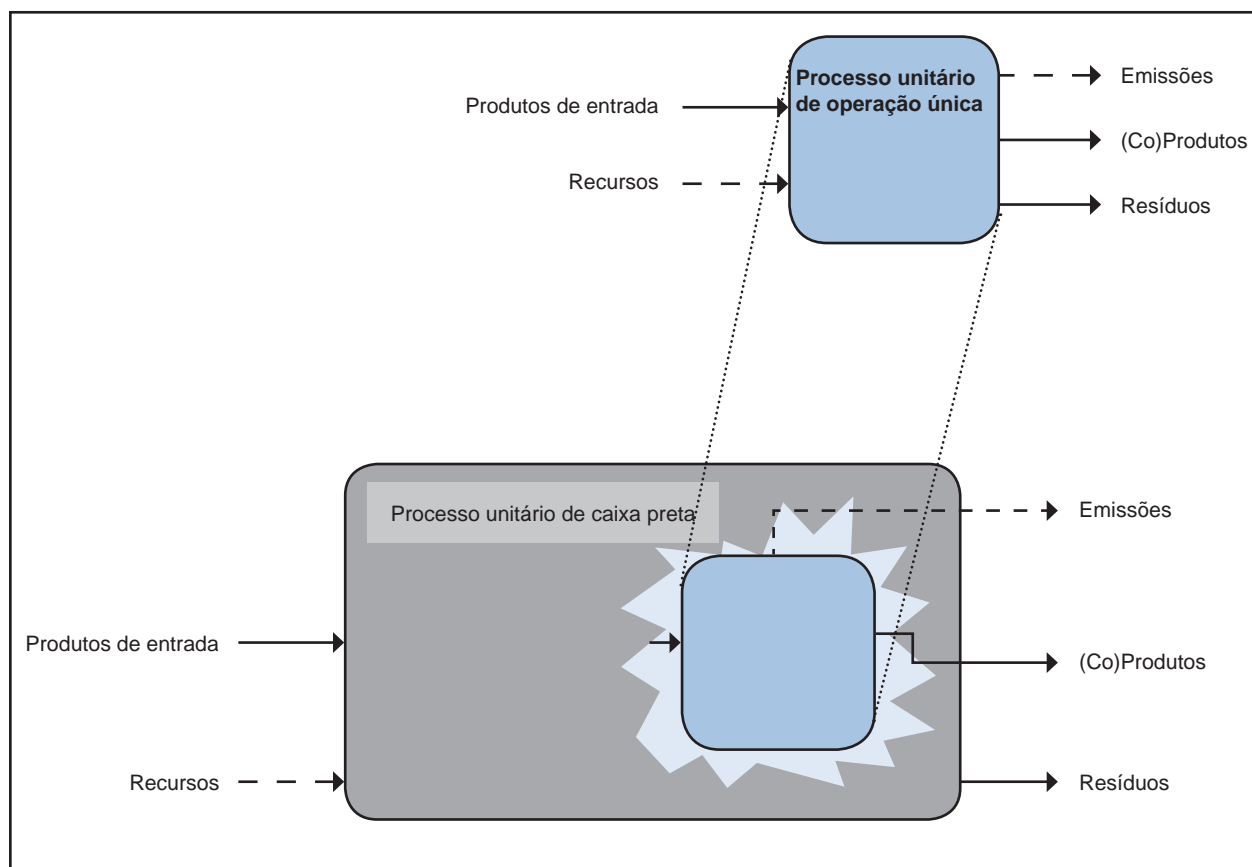


Figura 7 - Processo unitário de caixa preta e processo unitário de operação única. Ambos podem ter uma ou mais (co)funções (por exemplo, coprodutos, conforme mostrado aqui).

Termos e conceitos: subdivisão dos processos multifuncionais

“Subdivisão” de processos multifuncionais refere-se à coleta individual de dados para aqueles processos multifuncionais que estão relacionados ao sistema analisado e não estão contidos no processo multifuncional. A subdivisão frequentemente – mas nem sempre – é possível para evitar a alocação em processos unitários de caixa preta; consulte a Figura 7.

continua na página 108

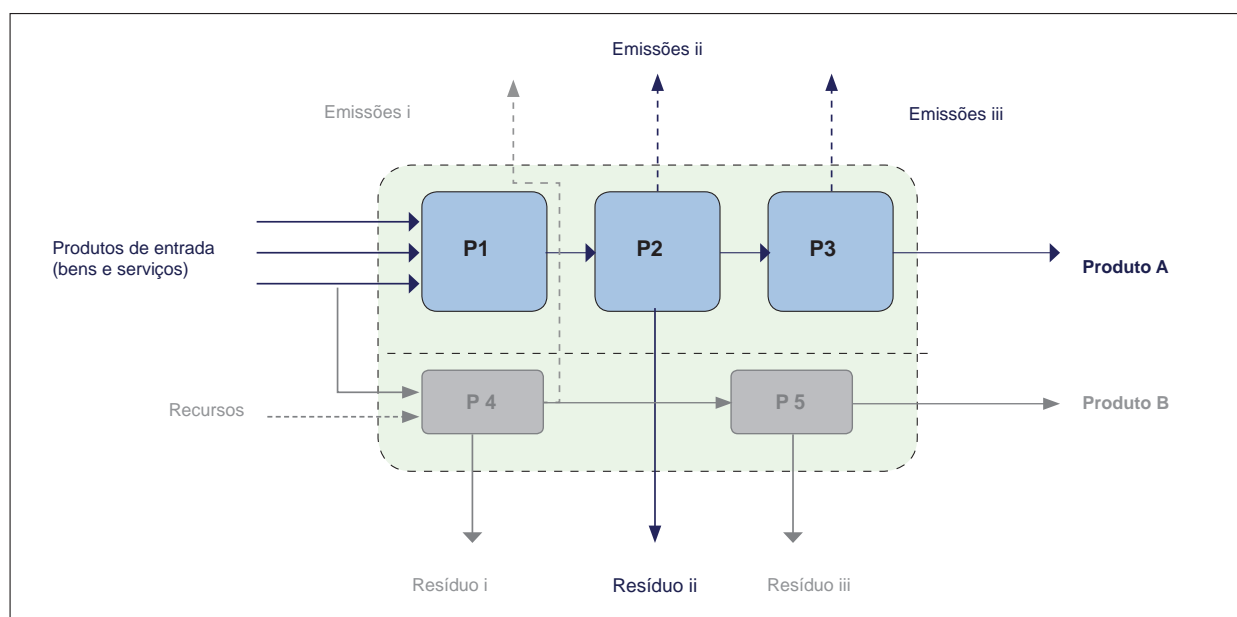
⁴⁷ Os dois subtermos de “processo unitário” são introduzidos aqui para permitir a diferenciação entre a) “processos unitários de operação única”, que não podem ser subdivididos fisicamente, e b) “processos unitários de caixa preta”, passíveis de subdivisão adicional. A alocação de processos unitários de caixa preta pode produzir distorções nos resultados se estes incluem processos multifuncionais.

Com isso, os processos efetivamente necessários são liberados e o problema de multifuncionalidade é resolvido. Isso, porém, não ocorre quando qualquer dos processos unitários de operação única incluídos continua a ser multifuncional. Não obstante, mesmo nesses casos a precisão dos dados melhora, às vezes substancialmente. Deve-se ressaltar que a subdivisão é a única solução correta/exata na modelagem atribucional para resolver a multifuncionalidade de processos que ainda podem ser subdivididos; o “atalho” da alocação de processos unitários de caixa preta frequentemente resulta em inventários distorcidos, como é explicado no texto.

A subdivisão também é aplicável na modelagem consequencial⁴⁸.

Consulte também o capítulo 7.4.22, que fornece mais detalhes sobre subdivisão, subdivisão parcial e subdivisão virtual. ■

Figura 8 - Resolvendo o problema de multifuncionalidade (ver a Figura 6) por subdivisão do processo unitário de caixa preta A subdivisão produz exclusivamente a cadeia de processo dos processos unitários monofuncionais “P1” a “P3”, que resultam no “Produto 1” analisado.



A subdivisão só pode atender a essa finalidade quando os processos unitários separados não são também multifuncionais (como no exemplo da Figura 8). Entretanto, além de possivelmente solucionar a multifuncionalidade, a separação dos processos unitários “verdadeiros” oferece outras vantagens para fins de controle de qualidade e revisão, visto que os inventários não combinam vários processos ou mesmo um local inteiro em uma “caixa preta”. Deve-se observar também que quando a alocação é feita em processos unitários de caixa preta, os resultados frequentemente são distorcidos/incorrectos, pois geralmente nem todos os processos dentro de um processo unitário de caixa preta estão relacionados com a mesma extensão a todas as cofunções (ver, por exemplo, a Figura 7).

Além daquilo que é apontado como caso geral pela ISO, deve-se notar que, também na modelagem consequencial, a substituição de cofunções de processos unitários que são em princípio subdivisíveis tende a distorcer os resultados, sendo preferíveis, portanto, a subdivisão ou a subdivisão virtual.

⁴⁸ Pode-se argumentar, porém, que a lógica da modelagem consequencial exigiria a contabilização das sinergias e outras inter-relações de processos que operam, por exemplo, no mesmo local. Essas inter-relações e consequências internas do sistema de primeiro plano ainda exigem esclarecimentos metodológicos adicionais. Da mesma forma, talvez seja necessário até mesmo considerar as sinergias de nível local na modelagem atribucional por meio de uma alocação de sinergias. Por exemplo, em determinado local, um pequeno processo que consome vapor pode se beneficiar de um processo com maior consumo de vapor que tenha resultado na instalação de um processo altamente eficiente de geração de vapor.

Os processos unitários caixa preta também devem ser subdivididos quando isso não resolve o problema de multifuncionalidade, porque isso o torna menor e frequentemente mais fácil de resolver e melhora a revisibilidade⁴⁹. Caso contrário, o possível efeito de distorção deve ser considerado explicitamente ao declarar a precisão dos resultados e extrair conclusões e recomendações. Observe que, embora exija a coleta de dados mais específicos, a subdivisão frequentemente elimina a necessidade de dados que, de outra forma, seriam necessários: na ilustração da Figura 8, esses seriam os dados relativos ao tratamento dos resíduos A e C e, caso a alocação fosse escolhida, as informações sobre critérios de alocação (por exemplo, propriedades físicas, preços de mercado, etc.).

Segunda abordagem: expansão do sistema (incluindo substituição)

Como uma segunda opção para evitar a necessidade de alocação, a hierarquia ISO aponta a abordagem de expansão do sistema. Isso pode significar a inclusão de outra função não fornecida para tornar o sistema comparável (ou seja, expansão do sistema no sentido mais estrito) ou a subtração de uma ou mais funções não necessárias e sua substituição por aquelas que são relegadas/substituídas (ou seja, substituição por expansão do sistema).

Termos e conceitos: expansão do sistema/substituição

“Expansão do sistema” e sua variante “substituição” frequentemente são designadas também, respectivamente, como “ampliação do sistema” e “atribuição de crédito”/“abordagem de carga evitada”. Trata-se de um conceito combinado para garantir a igualdade entre sistemas multifuncionais.

Na prática, duas situações diferentes podem ser encontradas:

Na primeira, a multifuncionalidade é resolvida expandindo as fronteiras do sistema e substituindo a função não necessária por uma maneira alternativa de fornecê-la – ou seja, o processo cujo lugar é ocupado pela função não necessária (“substituição”).

Por exemplo, a escória de alto forno é um coproduto conjunto da fabricação de aço (geralmente na faixa de 0,2 a 0,35 kg por kg de metal quente). É usada principalmente na fabricação de cimento (substituindo o cimento Portland) e na pavimentação de vias (substituindo os agregados primários), enquanto uma parte menor não é usada (ou seja, depositada). Se quisermos obter exclusivamente o inventário do ciclo de vida da produção de aço em alto forno, o inventário da cofunção de escória de alto forno será eliminado do processo subtraindo o inventário dos processos/sistemas substituídos⁵⁰. Dessa maneira, poderemos obter um conjunto de dados de ICV exclusivamente para a produção de aço a partir desse processo/instalação. No caso, expandimos a perspectiva do sistema subtraindo a(s) função(ões) indesejada(s) por meio do inventário do ciclo de vida de maneiras alternativas de fornecê-la(s). Consulte a representação esquemática na Figura 9.

A outra situação ocorre quando é necessário tornar vários sistemas multifuncionais (por exemplo, diferentes marcas de um produto de consumo complexo) comparáveis em um estudo comparativo. Isso é feito expandindo as fronteiras do sistema e acrescentando, para o caso em

continua na página 110

⁴⁹ Reconhece-se que restrições de tempo ou orçamento frequentemente podem limitar essa possibilidade.

⁵⁰ Observe que, na modelagem consequential plena, qualquer escória de forno a oxigênio básico (BOF) seguiria para aterros, pois a oferta já é mais alta que a demanda. Nesse caso, nada é substituído e a deposição em aterros seria modelada. Entretanto, observada a situação média existente, alta proporção da escória de BOF está substituindo, por exemplo, o cimento Portland e evitando a sua produção. Desse ponto de vista, é apropriado substituir o mix de usos alternativos (e ter apenas uma parte modelada como depositada em aterro). Como um segundo comentário, é interessante notar que a modelagem de “escória de BOF adicional” muda se a escória já estiver sendo plenamente utilizada, digamos, nas aplicações de cimento citadas. Nesse caso, qualquer escória de BOF adicionalmente coproduzida também substituiria o cimento Portland, pois a demanda do mercado seria mais alta que a oferta.

questão, as funções ausentes e os inventários dos respectivos produtos monofuncionais. Por exemplo, ao comparar uma combinação de copiadora, impressora, scanner e fax com uma combinação de copiadora, scanner e fax, a função ausente, “impressora”, seria adicionada ao inventário do segundo sistema de produto; consulte a representação esquemática na parte superior da Figura 10.

O termo “expansão do sistema” é mais ilustrativo na segunda situação, em que adicionamos uma ou mais funções ausentes⁵¹.

Observe que ambos os usos são matematicamente equivalentes, conforme demonstrado na Figura 10 (embora não o sejam necessariamente quanto ao significado e interpretação).

Expansão do sistema e substituição são as abordagens de método correspondentes na modelagem consequencial para resolver a multifuncionalidade.

A substituição também é aplicável na modelagem atribucional quando há interesse em incluir as interações existentes com outros sistemas (por exemplo, créditos para operações de reciclagem existentes/passadas pela produção primária evitada) – ou seja, na Situação C1.

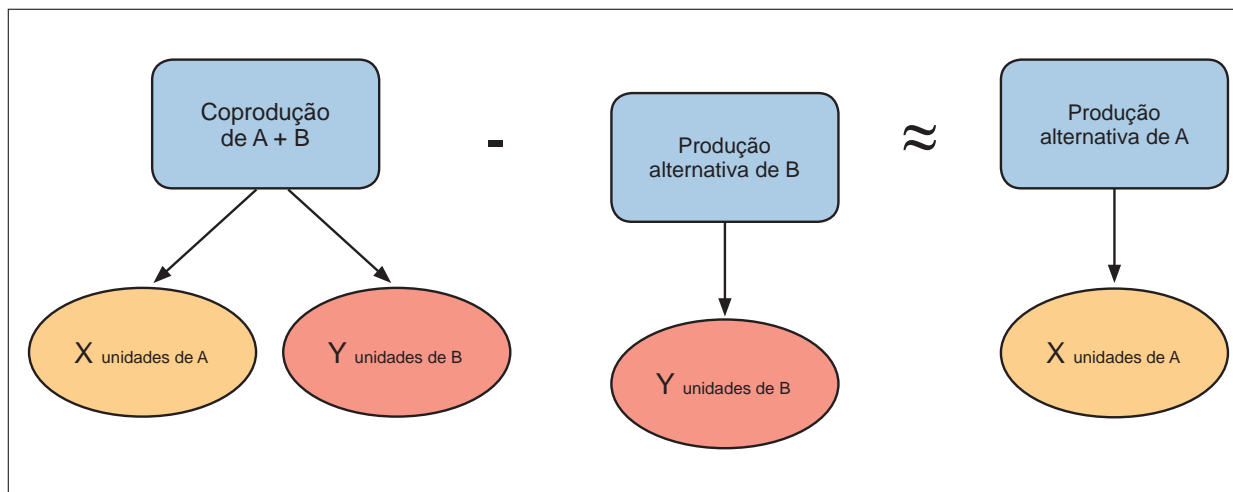
Substituição significa subtrair o inventário de outro sistema do sistema analisado. Isso frequentemente resulta em fluxos de inventário negativos. Pode até mesmo resultar em impactos ambientais globais negativos para o sistema analisado. Isso significa que há um benefício líquido na produção do sistema analisado, pois o impacto global é mais do que compensado pelo impacto evitado que as cofunções proporcionam em outras áreas. Essa é a interpretação correta, contanto que seja obtida dentro das premissas do estudo, incluindo a quantidade de cofunções produzidas.

Não obstante, isso frequentemente conduz a problemas de comunicação, especialmente com não especialistas, pois emissões negativas e impactos negativos não são diretamente intuitivos. Quando isso ocorre, a questão deve merecer atenção especial, inclusive já na elaboração de relatórios sobre os resultados.

Ao mesmo tempo, esses resultados também podem ser enganosos, caso seja interpretado erroneamente que uma produção ilimitada do sistema analisado resultará em benefícios ilimitados. Essa interpretação ignora o fato de que um volume crescente de produção gerará enormes quantidades da cofunção, enquanto o mercado para os processos substituídos que foi modelado originalmente pode ser muito menor. Em outras palavras, se a quantidade da produção é aumentada, a modelagem deve ser alterada para indicar se o mercado ainda conseguirá absorver as quantidades maiores e se estas continuarão efetivamente substituindo qualquer outro processo ou sistema. Isso significa que um estudo baseado na Situação A só pode ser usado para fornecer apoio decisório no contexto da premissa original, de que as cofunções não necessárias são absorvidas pelo mercado e substituem o sistema/processos alternativos identificados sem consequências de larga escala. Caso contrário, com grandes quantidades, outro mix de processo/sistema poderia ser substituído, ou o sistema teria que ser modelado com base na Situação B. Adicionalmente, um estudo baseado na Situação B – por exemplo, “10% de biocombustíveis na China” – não pode ser usado para apoiar uma decisão, por exemplo, de “50% de biocombustíveis na China”, pois ocorreriam outras consequências de larga escala no restante da sociedade e no setor que não foram consideradas no estudo inicial, mas alterariam os resultados. ■

51 O caso de substituição também poderia ser chamado, na prática, de “redução do sistema”.

Figura 9 - Esquema de solução do problema da multifuncionalidade pela substituição das cofunções desnecessárias

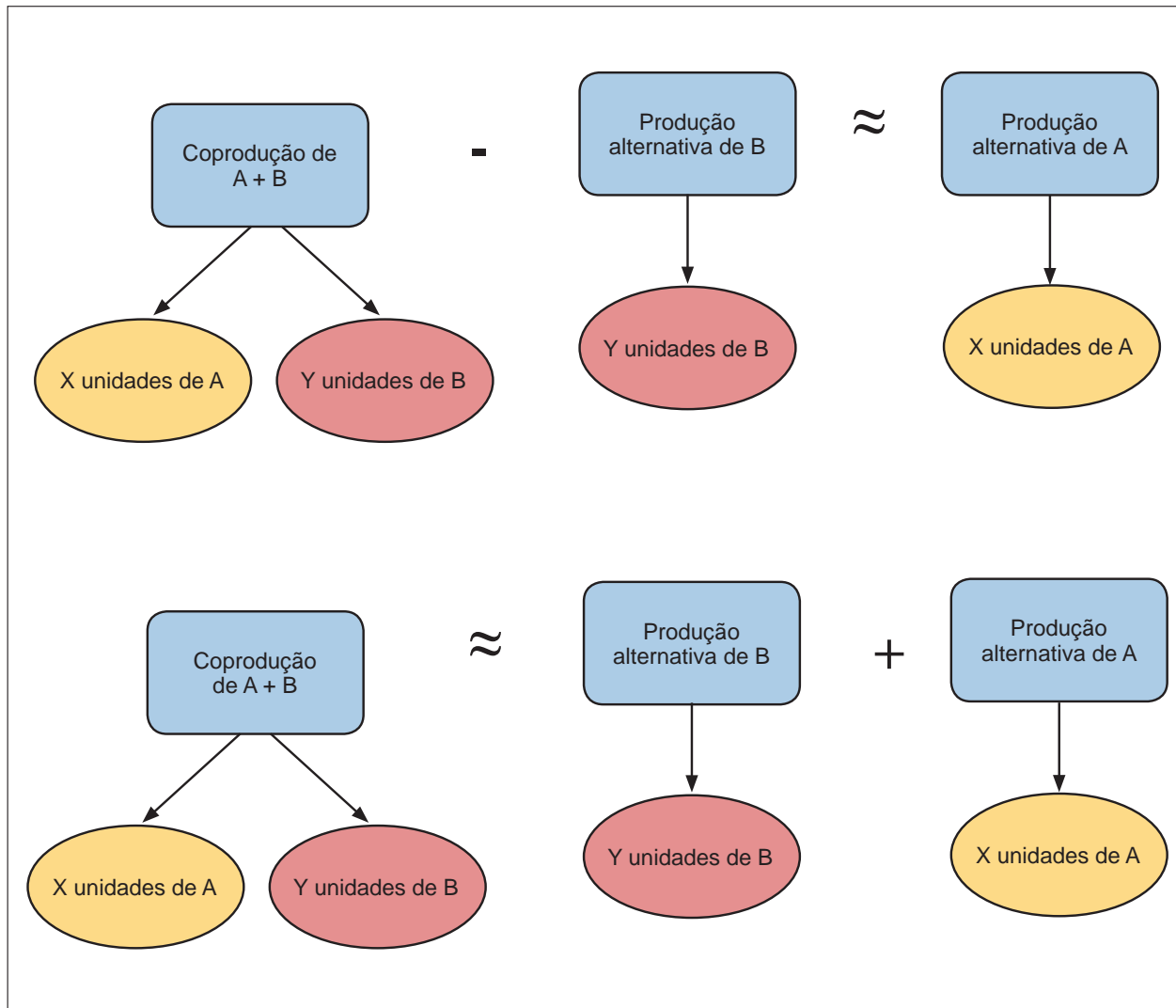


Na prática, a expansão do sistema pode levar à necessidade de uma expansão adicional do sistema, pois os sistemas incluídos adicionalmente muitas vezes também são multifuncionais. Em muitos casos, isso pode ser resolvido por meio de regras de corte. Não obstante, existem sistemas em que não há uma produção/processo alternativo para exatamente a mesma função (por exemplo, grãos e palha de arroz sempre crescem juntos, ou seja, não há uma produção alternativa de grãos de arroz a ser substituída). Mesmo assim, uma substituição da função que os grãos de arroz fornecem é viável – ou seja, pode-se presumir que outros grãos e frutas tenham sido substituídos. Dependendo da situação específica, porém, isso pode levar a uma grande quantidade de sistemas substituídos.

Portanto, para atingir um ponto de equilíbrio entre esforço e precisão, são necessárias abordagens pragmáticas, mas sistemáticas.

Em outros casos, os processos alternativos só existem em teoria ou não têm relevância quantitativa na prática (por exemplo, via de regra, o hidróxido de sódio é produzido exclusivamente por meio da eletrólise do cloreto de sódio; portanto, não há um processo de relevância industrial efetivamente substituído). Outro desafio é a dificuldade de identificar um ou mais processos substituídos que devem ser integrados ao sistema expandido; essa abordagem necessariamente complexa é detalhada no capítulo 7.2.4.

Figura 10 - Equivalência da expansão do sistema aditiva e subtrativa (“substituição”): obtenção de equivalência funcional dos sistemas comparados pela adição de funções (expansão do sistema, na parte superior) ou pela subtração de funções (na parte inferior).



Terceira abordagem: alocação

O último nível citado na hierarquia ISO é a alocação, em que as entradas e saídas são repartidas entre as cofunções com base em algum critério de alocação. A norma ISO fornece uma ordem preferencial de critérios possíveis; consulte o quadro.

Termos e conceitos: Alocação

A “alocação”, também chamada de “particionamento”, resolve a multifuncionalidade repartindo as quantidades das entradas e saídas individuais entre as cofunções com base em algum critério de alocação, sendo este uma propriedade das cofunções (por exemplo, teor do elemento, teor energético, massa, preço de mercado, etc.); consulte a Figura 11.

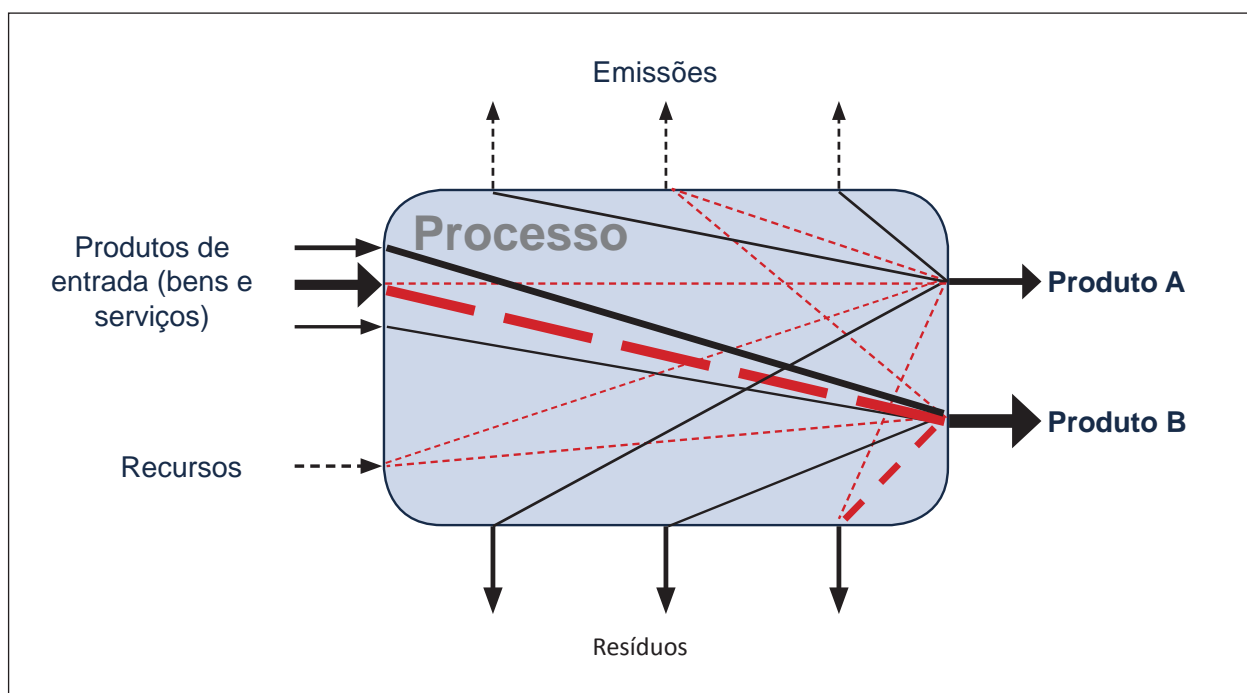
Se possível, segundo a ISO 14044:2006, a alocação deve ser realizada em conformidade com a relação física – e, implicitamente, também química e biológica – causal subjacente entre os diferentes produtos e funções. Isso deve refletir a forma como as entradas e saídas individuais são alteradas quantitativamente por alterações quantitativas nas várias funções fornecidas pelo processo ou sistema. Quando não é possível localizar relações causais físicas comuns entre as cofunções, a ISO 14044:2006 recomenda realizar a alocação com base em outra relação entre elas. Isso pode ser uma relação econômica ou

continua na página 113

uma relação entre algumas outras propriedades (por exemplo, propriedades físicas não causais) das cofunções, como o teor energético, que frequentemente é usado na alocação entre diferentes combustíveis coproduzidos em uma refinaria⁵².

Note-se que, quando a subdivisão não consegue fornecer processos unitários exclusivamente monofuncionais que possam ser atribuídos à função analisada, a alocação é abordagem metodológica correspondente na modelagem atribucional para resolver a multifuncionalidade dos processos. ■

Figura 11 - Resolvendo o problema da multifuncionalidade pela alocação do inventário às cofunções (esquema ilustrativo). A espessura das linhas dentro do processo indica a proporção de cada fluxo não funcional que é alocada a cada uma das duas cofunções (aqui: “Produto A” e “Produto B”). Os fluxos podem ser alocados quantitativamente a apenas uma (linhas sólidas azuis) ou a várias (linhas pontilhadas vermelhas) das cofunções. Diferentes critérios de alocação podem ser aplicados e devem ser identificados adequadamente. A soma das quantidades alocadas dos fluxos de inventário deve ser idêntica ao inventário não alocado do processo.



Na prática, geralmente é difícil identificar claramente a chave de alocação mais adequada, como é ilustrado nos exemplos a seguir. Frequentemente há também uma carência de dados (por exemplo, no caso de exemplo acima, dados sobre como uma quantidade variável de carbono e cloro nos resíduos altera quantitativamente a quantidade de dioxina formada), o que faz com que o uso da causalidade física como critério único de alocação nem sempre seja viável ou, na melhor das hipóteses, reduza a sua robustez. Alguns exemplos que ilustram isso são fornecidos no capítulo 7.9.3.2.

Sobre o uso do preço de mercado como critério de alocação

O uso do preço de mercado como critério de alocação frequentemente é encontrado na prática. Em muitos casos, porém, os coprodutos não são comercializados diretamente, sendo submetidos antes a um processamento interno adicional (por exemplo, comprimidos, purificados, embalados). Portanto, o preço de mercado do produto resultante deve ser ajustado (ou

⁵² Deve-se ressaltar que o uso, por exemplo, do menor valor calorífico para alocação entre produtos de refinaria em uma refinaria de processo de caixa preta não é uma relação física causal, mas uma alocação simplificada de uma relação física não causal no sentido estabelecido pela ISO.

seja, reduzido) para levar em conta essas etapas adicionais antes de ser usado como chave de alocação. Alguns produtos intermediários (como o gás de refinaria) raramente ou nunca são comercializados externamente; nesses casos, as informações sobre preço de mercado devem ser aproximadas. A alocação baseada no preço de mercado em nível local (por exemplo, de processos unitários de caixa preta) desconsidera o fato de que as tecnologias de redução de emissões frequentemente tratam emissões relacionadas a apenas um dos coprodutos. Uma desvantagem geral do uso dos preços de mercado na alocação é que isto pressupõe uma correlação positiva dos impactos com o preço de mercado, desconsiderando o fato de que medidas ambientais, como as tecnologias de redução de emissões, efetivamente aumentam o custo de produção enquanto reduzem a carga ambiental. O uso do preço de mercado para alocação também resulta em algum grau de correlação entre o impacto ambiental e o preço do produto, o que limita a utilidade desses dados de impacto ambiental na análise de ecoeficiência.

As disposições do ILCD para solução da multifuncionalidade de processos

Os próximos subcapítulos detalham como identificar as abordagens de alocação e substituição mais apropriadas e específicas para casos gerais.

6.5.4 Disposições para modelagem de ICV nas Situações A, B e C

([Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulos 4.3.4 e 4.2.3.6.1](#))

6.5.4.1 Introdução e visão geral

Como preparação para a identificação dos princípios de modelagem de ICV e abordagens metodológicas orientadas para o objetivo do estudo de ICV/ACV mais apropriados, no capítulo 5.3 o trabalho de ACV a ser realizado foi classificado como pertencente a uma de três situações distintas de contexto decisório: A, B ou C.

Na prática, e além do contexto decisório formal, existe ampla gama de outros aspectos que, em última análise, determinam os princípios de modelagem de ICV e abordagens metodológicas mais apropriados para aplicação. Esses aspectos incluem, entre outros, a reprodutibilidade, a disponibilidade de informações e dados, a precisão e robustez, a praticidade, a comunicabilidade, a eficácia em termos de custo, a coerência com outros instrumentos e a aceitação das partes interessadas. Levando em conta todos esses aspectos, as disposições para modelagem das Situações A, B e C são derivadas da seguinte maneira:

6.5.4.2 Situação A: “Apoio decisório em nível micro”

([Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulos 4.3.4 e 4.2.3.6.1](#))

6.5.4.2.1 - Visão geral

A Situação A refere-se a um apoio decisório baseado no ciclo de vida em nível micro (por exemplo, para questões relacionadas a produtos). Ela geralmente, mas não necessariamente, se refere ao futuro de curto prazo (até cinco anos a partir do presente) ou médio prazo (5 a 10 anos a partir do presente). Em outras palavras, as alterações analisadas estão direta ou indiretamente relacionadas à coleta de informações para aquisição de produtos que já são oferecidos no mercado ou ao projeto/desenvolvimento de produtos previstos para entrar no mercado normalmente. O critério-chave é que o produto analisado detenha uma participação limitada na produção total em seu setor, de modo que possa haver uma expectativa razoável de que sua produção, uso e fim de vida não tenham consequências de larga escala, em termos de capacidade instalada

adicionalmente ou reduzida, no sistema de segundo plano ou em outros sistemas – ou seja, não possam alterá-los estruturalmente⁵³.

Em forma condensada e apenas como referência, as seguintes orientações são fornecidas: o modelo de ICV mais adequado para a Situação A deverá representar a cadeia de abastecimento do sistema analisado por meio da aplicação de modelagem atribucional. Nos casos de relações entre sistemas e multifuncionalidade de processos e produtos que não podem ser solucionadas por subdivisão ou subdivisão virtual, a abordagem de expansão do sistema deverá ser adotada, substituindo o processo evitado em seu mix de mercado (excluindo a função/rota a ser substituída). Podem ser necessárias correções de valores para compensar diferenças de desempenho. Em casos de grande complexidade, a alocação é a próxima opção para resolver a multifuncionalidade.

Os parágrafos a seguir fornecem detalhes adicionais. Detalhes sobre modelagem são fornecidos nos respectivos capítulos sobre Inventário do Ciclo de Vida.

6.5.4.2.2 - Disposições para modelagem de ICV

Modelo geral de ciclo de vida

As seguintes orientações gerais deverão ser aplicadas:

- a modelagem atribucional deverá ser usada para a modelagem geral de ICV do sistema, representando a cadeia de abastecimento existente, o uso e a cadeia de fim de vida a jusante, conforme previsto para inclusão no modelo.

Multifuncionalidade

Para resolver a multifuncionalidade, o objetivo é empregar subdivisão ou subdivisão virtual de modo a separar os processos não multifuncionais (ver o capítulo 6.5.3). Para relações entre sistemas e para resolver a multifuncionalidade onde isso não seja possível em princípio, OU nos casos em que outras razões, como a disponibilidade de dados ou considerações de custo, dificultem essa alternativa, as abordagens metodológicas de ICV apropriadas são:

- Casos de relações entre sistemas (ver o quadro no capítulo 7.2.2): se a função secundária atuar dentro de outro sistema, afetando apenas a operação dos processos existentes (e potencialmente também a capacidade instalada – por exemplo, porque a função secundária foi considerada ao planejar o sistema afetado), a expansão do sistema deverá ser realizada por meio da substituição dos efeitos marginais de curto prazo. Mais detalhadamente: a multifuncionalidade relacionada às relações entre sistemas não resulta na instalação de novos processos nem em sua retirada de operação, mas apenas em alterações em sua operação (ou seja, consequências “marginais de curto prazo”). Isso ocorre nos casos em que a função secundária do produto analisado atua diretamente no contexto de outro sistema, o “sistema de contexto”. Um exemplo seria uma cafeteira que gera calor como cofunção, reduzindo a demanda de aquecimento do edifício em que é operada (e/ou aumentando a demanda por refrigeração, dependendo da região e da estação) (para mais detalhes, consulte o quadro de relações entre sistemas no capítulo 7.2.2). Nesse caso, o processo substituído é aquele diretamente

⁵³ Às vezes presume-se teoricamente que qualquer decisão de pequena escala tenha consequências de longo prazo sobre a capacidade instalada (por exemplo, a compra de 500 canetas esferográfica baseadas em polipropileno resultaria em um aumento marginal da capacidade de produção de polipropileno ao introduzir uma quantidade marginal extra de novas fábricas de polipropileno instaladas). Entende-se que isto exija pesquisas adicionais antes de ser considerado para inclusão na Situação A, pois é necessária uma orientação válida, robusta e aplicável de maneira eficiente. Em particular, decisões de investimento sob limitações de mercado, política e outras, bem como o efeito específico de consequências secundárias que neutralizam ou bloqueiam quaisquer dessas consequências de larga escala, precisam ser melhor compreendidos.

afetado em sua operação (no exemplo acima, os sistemas de aquecimento e refrigeração doméstica no país analisado). Observe que, caso a existência da cafeteira tivesse sido prevista no projeto do edifício e na instalação da capacidade de aquecimento/refrigeração, o mesmo se aplicaria, mas nesse caso outros sistemas de aquecimento/refrigeração estariam em uso e teriam que ser modelados.

- Casos de multifuncionalidade - geral:
 - Se, para a cofunção desnecessária, processos/produtos funcionalmente equivalentes forem operados/produzidos em extensão suficiente⁵⁸, a cofunção desnecessária deverá ser substituída pelo mix de consumo médio do mercado⁵⁹ dos processos ou produtos que são substituídos, excluindo desse mix a rota do processo/produto a ser substituído. O raciocínio em que se baseia essa simplificação, em comparação com uma modelagem consequencial plena, é que alto esforço é necessário para identificar, entre os processos potenciais, aqueles que têm maior probabilidade de serem substituídos e calcular o mix substituído. Na modelagem consequencial plena, o mix dos processos com maior probabilidade de substituição teria que ser identificado. O benefício limitado de uma seleção de processos potencialmente mais precisa, mas também menos segura, não é considerado justificável em estudos de Situação A. O mix de mercado é usado como uma aproximação realista e robusta que, adicionalmente, leva em conta a existência de várias consequências e limitações secundárias que, presumivelmente, muitas vezes reduzem ou evitam/compensam totalmente as consequências teóricas primárias.
 - Quando tais processos/sistemas alternativos não existem ou não são operados em grau suficiente, processos/sistemas alternativos à cofunção desnecessária, em sentido mais amplo, devem ser usados para substituição, seguindo-se as mesmas disposições estipuladas na subcondição anterior.
 - Quando esses processos/sistemas alternativos à função mais ampla também não existem ou não atendem aos requisitos estabelecidos, o estudo é, de fato, um estudo do tipo de Situação B, pois isso implica consequências de larga escala em outros sistemas: a quantidade da cofunção desnecessária é maior do que o mercado pode absorver facilmente sem alterações estruturais.
 - É possível que a modelagem de substituição não seja exequível. Isso pode ocorrer, por exemplo, quando existem muitos processos/sistemas alternativos, ou alternativas para a função em sentido mais amplo (digamos, quando 10 processos/sistemas alternativos constituem 80% do mercado para a função a ser substituída e/ou os próprios processos/sistemas substituídos possuem diversas cofunções). O esforço de modelagem e controle de qualidade desse sistema tornaria impraticável sua aplicação em estudos da Situação A. Por esse motivo, uma simplificação é aplicável, em comparação com o modelo consequencial teórico completo. Nesses casos, e também quando os dados genéricos utilizáveis não são suficientemente precisos para representar os processos/sistemas substituídos, pode-se aplicar, em vez disso, o procedimento de alocação em duas etapas descrito no capítulo 7.9.3. Isso, porém, não deve ser feito caso favoreça de maneira relevante o processo/sistema analisado; esse procedimento deve ser discutido ou aproximado. Observe que, se a alocação for utilizada, a falta de precisão resultante deve ser informada e levada em conta subsequentemente na interpretação.
 - Há outra simplificação aplicável na comparação com o modelo consequencial teórico completo: a substituição da(s) cofunção(ões) determinante(s) não deve ser feita. Caso não seja possível identificá-las, deve-se presumir que a(s) cofunção(ões) determinante(s) sejam aquelas que, tomadas conjuntamente, con-

tribuem com mais de 50% do valor de mercado combinado de todas as cofunções do processo ou sistema multifuncional analisado. Isso implica que, de fato, as cofunções determinantes principais do processo seriam substituídas. Nesse caso, o procedimento de alocação em duas etapas deverá ser aplicado (ver o capítulo 7.9.3).

- Diferenças de funcionalidade entre a função substituída e relegada devem ser consideradas, preferivelmente substituindo as quantidades efetivamente relegadas (por exemplo, a quantidade de cimento Portland que o coproduto siderúrgico escória de BOF efetivamente substitui no cimento). Ou então, como uma segunda prioridade, essas diferenças devem ser consideradas por meio da correção do valor de mercado da quantidade da função substituída e seu inventário – ou seja, a proporção do preço de mercado entre a cofunção e aquelas que presumivelmente substitui.
- Como um caso especial nesse contexto, para o tratamento de resíduos e de fim de vida (em todos os casos, ou seja, “ciclo fechado”, “ciclo aberto - mesma rota primária” e “ciclo aberto - rota primária diferente”): a expansão do sistema deve ser realizada, substituindo a produção primária evitada por meio da substituição de reciclabilidade com o mix de mercado da rota primária média do mercado em que o bem secundário é produzido; diferenças de funcionalidade devem ser consideradas pela substituição das quantidades efetivamente relegadas ou pela correção do valor de mercado (para mais detalhes, consulte o anexo 14 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*). Por exemplo, a madeira reciclada e não tratada de restos de construção⁵⁴ poderia ser transformada em cavacos e usada na produção de aglomerado na Europa. Os cavacos de madeira produzidos primariamente (mix de consumo do mercado europeu) seriam relegados e seu inventário usado na substituição. Caso os cavacos de madeira secundários tenham menor funcionalidade que os cavacos de madeira primários (por exemplo, exigindo maior quantidade para produzir um aglomerado com as mesmas especificações de desempenho), as quantidades respectivamente reduzidas dos cavacos de madeira primários relegados são substituídas. Ou então, caso isso não seja identificável e quantificável, mas o valor de mercado dos cavacos de madeira primários e secundários seja diferente, o inventário substituído é corrigido por sua razão de preço de mercado. Todas as atividades de classificação, transporte, produção de cavacos, etc. da madeira originária de restos de construção fariam parte do inventário da construção da qual os resíduos de madeira provêm. A substituição simplificada do mix de mercado da produção primária segue o mesmo tipo de raciocínio do uso do mix de mercado para o caso geral de multifuncionalidade, conforme explicado mais detalhadamente acima. Um exemplo seria a eletricidade produzida a partir de resíduos de produção ou a incineração de fim de vida de um produto com recuperação de energia. O processo relegado a ser substituído é o mix de eletricidade do mercado (por exemplo, do país, região ou subárea de fornecimento) em que o tratamento de resíduos/fim de vida ocorre, excluindo a fonte de eletricidade a ser substituída.
- Particularmente no caso do “ciclo aberto - rota primária diferente”, deve-se verificar adicionalmente se existem, para a peça, material reciclado ou energia recuperada, processos/sistemas alternativos funcionalmente equivalentes ou equivalentes funcionais em sentido mais amplo que sejam operados em grau suficiente (conforme detalhado acima para os casos gerais de multifuncionalidade). Caso contrário, o estudo é de fato um estudo do tipo de Situação B,

⁵⁴ Metodologicamente, os restos de madeira coletados durante a construção de um edifício são idênticos aos obtidos na demolição de um edifício antigo.

pois implica consequências de larga escala em outros sistemas. De maneira análoga ao caso geral de multifuncionalidade, a quantidade do bem secundário fornecida é tão alta que o mercado não conseguirá absorvê-la sem mudanças estruturais. Observe que isso geralmente não se aplica aos casos de ciclo fechado, pois o bem secundário entra no mesmo tipo de sistema – ou seja, o mercado sempre pode absorver o bem secundário. Isso só não acontece quando a qualidade é muito baixa e ele não consegue substituir as funções do bem primário.

- De maneira semelhante ao caso geral, sistemas de substituição altamente complexos e expandidos podem tornar o estudo inviável, seja devido à ausência de dados disponíveis ou acessíveis para todas as partes ou à elevação insustentável dos custos. Nesse caso (ver anteriormente), pode-se recorrer à alocação, aplicando o procedimento relativo à multifuncionalidade no tratamento de resíduos/fim de vida; isso é detalhado no anexo 14.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* e no capítulo 7.9.3. A alocação, porém, não deve ser utilizada caso favoreça de maneira relevante o processo/sistema analisado. Isso pode ser analisado qualitativamente, ou discutido ou aproximado de maneira semiquantitativa. Se a alocação for utilizada, a falta de precisão resultante deve ser informada e levada em conta subsequentemente na interpretação.

Estudos comparativos

Para estudos comparativos da Situação A, o modelo principal de cada alternativa comparada deverá ser complementado com cenários hipotéticos baseados em estimativas razoáveis do melhor e do pior caso e, opcionalmente, por cenários hipotéticos adicionais dentro das estimativas razoáveis de melhor e pior caso. Deve-se efetuar um cálculo da incerteza, a menos que já tenha sido usado para derivar as estimativas razoáveis de melhor e pior cenário. As partes interessadas devem ser envolvidas no esforço de atingir um consenso viável sobre uma definição dos cenários hipotéticos razoavelmente melhor e razoavelmente pior que possa, em princípio, variar todas as disposições relativas a dados e métodos para a Situação A, exceto as disposições e premissas identificadas como “obrigatórias”.

Observe que o caso comparativo sob a Situação A (por exemplo, a aquisição de serviços de limpeza), na maioria dos casos, pressupõe que uma das alternativas comparadas será adquirida. Logo, o apoio decisório baseado em ACV somente compara as alternativas. Em geral, portanto, não há uma opção “zero”.

Se, entre os sistemas a serem comparados, um ou mais sistemas tiverem unidades funcionais adicionais, a comparabilidade será obtida por meio da expansão do sistema.

6.5.4.3 Situação B: “Apoio decisório em nível médio/macro”

([Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulos 4.3.4 e 4.2.3.6.1](#))

6.5.4.3.1 - Visão geral

A Situação B refere-se ao apoio decisório baseado no ciclo de vida em um nível médio ou macro, como ocorre com estratégias (por exemplo, estratégias de matérias-primas, cenários tecnológicos, opções de políticas, etc.). Via de regra, por sua própria natureza, o estudo refere-se ao futuro de médio prazo (5 a 10 anos a partir do presente) ou longo prazo (mais de 10 anos a partir do presente). O critério-chave é que a decisão analisada tenha consequências envolvendo mudanças nas atividades de produção, uso e fim de vida que alterem direta ou indiretamente partes relevantes da economia ao exercer efeitos estruturais de larga escala.

Em forma condensada e apenas como referência, as seguintes orientações são fornecidas: os sistemas ou cenários alternativos analisados deverão ser modelados aplicando a orientação de modelagem da Situação A (ver o capítulo 6.5.4.2). Aqueles processos que tenham sido identificados como afetados por mudanças significativas de larga escala como consequência da decisão analisada deverão ser modelados como o mix de mercado dos processos marginais de longo prazo (para mais detalhes, consulte o capítulo 7.2.4). Isso deverá ser complementado por cenários hipotéticos baseados em estimativas razoáveis de melhor e pior caso. Além disso, o cálculo da incerteza pode apoiar a análise.

Os parágrafos a seguir fornecem por menores adicionais; detalhes completos podem ser encontrados nos respectivos capítulos.

6.5.4.3.2 - Disposições para modelagem de ICV

Modelo de ciclo de vida geral e multifuncionalidade

A Situação B deverá aplicar a orientação de modelagem de ICV da Situação A, com uma exceção: processos que tenham sido identificados como afetados por mudanças significativas⁵⁵ de larga escala como consequência da decisão analisada deverão ser modelados como o mix de mercado dos processos marginais de longo prazo.

Estudos comparativos

Comparações das alternativas então seriam feitas levando em conta os cenários hipotéticos e a análise de incerteza (a menos que ela já tenha sido usada para derivar os cenários razoáveis de melhor e pior caso).

Observe que, diferentemente da Situação A, o caso comparativo (por exemplo, de opções para políticas de reciclagem) via de regra também possui uma opção “zero” correspondendo a “nada muda” – ou seja, não será implementada uma nova política (ou nenhuma alteração será introduzida em uma política existente). Logo, o apoio decisório baseado em ACV geralmente também tem um cenário de “nenhuma ação”.

Nos estudos comparativos, os sistemas ou cenários alternativos deverão ser complementados com cenários adicionais (aqui chamados de “cenários hipotéticos”) a fim de melhorar a robustez da análise por meio da variação das premissas-chave relacionadas aos dados (por exemplo, taxas de reciclagem, intensidade do uso, tempos de vida, etc.) e, potencialmente, as premissas metodológicas relevantes. Os cenários hipotéticos deverão combinar variações das premissas mais relevantes, com o objetivo de representar estimativas razoáveis de melhor e pior caso abrangendo o(s) sistema(s).

Essas estimativas razoáveis de melhor e pior caso devem ser derivadas por meio de avaliações especializadas, com o objetivo de capturar o percentil de erro superior e inferior de 90% abrangendo o sistema/cenário alternativo (incluindo a contabilização da covariância entre as premissas). Essa análise de cenários deve ser combinada ou integrada a um cálculo estocástico de incerteza, por exemplo, pela aplicação da Simulação de Monte Carlo, a menos que isso já tenha sido usado para derivar os cenários razoáveis de melhor e pior caso.

Os cenários hipotéticos podem se desviar de todos os requisitos de modelagem de ICV da Situação B, incluindo os itens identificados como “obrigatórios”. Os cenários razoáveis de melhor e pior caso necessários deverão ser estabelecidos de comum acordo durante uma audiência pública com as partes interessadas com o objetivo de atingir o melhor consenso possível⁵⁶. Esses

⁵⁵ Para definição e orientações, consulte o capítulo 7.2.4.

⁵⁶ Como os requisitos de revisão para esses estudos da Situação B incluem uma revisão externa (quanto ao tipo exato de revisão, consulte o documento de orientação sobre revisão), uma possível maneira de satisfazer esse requisito de audiência é combiná-lo ao envolvimento das partes interessadas na revisão: o revisor/responsável pela revisão pode convidar as partes interessadas e conduzir um processo voltado para a obtenção do melhor consenso possível sobre as consequências primárias e secundárias a serem incluídas nos cenários do respectivo estudo.

cenários, portanto, podem incluir, por exemplo, cenários consequenciais completos para todo o ciclo de vida do sistema e cenários atribucionais (de alocação) para casos de multifuncionalidade. Detalhes sobre as consequências que devem ser incluídas por padrão caso a modelagem consequencial seja realizada e orientações sobre a determinação dos processos marginais são fornecidos sucintamente no capítulo 7.2.4.

Caso o resultado do estudo deva ser um conjunto de dados de ICV, a única recomendação é a modelagem de cenários hipotéticos. Se esta for realizada, o resultado poderá ser documentado juntamente com o conjunto de dados. Observe que este é um requisito identificado como “obrigatório”, caso o conjunto de dados deva ser usado em comparações subsequentes.

6.5.4.4 Situação C: “Contabilização”

([Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulos 4.3.4 e 4.2.3.6.1](#))

Visão geral

A Situação C está relacionada a estudos que exijam um modelo de ciclo de vida totalmente descritivo do tipo contábil, geralmente referindo-se ao passado ou ao presente (embora também possam se referir individualmente ao futuro por extrapolação). O objeto da análise pode estar no nível micro ou nos níveis médio ou macro; a quantidade de produção ou consumo e de cofunções não altera a modelagem. A principal diferença com relação às Situações A e B é que o estudo não está interessado em documentar o que aconteceu (ou acontecerá) com base em decisões que já foram tomadas; não há, portanto, consequências de pequena ou grande escala no sistema de segundo plano ou em outros sistemas no restante da sociedade que possam ser de interesse para a análise. No entanto, os benefícios existentes e as interações negativas com outros sistemas (*por exemplo, créditos de reciclagem*) podem ser incluídos. Isso conduz a dois casos diferenciados, C1 e C2.

A principal diferença entre os dois subtipos da Situação C é a consideração ou não dos benefícios existentes fora do sistema analisado. Na Situação C1, isso é feito (*por exemplo, o benefício de um processo do sistema analisado está produzindo um coproduto que, na prática, substitui outro produto*). Isso, portanto, deve ser creditado. Observe que, diferentemente da Situação A (ou B), neste caso o benefício é preexistente (visto que um sistema existente está sendo descrito). Na Situação A (ou B), presume-se que o benefício ocorra apenas como consequência da decisão que é apoiada pelo estudo, ou seja, como um acréscimo. Essa “adição” é a chave: a atribuição de crédito só é apropriada na Situação A quando a quantidade adicional de coproduto pode ser usada no mercado; caso contrário, as consequências estruturais devem ser modeladas (Situação B). Por esse motivo, na Situação A o crédito só é concedido quando é possível demonstrar que a substituição efetivamente ocorre (ou tem probabilidade de ocorrer, visto que a quantidade é relativamente pequena). Na Situação C1, a ocorrência de substituição pode ser medida concretamente por meio do inventário da quantidade de coproduto que é efetivamente usada, bem como das finalidades desse uso e da quantidade que pode ser depositada. Isso resulta na seguinte disposição geral de modelagem:

Disposições para modelagem de ICV

Para as Situações C1 e C2, o ciclo de vida do(s) sistema(s) analisado(s) deverá ser modelado como um modelo atribucional da cadeia de abastecimento, ou seja, como na Situação A (para mais detalhes, consulte o capítulo 7.2.3; consulte também, novamente, o capítulo 6.5.2).

Multifuncionalidade

Para resolver a multifuncionalidade, o objetivo é empregar subdivisão ou subdivisão virtual de modo a separar os processos não multifuncionais (ver o capítulo 6.5.3). Para relações entre

sistemas e para resolver a multifuncionalidade onde isso não seja possível em princípio, OU nos casos em que outras razões, como a disponibilidade de dados ou considerações de custo, dificultem essa alternativa, as abordagens metodológicas de ICV apropriadas são as seguintes:

- Para a Situação C1, a multifuncionalidade dos processos e sistemas deve ser resolvida por meio da substituição via expansão do sistema, de maneira semelhante à Situação A, mas independentemente da quantidade da função secundária. Isso significa que os estudos realizados no contexto da Situação A são idênticos aos realizados no contexto da situação C1 (embora o contrário não seja verdadeiro).
- Para a Situação C2, a multifuncionalidade dos processos e sistemas deve ser resolvida por meio de alocação. Isso também se aplica a toda a gestão de resíduos e produtos de fim de vida, incluindo reciclagem de materiais, recuperação de energia, reutilização de peças, uso adicional do produto, etc. Orientações sobre o procedimento em duas etapas para a aplicação da alocação são fornecidas no capítulo 7.9.3. Detalhes sobre a modelagem da reciclagem são fornecidos no anexo 14.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

Observe que, dada a natureza puramente descritiva do modelo, os dados de tipo contábil resultantes da Situação C1 – embora informem os tomadores de decisões sobre desenvolvimentos e pontos críticos – não podem ser usados DIRETAMENTE para apoio decisório ou comparação de medidas alternativas; isso requer o uso subsequente de modelagem nos termos da Situação A ou B.

Disposições: 6.5.4 Disposições de modelagem de ICV para Situações A, B e C

As disposições de modelagem a seguir só podem ser aplicadas na fase de Inventário de Ciclo de Vida. Entretanto, como a etapa de determinação da modelagem de ICV e das abordagens metodológicas faz parte da definição do escopo, as disposições são fornecidas aqui. Elas também são necessárias como orientação para algumas das etapas restantes da fase de escopo.

Observe que o inventário de um processo unitário é basicamente idêntico para as Situações A, B e C, embora algumas diferenças sejam aplicáveis – por exemplo, quanto às informações adicionais necessárias ou ao tamanho do mercado. O que difere são os processos que estão dentro das fronteiras do sistema, especialmente no sistema de segundo plano (que é discutido no capítulo 7.2) e a forma pela qual os processos são combinados para representar o modelo de ciclo de vida e a multifuncionalidade é resolvida; ambas as diferenças serão discutidas neste capítulo.

As disposições a seguir são baseadas nas disposições fornecidas nos capítulos sobre ICV referenciados. Elas são parcialmente simplificadas em comparação com as disposições “completas” para modelagem consequential e atribucional a fim de melhorar a praticidade e a aplicabilidade; isso é destacado na respectiva disposição.

- I) **OBRIGATÓRIO - Provisões de modelagem de ICV a serem aplicadas:** uma combinação específica de estrutura de modelagem de ICV (atribucional ou consequential) e abordagens metodológicas de ICV (alocação ou substituição/expansão do sistema) é identificada para cada uma das situações-alvo: A, B, C1 e C2. As disposições abrangem o cenário e o cálculo de incerteza. As disposições deverão ser aplicadas da seguinte maneira (6.5.4.1): [ISO!]

I.a) Situação A - “Apoio decisório em nível micro”: (6.5.4.2)

- I.a.i) **Modelo de ciclo de vida:** o modelo de ciclo de vida do(s) sistema(s) analisado(s)⁵⁷ deverá ser executado como um modelo atribucional – ou seja, representando os processos de cadeia de abastecimento existentes (para mais detalhes, consulte o capítulo 7.2.3).
- I.a.ii) **Subdivisão e subdivisão virtual para processos unitários de caixa preta e multifuncionalidade:** devem ter por objetivo evitar os processos unitários de caixa preta e resolver a multifuncionalidade por meio da subdivisão ou subdivisão virtual (ver o capítulo 7.4.2.2), na

⁵⁷ Plural no caso de comparações.

medida do possível. O seguinte aplica-se aos casos de relações entre sistemas e de multifuncionalidade, caso a subdivisão/subdivisão virtual não seja possível ou viável:

- I.a.iii) **Casos de relação entre sistemas:** quando a função secundária do sistema analisado atua dentro de um sistema de contexto, no qual só afeta a operação dos processos existentes, a expansão do sistema deverá ser realizada por meio de substituição pelo efeito marginal de curto prazo (para termos, conceitos e detalhes, consulte os quadros nos capítulos 7.2.2 e 7.2.3).

Observe que o sistema analisado, caso tenha sido levado em conta durante o planejamento do sistema de contexto, também pode ter influenciado a capacidade instalada desse sistema. Por exemplo, o calor gerado pelos equipamentos de escritório pode ter sido considerado ao dimensionar o sistema de aquecimento e refrigeração de um prédio de escritórios.

As relações entre parte e sistema não requerem uma disposição de modelagem específica, mas exigem uma identificação correta dos processos situados dentro das fronteiras do sistema; consulte os quadros no capítulo 7.2.2.

- I.a.iv) **Casos de multifuncionalidade - geral:** (para termos, conceitos e detalhes, consulte o capítulo 7.2.4.6, mas observe as simplificações fornecidas aqui para a Situação A):

- I.a.iv.1) **Substituição do mix de mercado de alternativas específicas:** (simplificação em comparação com o modelo consequencial completo): se, para a cofunção específica desnecessária⁵⁸, processos/sistemas alternativos funcionalmente equivalentes forem operados/produzidos em quantidade suficiente⁵⁹: a cofunção desnecessária deverá, na medida do possível, ser substituída pelo mix de consumo médio do mercado⁶⁰ dos processos ou sistemas que substitui, excluindo-se do mix a função a ser substituída. Se a função a ser substituída tiver uma participação pequena no impacto ambiental global do mix de mercado, este poderá ser usado em seu lugar, contanto que os resultados não sejam alterados significativamente.

- I.a.iv.2) **Substituição do mix de mercado de alternativas gerais mais amplas:** quando tais processos/sistemas alternativos não existem⁶¹ ou não são operados em grau suficiente, processos/sistemas alternativos à cofunção desnecessária, em um sentido mais amplo, devem ser

⁵⁸ Ou seja, em contraste com a que está sendo analisada ou está dentro das fronteiras do sistema no sistema de segundo plano.

⁵⁹ “Suficiente” significa que a cofunção desnecessária pode ser absorvida quantitativamente pelo mercado. Deve-se presumir que seja este o caso quando a quantidade disponível anualmente da cofunção a ser substituída não é maior que a quantidade anual produzida pela capacidade instalada substituída anualmente do(s) processo(s) ou sistema(s) alternativo(s) substituído(s) (ver também o parágrafo sobre “Orientações para a diferenciação entre Situação A e B” no capítulo 5.3.6). ! Observe que isso se refere à quantidade da cofunção fornecida pelo processo analisado. Por exemplo, se o estudo é voltado para um produtor específico que contribui com apenas uma pequena fração da produção total da cofunção, somente essa pequena quantidade será contabilizada. Em outras palavras, é altamente provável que ela possa ser absorvida pelo mercado. Se o estudo refere-se à produção total de um determinado produto que tem os coprodutos desnecessários, há uma probabilidade de que essa quantidade muito maior de coprodutos não possa ser absorvida pelo mercado.

⁶⁰ Esse “mercado” é aquele em que a função secundária é fornecida. Por exemplo, para produtos resultantes da gestão de resíduos e fim de vida, esse seria o mercado da produção primária no momento e local (país, região, mercado global, etc.) em que sabe-se ou prevê-se que o resíduo ou produto de fim de vida deverá ser submetido à reciclagem, reutilização ou recuperação de energia. Caso não seja possível determinar claramente esse mercado, o mercado mais provável deverá ser presumido e bem justificado; esse mercado mais provável deve ter escala continental ou pelo menos abranger um grupo de países/mercados. Para uma explicação do conceito de “mercado”, consulte o capítulo 6.8.3

⁶¹ Como acontece, por exemplo, com a produção de grãos e palha de trigo, muitos produtos de refinaria de petróleo, etc.

usados para substituição⁶², aplicando-se as mesmas disposições estipuladas na subdisposição anterior.

- I.a.iv.3) **Situação B?**: Quando esses processos/sistemas alternativos à função mais ampla também não existem ou não atendem aos requisitos estabelecidos, o estudo é, de fato, um estudo do tipo de Situação B, pois isso implica consequências de larga escala em outros sistemas.
- I.a.iv.4) **Alocação**: (simplificação em comparação com o modelo consequencial completo): se a modelagem de substituição não for viável⁶³ e os dados genéricos não forem suficientemente precisos para representar os processos/sistemas substituídos: o procedimento de alocação em duas etapas do capítulo 7.9.3 poderá ser aplicado em seu lugar. Não obstante, a alocação não deverá ser empregada caso favoreça de maneira relevante o processo/sistema analisado. Esse fato deve ser discutido ou aproximado. Se a alocação for realizada, a falta de precisão resultante deverá ser informada e considerada explicitamente na interpretação subsequente dos resultados. Para produtos multifuncionais e a segunda etapa alternativa na alocação, o Desdobramento da Função de Qualidade (QFD) é a alternativa preferida na alocação de preço de mercado.
- I.a.iv.5) **Nenhuma substituição da(s) função(ões) principal(is)**: (simplificação em comparação com o modelo consequencial completo): A(s) cofunção(ões) determinantes não deverão ser substituídas (para o termo e seu conceito, consulte o capítulo 7.2.4.3). Caso não seja possível identificar claramente as cofunções determinantes e dependentes, deve-se presumir que a(s) cofunção(ões) determinante(s) sejam aquelas que, tomadas conjuntamente, contribuem com mais de 50% do valor de mercado combinado de todas as cofunções do processo ou sistema multifuncional analisado⁶⁴. (O valor de mercado para essa finalidade é o valor das cofunções conforme fornecidas pelo processo multifuncional, ou seja, sem qualquer processamento adicional). Nesse caso, o procedimento de alocação em duas etapas deverá ser aplicado (ver o capítulo 7.9.3).
- I.a.iv.6) **Consideração das diferenças funcionais**: as diferenças de funcionalidade entre a função substituída e relegada deverão ser consideradas, preferivelmente pela substituição das quantidades efetivamente relegadas, ou então pela substituição da quantidade da função corrigida pelo valor de mercado (para mais detalhes, consulte o capítulo 7.2.4.6).
- I.a.v) **Casos de multifuncionalidade - tratamento de resíduos e fim de vida**: (para termos, conceitos e detalhes, consulte o capítulo 7.2.4.6 e o anexo 14.5 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*, mas observe as simplificações fornecidas aqui para a Situação A):

62 Por exemplo, para NaOH como coproduto da produção de cloro, não existe uma rota alternativa à eletrólise de NaCl que seja operada em grau suficiente. No entanto, o NaOH fornece, em um sentido mais amplo, a função de agente neutralizante (além de outras funções quantitativamente menos relevantes), podendo-se presumir, portanto, que outros agentes neutralizantes concorrentes e tecnicamente equivalentes, como KOH, Ca(OH)₂, Na₂CO₃, etc., sejam substituídos; seu mix seria usado para substituir o NaOH desnecessário. No exemplo de um estudo de grãos de trigo tendo a palha como coproduto desnecessário: em vez da palha, outros tipos de biomassa seca (como capim *Miscanthus*, madeira para aquecimento, etc.) fornecem funções equivalentes e pode-se presumir que seu mix de mercado seja substituído.

63 "Não viável" refere-se aos casos em que existem muitos processos/sistemas alternativos ou alternativas à função em um sentido mais amplo (por exemplo, quando mais de 10 processos/sistemas alternativos constituem mais de 80% do mercado para a função a ser substituída e/ou quando os próprios processos/sistemas substituídos possuem diversas cofunções).

64 Nesse caso, considera-se provável que as cofunções determinantes sejam substituídas.

- I.a.v.1) **Substituição de reciclabilidade do mix de mercado da rota primária:** (simplificação em comparação com o modelo consequencial completo): para casos de multifuncionalidade envolvendo tratamento de resíduos e fim de vida: a expansão do sistema deverá ser executada em conformidade com as disposições para casos de multifuncionalidade geral. A produção primária evitada da peça reutilizada, bem reciclado ou energia recuperada deverá ser substituída. Para isso deverá ser aplicada a abordagem de substituição de reciclabilidade, simplificada pela substituição do mix de consumo médio do mercado na rota primária do mercado em que o bem secundário é produzido.
- I.a.v.2) **Substituição de reciclabilidade de alternativas gerais mais amplas:** para casos de “ciclo aberto - rota primária diferente”, o mix de consumo de mercado de bens alternativos em um sentido mais amplo deve ser usado na substituição, seguindo-se as mesmas disposições fornecidas na subprovisão anterior.
- I.a.v.3) **Situação B?:** especialmente no caso de “ciclo aberto - rota primária diferente”, e para bens secundários com propriedades relevantemente alteradas/recuperadas com degradação, também será necessário verificar se existem processos ou sistemas alternativos funcionalmente equivalentes, em um sentido mais amplo, à peça reutilizada, material reciclado ou energia recuperada. Em caso afirmativo, deve-se verificar, adicionalmente, se estes são operados em grau suficiente (conforme detalhado anteriormente para os casos gerais de multifuncionalidade; ver também a nota de rodapé 58). Caso contrário, o estudo é de fato um estudo do tipo de Situação B, pois implica consequências de larga escala em outros sistemas.
- I.a.v.4) **Alocação:** (simplificação em comparação com o modelo consequencial completo): se a modelagem da substituição não for viável (ver a nota de rodapé 62) e os dados genéricos não forem suficientemente precisos para representar os processos/sistemas relegados, o procedimento de alocação em duas etapas aplicado a resíduos/fim de vida, descrito no anexo 14.5 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* e no capítulo 7.9.3, poderá ser empregado em seu lugar. Isso, porém, não deverá ser feito caso favoreça de maneira relevante o processo/sistema analisado; esse fato deve ser discutido ou aproximado. Se a alocação for realizada, a falta de precisão resultante deverá ser informada e considerada explicitamente na interpretação subsequente dos resultados.
- I.a.v.5) **Consideração das diferenças funcionais:** diferenças de funcionalidade entre a função substituída e relegada deverão ser consideradas, preferivelmente por meio da substituição das quantidades efetivamente relegadas. Como segunda prioridade, e se as quantidades relegadas não forem conhecidas, deverá ser efetuada uma correção da quantidade da função substituída pelo valor de mercado.

Observe que isto é aplicável a todos os casos de tratamento de resíduos e fim de vida que gerem qualquer bem secundário de valor – ou seja, “ciclo fechado”, “ciclo aberto - mesma rota primária” e “ciclo aberto - rota primária diferente” (para os conceitos, consulte 14.3).

I.a.vi) **Estudos comparativos, cenários, cálculo de incerteza:**

- I.a.vi.1) Se, entre os sistemas a serem comparados, um ou mais sistemas tive-

rem unidades funcionais adicionais, a comparabilidade será obtida por meio da expansão do sistema.

- I.a.vi.2) Para estudos comparativos da Situação A, o modelo principal para cada uma das alternativas comparadas deverá ser completado com cenários hipotéticos baseados em estimativas razoáveis de melhor e pior caso. Opcionalmente, outros cenários hipotéticos poderão ser definidos. O cálculo de incerteza deverá ser efetuado, a menos que já tenha sido usado para derivar os cenários razoáveis de melhor e pior caso. Esses cenários serão usados posteriormente para realizar a verificação de sensibilidade (ver o capítulo 9.3.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*). As partes interessadas deverão ser envolvidas na busca pelo melhor consenso que possa ser atingido sobre a definição dos cenários hipotéticos razoáveis de melhor e pior caso (e do cálculo de incerteza), que podem, em princípio, alterar todos os dados, premissas e disposições metodológicas da Situação A, **exceto as** disposições e premissas/convenções identificadas como “obrigatórias”. Recomenda-se também executar e informar esses cenários hipotéticos e cálculos de incerteza em estudos de ICV e ACV não comparativos.

Observe que, em conjuntos de dados de ICV usados para apoiar estudos comparativos, os cenários razoáveis de melhor e pior caso podem ser incluídos nesses conjuntos de dados ou fornecidos como um complemento.

I.b) Situação B “Apoio decisório em nível médio/macro” (6.5.4.3):

- I.b.i) **Disposições idênticas às da Situação A, com duas diferenças:** as disposições fornecidas anteriormente para a Situação A também deverão ser aplicadas à Situação B, com duas diferenças:
- I.b.i.1) **Consequências de larga escala:** processos que tenham sido identificados como afetados por mudanças de larga escala “significativas”⁶⁵ como consequência da decisão analisada deverão ser modelados como o mix esperado dos processos marginais de longo prazo (para mais detalhes, consulte o capítulo 7.2.4).
- I.b.i.2) **Estudos comparativos, cenários, cálculo de incerteza:** (maior flexibilidade para cenários hipotéticos), para estudos comparativos da Situação B: em princípio, os cenários hipotéticos e o cálculo de incerteza podem variar todos os dados, premissas e disposições metodológicas da Situação B, **inclusive** as disposições “obrigatórias” e as premissas/convenções do *Manual do ILCD*, mas não as das normas ISO 14040 e 14044⁶⁶.

Observe que os estudos comparativos da Situação B frequentemente incluem uma opção “zero” – ou seja, incluem um cenário de “nenhuma ação” (por exemplo, “nenhuma alteração na política Y existente” ou “nenhuma medida estratégica relativa à segurança de abastecimento da matéria-prima X”).

I.c) Situação C - “Contabilização” (6.5.4.4):

- I.c.i) **Disposições idênticas às da Situação A, com duas diferenças:** as disposições relativas à Situação A também deverão ser aplicadas à Situação C, mas com duas diferenças:

⁶⁵ Via de regra, consequências de larga escala (“significativas”) deverão ser presumidas se a demanda ou oferta anual adicional desencadeada pela decisão analisada exceder a capacidade instalada substituída anual do processo, produto ou função sujeito à demanda ou oferta adicional, conforme aplicável (ver também o parágrafo “Orientações para uma diferenciação clara entre a Situação A e B” no capítulo 5.3.6).

⁶⁶ Ou seja, esses cenários e o cálculo de incerteza permitem aplicar toda a gama de opções metodológicas e de modelagem da ISO 14044.

- I.c.ii) **Casos de multifuncionalidade remanescentes:** deverão ser resolvidos da seguinte maneira:
 - I.c.ii.1) **Situação C1:** a multifuncionalidade dos processos e sistemas deverá ser resolvida por meio da substituição via expansão do sistema, como na Situação A, mas independentemente da quantidade absoluta das cofunções desnecessárias que serão substituídas⁶⁷. As outras disposições serão aplicadas de maneira semelhante.
 - I.c.ii.2) **Situação C2:** casos gerais de multifuncionalidade de processos e sistemas deverão ser resolvidos por alocação (ou seja, aplicação do procedimento de alocação em duas etapas; para mais detalhes, consulte o capítulo 7.9.3). Casos de tratamento de resíduos e fim de vida deverão ser resolvidos por alocação, conforme descrito no anexo 14.1 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* (com as disposições incluídas nas “Disposições” do capítulo 7.9.3).
- I.c.iii) **Estudos comparativos:** devem-se levar em conta as restrições para apoio decisório comparativo direto de dados contábeis (ver o capítulo 5.3.7).

Observe que a Situação C1, portanto, é modelada de maneira idêntica à Situação A, embora independentemente do tamanho do sistema ou dos processos.

Deve-se ressaltar que a substituição pode resultar em fluxos elementares negativos ou, em raros casos, até mesmo em impactos ambientais globais negativos dos sistemas analisados. Isso deve ser abordado explicitamente no relatório, explicando-se todas as implicações, para ajudar a evitar interpretações equivocadas e conclusões enganosas.

As principais orientações para modelagem atribucional de ICV são fornecidas no capítulo 7.2.3.

Orientações sobre o processo em duas etapas para aplicação da alocação são fornecidas no capítulo 7.9.3. As principais orientações para modelagem consequencial de ICV são fornecidas no capítulo 7.2.4.

Detalhes sobre a modelagem de ICV de reutilização/reciclagem/recuperação são fornecidas no anexo 14.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* (atribucional) e no anexo 14.5 (consequencial) do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

6.6 Derivação de fronteiras do sistema e critérios de corte (completude)

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.3.1, 4.2.3.3.2 e 4.2.3.3.3)

6.6.1 Introdução e visão geral

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.3.1)

Visão geral

As fronteiras do sistema definem quais partes do ciclo de vida e quais processos pertencem ao sistema analisado – ou seja, são necessários para fornecer sua função, conforme definida por sua unidade funcional. Portanto, elas separam o sistema analisado do restante da tecnosfera. Ao mesmo tempo, as fronteiras do sistema também definem o limite entre o sistema analisado e a ecosfera – ou seja, quais são as fronteiras atravessadas pela troca de fluxos elementares com a natureza⁶⁸.

⁶⁷ O raciocínio é que o efeito de substituição de processos/sistemas alternativos existe, diferentemente do que ocorre na Situação A, em que a quantidade adicional de cofunção é introduzida no mercado. Em outras palavras, na Situação C1 é desnecessário verificar se processos/sistemas alternativos são operados ou produzidos em grau suficiente, porque a substituição já ocorreu na prática.

⁶⁸ Isso nem sempre é tão simples, por exemplo, em sistemas agrícolas, que exigem uma definição clara de onde termina a tecnosfera (ou seja, o campo gerenciado) e começa a natureza. Consulte o capítulo 7.4.4.1.

Termos e conceitos: Tecnosfera e ecosfera – definição clara da fronteira

“Tecnosfera” e “ecosfera” são termos fundamentais frequentemente interpretados de maneiras diferentes por diferentes profissionais: na ISO 14044:2006, a ecosfera é designada como “ambiente”, o que pode ser confuso na prática de ACV porque edifícios e represas também são designados como “ambiente construído pelo homem”. Além disso, os fluxos elementares que atravessam a fronteira do sistema são definidos como “materiais ou energia que entram no sistema em estudo, tendo sido extraídos do ambiente sem transformação humana prévia, ou materiais ou energia que saem do sistema em estudo e são liberados no ambiente sem transformação humana subsequente”. Isso gera ambiguidades no caso, por exemplo, de efluentes de mineração ou fertilizantes aplicados na agricultura, como também de aterros de resíduos não gerenciados em geral, porque esses “materiais” às vezes são interpretados erroneamente como um fluxo elementar para o meio ambiente.

A dificuldade de avaliar o impacto de fluxos complexos, como os de produtos em fim de vida aterrados ou efluentes, é que a AICV refere-se a substâncias e fluxos de energia individuais. Para assegurar a reprodutibilidade e a presença de um vínculo adequado e operacional com a avaliação de impactos, é necessário modelar completamente os casos designados até que emissões de substâncias individuais entrem no ambiente natural. Em outras palavras, em vez de produzir um inventário de “efluentes” (que, além do mais, podem significar coisas muito diferentes na prática e para os quais não existem fatores de impacto), a lixiviação, por exemplo, de ácido sulfúrico e metais específicos nesses efluentes deve ser modelada e inventariada como “Emissões para a água”. O mesmo se aplica aos resíduos aterrados, incorporando tanto as emissões contabilizadas como os recursos/produtos para operar o aterro (caso existam). A fronteira entre a tecnosfera e a ecosfera, portanto, poderia ser descrita mais adequadamente definindo-se o fluxo elementar como uma “substância única⁶⁹ ou energia que entra no sistema em estudo, tendo sido extraída da ecosfera sem transformação humana anterior, ou substância única ou energia que sai do sistema em estudo e é liberada na ecosfera sem transformação humana subsequente”. ■

Uma definição precisa das fronteiras do sistema é importante para assegurar que todos os processos atribuíveis ou consequenciais sejam efetivamente incluídos no sistema modelado e todos os impactos potenciais relevantes sobre o meio ambiente sejam devidamente considerados.

Os níveis de critérios de corte e a incerteza máxima permissível são – juntamente com a representatividade técnica, geográfica e temporal obtida e a consistência metodológica – parâmetros cruciais para a qualidade global (ou seja, a exatidão, completude e precisão) dos resultados de um estudo de ICV/ACV.

Limitações do escopo do sistema na abordagem de ACV (acidentes e outros impactos não relacionados à ACV)

Deve-se ressaltar que a ACV ocupa-se apenas dos impactos relacionados à operação normal e anormal de processos e produtos, não abrangendo, por exemplo, os impactos de acidentes, vazamentos e ocorrências semelhantes⁷⁰.

⁶⁹ Note-se que, embora não sejam substâncias individuais, indicadores agregados como VOB e COD podem ser abordados na AICV presumindo-se uma lista discriminada de substâncias individuais. Embora a inclusão de substâncias efetivamente individuais no inventário seja preferível, a AICV também pode ser operacionalizada com indicadores agregados (contanto que sejam suficientemente homogêneos). Considerações semelhantes são aplicáveis aos recursos energéticos, como a hulha. Não obstante, consulte também o capítulo 7.4.3 sobre esta e outras questões abrangentes de inventariação e modelagem de ICV.

⁷⁰ Acidentes ou derramamentos e vazamentos acidentais não devem inventoriados como parte do inventário de ciclo de vida normal, porque são de natureza fundamentalmente diferente das condições operacionais normais e anormais relacionadas à produção ou operação a que a ACV se refere (com a EXCEÇÃO, por exemplo, de emissões que escapam através das vedações e outras “perdas intrínsecas ao projeto”, que são incluídas na ACV). A modelagem de acidentes exige necessariamente o exame de frequências e cadeias de causa e efeito (a fim de atribuí-las aos processos unitários causadores). O trabalho nessa Avaliação de Acidentes do Ciclo de Vida ainda está na fase de desenvolvimento metodológico, embora diversos estudos de caso exploratórios já tenham sido publicados.

Os efeitos negativos ou positivos que os produtos podem exercer diretamente sobre a saúde humana também não são abordados pela ACV. Isso acontece porque os impactos (ou efeitos benéficos) ocorrem dentro da tecnosfera e não estão sujeitos a qualquer destino ambiental e cadeia de exposição. Isso se aplica ao estágio de uso de ampla variedade de produtos, como alimentos e bebidas, itens de higiene pessoal e de saúde, produtos do tabaco, etc. Não obstante, os impactos relacionados à fase de uso que esses produtos exercem através de uma emissão para a ecosfera (por exemplo, emissões de fumaça para o meio ambiente, descarga de águas servidas) devem ser incluídos.

Da mesma forma, não são abordados explicitamente os impactos que ocorrem diretamente dentro da tecnosfera (por exemplo, exposição no ambiente de trabalho)⁷¹. Em suma, acidentes, aspectos sociais e outros relacionados ao ambiente de trabalho, incluindo exposição no local de trabalho, e emissões internas geralmente não são cobertos pela ACV (e nem abordados nestas orientações).

Caso sejam incluídos, eles devem ser inventoriados, agregados e interpretados separadamente do inventário de ciclo de vida relacionado às interações entre a tecnosfera e a ecosfera, sendo associados à operação normal dos processos envolvidos.

Orientação limitada na ISO sobre os tipos de processos a serem incluídos na modelagem atribucional

Na norma ISO, esta etapa só é abordada implicitamente no que se refere à modelagem atribucional; nenhuma orientação clara é fornecida sobre quais atividades ou processos estão efetivamente relacionados ao sistema analisado. Embora seja consensual que a extração e processamento direto de um material que será eventualmente incorporado ao bem analisado faz parte do sistema, a inclusão geral de bens de investimento, atividades administrativas, serviços de marketing, deslocamento de pessoal, etc., é feita de maneira diferente por diferentes praticantes.

Em qualquer caso, isso depende da configuração das fronteiras do sistema na estrutura de modelagem de ICV: no caso da modelagem atribucional, o sistema é modelado na forma em que está, seguindo uma lógica de cadeia de abastecimento existente ou prevista, específica ou tomada pela média.

Na modelagem consequencial, por outro lado, as consequências que o sistema analisado exerce sobre outros sistemas são modeladas, porque esses são os processos de uma cadeia de abastecimento modelada teoricamente que devem ser incluídos nas fronteiras do sistema. Para a modelagem consequencial, o informativo ISO/TR 14049 fornece orientações ilustrativas sobre a identificação desses processos. Isso serve como um ponto de partida para orientações atualizadas e mais detalhadas; consulte o capítulo 7.2.4.

Em nível mais elevado, práticas amplamente divergentes são encontradas no que se refere à inclusão ou exclusão sistemática de acidentes, ingestão direta de alimentos, aplicação de cosméticos e outros itens à pele, exposição interna no ambiente de trabalho e no lar, etc.

Orientações básicas sobre a determinação das atividades que estão ou não relacionados a um produto ou processo são fornecidas no documento de ICV, capítulos 7.2.3 e 7.2.4, que abordam respectivamente a modelagem atribucional e consequencial. Essa pergunta deve ser

⁷¹ Métodos de captura da exposição no local de trabalho e outros aspectos sociais do ambiente de trabalho estão ligeiramente mais avançados no contexto da abordagem de Ambiente de Trabalho do Ciclo de Vida, mas ainda carecem de aplicação prática mais ampla. Da mesma forma, pesquisas relacionadas à exposição interna em residências particulares também estão em andamento. Ainda não está claro, apesar de amplas discussões, se esses dois tipos de impactos dentro da tecnosfera enquadram-se nos “impactos ambientais” ou devem ser abordados separadamente, embora dentro da mesma estrutura de análise do ciclo de vida. Por enquanto, eles não serão abordados no contexto desta orientação do ILCD, até que métodos tenham sido desenvolvidos e mais experiência prática tenha sido adquirida.

respondida nos estágios iniciais da fase de escopo, pois é uma das bases para a identificação das principais necessidades de dados. A identificação dos processos específicos, por sua vez, ocorre na fase de ICV da ACV.

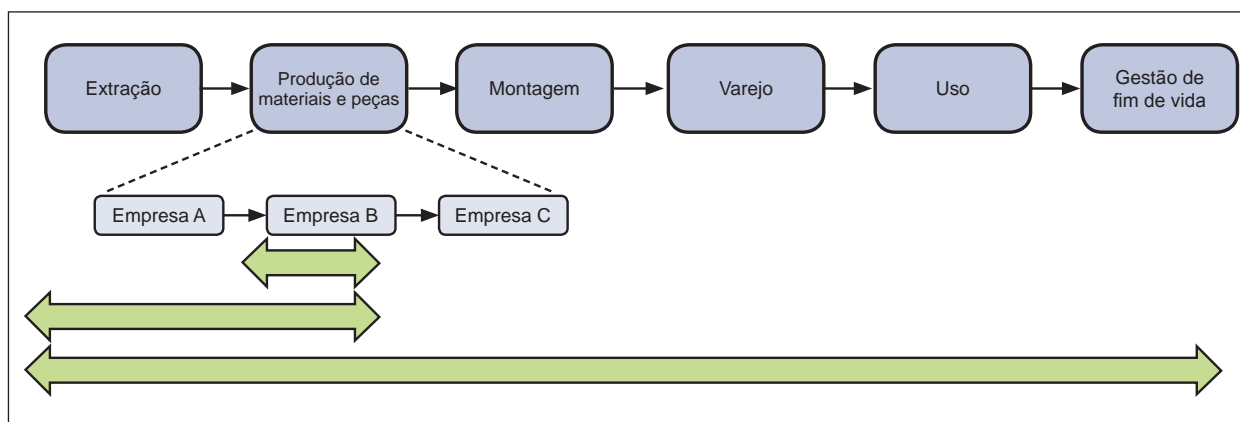
Fronteiras do sistema em conjuntos de dados de processos unitários

Para conjuntos de dados de processos unitários e no que se refere aos fluxos de produto e resíduos, a fronteira do sistema é o limite entre o processo modelado e o restante da tecnosfera. Em outras palavras, todos os fluxos de produtos e resíduos que entram ou saem do processo atravessam essa fronteira e, conseqüentemente, aparecem no inventário do processo. Adicionalmente, todos os fluxos elementares que saem diretamente do processo para a ecosfera ou entram nele diretamente da ecosfera atravessam a fronteira do sistema e devem ser inventoriados.

Fronteiras do sistema em resultados de ICV, resultados de AICV e estudos de ACV

Para conjuntos de dados de resultados de ICV e AICV e para ACVs completas, as fronteiras do sistema, idealmente, devem ser definidas de modo que todos os fluxos que as atravessam sejam exclusivamente fluxos elementares, além do(s) fluxo(s) de referência (de produto). Em outras palavras: todas⁷² as demais entradas e saídas de produtos e resíduos devem ser completamente modeladas até que os inventários finais mostrem exclusivamente os fluxos elementares.

Figura 12 - Conjuntos de dados do berço à cova, do berço ao portão e do portão ao portão como partes do ciclo de vida completo; diagrama esquemático. Cada tipo desempenha uma função específica como um módulo para utilização em outros estudos de ACV.



Termos e conceitos: sistema de primeiro plano e de segundo plano

Via de regra, o sistema analisado é diferenciado entre os processos no sistema de primeiro plano e no sistema de segundo plano. Essa diferenciação tem duas finalidades, que, entretanto, conduzem a dois conceitos e usos diferentes. A primeira finalidade é identificar onde devem ser usados dados específicos, em contraste com áreas em que dados de segundo plano médios ou genéricos podem ser usados por padrão (“perspectiva de especificidade”). A segunda é identificar quais processos podem ser gerenciados por controle direto ou influência decisiva do ponto de vista do contexto decisório de um estudo (“perspectiva de gestão”). No contexto desta orientação e para os fins de coleta e compilação de dados, a definição relacionada à “perspectiva de especificidade” é aplicada.

continua na página 130

⁷² Observe que, exclusivamente para sistemas parcialmente terminados, fluxos de produtos e/ou de resíduos selecionados podem permanecer no inventário; os respectivos dados de ciclo de vida então são completados pelo usuário do conjunto de dados.

Deve-se ressaltar que a distinção relacionada à perspectiva de especificidade é apenas indicativa, porque os aspectos fundamentais são a exatidão, precisão e completude dos dados - em situações especiais, dados genéricos sobre um determinado caso podem ser mais adequados para o sistema de primeiro plano (ver também o capítulo 7.4.2.5). Note-se também que, no caso da distinção relacionada à perspectiva de gestão, muitos processos não são passíveis de atribuição clara ao primeiro ou ao segundo plano, porque podem ser apenas parcialmente influenciados.

Perspectiva de especificidade

Definição de sistema de primeiro plano: No contexto da “perspectiva de especificidade”, define-se o sistema de primeiro plano como aquele que abarca os processos do sistema que são específicos a ele. Isso significa que os dados sobre a tecnologia específica, o fornecedor, etc., são os mais adequados. No exemplo de um estudo sobre um produto específico do fabricante, estes são os processos que são operados nas instalações do fabricante, mas também todos os processos nos fornecedores e a jusante em que apenas um ou alguns poucos operadores estão envolvidos – ou seja, onde os processos específicos não podem ser substituídos, digamos, por dados médios de abastecimento do mercado. Estes são, portanto, geralmente os fornecedores de primeiro nível, mas também fornecedores mais distantes na cadeia de abastecimento quando existem relações específicas – por exemplo, o uso de energia verde certificada, fontes de madeira certificadas e assim por diante.

Definição de sistema de segundo plano: o sistema de segundo plano, então, consiste nos processos em que, devido ao efeito de nivelamento dos fornecedores pela média, pode-se presumir que um mercado homogêneo tomado pela média (ou dados genéricos equivalentes) represente de maneira adequada o respectivo processo. Conclui-se, portanto, que os processos de estágio de uso e de estágio de fim de vida pertencem ao sistema de segundo plano do ponto de vista do produtor, a medida que o uso médio e os processos de gestão de fim de vida devam ser representados. Entretanto, as características específicas do produto que é usado e tratado no fim da vida devem ser consideradas, combinando-se nesse caso as propriedades específicas com processos médios/genéricos. Adicionalmente, em cenários de casos específicos de uso ou fim de vida em que tecnologias de tratamento sejam investigadas, estas se tornam parte do sistema de primeiro plano da análise, sendo preferível o uso de dados específicos.

Perspectiva de gestão

Definição de sistema de primeiro plano: no contexto da “perspectiva de gestão”, o sistema de primeiro plano é definido como os processos do sistema que são diretamente afetados, no que concerne à sua seleção ou modo de operação, pelas decisões analisadas no estudo. Os processos de primeiro plano, portanto, são aqueles que estão sob controle direto do produtor do bem, operador do serviço ou usuário do bem ou sobre os quais ele exerce uma influência decisiva. Essa variante das definições de primeiro plano/segundo plano é relevante para os estudos de *ecodesign*. Isso abrange, em primeiro lugar, todos os processos internos do produtor ou operador do serviço do sistema analisado. Em segundo lugar, embora apenas para modelagem atribucional⁷³, isso engloba todos os processos nos fornecedores de bens e serviços adquiridos por encomenda – ou seja, à medida que o produtor ou operador do serviço do sistema analisado possam influenciá-los por escolha própria ou especificação⁷⁴. Em terceiro lugar, todos os fluxos de produ-

continua na página 131

73 A modelagem consequencial não possui uma lógica de representação das cadeias de abastecimento existentes, limitando-se à modelagem de cadeias de abastecimento futuras em consequência da decisão analisada (e, idealmente, levando em conta as restrições e as consequências secundárias): não são modelados os processos específicos de fornecedor, mas os processos marginais/consequenciais gerais, podendo-se, no máximo, considerar certas características do fornecedor (por exemplo, com qual tecnologia e em qual país o fornecedor produz). Na modelagem consequencial, até mesmo processos sob controle direto do produtor ou operador podem pertencer ao sistema de segundo plano. Isso acontece quando é tomada uma decisão específica que tem consequências sobre outros processos sob controle direto que não estão sujeitos a uma decisão direta, mas apenas à consequência da decisão específica. Isso só não ocorre quando uma restrição aplicável torna improvável que o processo em questão tenha sua tecnologia atual efetivamente alterada em consequência da decisão analisada.

74 Ou seja, isso também pode incluir serviços de gestão de resíduos adquiridos externamente, à medida que o produtor/operador do sistema de produto possa optar pela forma de gestão dos resíduos (dentro dos limites técnicos e legais).

tos e resíduos que atravessa a fronteira interna do sistema para o sistema de segundo plano são passíveis de decisão, assim como é possível decidir quais bens ou serviços serão adquiridos, embora que a forma como são produzidos possa estar além dessa influência. Além disso, a fase de uso é considerada parte do sistema de primeiro plano do ponto de vista do desenvolvedor do produto, visto que o desenvolvedor influencia significativamente as características relacionadas ao design do estágio de uso. Observe que essa influência existe mesmo quando, por exemplo, processos de atacado e varejo possam estar entre a produção e o uso, e mesmo que o padrão de uso influencie o inventário final. Finalmente, alguns outros aspectos-chave da gestão de fim de vida do produto fazem parte do sistema de primeiro plano, à medida que propriedades relacionadas ao design (por exemplo, possibilidade de atualização, reutilização, desmontagem/reciclagem, etc.) influenciam esses processos. Dessa forma, para estudos atribucionais desenvolvidos com base no estágio de uso de produtos de consumo, o sistema de primeiro plano seria o uso do produto e a seleção da gestão de resíduos inicial (caso o usuário possa optar entre diferentes alternativas).

Definição de sistema de segundo plano: em contraste, o sistema de segundo plano abrange os processos que são operados como parte do sistema, mas não estão sob controle direto ou influência decisiva do produtor do bem (ou do operador do serviço ou usuário do bem). Para modelagem atribucional, esses geralmente são processos nos fornecedores de segundo nível e além, tanto a montante como a jusante na cadeia de abastecimento. Alguns exemplos seriam a produção de aço para peças de aço adquiridas por um fabricante de gabinetes de computador ou a produção da eletricidade usada por um fornecedor de primeiro nível de peças de plástico moldadas por injeção. Os processos e sistemas de segundo plano, portanto, estão fora da escolha ou influência direta do produtor ou operador do serviço no sistema analisado.

Isso também inclui processos nos fornecedores de primeiro nível que estão sujeitos a relações contratuais de longo prazo e, portanto, não podem ser alterados.

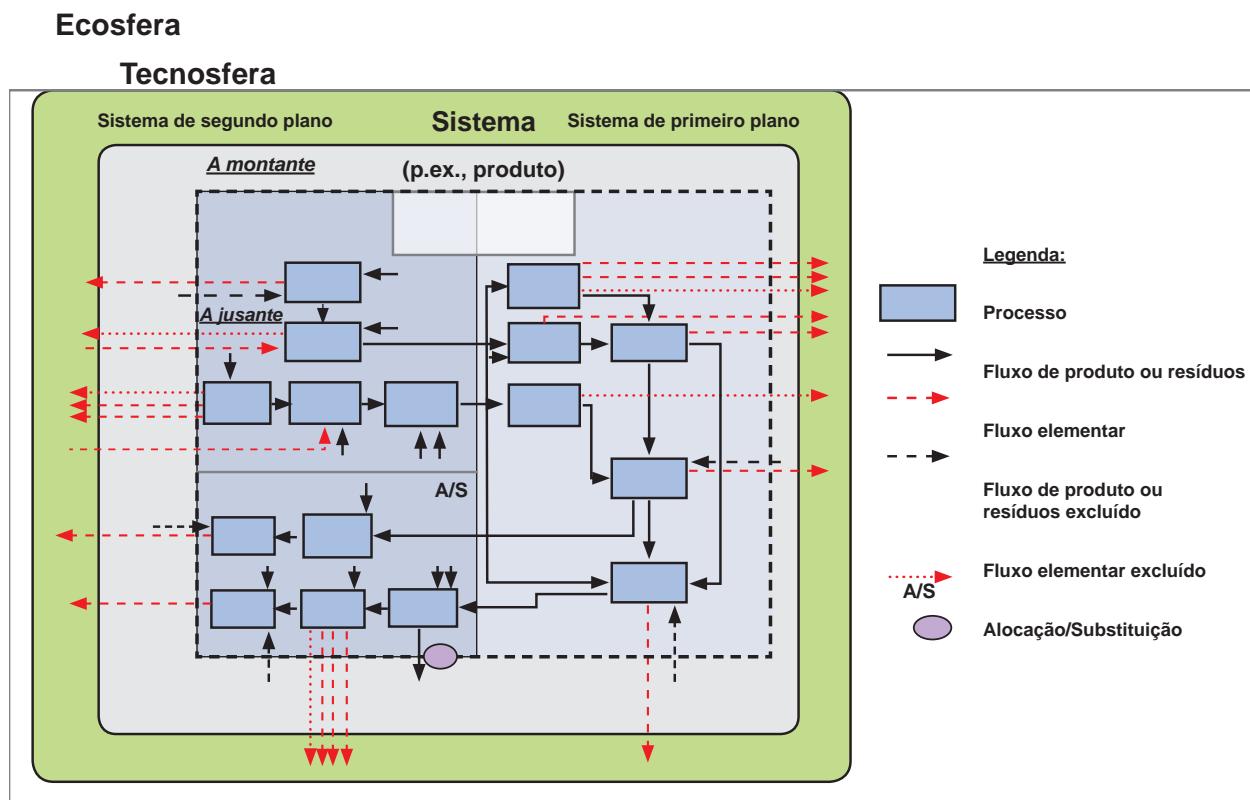
Para modelagem consequencial, o sistema de segundo plano abrange tudo, exceto os processos no produtor/operador e os fornecedores de primeiro nível que estão sujeitos a relações contratuais de longo prazo e, portanto, não podem ser alterados.

Os sistemas de primeiro e segundo plano interagem diretamente por meio da troca de bens ou serviços.

Em uma situação simples, o sistema de segundo plano na modelagem atribucional de um certo mercado e momento no tempo (geralmente um ano) é o mix médio ponderado da economia desse mercado e momento aos quais o sistema analisado é integrado (e com cujos processos ele mantém vínculos mais ou menos relevantes de acordo com a oferta e demanda). Na modelagem consequencial, o sistema de segundo plano de um certo mercado e momento no tempo pode ser entendido como a variação futura ponderada da economia desse mercado nesse momento ou período de tempo (por exemplo, ano ou década), ou seja, o mix quantitativo da capacidade recém-instalada e desinstalada desse mercado durante esse período.

A Figura 13 ilustra esquematicamente os sistemas de primeiro e segundo plano e as fronteiras gerais dos sistemas, bem como os fluxos que ocorrem dentro dessas fronteiras e os que as atravessam. ■

Figura 13 - Sistemas de primeiro e segundo plano na perspectiva de especificidade (ver quadro); (ilustrativo). O sistema analisado possui fronteiras (borda tracejada) que o separam do restante da tecnosfera e da ecosfera. O sistema pode ser dividido no sistema de primeiro plano de processos que são específicos ao sistema analisado (ou seja, operações próprias e fornecedores fixos). Os processos no sistema de segundo plano não são específicos, mas adquiridos por meio de um mercado (que, teoricamente, é completamente homogêneo). O sistema consiste na soma exata dos sistemas de primeiro e segundo plano. Fluxos quantitativamente irrelevantes podem ser excluídos, ou seja, cortados (setas pontilhadas).⁷⁵



Completude/corte

Na realidade, porém, mesmo com produtos simples, todas as atividades econômicas, tomadas globalmente, de alguma maneira fazem parte do sistema. Não obstante, o número de processos que contribuem em tgrau quantitativamente relevante para o sistema geralmente é bastante limitado, o que explica por que esse problema teórico tem pouca relevância prática. Na prática, todos os fluxos de produto, fluxos de resíduos e fluxos elementares que não são de referência e são quantitativamente irrelevantes podem ser ignorados e “cortados”⁷⁶. Deve-se tomar cuidado para não cortar mais fluxos e impactos relacionados do que seja aceitável para cumprir os objetivos, por exemplo, de um estudo comparativo. Além disso, os conjuntos de dados usados para modelar o sistema devem atender a essa necessidade de completude. O capítulo 6.6.3 fornece mais detalhes sobre cortes.

⁷⁵ Como o exemplo mostra um ciclo de vida completo, a função do sistema não é ilustrada; caso contrário, ela seria representada por um fluxo saindo da última etapa de processo e cruzando a fronteira com o restante da tecnosfera. Observe que a figura é apenas ilustrativa e certamente não é completa. Além disso, o sistema de segundo plano quase sempre contém uma quantidade muito maior de processos do que o sistema de primeiro plano.

⁷⁶ Note-se que essa “incompletude” do inventário é plenamente aceitável e não tem qualquer consequência sobre a validade da ACV, pois o grau de incompletude (ou seja, os critérios quantitativos de corte) é definido em consonância com o objetivo e o escopo do estudo.

Loops

Adicionalmente, em modelos de sistemas, existem *loops* praticamente eternos. A produção de aço, por exemplo, requer carvão, cuja extração requer equipamentos feitos de aço, cuja produção, novamente, requer carvão, etc. Esses *loops* podem ser solucionados pelo software de ACV matematicamente ou por cálculo iterativo dos inventários, que presumivelmente indica uma rápida conversão dos valores para números estáveis.

Definição qualitativa e quantitativa sistemática das fronteiras do sistema

Definir as fronteiras do sistema significa decidir quais estágios do ciclo de vida, tipos de atividades, processos específicos e fluxos elementares serão incluídos e quais serão omitidos do modelo de ciclo de vida. Isso tem dois aspectos: uma definição qualitativa do que é necessário para obter a unidade funcional do sistema e a definição das regras quantitativas de corte. Ambas são derivadas do objetivo do estudo de ICV/ACV. Essas etapas serão explicadas nos próximos subcapítulos.

6.6.2 Definição qualitativa das fronteiras do sistema

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.3.2)

Definição qualitativa, orientada pelo objetivo, das fronteiras do sistema

A definição qualitativa das fronteiras do sistema deverá identificar as partes do ciclo de vida a serem incluídas para fornecer, por exemplo, o conjunto de dados necessário, ou, no caso de estudos comparativos, para assegurar uma comparação válida.

Por exemplo, na afirmação comparativa sobre duas rotas de produção diferentes para obter “1 kg de poliamida 6.6”, um modelo do berço ao portão seria adequado, desconsiderando-se outros estágios dos dois sistemas comparados (contanto que a qualidade técnica dos dois produtos resultantes, incluindo a sua reciclabilidade, não exiba diferenças significativas). Por outro lado, na afirmação comparativa sobre, digamos, “garrafas PET descartáveis de 1 l” *versus* “garrafas de vidro descartáveis de 1 l”, ambas “...para embalagem de água estacionária para fins de armazenagem e consumo pelo consumidor final”, seria necessário considerar também o transporte das garrafas até o consumidor, bem como a gestão do seu fim de vida (ou seja, reciclagem ou outro tratamento das garrafas após o uso). Portanto, uma comparação das garrafas que se ocupasse apenas da sua trajetória do berço ao portão seria inválida, pois refletiria de forma incompleta as diferentes implicações do ciclo de vida das duas alternativas: elas têm diferentes implicações de transporte e diferentes métodos de gestão de fim de vida, que devem ser incluídos para proporcionar um suporte decisório válido.

Fronteiras do sistema - modelagem atribucional versus consequencial

Na modelagem atribucional, o ciclo de vida do sistema é modelado na forma em que se encontra, seguindo uma lógica geral de cadeia de abastecimento (além do uso e do tratamento de fim de vida, que devem ser incluídos no caso de um produto). As principais fronteiras do sistema e os estágios do ciclo de vida a serem incluídos podem ser derivados do objetivo e do escopo do estudo. Os processos específicos são desenvolvidos por etapas, começando no sistema de primeiro plano e seguindo as cadeias de processo e de abastecimento, bem como o estágio de uso, a montante e a jusante (para mais detalhes, consulte o capítulo 7.2.3).

Na modelagem consequencial, por outro lado, as consequências que as decisões sobre os processos do sistema de primeiro plano do sistema analisado exercem sobre o seu sistema de segundo plano e/ou outros sistemas são modeladas. Em consequência, processos pertencentes a outros sistemas além do que está sendo analisado devem ser incluídos dentro das fronteiras do sistema analisado. Por esse motivo, as fronteiras do sistema de um mesmo produto podem

diferir substancialmente entre essas duas abordagens. As únicas exceções são os processos que estão sob controle direto do produtor/operador.

Diagrama das fronteiras do sistema

As fronteiras do sistema deverão ser representadas em um diagrama semiesquemático que mostre explicitamente quais partes e estágios do ciclo de vida do sistema serão, em princípio, incluídas e excluídas.

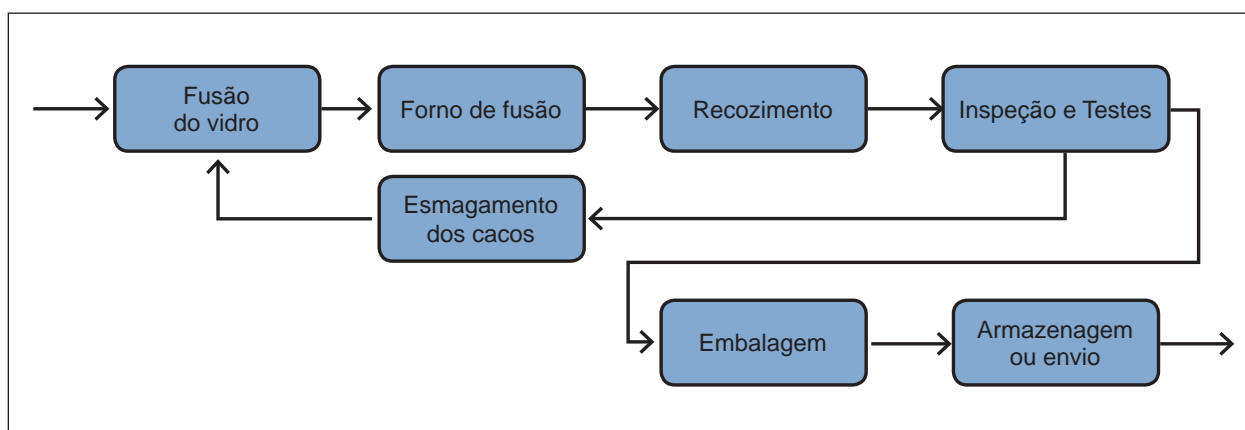
Observe que, no caso de sistemas parcialmente terminados, é prevista a exclusão deliberada de determinados processos das fronteiras do sistema. Os fluxos correspondentes de produtos e/ou resíduos deverão permanecer no inventário final após a agregação – ou seja, deverão cruzar as fronteiras do sistema no conjunto de dados fornecido⁷⁷. Isso deverá ser indicado no diagrama das fronteiras do sistema.

Esse diagrama inicial deverá ser ajustado caso seja necessário alterar o objetivo ou o escopo no decorrer do projeto.

Um modelo de diagrama esquemático das fronteiras do sistema recomendado é fornecido na Figura 35, no anexo.

Recomenda-se preparar um fluxograma técnico para o sistema de primeiro plano. Esse fluxograma deve mostrar as principais etapas do processo (ver o exemplo na Figura 14). Mais adiante, ele poderá ser refinado ao executar a coleta de dados.

Figura 14 - Fluxograma do sistema de primeiro plano. Exemplo ilustrativo da cadeia de processo de formação de vidro do portão ao portão. Para proporcionar uma visão geral, somente as etapas principais de processamento são mostradas; isso não significa que os dados sobre outras atividades serão excluídos.



Relações entre parte e sistema

Os estudos de ICV ou ACV sobre partes, ou mesmo produtos complexos que fazem parte de um sistema mais complexo (por exemplo, diferentes tecnologias de bateria de partida para automóveis; uso de um chuveiro com economia de água; diferentes conceitos/materiais para esquadrias de janelas) exigem atenção especial. A interação técnica entre a parte analisada e o sistema e suas outras partes deve ser considerada explicitamente na definição das fronteiras do sistema. Via de regra, partes que operam no contexto de um sistema maior não podem ser analisadas isoladamente e, especialmente, não podem ser comparadas com outras partes que interagem com o sistema de outra maneira.

⁷⁷ Ao usar posteriormente o conjunto de dados em outro sistema, o modelo do sistema, evidentemente, também terá que ser completado para esses fluxos de produtos e resíduos.

Isso se aplica à modelagem tanto atribucional como consequential. O respectivo relacionado no capítulo 7.2.2 fornece mais informações sobre essa questão.

Relações entre sistemas

Da mesma forma que nas relações entre parte e sistema, os estudos sobre sistemas que alteram a operação de outros sistemas do contexto (por exemplo, computadores ou cafeteiras que geram calor e alteram a operação do sistema de aquecimento e/ou refrigeração do edifício em que são operados) devem levar em conta essas interrelações.

O tópico da relação entre sistemas é aplicável à modelagem tanto atribucional quanto consequential. O quadro relacionado no capítulo 7.2.2 fornece mais informações.

Exclusão sistemática de tipos de atividade

Uma exclusão sistemática, de atividades como as de transporte, infraestrutura, serviços, administração, etc., não é adequada, a menos que seja necessária de acordo com o objetivo específico do estudo de ICV/ACV (por exemplo, se a relevância quantitativa desses tipos de atividade precisasse ser analisada, o sistema seria modelado duas vezes, uma com e outra sem elas): em princípio, todas as atividades quantitativamente relevantes que podem ser atribuídas a um sistema (ou são resultado das consequências, no caso da modelagem consequential) devem ser incluídas nas fronteiras do sistema, a menos que sejam quantitativamente irrelevantes, por meio da aplicação de critérios de corte (ver o próximo subcapítulo). A necessidade de inclusão e a possibilidade de exclusão de atividades só podem ser decididas em determinado caso com base nos requisitos de completude e precisão dos resultados. Os tipos de atividades que geralmente devem ser incluídos incluem, por exemplo, mineração, transformação, fabricação, utilização, reparos e manutenção, transporte, tratamento de resíduos e outros serviços adquiridos, como, por exemplo, serviços de limpeza, serviços jurídicos, marketing, produção e descomissionamento de bens de capital, operação de instalações (como as de varejo), armazenagem, escritórios administrativos, etc. Uma exclusão inicial de atividades pode ser justificada cuidadosamente e baseada individualmente na experiência adquirida com sistemas comparáveis. Caso contrário, as consequências serão a redução da precisão e a limitação das conclusões e recomendações.

Uma abordagem sistemática para a identificação das atividades e processos que devem ser atribuídas a um sistema é fornecida no capítulo sobre o trabalho de ICV – consulte o capítulo 7.2.3 para modelagem atribucional e o capítulo 7.2.4 para modelagem consequential.

Compensação de emissões

As emissões compensadas (por exemplo, devido à compensação de carbono pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, créditos de carbono ou outras compensações externas ao sistema) não devem ser incluídas nas fronteiras do sistema, e as emissões relacionadas (reduzidas) não devem ser integradas ao inventário nem usadas na interpretação dos resultados da ACV. Note-se que devem ser incluídos, entre outros, a captura e armazenamento de carbono e outros meios que fazem parte dos sistemas analisados; isso não deve ser confundido com as medidas compensatórias, que sempre são externas ao sistema analisado.

Essas informações só podem ser incluídas nos relatórios como dados ambientais adicionais, tal como previsto, por exemplo, nas Declarações Ambientais de Produto (DAP).

6.6.3 Definição quantitativa das fronteiras do sistema – os critérios de corte

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.3.3)

Corte de dados *versus* uso de dados estimativos

Em geral, todos os processos e fluxos que são atribuíveis ao sistema analisado (ou afetados pelas consequências, no caso da modelagem consequencial) devem ser incluídos nas fronteiras do sistema. Entretanto, nem todos esses processos e fluxos elementares são quantitativamente relevantes: para os menos relevantes, dados de menor qualidade (“dados estimativos”) podem ser usados, limitando o esforço de coleta ou obtenção de dados de alta qualidade para essas partes. Entre estes, os irrelevantes podem ser totalmente cortados (e o esforço que seria empregado na coleta de dados pode ser concentrado na obtenção de dados melhores para os processos e fluxos elementares relevantes).

Termos e conceitos: Critérios de corte

“Corte” refere-se à omissão do modelo do sistema, por irrelevância, de estágios do ciclo de vida, tipos de atividade (por exemplo, bens de investimento, armazenagem, etc.), processos e produtos específicos (por exemplo, regranulação de resíduos da produção de polímeros reciclados internamente antes da refusão) e fluxos elementares.

Os cortes são quantificados em relação ao percentual de impactos ambientais, que é aproximado para ser excluído por meio do corte (por exemplo, “95%” significa cortar cerca de 5% do impacto ambiental total ou de uma categoria de impacto selecionada). Obviamente, uma aproximação é necessária para saber no que consiste o impacto de 100%, porque, se o impacto total fosse totalmente conhecido, não haveria necessidade de um corte.

Porém, o inventário total sempre é desconhecido em todas as abordagens de ciclo de vida – os 100% sempre requerem um grau maior ou menor de aproximação ou extrapolação com base nos dados medidos ou calculados.

O importante é que a parte cortada não seja excessiva, pois isso, em primeiro lugar, tem o efeito de tornar os dados incompletos (reduzindo, por exemplo, os impactos ambientais), o que limita a adequabilidade dos resultados para fins de comparação. Em segundo lugar, uma maior lacuna resultante do corte de processos, fluxos e outros itens aumenta a incerteza global: a estimativa quantitativa da porcentagem de impacto que foi cortada torna-se mais imprecisa conforme o corte aumenta. Mais detalhes sobre cortes são fornecidos neste capítulo.

É igualmente importante que os cortes sejam determinados sistematicamente para evitar o corte inadequado de partes relevantes. ■

Relação entre a relevância dos resultados e os critérios de corte

A definição quantitativa das fronteiras do sistema refere-se à omissão admissível de estágios inteiros do ciclo de vida, tipos de atividade, processos e produtos específicos e fluxos elementares. Tais omissões (“cortes”), porém, só podem ser justificadas se forem insignificantes para o resultado do estudo de ICV/ACV. Caso contrário, esses elementos devem ser levados em consideração na fase de interpretação. Para conjuntos de dados de ICV, o corte é um dos critérios de qualidade dos dados (ver o capítulo 12 do ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance) que devem ser documentados.

O que seria considerado “insignificante” acima deve ser derivado por meio da formulação de critérios quantitativos de corte. Esses critérios definem a completude mínima exigida dos dados tendo em vista sua incerteza máxima permitida, falta de precisão e inconsistência à luz da aplicação pretendida dos resultados. Observe que os diferentes componentes da qualidade dos

dados sempre estão inter-relacionados (por exemplo, uma completude de 90% talvez só possa ser atingida com dados de “alta qualidade”, ou talvez possa ser alcançada com “dados estimados” de menor qualidade; consulte os níveis de qualidade dos dados na Tabela 6 do anexo). Novamente, o uso de dados estimados tornaria a aproximação dos 100% como referência menos precisa, e assim por diante. Deve-se ter em mente também que os componentes de qualidade dos dados interagem de forma multiplicativa e, via de regra, o componente de qualidade dos dados mais fraco reduz a qualidade global dos dados para o seu nível ou menos. Portanto, ao definir critérios de corte, por exemplo, isso deve ser feito levando em conta tanto a qualidade mínima exigida pelo objetivo e escopo do estudo como a qualidade obtida com os outros componentes de qualidade dos dados.

Por exemplo, em um estudo de afirmação comparativa de dois sistemas de produto, pode-se constatar durante a análise iterativa que o impacto ambiental das duas alternativas difere muito claramente, e sempre em favor do mesmo sistema de produto (digamos, uma diferença de aproximadamente 60 a 90% no nível médio das categorias de impacto individuais). Os dados disponíveis podem ser de alta ou altíssima exatidão ou precisão, visto que a maioria dos processos-chave está no sistema de primeiro plano e dados aferidos anualmente estão disponíveis. Portanto, a completude final mínima exigida dos dados do sistema de ciclo de vida das duas alternativas de produto poderia ser identificada como, por exemplo, 80%⁷⁸, pois isso ainda permitiria demonstrar que as duas alternativas diferem significativamente. Em outras palavras, o corte quantitativo seria estipulado como uma “completude mínima de 80%”, que é um grau de completude relativamente baixo.

Para conjuntos de dados de ICV que não são específicos da aplicação (por exemplo, dados médios para uso no segundo plano em estudos de contexto decisório na Situação A), em princípio o nível de corte pode ser definido livremente, embora o corte específico definido deva ser documentado para permitir que os usuários dos dados avaliem sua adequação em seus próprios estudos de ICV/ACV.

Definição de critérios de corte quantitativos/completude dos dados

Critérios de corte válidos devem ser definidos com base no grau quantitativo de completude dos impactos ambientais globais do sistema de produto (por exemplo, “cobrindo 85% dos impactos ambientais globais”). Há duas abordagens viáveis:

- associar o corte a cada uma das categorias de impacto a serem incluídas (por exemplo, “85% de potencial de mudanças climáticas E 85% de potencial de acidificação E 85% de potencial de eutrofização E, etc.”). Isso exige que os métodos de AICV tenham sido identificados nesse ponto; consulte o capítulo 6.7;
- associar o corte ao impacto ambiental global, normalizado e ponderado (por exemplo, 85% do impacto ambiental global normalizado e ponderado). Isso requer a identificação e uso da base de normalização e conjunto de ponderação; consulte o capítulo 6.7.6.

A vantagem da primeira abordagem apontada é que ela permite trabalhar sem normalizar e ponderar dados. A vantagem da segunda abordagem é que o esforço pode ser concentrado nas categorias de impacto mais relevantes, enquanto no primeiro caso também é necessário coletar dados de baixa relevância – ou seja, para categorias de impacto com pouca relevância para o processo ou sistema analisado.

Observe que, no caso de pegadas de carbono e outros estudos que aplicam um conjunto limitado de indicadores de impacto, o corte estará relacionado apenas aos indicadores considerados (por exemplo, “cobrindo 90% dos impactos de mudanças climáticas”).

⁷⁸ Evidentemente, o “X%” acima só pode ser derivado iterativamente após a modelagem inicial do sistema. O uso de métodos estocásticos ajudaria a determinar a porcentagem de corte exata para atingir o grau de completude necessário. Para isso seria necessário considerar também a exatidão e a precisão dos dados, que afetam a relevância global das diferenças.

Este é um exemplo de definição dos critérios em um estudo ou conjunto de dados específico: “O critério de corte é o impacto ambiental global do sistema de produto analisado, indicado por seus resultados de AICV normalizados e ponderados por meio da aplicação dos métodos de AICV XY, da base de normalização XY e do conjunto de ponderação XY⁷⁹. O estudo (ou conjunto de dados) abrange os processos e fluxos que contribuem para pelo menos 95% desse impacto.” A porcentagem (no caso, “95%”) deve ser derivada para o caso em questão com base no objetivo e escopo do estudo de ACV (ou definida diretamente na definição do objetivo, para conjuntos de dados de ICV de segundo plano), conforme discutido anteriormente.

Comentário anterior sobre aplicação de critérios de corte na prática

A aplicação de critérios de corte deve levar em conta dois aspectos principais: a tradução dos critérios de corte em critérios operacionais durante a coleta de dados sobre os processos unitários individuais e, antes disso, a questão procedural do como superar um paradoxo aparente.

O paradoxo aparente é que deve-se conhecer o resultado da ACV (de modo a indicar que a omissão de determinado processo é insignificante para os resultados globais) para poder determinar quais processos, fluxos elementares, etc., podem ser desconsiderados. Esse paradoxo é solucionado por meio da aplicação da abordagem iterativa ao executar uma ACV, conforme descrito no capítulo 4 e, com mais detalhes, na parte sobre inventário da Figura 5: as configurações iniciais devem ser revistas uma ou mais vezes e refinadas à luz dos resultados subsequentes da coleta de dados de ICV, modelagem (inclusive de cenários alternativos), cálculo de resultados de AICV e interpretação (especialmente verificações de contribuição, sensibilidade e completude e análise de incerteza). Essas etapas iterativas devem ser repetidas até que os resultados atendam aos requisitos de completude, exatidão e precisão necessários para as aplicações pretendidas do estudo de ICV/ACV.

Detalhes sobre a aplicação de critérios de corte na coleta e modelagem de dados são fornecidos nos capítulos 7.4.2.11 e 9.3.2.

Disposições: 6.6 Derivação de fronteiras do sistema e critérios de corte (completude)

Aplicabilidade diferenciada às Situações A, B e C.

Diferenciada para modelagem atribucional e consequencial.

Observe que essas disposições serão aplicadas apenas na fase de ICV.

I) **OBRIGATÓRIO - Escopo da ACV:** O seguinte deverá ser coberto pelo estudo de ICV ou ACV (6.6.1):

- I.a) impactos potenciais sobre as três áreas de proteção (saúde humana, ambiente natural e recursos naturais)
- I.b) causados por intervenções entre a tecnosfera e a ecosfera,
- I.c) durante a operação normal e anormal, mas excluindo acidentes, derramamentos e eventos semelhantes⁸⁰.

⁷⁹ Até que métodos de AICV, dados de normalização e conjuntos de ponderação recomendados pelo ILCD estejam disponíveis, outras fontes internacionalmente aceitas e amplamente utilizadas devem ser aplicadas nos estudos de ACV e, conseqüentemente, também para definir e aplicar os critérios de corte. Especialmente ao desenvolver e publicar conjuntos de dados de ICV para uso em segundo plano, é recomendável aplicar mais de uma combinação de métodos de AICV, normalização e ponderação, documentando as respectivas coberturas.

⁸⁰ Ou seja, excluindo acidentes e exposição interna ou no ambiente de trabalho, bem como impactos relacionados à ingestão ou aplicação direta de produtos por seres humanos (ver o texto e a nota de rodapé no capítulo 6.6.1).

- I.d) Outros tipos de impactos fora do escopo da ACV que sejam considerados relevantes para o(s) sistema(s) analisado(s) ou comparado(s) podem ser identificados e sua relevância justificada. [ISO+]
- II) **OBRIGATÓRIO - Processos dentro das fronteiras do sistema:** as fronteiras finais do(s) sistema(s) analisado(s) deverão, na medida do possível, incluir todos os estágios e processos de ciclo de vida relevantes que
- II.a) sejam operados dentro da tecnosfera, e
- II.b) devam ser incluídos de acordo com as disposições sobre identificação de processos a serem incluídos na modelagem atribucional ou consequential (ver os capítulos 7.2.3 e 7.2.4, respectivamente), mas com as disposições e simplificações específicas aplicáveis às Situações A, B e C (para mais detalhes, consulte o capítulo 6.5.4);
- II.c) qualquer desvio/omissão com relação ao estipulado acima deverá ser claramente documentado e, no caso de estudos de ACV, considerado subsequentemente na interpretação. (6.6.1)
- III) **OBRIGATÓRIO - Fluxos que atravessam as fronteiras do sistema:** com a exceção dos fluxos de referência que fornecem a(s) unidade(s) funcional(is) e os fluxos de resíduos permissíveis (ver 7.4.4.2), nenhum outro fluxo relevante deverá atravessar a fronteira entre o(s) sistema(s) analisado(s) e o restante da tecnosfera, tanto quanto seja possível. Somente fluxos elementares (incluindo os indicadores de medição permissíveis e grupos de fluxo; ver 7.4.3.2) deverão atravessar a fronteira entre o(s) sistema(s) analisado(s) e a ecosfera. Qualquer desvio/omissão com relação ao estipulado acima deverá ser indicado no relatório e, no caso de estudos de ACV, considerado subsequentemente na interpretação (6.6.1). [ISO!]
- Obs.: Consulte também as disposições especiais para tipos específicos de processos no capítulo 7.4.4.
- IV) **OBRIGATÓRIO - Diagrama de fronteiras do sistema:** a extensão do modelo do sistema deverá ser identificada e um diagrama esquemático das fronteiras do sistema deverá ser preparado^{81, 82}. Além dos estágios do ciclo de vida incluídos, os seguintes itens deverão ser fornecidos para os diferentes tipos de resultados (6.6.2): [ISO!]
- IV.a) **Para processos unitários de operação única:** a etapa do processo a ser representada.
- IV.b) **Para processos unitários de caixa preta:** a cadeia de processo, instalação, local, etc., a serem representados e a primeira e última etapas do processo a serem incluídas.
- IV.c) **Para resultados de ICV, resultados de AICV e estudos de ACV não comparativos:** os estágios do ciclo de vida incluídos. Finalmente, a primeira e/ou última etapa do processo incluída deverá ser fornecida, a menos que o ciclo de vida comece ou termine no berço ou na cova, respectivamente.
- IV.d) **Para estudos comparativos de ACV:** para cada opção comparada, os estágios do ciclo de vida incluídos. Além disso, para cada opção, deverá ser indicada a primeira e/ou a última etapa do processo, a menos que o respectivo ciclo de vida comece ou termine no berço ou na cova, respectivamente.

81 O modelo formal de fronteiras do sistema é fornecido na Figura 35.

82 Outros sistemas que venham a fazer parte do sistema analisado caso a expansão do sistema seja aplicada não devem ser mostrados nesse diagrama, mas os casos quantitativamente mais relevantes de processos multifuncionais (conforme identificados na análise de sensibilidade) devem ser relacionados. Isso inclui os casos quantitativamente relevantes de relações entre parte e sistema, que somente excepcionalmente exigem um diagrama expandido de fronteiras do sistema (por exemplo, isso deve ser fornecido quando o produto analisado for a "parte" em uma relação entre parte e sistema).

IV.e) **Fluxograma:** Especialmente para o sistema de primeiro plano, recomenda-se preparar fluxogramas técnicos sobre as principais etapas do processo.

V) **OBRIGATÓRIO - Lista de exclusões:** preparar uma lista inicial de quaisquer tipos de atividades, processos específicos, fluxos de produtos e de resíduos, fluxos elementares ou outras partes que se pretenda excluir do sistema analisado, caso existam (6.6.2). [ISO+]

Note-se que essa lista inicial deverá ser atualizada (iterativamente) para refletir a situação no final do estudo.

Além disso, qualquer exclusão final deverá ser justificada com referência aos critérios de corte, podendo limitar a aplicabilidade do conjunto de dados resultante ou das conclusões que possam ser extraídas de um estudo comparativo.

VI) **OBRIGATÓRIO - Relações entre parte e sistema e entre sistemas:** para estudos sobre partes que tenham um relacionamento entre parte e sistema e sobre sistemas que tenham uma relação entre sistemas, obter dados sobre os efeitos dos sistemas relacionados e seus dados, até onde isso seja necessário de acordo com o objetivo e o escopo do estudo (6.6.2). Os respectivos quadros no capítulo 7.2.2 fornecem mais informações sobre essa questão. [ISO!]

VII) **OBRIGATÓRIO - Compensação externa ao sistema:** emissões compensadas (por exemplo, devido à compensação pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo ou a créditos de carbono externos ao sistema) e outras medidas semelhantes externas ao sistema analisado não deverão ser incluídas nas fronteiras do sistema, exceto na medida em que sejam relevantes para os resultados. As emissões relacionadas (reduzidas) não deverão ser integradas ao inventário nem usadas na interpretação dos resultados da ACV (6.6.7). [ISO+]

VIII) **OBRIGATÓRIO - Critérios quantitativos de corte:** definir o valor percentual de corte a ser aplicado aos fluxos de produtos e resíduos e fluxos elementares do sistema analisado que atravessam as fronteiras do sistema, mas não são incluídos quantitativamente⁸³ no inventário⁸⁴, da seguinte maneira (6.6.3):

VIII.a) **Impacto ambiental global:** o valor percentual de corte geralmente deverá estar relacionado ao grau quantitativo de cobertura do impacto ambiental global aproximado do sistema⁸⁵. Adicionalmente, em estudos comparativos, o corte sempre deverá estar relacionado também à massa e à energia. Existem duas opções de abordagem do impacto ambiental global: [ISO!];

VIII.a.i) a) aplicar o corte individualmente a cada categoria de impacto a ser incluída⁸⁶. Isso exige que os métodos de AICV tenham sido identificados nesse ponto; consulte o capítulo 6.7.7;

VIII.a.ii) b) aplicar o corte ao impacto ambiental global normalizado e ponderado. Isso exige que os métodos de AICV, a base de normalização e o conjunto de ponderação tenham sido identificados nesse ponto; consulte o capítulo 6.7.7.

VIII.b) **Identificar o percentual de corte pretendido:** o percentual de corte quantitativo/completude pretendido deverá ser identificado da seguinte maneira:

⁸³ Não obstante, deverá ser prevista a identificação e permanência dos respectivos fluxos no inventário, mas sem declarar uma quantidade e sendo marcados como “ausente relevante” ou “ausente irrelevante”, conforme aplicável. Para mais detalhes, consulte o capítulo sobre Inventário de Ciclo de Vida.

⁸⁴ Observe que as cofunções inicialmente fazem parte do inventário e só são removidas posteriormente por alocação ou tratadas por substituição/expansão do sistema.

⁸⁵ Embora o impacto global absoluto real (ou seja, os “100% de completude”) não possa ser conhecido na ACV e em modelos semelhantes, na prática ele pode ser aproximado de maneira iterativa e com precisão suficiente para servir como orientação prática e referência de corte. Para orientações sobre aplicação prática do corte, consulte o capítulo 9.3.2 do ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance.

⁸⁶ Em estudos com cobertura de impacto limitada (por exemplo, de pegada de carbono), somente as respectivas categorias devem ser consideradas.

- VIII.b.i) **Para processos unitários, resultados de ICV e resultados de AICV:** o valor de corte já terá sido definido na fase de objetivo (por exemplo, “Desenvolvimento de um conjunto de dados de processo unitário de operação única com 95% de completude”, ou deverá ser derivado do respectivo requisito de completude para a aplicação pretendida nas etapas iterativas do escopo.
- VIII.b.ii) **Para estudos de ACV não comparativos:** o valor de corte terá sido identificado, dependendo do detalhe de interesse, ao analisar o sistema para detectar os principais processos contribuintes e fluxos elementares; via de regra, isso é definido no objetivo do estudo.
- VIII.b.iii) **Para estudos comparativos de ACV:** o valor de corte é definido com base no grau de precisão, exatidão e completude necessário para indicar diferenças significativas entre os sistemas comparados. Isso é feito nas iterações do trabalho de ACV após a modelagem e análise de pelo menos um modelo inicial de ICV.

Note-se que, a menos que tenha sido definido inicialmente, o corte só poderá ser uma aproximação grosseira na fase inicial de escopo e terá que ser ajustado iterativamente.

Desvios subsequentes dos critérios de corte definidos inicialmente, por exemplo, devido à falta de dados (ver o capítulo 7.4.2.11.3 sobre como lidar com dados ausentes), deverão ser identificados na coleta de dados e modelagem de ICV subsequente e documentados no final do estudo de ICV/ACV. O corte final obtido (e eventuais desvios) deverá ser indicado no relatório e refletido integralmente na fase de interpretação, no caso de um estudo de ACV. Ambos os casos podem levar a uma revisão das aplicações pretendidas no estudo de ICV/ACV. Essas questões deverão ser verificadas na respectiva fase do trabalho de ACV.

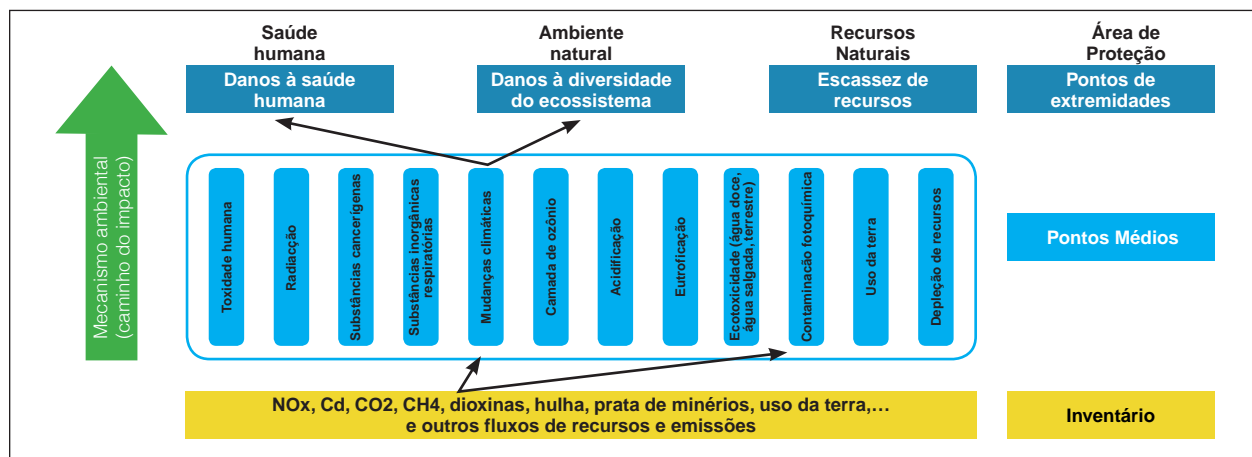
6.7 Preparação da base para a avaliação de impactos

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.4, 4.4.2.2 e 4.4.5)

6.7.1 Introdução e visão geral

A Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida serve para agregar os dados de inventário que apoiarão a interpretação. Opcionalmente, esses dados podem ser normalizados e ponderados para reforçar esse apoio. Veja também a Figura 15.

Figura 15 - Avaliação de impactos do ciclo de vida. Etapas esquemáticas do inventário aos pontos de extremidade de categoria. Observe que a normalização e a ponderação não são mostradas e podem começar nos pontos médios ou nos pontos de extremidade.



Ao mesmo tempo, uma avaliação de impactos (e, opcionalmente, normalização e ponderação) também é necessária na aplicação das regras de corte para avaliar a integridade dos dados, ou seja, em todos os estudos de ACV/ICV. Ela é, portanto, necessária quando o resultado do estudo é um conjunto de dados de ICV.

As categorias de impactos ambientais que devem ser abrangidas na avaliação de impactos do ciclo de vida (capítulo 8 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*⁸⁷), bem como os métodos de AICV e os conjuntos de normalização e ponderação (caso incluídos), devem ser determinados, na medida do possível, antes da análise inicial do inventário. O objetivo é assegurar que sua seleção não seja feita por interesse à luz dos resultados iniciais. Isso também garante que dados de inventário compatíveis e relevantes sejam coletados para os processos incluídos no sistema e que os respectivos conjuntos de dados de ICV de segundo plano de terceiros possam ser identificados.

A seleção das categorias de impacto e dos conjuntos de normalização e ponderação deve ser compatível com o objetivo do estudo de ICV/ACV. Uma análise baseada exclusivamente no ICV, sem uma avaliação de impactos, pode ser justificável em alguns casos, dependendo do objetivo do estudo de ICV/ACV, mas deve-se ter em mente que esse procedimento tende a limitar a validade da interpretação dos resultados e comparações. Afirmativas comparativas baseadas exclusivamente em resultados de ICV não são permissíveis nos termos da ISO 14044:2006.

A seleção das categorias de impacto deve ser abrangente, no sentido de que devem abarcar todas as questões ambientais relevantes relacionadas ao sistema (por exemplo, o produto) analisado. Isso só é desnecessário quando uma limitação foi estipulada na definição do objetivo – por exemplo, em estudos de pegada de carbono, são consideradas exclusivamente as intervenções relevantes para mudanças climáticas. A exclusão inicial de impactos relevantes deve ser claramente documentada e considerada na interpretação dos resultados, podendo limitar as conclusões e recomendações do estudo.

O uso de uma metodologia global comum de AICV e de modelos com fatores de caracterização padrão globais, bem como – até onde estejam disponíveis e sejam necessários – fatores de caracterização não genéricos (por exemplo, diferenciados quanto à localização ou ao tempo), melhora substancialmente a comparabilidade da ACV em bases globais. Entretanto, devido à indisponibilidade ou à ausência de um consenso amplo sobre o tema, esta orientação deverá ser operacional mesmo sem isso. Os subcapítulos a seguir fornecem as disposições relativas à preparação da base para uma avaliação de impactos correta, que então será realizada após a coleta de dados e modelagem do inventário de ciclo de vida.

6.7.2 Identificação dos métodos de AICV a serem aplicados

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.4, 4.4.2.2 e 4.4.5)

Avaliação de impactos nos níveis de ponto médio e ponto de extremidade - requisitos

Existem métodos de AICV para os níveis de ponto médio e ponto de extremidade e para ambos em metodologias de AICV integradas (ver a Figura 15). Ambos os níveis têm vantagens e desvantagens, que são discutidas mais detalhadamente no documento de orientação em separado “Framework and requirements for Life Cycle Impact Assessment (LCIA) models and indicators” [Estrutura e requisitos para modelos e indicadores de Avaliação de Impactos do Ciclo

⁸⁷ Como a seleção dos métodos de AICV é encarada como uma questão de definição do escopo no contexto da realização de estudos de ACV, todas as etapas relacionadas são incorporadas a esse capítulo sobre escopo. O capítulo subsequente sobre AICV aborda exclusivamente sua aplicação no cálculo dos resultados de AICV. O desenvolvimento de métodos e fatores de AICV está fora do âmbito da ISO 14044 e deste documento, sendo abordado em um documento em separado, “Framework and Requirements for Environmental Impact Assessment Methods, Models and Indicators for Life Cycle Assessment (LCA)” (Estrutura e Requisitos para Métodos, Modelos e Indicadores de Avaliação de Impactos para Avaliação de Ciclo de Vida [ACV]).

de Vida (AICV)]. Os conceitos de ponto médio e ponto de extremidade também são detalhados nesse documento. Em geral, no nível de ponto médio, há maior quantidade de categorias de impacto diferenciadas (normalmente em torno de 10) e os resultados são mais exatos e precisos em comparação com as três Áreas de Proteção no nível de ponto de extremidade que costumam ser usadas para avaliações de ponto de extremidade.

As seguintes categorias de impacto no nível de ponto médio e nas áreas de proteção deverão ser avaliadas quanto à sua relevância para o estudo, sendo identificados os métodos de AICV relacionados que serão usados na fase de avaliação de impactos do ciclo de vida da ACV:

- Categorias de impacto:
 - Mudança climática, Depleção de Ozônio (estratosférica), Toxicidade humana, Substâncias inorgânicas respiratórias, Radiação ionizante, Formação fotoquímica de ozônio (ao nível do solo), Acidificação (terra e água), Eutroficação (terra e água), Ecotoxicidade, Uso da terra, Depleção de recursos (minerais, fósseis e recursos energéticos renováveis, água).
- Áreas de proteção:
 - Saúde humana, Ambiente natural, Recursos naturais.

Por padrão, todas as categorias anteriores de impacto devem ser incluídas na combinação de métodos de AICV selecionada. Se disponíveis e adequados (ver a seguir), recomenda-se usá-las juntamente com fatores de impacto coerentes no nível de ponto de extremidade.

A seleção ou desenvolvimento de qualquer método de AICV deverá atender aos seguintes requisitos, em consonância com a ISO 14044:2006 (os detalhes são abordados como parte da orientação em separado “Framework and requirements for Life Cycle Impact Assessment (LCIA) models and indicators” [Estrutura e requisitos para modelos e indicadores de Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV)]).

- As categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos de caracterização devem possuir aceitação internacional. Se possível, os métodos de AICV deverão ser endossados por um órgão governamental da região relevante para o apoio decisório (Situações A e B) ou onde está localizada a referência do sistema contabilizado (Situação C). O Sistema ILCD está preparando recomendações relativas às categorias de impacto, modelos, métodos e fatores de caracterização relacionados para os fluxos elementares de referência. Essas recomendações poderão servir como base para tais endossos.
- Na medida do possível, os indicadores de categoria deverão incluir aquelas que são especificamente relevantes para o estudo de ICV/ACV realizado. Todas as lacunas deverão ser documentadas e discutidas explicitamente na interpretação dos resultados.
- O modelo de caracterização para cada indicador de categoria deverá ser válido em termos científicos e técnicos e baseado em um mecanismo ambiental claramente identificável ou na observação empírica reproduzível.
- Tanto quanto possível, não deverão existir lacunas relevantes na cobertura da categoria a que os fatores de caracterização como um todo estão relacionados; as lacunas relevantes deverão ser aproximadas, apontadas no relatório e consideradas explicitamente na interpretação dos resultados.
- Os indicadores de categoria - caso sejam incluídos métodos de AICV no nível de ponto de extremidade - deverão representar os impactos agregados das entradas e saídas relacionadas do sistema no(s) ponto(s) de extremidade da categoria.
- Na medida do possível, deverá ser evitada a contagem dupla entre os fatores de caracterização incluídos, salvo requisito em contrário imposto pelo objetivo do estudo (por

exemplo, na cobertura de impactos dos mesmos fluxos elementares para mais de uma categoria de impacto, com vias alternativas de impacto do fluxo elementar).

- As escolhas e premissas quanto a valores feitas durante a seleção das categorias de impacto e métodos de AICV deverão ser minimizadas e documentadas como parte da documentação do conjunto de dados do método de AICV ou, preferivelmente, de um relatório mais abrangente.

Uma revisão de AICV compatível com ILCD poderá ser necessária para os métodos de AICV elegíveis. Isso é discutido no capítulo 11 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* e nos documentos de orientação em separado sobre revisão do sistema ILCD.

Métodos de AICV para categorias de impacto adicionais poderão ser integrados à análise (ver o capítulo 6.7.4). Isso pode ser necessário para categorias de impacto com relevância específica para o estudo de ICV/ACV que estejam ausentes ou para fatores de impacto relevantes de fluxos elementares específicos do estudo que não sejam cobertos pelo método de AICV aplicado. Além disso, métodos de AICV não genéricos – por exemplo, diferenciados espacialmente ou por outros fatores - podem ser necessários; consulte o capítulo 6.7.5.

Dependendo do sistema específico, os conhecimentos iniciais, baseados na experiência adquirida em estudos detalhados e completos de sistemas suficientemente semelhantes ou na análise posterior, poderão indicar que uma ou mais categorias de impacto padrão têm pouca relevância global. Com a aplicação de regras de corte, esses impactos poderão ser excluídos nas etapas subsequentes, mas essa omissão deverá ser justificada quantitativamente como insignificante para o impacto ambiental global à luz da definição do objetivo e especialmente das aplicações pretendidas, o mesmo devendo ocorrer com o corte definido para o estudo de ICV/ACV. Observe que qualquer exclusão relevante deverá ser considerada explicitamente durante a interpretação e poderá impor limitações às conclusões e recomendações.

6.7.3 Pegada de carbono e outros indicadores selecionados

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 separado correspondente, mas está relacionado aos capítulos 4.2.3.4 e 4.4.2.2)

Dependendo da aplicação pretendida, pode-se prever já durante a definição do objetivo que o estudo operará com uma seleção limitada de categorias de impacto ambiental (por exemplo, “Mudanças climáticas” em estudos de pegada de carbono ou “Depleção de recursos energéticos” em estudos de ciclo de vida orientados para consumo de energia).

Se for esse o caso, isso deverá ser enfatizado e justificado na definição do objetivo e do escopo. Os métodos de AICV específicos (por exemplo, o uso dos fatores do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) mais recente, como geralmente ocorre nos estudos de pegada de carbono) deverão ser identificados aqui.

A exclusão do impacto relevante deverá ser enfatizada na documentação dos estudos/conjuntos de dados de ICV e estudos de ACV, incluindo o efeito de comparabilidade limitada dos resultados com outros sistemas.

6.7.4 Inclusão de impactos e fluxos elementares não padrão

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 separado correspondente, mas está relacionado aos capítulos 4.2.3.4 e 4.4.2.2)

Categorias de impacto adicionais

Dependendo do objetivo do estudo de ICV/ACV e da natureza do sistema, talvez seja necessário abordar questões ambientais relevantes adicionais. Em consonância com a ISO

14044:2006, deverão ser incluídas as categorias de impacto ausentes que sejam de especial relevância para o estudo de ICV/ACV.

Se for esse o caso, tais métodos de AICV adicionais deverão ser incluídos no conjunto ou até mesmo - em raros casos - terão que ser desenvolvidos. Em outros casos, talvez seja necessário expandir os métodos de AICV existentes com fatores de caracterização para fluxos elementares ainda não cobertos que sejam de especial relevância para o sistema analisado. Nesse caso, isso deverá ser identificado como parte da definição do escopo, de modo a indicar as informações ausentes nos fluxos elementares antes da análise de inventário.

Observe que talvez não seja possível fazer isso apenas com base nas informações obtidas após a primeira ou segunda iteração da coleta de dados de ICV, modelagem, avaliação de impactos e interpretação.

Qualquer categoria de impacto, método de AICV ou fator de impacto adicional deverá cumprir as mesmas condições relacionadas aqui no contexto das categorias de impacto padrão, no capítulo 6.72.

Fatores de impacto adicionais

Da mesma forma, para a AICV selecionada, talvez seja constatado que falta no inventário um fator de caracterização de um fluxo elementar que, sabidamente, contribui de maneira significativa para a respectiva categoria de impacto ou ponto de extremidade de categoria. Isso geralmente será identificado com base apenas nas informações obtidas após a primeira ou segunda iteração da coleta de dados de ICV, modelagem, avaliação de impactos e interpretação.

A necessidade de derivar/desenvolver esse fator específico para o fluxo deverá ser avaliada por meio da aplicação das seguintes etapas:

- A importância potencial do fator de caracterização ausente deverá ser avaliada presumindo-se um valor conservador ou um valor realista de pior caso – por exemplo, baseado na similaridade química, física e/ou de outra natureza com outros fluxos elementares que contribuam para a mesma categoria de impacto. Um possível exemplo seria a ausência do fator de “potencial de acidificação” para emissões de ácido acético na atmosfera como um ácido orgânico fraco. Com base na semelhança em termos de destino e exposição com o ácido fórmico (derivada de suas características químicas, fotoquímicas e fisicoquímicas, como a solubilidade em água), pode-se atribuir um fator estequiometricamente ajustado. Da mesma forma, o potencial de eutroficação de uma emissão de uréia para a água doce como um composto de rápida biodegradação contendo nitrogênio pode ser aproximado ao do nitrato na água após a conversão estequiométrica do teor de N da ureia.
- Esse fator de caracterização presumido deve ser aplicado ao fluxo elementar, investigando-se então se o resultado total para a categoria de impacto é alterado em grau relevante (ou seja, dependendo da precisão necessária, especialmente quanto aos requisitos/regras de corte, conforme derivados do objetivo do estudo).
- Se, nesse contexto, a contribuição do fluxo elementar não puder ser classificada como insignificante, deve-se tentar obter um valor mais exato e preciso para o fator de caracterização ausente. Observe que esse fator terá que cumprir as mesmas condições de outros fatores dos respectivos métodos de AICV.
- Caso isso não seja possível, a ausência do fator de caracterização deverá ser informada e a possível influência do fator ausente deverá ser considerada na interpretação dos resultados.

- Se, no entanto, a premissa conservadora/de pior caso não resultar em contribuição significativa do fluxo elementar, o fator de caracterização ausente poderá ser ignorado. Recomenda-se informar mesmo assim a existência de um “fator ausente”, pelo menos para fluxos de baixa relevância que, não obstante, não sejam totalmente irrelevantes.

Deve-se notar que esse procedimento requer conhecimentos especializados por parte do desenvolvedor do método de AICV, bem como uma boa compreensão das ciências químicas e ambientais.

Consulte também o documento “Requirements for Environmental Impact Assessment Methods, Models and Indicators for LCA” (Requisitos para Métodos, Modelos e Indicadores de Avaliação de Impacto Ambiental para ACV).

6.7.5 Diferenciações/modificações espaciais e de outros tipos dos fatores de impacto

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 separado correspondente, mas está relacionado aos capítulos 4.2.3.4 e 4.4.2.2)

A ISO 14044:2006 estipula que “*Dependendo do mecanismo ambiental, do objetivo e do escopo, a diferenciação espacial e temporal do modelo de caracterização com relação aos resultados de ICV do indicador de categoria deverá ser considerada.*” Porém, dada a ausência de dados de ICV espacial ou temporalmente diferenciados e, em particular, de métodos de AICV correspondentes, no momento essa diferenciação raramente ou nunca é viável na prática.

Se for esse o caso, o uso de métodos de AICV não genéricos (por exemplo, diferenciados espacialmente ou com base em outros fatores) deverá ser justificado em termos científicos à medida que produza resultados de AICV significativamente diferentes. Observe que, independentemente disso, uma revisão de AICV compatível com ILCD poderá ser necessária para qualquer método de AICV aplicado. Isso é discutido no capítulo 11 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* e no documento de orientação em separado “Review schemes for Life Cycle Assessment (LCA)” (Esquemas de revisão para Avaliação de Ciclo de Vida [ACV]).

Observe que, caso uma avaliação de impactos não genérica seja aplicada, a etapa de caracterização deverá ser realizada com base no resultado não agregado do inventário. Após a etapa de caracterização, os resultados da AICV poderão ser totalizados por categoria de impacto e fornecidos juntamente com os resultados de ICV agregados correspondentes. Se isso for feito, os resultados da AICV obtidos pela aplicação de métodos de AICV não genéricos deverão ser fornecidos no relatório, além dos resultados diferenciados.

Observe que essa etapa geralmente só é possível depois da primeira ou segunda iteração de coleta de dados e modelagem de ICV.

Para estudos comparativos de ACV, a adequação dos métodos de AICV genéricos também deverá ser discutida na fase de interpretação do estudo. Caso seja possível argumentar que uma diferenciação adicional, especialmente espacial ou temporal, levará a resultados substancialmente diferentes, essa constatação tenderá a limitar as conclusões e recomendações a serem extraídas do estudo.

Observe que os resultados da AICV calculados a partir de métodos de AICV não genéricos deverão subsequentemente ser apresentados e discutidos separadamente dos resultados genéricos padrão.

6.7.6 Seleção da base de normalização e conjunto de ponderação⁸⁸

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 separado correspondente, mas está relacionado ao aspecto de “significância ambiental” do capítulo 4.2.3.4 e ao capítulo 4.4.3)

Introdução

Normalização e ponderação são etapas opcionais, segundo a ISO 14044:2006, para apoiar a interpretação do perfil de impacto e para conduzir a um resultado totalmente agregado. A normalização e a ponderação também podem ser usadas para definir as regras de corte quantitativas (consulte o capítulo 6.6.3) e para verificar o grau de completude atingido no inventário do conjunto de dados. Isso significa que elas podem ser necessárias, independentemente do tipo de resultado do estudo de ICV/ACV.

Observe que nem todos os métodos de ponderação baseados no nível de ponto de extremidade exigem uma etapa de normalização: aqueles que expressam os danos em potencial às áreas de proteção incluídas em uma unidade comum (por exemplo, os métodos monetários) operam sem uma normalização explícita. Nesses casos, a normalização está incluída implicitamente na etapa de modelagem do ponto de extremidade. Para esses métodos, o uso de uma etapa de normalização adicional seria incorreto. Por outro lado, para os métodos de ponderação que exigem uma normalização prévia, uma ponderação sem normalização forneceria resultados incorretos.

Erros frequentes: métodos de AICV, bases de normalização e conjuntos de ponderação incompatíveis.

É importante ter em mente que os métodos de AICV, a base de normalização e o conjunto de ponderação devem ser escolhidos cuidadosamente para que sejam compatíveis entre si. Em outras palavras, eles devem estar relacionados exatamente às mesmas categorias de nível de ponto médio ou ponto de extremidade. Às vezes, dados apenas parcialmente compatíveis ou incompatíveis são combinados. Isso conduz a resultados distorcidos ou sem sentido. Além disso, uma relação correta da referência geográfica é importante para assegurar o apoio decisório adequado.

Obs.: Como o desenvolvimento de fatores de normalização e ponderação não faz parte do trabalho do Sistema ILCD, esses tópicos não serão discutidos detalhadamente. São fornecidas aqui apenas orientações básicas sobre as disposições ISO para sua seleção e uso (ver os capítulos 8.3 e 8.4).

Base de normalização - requisitos

Na normalização, os resultados indicativos de diferentes categorias de impacto no nível de ponto médio ou danos no nível de ponto de extremidade são expressos em relação a uma referência comum por meio da divisão dos resultados indicativos pelo respectivo valor de referência. Geralmente são usados como valores de referência os resultados de impactos ou danos dos fluxos elementares territoriais anuais em um país, região ou continente ou os resultados globais (ou a média por cidadão, ou seja, *per capita*)⁸⁹. Esses resultados de impactos ou danos de referência são chamados de “base de normalização”. A base de normalização é calculada a partir do inventário de cada categoria de impacto ou dano, da mesma maneira como os indicadores de impacto ou danos do sistema analisado (por exemplo, de um produto) são calculados a partir do seu inventário de ciclo de vida. Para resultados no nível de ponto médio, a base de normalização é o impacto potencial global, calculado a partir do inventário anual de fluxos elementares. Para resultados no nível de ponto de extremidade, a base de normalização é o dano global às áreas de proteção.

⁸⁸ O “agrupamento” não é abordado neste documento de orientação porque não é visto como algo que adicione valor prático no contexto do apoio decisório. Caso haja planos de incluir uma etapa de agrupamento em um estudo de ACV, consulte as disposições da ISO 14044.

⁸⁹ Referências temporais diferentes de um ano podem ser usadas, mas são incomuns.

Para facilitar a comunicação (e as verificações de qualidade) entre estudos, recomenda-se usar como base de normalização o inventário de fluxos elementares *per capita*⁹⁰ no país/região/globalmente por ano.

A decisão de usar dados globais ou de um país, região ou continente específico deverá ser tomada durante a definição inicial do escopo e justificada com base nas seguintes considerações:

- Onde as decisões apoiadas deverão ser tomadas (Situações A ou B), ou onde está a referência de contabilização (Situação C)?
- Relevância para a(s) aplicação(ões) pretendidas e público-alvo do estudo de ICV/ACV.
- Disponibilidade de dados de inventário suficientemente completos para o país ou região escolhido ou globais, com uma completude igualmente suficiente de todas as categorias/áreas de proteção consideradas no estudo de ICV/ACV.
- Os fluxos elementares da base de normalização devem ser adequados para uso com o método de AICV empregado no estudo de ICV/ACV – ou seja, devem ser classificados e caracterizados como aqueles do sistema analisado.
- Compatibilidade com as categorias de impacto de ponto médio ou pontos de extremidade de categoria, conforme aplicados, e com o conjunto de fatores de ponderação a ser aplicado subsequentemente, caso isso venha a ocorrer (ver a seguir).

O ano da base de normalização deve ser o último para o qual haja dados confiáveis disponíveis. A base de normalização escolhida não deve ser alterada posteriormente no estudo, a menos que seja necessário expandi-la devido à inclusão subsequente de uma categoria de impacto não padrão.

Fatores de ponderação - requisitos

Na ponderação, os resultados indicativos (geralmente normalizados) para as diferentes categorias de impacto ou danos são multiplicados individualmente por um fator de ponderação específico, cujo objetivo é refletir a relevância relativa das diferentes categorias de impacto/pontos de extremidade de categoria entre si. Por exemplo, a categoria de impacto “Potencial de acidificação” poderia obter um peso, digamos, 2, a categoria de impacto “Potencial de criação fotoquímica de ozônio” um peso 3, e assim sucessivamente com as demais categorias de impacto incluídas.

Os conjuntos de ponderação podem ser desenvolvidos por meio de diferentes mecanismos; por exemplo, podem ser definidos pelos responsáveis por políticas públicas, grupos de participantes do setor, grupos mais amplos de partes interessadas, grupos de especialistas, etc. Nesse sentido, eles podem refletir ampla gama de conhecimentos científicos, mas também aspectos políticos e outras considerações baseadas em valor. Deve-se salientar que os fatores de ponderação sempre são intrinsecamente normativos/subjetivos e refletem pressupostos de valor.

A identificação de um conjunto de ponderação adequado deverá ser realizada, justificada e documentada durante a fase inicial de escopo do estudo e em conformidade com seu objetivo, particularmente no que concerne às aplicações pretendidas e ao público-alvo.

As considerações a seguir podem ser usadas como referência para a seleção/identificação de fatores de ponderação:

⁹⁰ A razão é que, com valores para produtos típicos (por exemplo, 1 kg de tomates frescos, 1 residência particular do tipo X, etc.), os resultados de AICV normalizados estão na faixa aproximada de 10 a 0,00001 e possuem um significado claro. Quando um país inteiro é a base de normalização, os valores estão na faixa de 10⁻⁷ a 10⁻¹⁴, o que os torna pouco ilustrativos e dificulta a realização de verificações rápidas de plausibilidade. Além disso, os números diferem consideravelmente de acordo com o tamanho da população do país (e não apenas com os diferentes impactos globais dos habitantes médios de diferentes países).

- relação com aspectos normativos/culturais/religiosos ou outros parâmetros da sociedade, globalmente ou no país ou região em que as decisões apoiadas deverão ser tomadas (Situações A e B) ou onde está localizada a referência de contabilização (Situação C);
- relevância para a(s) aplicação(ões) pretendidas e o público-alvo do estudo de ICV/ACV;
- referência correta ao conjunto específico de categorias de impacto no nível de ponto médio ou no nível de ponto de extremidade;
- áreas de proteção fornecidas pelo método de AICV usado no estudo;
- seja em relação ao país ou região escolhido ou ao escopo global, compatibilidade com o conjunto de fatores de normalização aplicado, caso exista.

O conjunto de ponderação escolhido não deve ser alterado posteriormente no estudo, a menos que seja necessário expandi-lo devido à inclusão subsequente de uma categoria de impacto não padrão.

6.7.7 Documentação da decisão sobre métodos de AICV, nível de impacto, base de normalização e fatores de ponderação

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 separado correspondente, mas está relacionado aos capítulos 4.2.3.4 e 4.4.3)

Especialmente para afirmações comparativas divulgadas ao público, mas também para outros tipos de resultados cujo objetivo seja apoiar a comparação de produtos por terceiros (por exemplo, Declarações Ambientais de Produto), a seleção final dos métodos de AICV a serem aplicados e do nível de avaliação (em ponto médio ou ponto de extremidade) deverá ser feita durante a definição inicial do escopo. Da mesma forma, a decisão sobre a possível inclusão (opcional) de uma etapa de normalização e ponderação para apoiar a interpretação dos resultados deverá ser tomada durante a definição inicial do escopo.

Se essas decisões forem tomadas ou revistas após a realização do trabalho de ICV e o cálculo dos resultados, isso poderá ser interpretado como uma tentativa de influenciar os resultados do estudo por meio da seleção das alternativas mais favoráveis de modelo de impacto, nível de impacto e dados e abordagem de normalização/ponderação.

Essas decisões deverão ser documentadas ou publicadas em um formato apropriado e de maneira a permitir que o revisor crítico verifique subsequentemente a data em que foram tomadas. Alterações dessas decisões só deverão ser possíveis:

- se categorias e fatores de impacto relevantes para fluxos elementares específicos forem adicionadas em consonância com o objetivo do estudo. Adicionalmente, isso deverá resultar em uma extensão da base de normalização e do conjunto de ponderação (caso incluídos) com as categorias de impacto e fluxos elementares adicionados;
- se métodos de AICV não genéricos (por exemplo, diferenciados espacialmente ou de qualquer outra maneira) forem usados mediante justificção, conforme indicado anteriormente, ou;
- se forem excluídas categorias de impacto devido à ausência de relevância para o impacto ambiental global (somente aplicável se o corte for realizado em referência aos resultados globais de AICV normalizados e ponderados). Isso deverá ser demonstrado por meio da aplicação das regras de corte e resultará na remoção do(s) valor(es) de normalização e do(s) fator(es) de ponderação relativos à(s) categoria(s) de impacto afetada(s).

Disposições: 6.7 Preparação da base para a avaliação de impactos

Aplicável às Situações A, B e C. Poucas diferenças entre A/B e C.

Observe que uma avaliação de impactos é necessária para todos os tipos de estudos de ICV/ACV, pelo menos para avaliar sistematicamente e melhorar a qualidade geral dos dados, o que inclui a aplicação de regras de corte, conforme descrito no capítulo 6.6.3.

Categorias de impacto e métodos de AICV:

I) **OBRIGATÓRIO - Conformidade da seleção das categorias de impacto e métodos de AICV com o objetivo:** selecione as categorias de impacto a serem incluídas e os métodos de AICV correspondentes de acordo com o objetivo do estudo. [ISO!]

II) **IMPORTANTE - Requisitos para as categorias de impacto:**

II.a) Todas as categorias de impacto ambientalmente relevantes⁹¹ para o estudo de ICV/ACV deverão ser incluídas, na medida do possível e a menos que a definição do objetivo explicitamente mencione exclusões (por exemplo, em estudos de pegada de carbono). Opcionalmente, categorias de impacto adicionais poderão ser incluídas.

Observe que qualquer exclusão relevante deverá ser considerada explicitamente durante a interpretação e poderá resultar em limitações ao uso subsequente dos dados (no caso de um estudo ou conjunto de dados de ICV) e às conclusões e recomendações (no caso de um estudo de ACV).

III) **OBRIGATÓRIO - Requisitos dos métodos de AICV:** todos os métodos de AICV incluídos deverão cumprir os seguintes requisitos⁹² (6.7.2):

III.a) Deverão ser aceitos internacionalmente e, preferivelmente, também endossados por um órgão governamental na região relevante em que a decisão será apoiada (Situação A ou B) ou onde está localizada a referência do sistema contabilizado⁹³ (Situação C).

III.b) Deverão, tanto quanto possível, ser válidos em termos científicos e técnicos; a extensão desse fato deverá ser documentada.

III.c) Na medida do possível, não deverão possuir lacunas relevantes na cobertura das categorias de impacto a que se referem; caso contrário, a lacuna deverá ser aproximada, informada e considerada explicitamente na interpretação dos resultados.

III.d) Deverão ser baseados em um mecanismo ambiental identificável distinto ou na observação empírica reproduzível.

III.e) Deverão estar relacionados exclusivamente a fluxos elementares (ou seja, intervenções entre a tecnosfera e a ecosfera) sob condições de operação normais e anormais, mas excluindo acidentes, derramamentos e eventos semelhantes. [ISO!]

⁹¹ Como isso só pode ser avaliado à luz dos resultados da AICV – ou seja, após a coleta de dados de ICV, modelagem, etc. – recomenda-se prever inicialmente a inclusão de todas as categorias de impacto padrão (ver a próxima ação). Caso a avaliação de impactos venha a mostrar subsequentemente a irrelevância de uma ou mais categorias de impacto, estas poderão ser omitidas; veja também as disposições adicionais. Principalmente para avaliações restritas (por exemplo, de pegada de carbono), veja a respectiva ação a seguir.

⁹² Estão sendo preparadas, no âmbito do sistema ILCD, recomendações sobre um conjunto completo de métodos de AICV que forneçam fatores de caracterização para os fluxos elementares de referência do ILCD. Essas recomendações estarão relacionadas ao escopo europeu e/ou global, dependendo de sua aplicabilidade.

⁹³ “Referência do sistema contabilizado” designa, por exemplo, o país ou região para o qual um indicador territorial, de consumo ou de produção é modelado ou o país em que está localizada a empresa que modela os dados contábeis de seus principais produtos.

- III.f) Deverão estar isentos de contagem dupla entre os fatores de caracterização incluídos, na medida do possível e salvo especificação em contrário no objetivo do estudo, e
- III.g) Na medida do possível, deverão estar isentos de suposições e escolhas de valor; estas deverão ser documentadas adequadamente e, se relevantes, consideradas explicitamente na interpretação dos resultados.

O desenvolvimento ou identificação dos métodos de AICV preparados para cumprir esses requisitos é discutido no documento de orientação em separado “Framework and requirements for Life Cycle Impact Assessment (LCIA) models and indicators” [Estrutura e requisitos para modelos e indicadores de Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV)].

Observe que, para uso em estudos de afirmação comparativa, qualquer fator ou método de AICV poderá estar sujeito a uma revisão nos termos da ISO para ser considerado elegível.

- IV) **IMPORTANTE - Categorias de impacto e pontos de extremidade de categoria padrão:** os métodos de AICV selecionados, em sua totalidade, deverão, por padrão, abranger todas as categorias de impacto relacionadas a seguir e fornecer fatores de caracterização no nível de ponto médio. Recomenda-se que também forneçam fatores de ponto de extremidade da categoria modelada que sejam compatíveis com o nível de ponto médio e abarquem todos os danos relevantes às três áreas de proteção a seguir (6.7.2):
 - IV.a) **Categorias de impacto (“nível de ponto médio”):** mudanças climáticas, Depleção de ozônio (estratosférica), Toxicidade humana, Substâncias inorgânicas respiratórias, Radiação ionizante, Formação fotoquímica de ozônio (no nível do solo), Acidificação (terra e água), Eutroficação (terra e água), Ecotoxicidade (água doce, água salgada, terra), Uso da terra, Depleção de recursos (minerais, fósseis e recursos energéticos renováveis, água, ...) [ISO!]
 - IV.b) **Pontos de extremidade de categoria (“nível de ponto de extremidade”):** danos à saúde humana, Danos ao ecossistema, Depleção de recursos naturais. Estes estão relacionados às três áreas de proteção: “Saúde humana”, “Ambiente natural” e “Recursos naturais”, respectivamente. [ISO+]
- V) **IMPORTANTE - AICV genérica em termos de local e tempo:** por padrão, os métodos de AICV devem ser genéricos em termos de local e tempo (mas veja a disposição subsequente sobre métodos de AICV derivados). [ISO!]
- VI) **RECOMENDADO - Metodologias de AICV:** recomenda-se selecionar metodologias de AICV disponíveis que forneçam um conjunto completo de métodos de AICV individuais, em vez de selecionar e combinar métodos de AICV individuais. [ISO!]
- VII) **IMPORTANTE - Exclusão de categorias de impacto?:** a eventual exclusão de qualquer das categorias de impacto acima deverá ser justificada como não relevante para o(s) sistema(s) analisados. Isso poderá ser feito com base na experiência adquirida em estudos completos e detalhados de sistemas suficientemente semelhantes e/ou documentos de orientação específicos de grupo de sistemas/do tipo RCP (Regra de Categoria de Produtos). (6.7.2 e 6.7.3) [ISO+]
- VIII) **OBRIGATÓRIO - Adição de categorias de impacto?:** verifique se, para o estudo de ICV/ACV específico, além das categorias de impacto citadas acima, será necessário incluir impactos ambientais adicionais relevantes⁹⁴ em conformidade com o objetivo e o escopo. Em caso afirmativo, identifique ou desenvolva⁹⁵ os métodos de AICV relevantes

⁹⁴ Alguns exemplos são ruído, desertificação/salinização, despejo de lixo na terra e no mar, etc.

⁹⁵ A ISO 14044 requer que todos os impactos relevantes sejam cobertos. Na prática de realização de estudos de ACV, o desenvolvimento de novos métodos de AICV é um caso raro. O documento de orientação em separado “Development of Life Cycle Impact Assessment (LCIA) models, methods and factors” (Desenvolvimento de modelos, métodos e fatores de Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida [AICV]) fornece apoio aos desenvolvedores de métodos de AICV nessa etapa.

a serem aplicados. Observe que esses métodos deverão cumprir os mesmos requisitos dos outros métodos de AICV incluídos (ver acima) (6.7.4).

IX) IMPORTANTE - Impactos fora do escopo da ACV: impactos que estejam fora da estrutura de ACV^{96,93}, mas para os quais existam evidências científicas de que são relevantes para o(s) sistema(s) analisado(s) ou comparado(s), deverão ser identificados de maneira clara e individual e incluídos no Resumo e no Resumo executivo do relatório/conjunto de dados. Sua descrição sucinta deve ser prevista na documentação adicional. Caso sua inclusão quantitativa seja prevista, abordagens e orientações de modelagem e análise potencialmente diferentes serão necessárias. Na medida do possível, isso deverá ser feito conjuntamente com o estudo de ACV para assegurar a consistência, mas o inventário, a avaliação de impactos, etc., deverão ser mantidos separados para permitir uma interpretação clara (6.7.4). [ISO!]

Observe que essa etapa geralmente só é possível após a primeira ou segunda iteração de coleta e modelagem de dados de ICV, avaliação de impactos e interpretação.

X) IMPORTANTE - Fatores de caracterização ausentes: quando um fator de caracterização está ausente em um fluxo elementar do inventário analisado e sabe-se que esse fluxo contribui significativamente para uma ou mais das categorias de impacto incluídas, considerando-se o objetivo e o escopo do estudo de ICV/ACV (6.7.4): [ISO+].

X.a) Verifique a importância potencial do fator de caracterização ausente, presumindo um valor conservador ou um valor realista de pior caso baseado na similaridade química, física e/ou de outra natureza com outros fluxos elementares que contribuam para a(s) mesma(s) categoria(s) de impacto.

Observe que esse procedimento requer conhecimentos especializados por parte do desenvolvedor do método de AICV, especialmente sobre modelagem de exposição e destino, para que ele possa avaliar quais semelhanças devem ser consideradas e como; uma boa compreensão das ciências químicas e ambientais é igualmente necessária.

X.b) Aplique o(s) fator(es) de caracterização presumido(s) a esse fluxo elementar e investigue se o resultado total para a(s) categoria(s) de impacto afetada(s) é alterado em grau significativo (ou seja, de acordo com o nível necessário de completude, exatidão e precisão).

X.c) Se, com essa abordagem, a contribuição desse fluxo elementar não puder ser classificada como irrelevante, deve-se tentar obter um valor mais exato e preciso para o fator de caracterização ausente e usá-lo no trabalho subsequente.

Observe que esse fator deverá cumprir as mesmas condições de outros fatores no respectivo método/categoria de impacto.

X.d) Se isso não for possível ou a aplicação desta disposição for inviável (por exemplo, por razões de custo ou tempo), a ausência de um fator de caracterização relevante deverá ser documentada e a influência potencial do fator ausente deverá ser considerada ao relatar a qualidade dos dados obtidos e (em estudos de ACV) na interpretação dos resultados.

96 O inventário relativo aos impactos situados fora do âmbito da ACV não deverá ser misturado ao inventário relativo aos impactos da ACV – ou seja, itens que estejam fora do inventário geral de entradas/saídas deverão ser inventariados em separado. A estrutura de ACV abrange impactos potenciais sobre as três áreas de proteção designadas que sejam causados por intervenções entre a Tecnosfera e a Ecosfera durante a operação normal e anormal. Em outras palavras, acidentes, exposição interna e no local de trabalho e impactos relacionados à aplicação direta ou ingestão de produtos por humanos não devem ser misturados, mas modelados e inventariados separadamente (ver também o capítulo 6.8.2).

- X.e) Se o valor conservador ou de pior caso razoável não indicar uma contribuição relevante desse fluxo elementar, o fator de caracterização ausente poderá ser ignorado. Recomenda-se informar mesmo assim a existência de um “fator ausente” marcado como “ausente e irrelevante”, pelo menos no caso de fluxos de baixa relevância que não sejam totalmente irrelevantes.

Observe que essa etapa geralmente só é possível após a primeira ou segunda iteração de coleta e modelagem de dados de ICV, avaliação de impactos e interpretação.

- XI) **OBRIGATÓRIO - Métodos de AICV não genéricos em termos de local e tempo:** o uso potencial de métodos de AICV derivados de métodos originais genéricos em termos de local e tempo (ou seja, métodos não genéricos com diferenciação ou modificação espacial ou de outra natureza) deverá ser justificado juntamente com o objetivo e o escopo do estudo. Deverá ser demonstrado que os resultados de AICV obtidos são significativamente diferentes dos produzidos pelos métodos genéricos. Os métodos não genéricos deverão cumprir os demais requisitos aplicáveis aos métodos de AICV selecionados (6.7.5). [ISO!]

Observe que essa etapa geralmente só é possível após a primeira ou segunda iteração de coleta e modelagem de dados de ICV, avaliação de impactos e interpretação.

Para estudos comparativos de ACV, a adequação dos métodos de AICV genéricos também deverá ser discutida na fase de interpretação do estudo. Caso seja possível argumentar que uma diferenciação adicional levará a resultados substancialmente diferentes, essa constatação tenderá a limitar as conclusões e recomendações a serem extraídas do estudo.

Observe que resultados de AICV calculados a partir de métodos de AICV não genéricos deverão ser apresentados separadamente e discutidos conjuntamente com os resultados genéricos.

Normalização e ponderação:

- XII) **OBRIGATÓRIO - Critérios de corte:** procedimentos de normalização e ponderação podem ter sido usados para definir as regras de corte no capítulo 6.6.3 (6.7.6). [ISO!]
- XIII) **RECOMENDADO - Interpretação dos resultados:** a normalização e a ponderação são etapas adicionais e opcionais, segundo a ISO 14044:2006, cujo uso é recomendado para apoiar a interpretação dos resultados. (6.7.6)

Os procedimentos de normalização e ponderação deverão ser executados em conformidade com a aplicação pretendida do estudo de ICV/ACV.

Observe que, se o estudo incluir uma afirmação comparativa a ser divulgada ao público, a ponderação quantitativa dos resultados indicativos publicados não é permitida.

- XIV) **OBRIGATÓRIO - Consistência entre corte e interpretação:** se forem usados para apoiar a interpretação dos resultados, os mesmos procedimentos de normalização e o mesmo conjunto de ponderação deverão ser empregados nas regras de corte (6.7.6). [ISO!]
- XV) **OBRIGATÓRIO - Requisitos para a seleção da base de normalização e do conjunto de ponderação:** caso sejam usados para definir o corte e/ou para apoiar a interpretação dos resultados do estudo, selecione uma base de normalização e um conjunto de ponderação adequados⁹⁷ em conformidade com as seguintes regras (6.7.6): [ISO!]

⁹⁷ O desenvolvimento de dados de normalização e ponderação correspondentes apoiados pelo governo em diferentes regiões e países ou globalmente seria benéfico.

XV.a) Base de normalização:

- XV.a.i) Como base de normalização, deve-se usar preferencialmente o inventário ambiental total anual global. Alternativamente, poderá ser usado o inventário ambiental total anual baseado no território ou no consumo do país ou região em que as decisões apoiadas serão tomadas (Situações A e B) ou onde a referência de contabilização está localizada (Situação C). Recomenda-se preferir o cidadão médio (ou seja, o total global, regional ou nacional dividido pelo número de habitantes) como base de normalização em vez do total global, regional ou nacional⁹⁸.
- XV.a.ii) Certifique-se da relevância da base de normalização selecionada para as aplicações pretendidas e o público-alvo.
- XV.a.iii) Certifique-se da existência de alto grau de completude e previsão no impacto ambiental global coberto e grau semelhante de completude e precisão em todas as categorias de impacto abrangidas.
- XV.a.iv) Certifique-se de que há um vínculo adequado com os métodos de AICV empregados – ou seja, uma relação com as mesmas categorias de impacto/áreas de proteção e o uso em grau suficiente dos mesmos fluxos elementares.
- XV.a.v) Assegure a compatibilidade técnica com o conjunto de ponderação a ser empregado – ou seja, uma relação com as mesmas categorias de impacto/áreas de proteção.
- XV.a.vi) Como ano da base de normalização, deve-se adotar o último ano para o qual existam dados disponíveis que cumpram os requisitos acima.

XV.b) Conjunto de ponderação

- XV.b.i) O conjunto de ponderação deverá representar os valores normativos e outros parâmetros, globalmente ou no país ou região em que as decisões apoiadas deverão ser tomadas (Situações A e B) ou onde está localizada a referência de contabilização (Situação C). O conjunto de ponderação deverá, preferivelmente, ser endossado por um órgão governamental no país ou região em que a decisão será apoiada (Situação A ou B) ou onde está localizada a referência do sistema contabilizado (Situação C).
- XV.b.ii) Garanta a relevância do conjunto de ponderação selecionado para as aplicações pretendidas e o público-alvo.
- XV.b.iii) O conjunto de ponderação deverá se referir corretamente à base de normalização utilizada e aos indicadores de nível de ponto médio ou de ponto de extremidade dos métodos de AICV empregados, conforme tenham sido aplicados.
- XV.c) **Extensão para categorias de impacto adicionadas:** se, no decorrer do estudo, uma categoria de impacto não padrão tiver sido incluída adicionalmente, dados correspondentes para a base de normalização e um fator de ponderação deverão ser fornecidos e usados⁹⁹.

⁹⁸ Isso reduz os valores dos impactos normalizados de bens e serviços para um nível mais facilmente interpretável e comunicável (faixa típica de valores de 10 a 0,00001 em vez de 1E-7 a 1E-14).

⁹⁹ Isso não é necessário para o uso de métodos de AICV não genéricos e para fluxos elementares/fatores de caracterização individuais incluídos adicionalmente, a menos que possam alterar de maneira relevante os resultados – podendo-se presumir, por padrão, que não seja esse o caso.

Documentação dos métodos de AICV selecionados e da decisão/seleção de normalização e ponderação:

- XVI) **OBRIGATÓRIO - Documentação verificável da decisão sobre métodos de AICV, nível de impacto, normalização e ponderação:** decida e documente agora, durante a definição inicial do escopo, conforme estipulado em (6.7.7): [ISO!]
- XVI.a) os métodos de AICV a serem aplicados por padrão;
 - XVI.b) o nível de impacto selecionado a ser usado para relatórios e interpretação (ou seja, nível de ponto médio ou de ponto de extremidade) e, caso seja previsto o seu uso;
 - XVI.c) os conjuntos específicos de normalização e ponderação a serem usados para corte e interpretação;
 - XVI.d) essas decisões deverão ser documentadas ou publicadas em um formato apropriado e de maneira a permitir que o revisor crítico verifique subsequentemente a data em que foram tomadas.
 - XVI.e) **Ajustes permissíveis:** ajustes nessas decisões só deverão ser possíveis (6.6.7):
 - XVI.e.i) se forem adicionadas categorias de impacto em conformidade com o objetivo do estudo e de acordo com as disposições relativas à sua inclusão, detalhadas anteriormente. Isso deverá resultar exclusivamente em um acréscimo aos métodos de AICV, base de normalização e conjunto de ponderação já selecionados para as categorias de impacto adicionadas.
 - XVI.e.ii) se estiverem sendo usados métodos de AICV não genéricos devidamente justificados, conforme detalhado acima. Isso deverá resultar exclusivamente em uma diferenciação dos métodos de AICV genéricos já selecionados, a menos que um consenso possa ser atingido entre as partes interessadas sobre a seleção de outro conjunto de métodos de AICV não genéricos já disponíveis. A base de normalização e o conjunto de ponderação deverão permanecer inalterados.

6.8 Representatividade e adequação dos dados de ICV

(Refere-se a aspectos da ISO 14040, capítulo 4.2.3.6.2)

6.8.1 Introdução e visão geral

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.6.2)

Introdução

A qualidade dos dados de ICV pode ser estruturada por representatividade (consistindo em aspectos tecnológicos, geográficos e temporais), completude (relativa à cobertura das categorias de impacto no inventário), precisão/incerteza (dos dados de inventário coletados ou modelados) e adequação e consistência metodológicas. Para mais detalhes e gráficos ilustrativos, consulte o anexo 12 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*, sobre aspectos e indicadores de qualidade dos dados.

A representatividade dos dados de ICV é um componente-chave do conceito de “qualidade dos dados”. O objetivo da ACV é refletir a realidade física concreta em uma cadeia de abastecimento existente (modelagem atribucional) ou a realidade física prevista em uma cadeia de abas-

tecimento futura teórica, conforme direcionada por mecanismos de mercado em consequência das decisões analisadas (modelagem consequencial). Isso significa que os modelos de ciclo de vida devem refletir aquilo que efetivamente acontece ou que se pode esperar que aconteça, dentro dos limites possíveis. No nível de sistema, os dados de inventário devem ser representativos dos processos que estão efetivamente relacionados ao ciclo de vida do sistema (por exemplo, de um produto).

Representatividade e adequação

A capacidade dos dados de inventário de representar os impactos ambientais de um sistema pode ser diferenciada em dois aspectos estreitamente relacionados: representatividade e adequação¹⁰⁰. O primeiro aspecto, a representatividade, indica até que ponto os dados de inventário coletados representam o inventário “real” do processo para o qual são coletados, em termos de tecnologia, geografia e tempo. Por exemplo, algumas informações sobre fluxos podem ser extraídas de processos semelhantes, fontes de dados mais antigas ou de outro país, podem ser estimadas ou estar faltando, etc.; esses dados têm algum grau de falta de representatividade. O segundo aspecto, a adequação, indica até que ponto o conjunto de dados de processo usado no modelo do sistema efetivamente representa o processo real no sistema analisado. Por exemplo, se “papel ofício dinamarquês de 2005” for necessário como entrada em um sistema analisado, um conjunto de dados de processo relativo a “papel de impressão dinamarquês de 2006” será totalmente adequado no que se refere à geografia, mas limitado quanto à adequação técnica e relativamente limitado quanto à adequação temporal.

Nos modelos de sistemas, os dados devem ser suficientemente representativos e adequados. Temos, portanto, a representatividade do inventário do conjunto de dados de um processo unitário em relação ao(s) processo(s) representado(s) e a adequação de um conjunto de dados (processo unitário, resultado de ICV, etc.) ao produto/função necessário no nível de sistema. Combinados, esses dois elementos resultam na representatividade global do inventário de resultados de ICV para o sistema analisado.

Visão geral

Classicamente, a representatividade é aferida com base em aspectos tecnológicos (capítulo 6.8.2), geográficos (capítulo 6.8.3) e temporais (capítulo 6.8.4), embora estes estejam estreitamente relacionados.

O aspecto mais importante depende do caso específico: em alguns casos, dados com boa representatividade geográfica e tecnológica podem ser mais adequados do que dados mais recentes (representatividade temporal). Isso deve ser identificado para o caso em questão: quão diferente é o inventário do processo no que concerne à situação geográfica e à tecnologia divergente e com que velocidade ele muda ao longo dos anos devido ao progresso tecnológico e às alterações no sistema de segundo plano? Em geral, pode-se constatar – como também acontece com todos os aspectos de qualidade dos dados – que o componente com menor adequação determina (ou seja, reduz) a qualidade global.

Deve-se ressaltar que, na modelagem atribucional ou consequencial, a representatividade refere-se a diferentes tecnologias (e, em alguns casos, geografias), como será explicado mais adiante.

¹⁰⁰ Observe que aqui, como na prática comum de ACV, ambos os aspectos são descritos conjuntamente pelo termo “representatividade”.

6.8.2 Representatividade tecnológica

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.6.2)

Representatividade tecnológica de processo e produto

A representatividade tecnológica está relacionada a dois aspectos interligados: a etapa do processo (ou seja, a atividade) e seu produto (ou seja, o resultado da atividade que representa a unidade funcional do processo). Ambos os aspectos devem ser considerados explicitamente.

Termos e conceitos: Representatividade tecnológica de processo e produto

Introdução

A representatividade tecnológica de um processo ou sistema identifica a fidelidade com que os dados de inventário representam suas características tecnológicas ou técnicas reais, documentadas nas informações descritivas do conjunto de dados ou relatório.

Aspectos da representatividade tecnológica de um processo

A tecnologia específica empregada e a forma pela qual é operada influenciam substancialmente os impactos ambientais do processo, conforme expressos em seu inventário. Isso se aplica tanto às entradas (por exemplo, energia consumida, materiais, serviços utilizados) como às saídas (por exemplo, as emissões específicas do processo), que podem diferir consideravelmente entre tecnologias que produzam, por exemplo, o mesmo produto. Isso é especialmente verdadeiro com processos altamente variáveis. (Para a diferença entre variância e variabilidade, consulte “Variância versus variabilidade” no anexo 12.2 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.)

O número de aspectos que podem ser decisivos para o inventário em um caso específico é bastante extenso: a base de matérias-primas, a rota de síntese, os intermediários usados, a natureza do processo em termos de estanqueidade, técnicas de contenção, etc., bem como a velocidade dos serviços, o fator de carga e outros parâmetros de processos altamente variáveis, como tratamento e transporte de resíduos, taxas de recuperação internas, etc.

Aspectos da representatividade tecnológica do produto

O produto específico que deverá ser representado por um conjunto de dados ou usado como entrada em outro sistema (por exemplo, um tipo específico de aço, uma variedade distinta de serviço) pode diferir em muitos aspectos tecnológicos e de outra natureza – ou seja, em suas especificações. A aplicabilidade do produto para uma finalidade específica (ou seja, a adequação da sua unidade funcional) geralmente exhibe variações significativas entre produtos apenas aparentemente semelhantes. Ao mesmo tempo, o impacto ambiental pode diferir enormemente (como é o caso, por exemplo, do silício de qualidade técnica e do silício para chips eletrônicos).

À primeira vista, não parece útil relacionar todos os aspectos potencialmente relevantes. Todos os aspectos quantitativos e qualitativos da unidade funcional e sua especificação podem ser relevantes para determinado caso. Os seguintes aspectos frequentemente são esquecidos na prática, numa lista que certamente não é exaustiva: pureza do material (por exemplo, silicone de qualidade técnica *versus* silicone para chips eletrônicos, intensidade de processamento dos materiais (por exemplo, barras de metal *versus* chapas de metal), tratamentos específicos (por exemplo, tratamento superficial, revestimento, etc.), durabilidade/tempo de vida, qualidade de um serviço, composição real de um material (por exemplo, uma receita de polímero contendo não apenas a resina principal, mas também materiais de preenchimento, agentes colorizantes, estabilizantes, agentes de cura, etc.), a reciclabilidade específica atingida por um produto em comparação com a reciclabilidade média do(s) material(is) contido(s), etc. Adicionalmente, a diferenciação também se aplica ao processo específico ou mix de processos e rotas que resultou

no produto em questão (por exemplo, hidrogênio produzido por conversão gasosa de gás natural, energia geotérmica, eletricidade solar...). Consequentemente, atenção especial deve ser dedicada à representatividade combinada do produto e seu(s) processo(s).

Dados do sistema de segundo plano para modelos consequenciais e atribucionais

A representatividade tecnológica das diferentes atividades que ocorrem durante o ciclo de vida do sistema analisado é uma característica fundamental de uma ACV válida. Isso se aplica igualmente à modelagem atribucional e consequencial. Entretanto, esses dois princípios de modelagem podem requerer processos substancialmente diferentes no sistema de segundo plano, que são representados pelos conjuntos de dados de ICV utilizados.

Para a modelagem atribucional, dados tecnológicos específicos da cadeia de abastecimento devem ser previstos para o sistema de primeiro plano e dados mistos sobre consumo médio do mercado¹⁰¹ para o sistema de segundo plano. Idealmente, esses são os dados primários e os dados secundários dos fornecedores e dos usuários a jusante (por exemplo, processadores adicionais, estágio de uso, recicladores) do produto, caso o sistema abranja todo o ciclo de vida.

Dados secundários, por exemplo, de fornecedores de banco de dados terceirizados, sejam eles específicos, genéricos ou médios, também podem ser usados em partes do sistema de primeiro plano. Isso só deve ser feito quando, para o caso em questão, tais dados são mais exatos, precisos e completos. Isso pode ocorrer quando os dados primários e os dados dos fornecedores têm baixa completude ou representatividade (por exemplo, no que concerne às condições operacionais). Note-se que, evidentemente, só é possível verificar isso nas etapas iterativas subsequentes do trabalho de ICV.

Na modelagem consequencial, os mesmos dados devem ser previstos para o sistema de primeiro plano. No caso, isso deve incluir dados tecnológicos específicos de fornecedores, com vínculos contratualmente fixos ou planejados, da cadeia de abastecimento do sistema de primeiro plano. Os mixes tecnológicos marginais de curto ou longo prazo (ver o capítulo 7.2.4) devem ser previstos para uso no sistema de segundo plano. O mix de longo prazo designado aplica-se somente aos processos na Situação B que enfrentam desafios substanciais em decorrência da decisão analisada e, opcionalmente, aos cenários hipotéticos. O mix tecnológico de processos marginais deve ser previsto para identificação, dependendo, entre outros fatores, da direção do mercado e da competitividade em termos de custo dos processos marginais em potencial.

A identificação dos mixes de curto e longo prazo não é simples e requer a introdução prévia dos conceitos relacionados. Consulte as disposições detalhadas no capítulo 7.2.4.4.

Modo de operação médio *versus* específico, etapa do ciclo, etc.

Juntamente com o objetivo do estudo e as aplicações pretendidas, verifique se os dados terão que representar uma forma de operação ou aspecto específico da tecnologia/técnica (por exemplo, um fator de carga específico para transportes ou uma etapa de ciclo de início, encerramento ou outro procedimento de um processo, etc.). Isso pode ocorrer quando o objetivo requer um desvio da operação tecnológica/técnica média, típica ou integrada. Esse aspecto está estreitamente relacionado às explicações no quadro de “termos e conceitos” acima.

¹⁰¹ Isso também se aplica quando um conjunto de dados de mix de produção do mercado é desenvolvido (por exemplo, “granulado de PP produzido na Alemanha em 2005”). A necessidade de que o conjunto de dados represente o mix de produção seria atendida combinando o mix representativo das tecnologias (e locais) de produção desse mercado com base em sua porcentagem de participação na produção. Não obstante, para os dados no sistema de segundo plano das rotas individuais, devem ser usados os dados do respectivo mix de consumo (no exemplo, o mix de petróleo bruto consumido na Alemanha para produção de propileno).

Processos/sistemas não dimensionáveis nas Situações A e B

Quando se pretende usar modelagem atribucional para o modelo do sistema principal nas Situações A e B, uma disposição específica requer o uso de aspectos consequenciais relativos à representatividade tecnológica: se o processo/sistema não é dimensionável (por exemplo, produção hidrelétrica em muitos países), o mix de mercado médio de tecnologias (no caso, para produção de eletricidade) deve ser usado em vez do fornecedor/tecnologia específicos (no caso, de geração hidrelétrica). A exceção é quando o usuário desse processo não dimensionável livremente pode demonstrar que a produção efetivamente aumenta em termos quantitativos em consequência de sua demanda específica, o que também pode ocorrer através da importação a partir de um suprimento não limitado. Quando esse aumento efetivo identificado só atende a uma parte da demanda, somente essa proporção pode ser modelada usando os dados específicos do processo; para o restante, deve-se usar o mix de mercado.

Isso é necessário porque, nessas condições, grandes diferenças podem ocorrer entre processos atribucionais e consequenciais; essas diferenças podem ser evitadas de maneira sistemática e reproduzível usando o mix de mercado. A Figura 16 ilustra essa situação de escalabilidade limitada/inexistente.

Figura 16 - Escalabilidade limitada ou inexistente de suprimentos em um mercado. Exemplo ilustrativo de energia hidrelétrica. Se a quantidade de energia hidrelétrica utilizada é igual ou próxima à quantidade utilizável, pode-se presumir que uma demanda adicional por energia hidrelétrica não resultará na produção de energia hidrelétrica adicional; a energia hidrelétrica, nesse caso, não possui uma escalabilidade relevante. A quantidade utilizável pode ser restringida por fatores não técnicos. No caso, isso pode ser resultante de proteção ambiental ou restrições legislativas. Se esses fatores são alterados, tornando-se mais estritos, isso pode resultar na ausência absoluta de escalabilidade, pois a quantidade utilizada será “congelada” por esses outros fatores ou poderá até mesmo sofrer uma redução gradual.



No exemplo das compras de eletricidade, uma modelagem consequencial exigiria a utilização de um mix de tecnologias marginais. Se, como no exemplo da energia hidrelétrica, a produção da tecnologia específica adquirida não for dimensionável (como acontece, por exemplo, na Alemanha), a demanda consequencial por eletricidade não resultará na instalação de capacidade hidrelétrica adicional, mas apenas no deslocamento virtual de elétrons do mix de mercado de eletricidade para o fornecedor específico. O uso de dados sobre a produção hidrelétrica alteraria substancialmente os resultados e não seria justificável no contexto decisório das Situações A e B.

Disposições: 6.8.2 Representatividade tecnológica

Aplicáveis à Situação A, B e C, diferenciadas. Diferenciadas para modelagem atribucional e consequencial.

Totalmente aplicáveis a resultados de ICV, resultados de AICV e estudos de ACV. Para processos unitários, necessárias somente para completar o modelo do sistema para fins de controle de qualidade.

Observe que estas disposições serão aplicadas apenas na fase de ICV.

- I) **OBRIGATÓRIO - Boa representatividade tecnológica:** os dados globais de inventário deverão ter um nível de representatividade tecnológica suficiente para atender aos requisitos do objetivo do estudo. (Consulte também os requisitos de precisão identificados no capítulo 6.9.2; observe que as representatividades tecnológica, geográfica e temporal são estreitamente relacionadas). Para processos e sistemas analisados, isso inclui todos os aspectos quantitativos e qualitativos da(s) unidade(s) funcional(is), fluxo(s) de referência e/ou especificação(ões) técnica(s). Isto se aplica especialmente aos aspectos que resultam em diferenças relevantes nos dados de ICV.
- II) **OBRIGATÓRIO - Maneira ou modo específico de processo?:** identifique, paralelamente ao objetivo do estudo e, especialmente, às aplicações pretendidas, se os dados deverão representar uma maneira ou modo específico de operar a tecnologia/técnica (por exemplo, um fator de carga específico para transportes, uma etapa específica de início, encerramento ou outro procedimento de um processo, etc.), caso este difira da operação média, típica ou integrada. [ISO+]
- III) **OBRIGATÓRIO - Diferentes tecnologias para modelagem atribucional e consequencial:** lembre-se que a modelagem atribucional e a modelagem consequencial frequentemente requerem processos (e, até certo ponto, sistemas) muito diferentes para o sistema de segundo plano. Não obstante, consulte o conjunto de simplificações para todas as Situações, exceto processos que enfrentam mudanças significativas na Situação B (capítulo 6.5.4): [ISO!]

III.a) **Modelagem atribucional:** devem ser usados:

III.a.i) **Sistema de primeiro plano:** dados primários específicos da tecnologia para o sistema de primeiro plano e para as especificações dos produtos e resíduos que conectam o sistema de primeiro plano ao sistema de segundo plano. Dados secundários dos fornecedores efetivos/atores a jusante devem ser preferidos a outros dados secundários (de terceiros). Dados específicos da tecnologia, genéricos ou médios provenientes de terceiros devem ser usados nas partes do sistema de primeiro plano em que, para o caso em questão, sejam de melhor qualidade (ou seja, mais exatos, precisos ou completos) do que os dados primários ou secundários específicos da tecnologia provenientes dos fornecedores/atores a jusante.

III.a.ii) **Sistema de segundo plano:** deve-se usar dados médios da tecnologia na forma do mix de consumo do mercado¹⁰².

III.b) **Modelagem consequencial:** devem ser usados:

III.b.i) **Sistema de primeiro plano:** o mesmo se aplica, conforme descrito acima, à modelagem atribucional. No caso, isso inclui os dados secundários específicos da tecnologia dos fornecedores/atores a jusante na cadeia de abastecimento contratualmente fixa ou planejada.

102 Isto também se aplica quando um conjunto de dados de mix de produção é desenvolvido. A necessidade de que o conjunto de dados represente o mix de produção seria atendida combinando o mix representativo das tecnologias de produção desse mercado com base em sua porcentagem de participação na produção. Não obstante, para os dados no sistema de segundo plano das rotas individuais, devem ser usados os dados do respectivo mix de consumo.

III.b.ii) **Sistema de segundo plano:** devem ser usados os mixes de tecnologia de curto ou longo prazo, conforme apropriado para a Situação A, B, C1 ou C2 aplicável. Entre estes, o mix de longo prazo designado aplica-se somente aos processos na Situação B que enfrentam alterações substanciais em decorrência da decisão analisada e, opcionalmente, aos cenários hipotéticos. O mix de tecnologia dos processos marginais deve ser identificado, dependendo, entre outros fatores, das condições do mercado e da competitividade em termos de custo dos processos marginais em potencial.

As disposições detalhadas e os termos/conceitos são fornecidos no capítulo 7.2.4.

III.c) **Uso de dados não totalmente representativos:** tanto para a modelagem atribucional como para a modelagem consequencial, dados não totalmente representativos em termos tecnológicos só podem ser usados sob as seguintes condições:

III.c.i) **Para conjuntos de dados de ICV e AICV/estudos de ICV/ACV não comparativos:** o uso de dados não totalmente representativos em termos tecnológicos só é justificável quando isso não altera significativamente os resultados globais da AICV em comparação com o uso de dados totalmente representativos; caso contrário, a menor representatividade obtida deverá ser documentada no conjunto de dados/relatório. No que se refere aos dados de um produto concorrente fornecidos, a menor representatividade não deverá resultar em impactos ambientais globais mais elevados nos resultados de AICV calculados para esse produto. Quanto aos dados fornecidos para produtos próprios ou produtos sem uma situação concorrencial (por exemplo, dados genéricos de consultores ou projetos de pesquisa relativos ao uso geral em segundo plano), a menor representatividade não deverá provocar uma redução dos impactos nos resultados globais de AICV calculados para esse produto.

III.c.ii) **Para estudos comparativos de ACV:** na medida do possível, as conclusões ou recomendações do estudo não deverão ser afetadas. Caso contrário, a menor representatividade tecnológica obtida deverá ser considerada explicitamente ao extrair conclusões e fornecer recomendações. Em particular, o uso de dados menos representativos não deverá prejudicar relativamente em grau relevante qualquer produto concorrente.

Observe que isso só pode ser implementado nas etapas iterativas subsequentes do trabalho de ACV.

IV) **OBRIGATÓRIO - Suprimentos não dimensionáveis:** para o modelo de ciclo de vida das Situações A, B e C1, o seguinte deverá ser aplicado: se o suprimento de uma função necessária específica (por exemplo, um produto) não puder ser aumentado de maneira relevante no mercado devido à presença de restrições intrínsecas (como acontece, por exemplo, com a energia hidrelétrica em muitos países), o mix de consumo do mercado da função específica que o produto fornece (no exemplo acima, eletricidade) deverá ser usado na medida do possível, em vez dos dados relativos ao fornecedor/produto específico. Para não contradizer as disposições sobre solução de multifuncionalidade, esta disposição não é aplicável às cofunções necessárias. [ISO!]

6.8.3 Representatividade geográfica

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.6.2)

Introdução

A representatividade geográfica de um processo ou sistema identifica o nível de fidelidade de sua representação nos dados de inventário no que concerne à localização (por exemplo,

mercado, local(is), região, país, etc.), documentada nas informações descritivas do conjunto de dados ou relatório, onde ele é operado, produzido ou consumido.

Identificação do escopo geográfico adequado para os dados de ICV

O nível e tipo da tecnologia aplicada e as condições em que é operada (por exemplo, em termos de clima circundante ou requisitos legais nacionais sobre limites de emissão) são influenciados pela localização geográfica do processo. Além disso, para identificar o mix de processos marginais (na modelagem consequencial) e os dados de segundo plano (na modelagem atribucional e consequencial), é necessária uma identificação correta do escopo geográfico.

Exceto nos processos que exigem dados específicos do local ou do produtor, os dados geralmente são relacionados a um mercado. O quadro a seguir introduz sucintamente o conceito de mercado:

Termos e conceitos: mercado

Delimitação do mercado

Os mercados geralmente têm uma delimitação diferente da que é empregada com outros conceitos geográficos, como países e regiões. Nesse sentido, o mercado para a ACV é a unidade que permite que os compradores e vendedores intercambiem quaisquer tipos de bens e serviços. Os mercados podem ser diferenciados de maneira útil

- geograficamente;
- temporalmente;
- e por segmentos de clientes (para o conceito relacionado de “mercado de nicho” e suas limitações na interpretação dos respectivos resultados de estudos de ACV, consulte o capítulo 5.2.2).

Em geral, o escopo geográfico não é exato, pois importações e exportações ocorrem através das fronteiras do mercado. Uma delimitação útil é aquela em que não ocorrem quantidades relevantes de importações e exportações – que devem ser consideradas ao modelar, por exemplo, os mixes de consumo em determinado mercado. As principais razões para a formação de mercados são as seguintes:

- políticas (legislação, especialmente sobre concorrência; requisitos de produtos, como as proibições de materiais, segurança dos produtos, etc.; normas técnicas e outras; impostos e subsídios);
- culturais (mercados reconhecidos pelos produtores e prestadores de serviços);
- os aspectos geográficos naturais desempenham um papel quando efetivamente isolam mercados por meio de barreiras ao transporte (ilhas, longas distâncias em geral, especialmente para bens de baixo valor/peso e serviços que exigem a presença humana) e aspectos climáticos dos produtos relacionados.

Geograficamente, os mercados podem ser iguais, menores ou maiores que um país.

A segmentação temporal do mercado é relevante para muitos serviços e também para alguns bens (por exemplo, a segmentação diária, como o consumo de eletricidade durante à noite/em carga básica, ou a segmentação sazonal, como a que afeta os produtos agrícolas e o setor de turismo).

Novamente, a segmentação temporal nem sempre é exata, pois alguns aspectos podem ser superados pela armazenagem e transporte (por exemplo, frutas tropicais em zonas de clima temperado durante a estação fria ou armazenagem de energia solar como hidrogênio).

Tipos de conjuntos de dados relacionados ao mercado

Na ACV, os principais tipos de conjuntos de dados relacionados ao mercado são o mix de produção do mercado, o mix de suprimento do mercado e o mix de consumo do mercado. A figura e o texto relacionado no capítulo 7.7 explicam a relação entre esses tipos. Dados médios ou genéricos representando o mix de consumo são os mais amplamente utilizados, embora os dados do mix de produção possam ser de interesse para associações e para países.

Para mercados de nicho, consulte o capítulo 5.2.2.

A cobertura geográfica dos dados de ICV deve representar a menor unidade geográfica adequada, dependendo do objetivo do estudo de ICV/ACV e das aplicações pretendidas. Se o escopo do conjunto de dados for, por exemplo, o uso de um produto de consumo que consome eletricidade na França, o mix de consumo do mercado de eletricidade correspondente (que é, automaticamente, a França¹⁰³) e as condições de uso do produto na França deverão ser considerados, não as condições médias europeias ou globais. Em geral, o grau de diferenciação dos dados geográficos ou de fornecedor deve ser decidido levando em conta a relevância da decisão e o conhecimento do mercado ou do fornecedor específico pelos responsáveis pela decisão.

Na modelagem atribucional, essa diferenciação poderia indicar, por exemplo, se um material consumido na Malásia possui um produtor específico que precisaria ser representado. Ou então, se é de origem desconhecida, como, por exemplo, o cobre cru eletrolítico, que na Europa geralmente é negociado na Bolsa de Metais de Londres com uma origem europeia média. Nesse último caso, um conjunto de dados relativo ao consumo europeu médio seria o mais apropriado para aplicação a todos os países europeus, pois na prática não existem mercados nacionais.

Na modelagem consequencial, isso seria o mix de mercado de consumo marginal (de curto ou longo prazo) que seria operado como consequência de uma decisão. Isso significa que mesmo que um material seja, por exemplo, produzido predominantemente para o mercado nacional, a modelagem consequencial pode identificar um ou mais países como origem se a demanda crescente for atendida por importações adicionais.

Transferência de dados de inventário de um contexto geográfico diferente

O uso de dados de uma área geográfica ou fornecedor específico em outra área só é apropriado quando as diferenças nos impactos ambientais têm pouca ou nenhuma relevância para a representatividade global do inventário. Isso só é feito quando as tecnologias aplicadas desse processo, a maneira em que é operado, as tecnologias de contenção e o sistema de segundo plano do processo (por exemplo, a rota de matérias-primas, o tratamento de resíduos, etc.) são muito semelhantes ou pelo menos resultam em valores de inventário muito semelhantes.

Um exemplo seria o uso dos dados de um processo unitário tailandês com tecnologia específica para um certo processo de tratamento de águas servidas, com a mesma eficiência, mas operado em outro país (por exemplo, o Vietnã), sendo que isso resultaria em inventários apenas ligeiramente diferentes do sistema global (digamos, a lavagem de roupas) em que o processo

103 Os mercados de eletricidade são relativamente difíceis de delimitar devido à existência de malhas conectadas internacionalmente. Além da representatividade temporal, e nesse mesmo contexto, é importante saber se o bem de consumo designado seria operado somente nos horários de pico (por exemplo, uma escova de dentes elétrica), continuamente (por exemplo, uma geladeira) ou somente à noite com carga básica (por exemplo, um aquecedor elétrico de armazenagem). Obviamente, esse aspecto deve ser considerado no âmbito da representatividade temporal (ver o capítulo relacionado).

de tratamento de águas servidas é empregado. Outro exemplo seria o caso em que o inventário de produção de um produto de consumo tende a diferir de maneira insignificante entre diferentes países africanos, porque todos importam do mesmo país produtor – digamos, o Japão¹⁰⁴.

As explicações anteriores ilustram que, além do processo unitário transferido ou dos dados de resultados de ICV, as configurações dos parâmetros do processo também devem refletir o escopo geográfico correto. Isso inclui também parâmetros de gestão, como as taxas de reciclagem obtidas.

Erros frequentes: uso de dados de ICV com outro escopo geográfico

Um erro frequente nos estudos de ICV/ACV é o uso direto de dados que representam um país com outro país. Um erro semelhante é a aplicação apenas de ajustes limitados (por exemplo, a substituição apenas dos dados de segundo plano sobre eletricidade) sem analisar outros ajustes que possam ser relevantes. Mercados e países diferem não apenas em termos, digamos, do mix de fontes de energia utilizadas (por exemplo, a participação da hulha, do gás natural, da energia nuclear, etc.), mas também das tecnologias usadas para converter essas fontes em eletricidade, da forma como essas tecnologias são operadas, da presença e operação de tecnologias de contenção (quando existem), das origens/rotas das fontes de energia e muitos outros fatores. O que pode parecer semelhante em um nível mais geral muitas vezes é, de fato, substancialmente diferente. Deve-se salientar que o uso de dados que não sejam suficientemente representativos torna todo o estudo de ICV/ACV inválido e enganoso.

Embora, na prática, as limitações de disponibilidade de dados frequentemente exijam tais transferências/ajustes de dados, isso só é válido e útil quando os dados resultantes efetivamente representam o que se pretende/afirma representar. Um risco relacionado é que os dados usados para outro mercado podem, desde o início, não ser completos – ou seja, podem até mesmo desviar o foco da própria coleta de dados. Uma compreensão técnica aprofundada dos processos a serem representados, portanto, também é fundamental para qualquer transferência e ajuste de dados provenientes de outros mercados. Finalmente, quando as diferenças, e, portanto, os valores do inventário principal são conhecidos (o que é considerado indispensável em qualquer caso), há pouca necessidade de usar dados de outros mercados, exceto para uma verificação cruzada sucinta.

Com a crescente oferta de conjuntos de dados de ICV consistentes e de qualidade comprovada na Rede de Dados do ILCD, a disponibilidade de dados consistentes deverá apresentar melhorias progressivas e substanciais ao longo do tempo e a necessidade de usar dados menos representativos será minimizada.

Geografia de relacionamento em ICV e AICV

Embora o exposto anteriormente esteja relacionado ao escopo geográfico geral de onde os processos são operados, os itens de inventário normalmente requerem outro tipo de diferenciação (por exemplo, os meios ambientais que recebem as emissões). Os compartimentos padrão são fornecidos no documento em separado *Nomenclature and other conventions* (Nomenclatura e outras convenções) e implementados nos fluxos elementares de referência do sistema ILCD.

Além disso, as questões ambientais relevantes para a atividade podem variar com a configuração geográfica: a relevância do uso, digamos, da água e dos materiais de construção, que geralmente são extraídos e usados em escala local a regional, é altamente variável entre

¹⁰⁴ Nesse caso, os dados de produção ou exportação do Japão estão corretos, pois representam o mix de consumo de mercado de todos esses países.

regiões. A avaliação de impactos e a interpretação podem ter que levar esse fato em consideração. Para isso, fluxos elementares que atuam diferentemente dependendo de onde são emitidos (por exemplo, emissões de dióxido de enxofre e partículas, mas não dióxido de carbono) teriam que ser relatados com diferenciação espacial. Isso permitiria o uso de métodos de avaliação de impactos com fatores de caracterização (por exemplo, de depleção de recursos) que reflitam a diferenciação espacial.

No entanto, somente modelos de avaliação de impactos com diferenciação espacial limitada estão disponíveis (por exemplo, para diferenciar as emissões para a água doce e a água do mar). Até que tenham sido desenvolvidos e testados na prática modelos e fatores também para subcompartimentos e situações de emissão adicionais, ou mesmo específicos de local, o uso de fluxos elementares espacialmente diferenciados diretamente nos inventários de conjuntos de dados não é recomendado. Por enquanto, as informações espaciais devem ser mantidas e documentadas separadamente (por exemplo, como um segundo conjunto de inventário), de modo a permitir um ajuste subsequente dos dados e conjuntos de dados, caso necessário. O mesmo se aplica aos modelos, métodos e fatores específicos em termos de tempo.

Deve-se notar também que ainda não foram determinados o grau exato e o método de diferenciação espacial no contexto de AICV – ou seja, se a divisão deve ser feita com base em fronteiras nacionais (países), unidades geográficas naturais ou subunidades (continentes e zonas de relevo), subcompartimentos do meio ambiente (por exemplo, diferentes tipos de cursos de água), situações de emissão (por exemplo, em áreas com alta ou baixa densidade populacional humana), coordenadas geográficas por meio de uma malha global de impacto, etc. Isso deverá ser coordenado estreitamente com a disponibilidade de dados, tendo implicações para a indústria, as necessidades de modelagem de ICV, as questões de revisão e a gestão de softwares e bancos de dados.

Disposições: 6.8.3 Representatividade geográfica

Aplicáveis à Situação A, B e C, diferenciadas. Diferenciadas para modelagem atribucional e consequencial.

Totalmente aplicáveis a resultados de ICV, resultados de AICV e estudos de ACV. Para processos unitários, necessárias somente para completar o modelo do sistema para fins de controle de qualidade.

Para resultados de ICV, resultados de AICV, estudos de ACV: lembre-se que o escopo geográfico declarado de todos os dados de inventário a serem usados subsequentemente deve permitir uma avaliação de impactos correta. Isso deve ser verificado com cuidado especial quando uma avaliação de impactos não genérica (por exemplo, com fatores de caracterização diferenciados por país, região ou mesmo local) é aplicada.

Observe que estas disposições serão aplicadas apenas na fase de ICV.

- I) **OBRIGATÓRIO - Boa representatividade geográfica:** os dados gerais de inventário devem ter uma representatividade geográfica suficiente para atender às necessidades do objetivo do estudo (os requisitos de precisão são identificados no capítulo 6.9.2). Isto é particularmente importante quando há diferenças relevantes nos dados de ICV com diferente escopo geográfico.
- II) **OBRIGATÓRIO - Escopo geográfico diferente para modelagem atribucional e consequencial:** a modelagem atribucional e a modelagem consequencial podem exigir processos/produtos de diferentes escopos geográficos no sistema de segundo plano. Não obstante, consulte o conjunto de simplificações para todas as Situações, exceto processos que enfrentam mudanças significativas na Situação B (capítulo 6.5.4): [ISO!]

II.a) Modelagem atribucional: devem ser usados:

- II.a.i) **Sistema de primeiro plano:** dados específicos do local ou do produtor/fornecedor para o sistema de primeiro plano, dados específicos do fornecedor para os produtos que conectam o sistema de primeiro plano ao sistema de segundo plano. Dados genéricos sobre mixes geográficos também podem ser usados em partes do sistema de primeiro plano se, para o caso em questão, forem justificáveis como mais exatos, precisos e completos do que os dados específicos disponíveis (especialmente com processos operados nos fornecedores).
- II.a.ii) **Sistema de segundo plano:** dados do mix de consumo médio do mercado para o sistema de segundo plano.

II.b) Modelagem consequencial: devem ser usados:

- II.b.i) **Sistema de primeiro plano:** dados específicos do local ou do produtor/fornecedor para os processos diretamente controlados no sistema de primeiro plano, dados específicos do local do fornecedor da cadeia de abastecimento contratualmente fixa ou planejada do sistema de primeiro plano, bem como dos produtos e resíduos que conectam o sistema de primeiro plano ao sistema de segundo plano. Dados genéricos sobre mixes geográficos também podem ser usados em partes do sistema de primeiro plano se, para o caso em questão, forem justificáveis como mais exatos, precisos e completos do que os dados específicos disponíveis (especialmente com processos operados nos fornecedores).
- II.b.ii) **Sistema de segundo plano:** os mixes geográficos marginais de curto ou longo prazo devem ser usados para o sistema de segundo plano, conforme apropriado para a Situação A, B, C1 ou C2 aplicável. O mix geográfico dos processos marginais deve ser identificado, dependendo, entre outros fatores, das condições do mercado e da competitividade em termos de custo dos processos marginais em potencial.

As disposições detalhadas e os termos/conceitos são fornecidos no capítulo 7.2.4; não obstante, verifique as disposições simplificadas aplicáveis à Situação A, B ou C no capítulo 6.5.4.

- II.c) **Uso de dados não totalmente representativos:** tanto para a modelagem atribucional como para a modelagem consequencial, dados não totalmente representativos em termos geográficos só podem ser usados sob as seguintes condições:
 - II.c.i) **Para conjuntos de dados de ICV e AICV/estudos de ICV/ACV não comparativos:** o uso de dados não totalmente representativos em termos geográficos só é justificável quando isso não altera significativamente os resultados globais da AICV em comparação com o uso de dados plenamente representativos; caso contrário, a menor representatividade obtida deverá ser documentada no conjunto de dados/relatório.
 - II.c.ii) **Para estudos comparativos de ACV:** as conclusões ou recomendações do estudo não deverão ser afetadas; caso contrário, a menor representatividade geográfica obtida deverá ser considerada explicitamente ao extrair conclusões e fornecer recomendações. Em particular, o uso de dados menos representativos não deverá prejudicar relativamente em grau relevante qualquer produto concorrente.

6.8.4 Representatividade temporal

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.6.2 e 4.3.2.1)

Introdução e visão geral

A tecnologia muda com o tempo. A tecnologia que era a melhor há 10 anos pode ser hoje a tecnologia média ou estar obsoleta em setores de rápida evolução tecnológica (por exemplo, TI, sistemas de eletricidade solar, etc.). A tecnologia média de 10 anos atrás pode já ter sido abandonada ou contribuir apenas com uma pequena fração do mix de mercado atual, exceto nos setores com instalações de produção operando há muito tempo (por exemplo, muitos materiais básicos, usinas elétricas, etc.). Portanto, a representatividade temporal está estreitamente vinculada à representatividade tecnológica.

O inventário de um processo ou sistema que deva representar um certo contexto temporal (por exemplo, uma situação no momento atual ou no futuro próximo, o ano “2025”, ou “1990” como cenário de linha de base para contabilização) deve ser baseado em dados que representem de maneira suficientemente adequada o período de tempo declarado. Isso é particularmente importante no que concerne aos fatores contribuintes mais relevantes para o impacto ambiental global. A representatividade temporal dos dados a serem usados também deve ser compatível com a aplicação pretendida.

O ano representado, especialmente no nível de sistema

Nem sempre é possível representar de maneira direta o ano representado de um conjunto de dados de sistema: os valores de dados individuais dos processos unitários já podem ser provenientes de diferentes fontes e anos. Em um nível mais alto, os conjuntos de dados de processos unitários que são combinados em um sistema frequentemente representam diferentes anos. O ano representado por um conjunto de dados deve ser determinado examinando as diferentes idades dos principais dados contribuintes (no caso de processos unitários) ou dos processos unitários (no caso de resultados de ICV). O ano melhor representado poderá ser obtido por meio de uma avaliação especializada, que atribua pesos à contribuição e idade e reflita as mudanças na tecnologia/técnica ao longo do tempo. A Figura 27 ilustra esse conceito.

Erros frequentes: uso enganoso/incorreto da “representatividade temporal”

É importante ressaltar que a representatividade temporal sempre se refere ao tempo real representado e determinado, por exemplo, por medições, NÃO ao momento em que uma fonte de dados secundária utilizada foi publicada ou ao ano de modelagem/cálculo do processo unitário ou dos resultados de ICV. É um erro frequente na ACV confundir essas informações fundamentalmente diferentes sobre idade, que são incluídas ao declarar de forma enganosa a representatividade temporal alegada dos conjuntos de dados de ICV distribuídos.

Com base no que foi explicado anteriormente sobre a velocidade do desenvolvimento tecnológico de diferentes setores, dados com vários anos de idade podem ainda ser suficientemente representativos. Os conjuntos de dados, portanto, devem indicar um “ano de expiração”, após o qual pode-se presumir que não sejam mais suficientemente representativos e provavelmente precisem de revisão.

Se, mesmo assim, forem usados em um estudo, esses dados terão uma representatividade temporal inferior à declarada, devendo-se avaliar até que ponto isso afeta os resultados, conclusões e recomendações.

Variações dentro do mesmo ano ou dia

Outro aspecto temporal que talvez seja necessário considerar em casos especiais é a diferença dos dados de inventário no transcorrer do ano (especialmente entre as estações quente e fria) e do dia (dia/noite). Deve-se verificar, em consonância com o objetivo do estudo, se essas variações específicas de dados dentro do mesmo ano ou dia serão necessárias (por exemplo, dados sobre carga elétrica básica no período noturno para o carregamento de baterias automotivas durante a noite).

Aplicação pretendida e representatividade temporal necessária

A necessidade de representatividade temporal é significativamente influenciada pela aplicação pretendida e seus requisitos relativos, por exemplo, à validade futura dos resultados e às conclusões que poderão ser extraídas dos resultados de ACV: por exemplo, em estudos de apoio a aquisições, particularmente de produtos com vida útil curta, o uso de dados com validade de um ano pode ser plenamente suficiente. Os critérios de ecorrotulagem geralmente são revistos regularmente (por exemplo, a cada três anos), o que faz com que a validade futura dos conjuntos de dados para apoiar a identificação e quantificação desses critérios seja confinada a esse horizonte de tempo. As decisões de *ecodesign* relativas a produtos de longa vida útil podem ser válidas por 10 anos. No limite, ACVs produzidas para apoiar decisões sobre a escolha de produtos com longa vida útil (por exemplo, instalações de produção, residências) ou para responder a perguntas estratégicas podem ter que fornecer conclusões e recomendações que, idealmente, permaneçam válidas por 20 a 30 anos. Nesses casos, há necessidade de usar cenários de primeiro plano e dados de segundo plano voltados para futuro, em vez de dados correntes/recentes, no que concerne ao uso/operação e estágios de fim de vida desses sistemas.

Representatividade temporal de processos futuros e passados

Muitos estudos de alta relevância – por exemplo, aqueles realizados com base na Situação B – referem-se ao futuro. Além disso, os processos que ocorrem ao longo do ciclo de vida de produtos de vida útil prolongada – por exemplo, intervenções de aterros sanitários na Situação A – estão relacionados a diferentes horizontes de tempo, que incluem o futuro de longo prazo.

A disposição geral a seguir é aplicável a todos os processos futuros e passados¹⁰⁵: os dados deverão ser tão representativos quanto possível em termos temporais, e qualquer carência de representatividade deverá ser documentada e considerada na interpretação dos resultados. A representatividade temporal limitada em estudos comparativos não deverá prejudicar relativamente qualquer produto concorrente. Isso pode ser operacionalizado da seguinte maneira:

- Processos operados dentro do período de cinco anos no futuro ou no passado:
 - Devem ser usados os dados mais recentes que continuem válidos para o período de tempo a ser representado. Caso os dados já estejam obsoletos (ou seja, não sejam mais suficientemente válidos para o ano de reciclagem), novos dados deverão ser coletados ou obtidos.
- Processos operados além do período de cinco anos no futuro ou no passado
 - Dados temporais totalmente representativos – ou seja, dados preditivos (ou, para processos no passado mais remoto, dados históricos) deverão ser usados.

¹⁰⁵ Observe que isto é aplicado de maneira semelhante aos processos passados, caso façam parte da análise e do modelo.

- Como segunda opção, e especialmente para modelagem atribucional, o mix das Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD)¹⁰⁶ deverá ser utilizado.
- Como terceira opção, os dados correntes/mais recentes disponíveis poderão ser utilizados, estando sujeitos às seguintes condições:
 - O uso de dados temporais menos representativos só será justificável se não alterar de maneira relevante os resultados da AICV do estudo de ICV/ACV em comparação com o uso de dados temporais totalmente representativos; caso contrário, a ausência de representatividade temporal deverá ser documentada.
 - Para estudos comparativos, as conclusões ou recomendações do estudo não deverão ser afetadas; caso contrário, a ausência de representatividade temporal deverá ser considerada explicitamente ao interpretar os resultados. Em particular, o uso de dados menos representativos não deverá prejudicar relativamente em grau relevante qualquer produto concorrente.

Uma questão relacionada, mas diferente da que se refere à representatividade temporal de um processo, é a de como inventariar as intervenções futuras (por exemplo, emissões de aterros sanitários). Outra questão relacionada é o armazenamento de carbono e as emissões retardadas (por exemplo, em produtos de base biológica ou de longa duração). Estes dois tópicos são discutidos e orientações são fornecidas no capítulo 7.4.3.7.

Disposições: 6.8.4 Representatividade temporal

Totalmente aplicáveis a resultados de ICV, resultados de AICV e estudos de ACV. Para processos unitários, necessárias somente para completar o modelo do sistema para fins de controle de qualidade. Observe que estas disposições serão aplicadas apenas na fase de ICV.

- I) **OBRIGATÓRIO - Boa representatividade temporal:** Os dados do inventário como um todo deverão ter uma representatividade temporal suficiente para atender às necessidades do objetivo do estudo (consulte os requisitos de precisão identificados no capítulo 6.9.2). Isto é particularmente importante quando há diferenças relevantes nos dados de ICV que representam um diferente período de tempo.

O ano representado de um processo ou sistema deverá se referir ao ano efetivamente representado, não ao ano em que os dados foram calculados ou ao ano de publicação das fontes de dados secundárias utilizadas.

- II) **OBRIGATÓRIO - Situação sazonal ou diuturna específica?:** Verifique se, em conformidade com o objetivo do estudo e as aplicações pretendidas, os dados precisarão representar uma situação sazonal ou diuturna específica, caso esta difira dos dados anuais médios. [ISO+]

- III) **IMPORTANTE - Representatividade temporal de processos futuros:** para processos que serão operados mais de cinco anos no futuro ou no passado a partir do momento do estudo (por exemplo, estágios de uso e fim de vida de produtos de longa vida ou análises retrospectivas), dados totalmente representativos em termos temporais dos cenários futuros/passados deverão ser usados, se possível. Caso isso não seja possível: [ISO!]

- III.a) **MTD e dados recentes:** para modelagem tanto atribucional como consequencial, dados do mix de Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD) deverão ser usados como uma segunda opção, se for possível afirmar que tais dados são suficientemente representativos para o período de tempo em questão. Os dados mais recentes são a terceira opção.

¹⁰⁶ Exemplo de mix de MTD: se o mix atual de rotas de tecnologia para tratamento de fim de vida do produto analisado fosse de 60% para incineração com recuperação de energia e 40% para reciclagem de material em circuito fechado, o mix de MTD combinaria 60% das tecnologias MTD para incineração com recuperação de energia e 40% das tecnologias MTD para reciclagem de material.

- III.b) **Uso de dados não totalmente representativos:** dados temporais não totalmente representativos só poderão ser usados sob as seguintes condições:
- III.b.i) **Para conjuntos de dados de ICV e AICV/estudos de ICV/ACV não comparativos:** o uso de dados temporais não totalmente representativos só é justificável quando isso não altera significativamente os resultados globais da AICV em comparação com o uso de dados totalmente representativos; caso contrário, a menor representatividade temporal obtida deverá ser documentada no conjunto de dados/relatório.
- III.b.ii) **Para estudos comparativos de ACV:** as conclusões ou recomendações do estudo não deverão ser afetadas; caso contrário, a menor representatividade temporal obtida deverá ser considerada explicitamente ao extrair conclusões e fornecer recomendações. Em particular, o uso de dados temporalmente menos representativos não deverá prejudicar relativamente em grau relevante qualquer produto concorrente.

Questões temporais do processo de inventário e a forma de inventariar, por exemplo, o armazenamento de carbono e as emissões retardadas são discutidas necessariamente no capítulo 7.4.3.7 sobre ICV.

6.9 Tipos, qualidade e fontes dos dados e informações necessários

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.6.2)

6.9.1 Introdução e visão geral

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.6.2)

Durante a definição inicial do escopo e como preparação para o trabalho subsequente, os principais tipos e fontes de dados e outras informações devem ser identificados. Esses tipos e fontes identificados inicialmente serão detalhados com mais precisão, e frequentemente também revistos, durante as etapas iterativas da coleta e modelagem de dados, avaliação de impactos e interpretação.

Dependendo do tipo e dos resultados esperados do estudo, os tipos de dados e outras informações necessárias abrangem, entre outras, informações de inventário, dados estatísticos, informações técnicas sobre processos/sistemas, informações de mercado, informações relacionadas a alocação, requisitos legais e outras condições limitantes.

Note-se que são necessários métodos de AICV (pelo menos para apoiar a quantificação da completude/corte de dados obtida). Além disso, dados de normalização e fatores de ponderação podem ser necessários.

A qualidade global exigida dos dados é o parâmetro-chave para identificar as necessidades de dados e informações e as fontes adequadas. Essa qualidade é derivada direta ou indiretamente do objetivo do estudo de ICV/ACV nos capítulos sobre completude/critérios de corte (6.6), representatividade (6.8) e precisão (6.9.2). Igualmente relevantes são a adequação e a consistência metodológicas, discutidas nos vários capítulos relativos ao método neste documento. Quanto à qualidade dos conjuntos de dados de terceiros que talvez sejam necessários, há aspectos de qualidade adicionais relativos à documentação, nomenclatura e revisão.

A menos que a precisão exigida seja estipulada diretamente no objetivo (por exemplo, “modelagem de um conjunto de dados de ICV de alta qualidade com incerteza global máxima de XY%”, ou o mesmo “para cada categoria de impacto individual”), ou que exista uma experiência prévia específica, os requisitos de qualidade dos dados de inventário só poderão ser identificados depois que o primeiro modelo aproximado do ciclo de vida tiver sido estabelecido. Ele será então revisto no contexto da melhoria iterativa do inventário (ver a Figura 5).

6.9.2 Necessidades de qualidade dos dados à luz das aplicações pretendidas

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.6.2 e 4.4.2.2)

Relevância relativa da exatidão, completude e incerteza/precisão

A qualidade dos dados abrange a exatidão (ou seja, a representatividade e a adequação e consistência metodológicas), a precisão/incerteza e a completude do inventário¹⁰⁷. Todos esses fatores contribuem para a qualidade global e geralmente o mais fraco deles determina (reduz) essa qualidade. Na ACV, geralmente a menor qualidade pode ser encontrada na representatividade, na adequação e consistência metodológicas (especialmente no nível de sistema) e na completude. Estes são os fatores que exibem uma maior necessidade de melhoria na prática de ACV. Além disso, a qualidade das informações relacionadas ao ICV frequentemente deixa a desejar – por exemplo, na alocação econômica para modelagem atribucional e nos preços de mercado previstos para apoiar a identificação de processos marginais na modelagem consequential. Por outro lado, há quem afirme que a incerteza dos dados (que está relacionada à incerteza estocástica das medições) frequentemente tem menos importância comparativa na prática, embora, evidentemente, não deva ser desconsiderada, pois pode provocar uma degradação em dados que, de outra forma, seriam de alta qualidade.

Determinação dos requisitos de qualidade para valores de dados individuais à luz dos resultados de AICV agregados

A qualidade dos dados de ACV começa pela qualidade dos valores de dados dos inventários individuais, que depende retroativamente até dos dados brutos obtidos. Em geral, a qualidade global exigida dos valores de dados individuais e dos processos unitários só pode ser derivada de maneira aproximada a partir do objetivo e dos requisitos de qualidade global relacionados: em primeiro lugar, deve ser identificada a qualidade global exigida nos níveis de conjunto de dados ou sistema. Só então esses requisitos podem ser traduzidos para o nível dos fluxos elementares cujos dados serão coletados no inventário. Isso geralmente só pode ser feito após a primeira iteração da ACV – ou seja, não é factível inicialmente.

Para essa tradução, é necessário conhecer os fatores de caracterização dos fluxos elementares para as diferentes categorias de impacto e agregar essas informações ao conhecimento do inventário. Por exemplo, as mudanças climáticas podem ser um impacto importante em um sistema analisado. Na análise de contribuição, pode-se constatar, por exemplo, que determinado processo contribui com cerca de 95% do potencial global de impacto de mudança climática devido a uma alta emissão de metano. Nesse caso, é extremamente importante dispor de dados de alta qualidade sobre essa emissão. Por outro lado, as emissões, digamos, de CO₂ geradas por transportes, processos de conversão de energia, etc., como partes do mesmo sistema podem ser bem menos precisas, pois sua contribuição total para o impacto global é irrisória. Embora uma análise inicial do ciclo de vida seja necessária, na prática o número de emissões e processos que contribuem de maneira relevante para os impactos globais geralmente é bastante limitado. É crucial identificar corretamente e focar essas emissões e processos na abordagem iterativa mencionada; isso é descrito sistematicamente no capítulo 4.

¹⁰⁷ Para os conceitos e componentes de qualidade dos dados e qualidade dos conjuntos de dados, consulte o anexo 12 do ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance.

6.9.3 Requisitos e fontes de dados de inventário

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.6.2)

Introdução

Dois tipos de dados geralmente são necessários para um estudo de ACV:

- dados específicos de inventário sobre um ou mais processos a serem desenvolvidos no sistema de primeiro plano, e
- dados médios ou genéricos (para modelagem atribucional), ou (mix de) processos marginais (para modelagem consequencial) do sistema de segundo plano.

É importante que todos os dados de primeiro e segundo plano usados em um estudo de ICV/ACV sejam metodologicamente consistentes e que os requisitos globais de qualidade estipulados para o sistema analisado sejam cumpridos.

Deve-se notar que os processos necessários – e, conseqüentemente, os conjuntos de dados – geralmente são diferentes para modelagem atribucional e consequencial.

Dados primários (para desenvolvimento de processos unitários específicos)

Para processos unitários específicos, a opção preferencial são as medições de dados nos processos operados. Na prática, várias outras fontes de dados são úteis (por exemplo, para verificações cruzadas) ou mesmo necessárias (por exemplo, no caso de dados ausentes). Estas são, por exemplo, patentes, modelos de engenharia de processo, modelos estequiométricos, especificações e relatórios de testes de processos e produtos, limites legais, dados de processos semelhantes, documentos de referência de MTD e muitas outras.

Essa questão, por ser operacional e específica de cada caso, é discutida no capítulo 7.3 sobre ICV.

Conjuntos de dados disponíveis (primários e secundários)

Recomenda-se dar preferência a conjuntos de dados de terceiros que sejam bem documentados, pois a boa documentação facilita o uso correto, o controle de qualidade e a revisão. Da mesma forma, para conjuntos de dados de ICV de segundo plano, dados pré-verificados (por exemplo, através da Rede de Dados do Sistema ILCD) são recomendados, pois reduzem os esforços de verificação/revisão própria: os dados em si não exigirão nenhuma revisão adicional, somente sua seleção e uso corretos no modelo do sistema analisado precisarão ser revistos.

Observe que, para estudos publicados, o nível de revisão exigido (por exemplo, revisão externa independente ou painel de revisão independente) pode diferir entre estudos de ACV não comparativos e comparativos. Consulte o capítulo 6.11.

As fontes de dados de inventário disponíveis são bastante diversificadas:

- Em geral, os fornecedores de dados de ICV para o sistema de primeiro plano são o desenvolvedor ou produtor e/ou o operador do processo ou sistema analisado e seus fornecedores. É comum que dados médios do mercado sejam fornecidos por associações comerciais; esses dados geralmente são úteis para o sistema de segundo plano. Essas fontes setoriais também são conhecidas como “fornecedores de dados primários”.
- Os fornecedores de dados secundários, geralmente para o sistema de segundo plano, são bancos de dados de ICV nacionais e internacionais, consultores e grupos de pesquisa.

A Rede de Dados do Sistema ILCD fornece acesso a todos os dados compatíveis com ILCD provenientes de qualquer tipo de fornecedor de dados. Trabalhar com dados compatíveis

com ILCD e adequadamente documentados, usando a mesma nomenclatura e os mesmos fluxos elementares, etc., facilita a conformidade com o *Manual do Sistema ILCD*.

Mais informações sobre coleta e modelagem de dados e informações de ICV são fornecidas no capítulo 7 sobre ICV.

6.9.4 Outros requisitos e fontes de dados e informações relacionados ao inventário

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5)

Dependendo da aplicação de princípios de modelagem atribucional ou consequential e das respectivas abordagens de alocação ou substituição, outros dados e informações, além dos dados de inventário propriamente dito, poderão ser necessários para apoiar a aplicação desses métodos. Os tipos de dados necessários dependem em larga margem dos tipos de resultados esperados do estudo de ICV/ACV e do caso específico. Alguns exemplos são dados sobre o mix de mercado de tecnologias, estatísticas de importação/exportação e taxas de reciclagem. Além destes, especialmente para modelagem consequential, podem ser necessários dados sobre: competitividade econômica de longo prazo de tecnologias no mercado e cenários relacionados com preços de mercado futuros, dados/pesquisas sobre comportamento dos usuários e modelos de reatividade de diferentes grupos de consumidores, cenários de políticas e seus efeitos sobre os mercados futuros, experiência e curvas de aprendizagem de tecnologias e muitos outros.

As agências de estatísticas fornecem, entre outros, dados sobre produção, importação/exportação e mercado. Organizações de mercado e associações comerciais também fornecem esses dados estatísticos, bem como outras informações relativas a produtos, como taxas de reciclagem e conteúdo reciclado. Organizações especializadas de consultoria e pesquisas, entidades governamentais e organizações comerciais trabalham com temas relacionados a preços e cenários de mercado, previsão tecnológica, cenários de políticas, comportamento dos usuários e outros.

As fontes mais adequadas devem ser identificadas no contexto do estudo de ICV/ACV específico.

6.9.5 Requisitos de modelos e fatores de avaliação de impactos, bases de normalização e conjuntos de ponderação

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.6.2 e 4.4.2.2)

Com relação à identificação de métodos de AICV adequados, consulte o capítulo 6.7. As fontes de métodos de AICV são, por exemplo, desenvolvedores dedicados de métodos de AICV ou projetos nacionais e internacionais de ACV.

Quanto à identificação de dados de normalização e conjuntos de ponderação adequados, consulte o capítulo 6.7.6. As fontes de dados de normalização e ponderação são projetos nacionais de ACV e as respectivas recomendações de órgãos governamentais.

Disposições: 6.9 Tipos, qualidade e fontes dos dados e informações necessários

Aplicáveis às Situações A, B e C, com diferenciação implícita. Diferenciadas para modelagem atribucional e consequential.

Totalmente aplicáveis a todos os tipos de resultados, com diferenciação implícita.

Algumas etapas só podem ser executadas após a primeira iteração.

- I) **RECOMENDADO - Visão geral dos principais tipos de dados e informações:** recomenda-se preparar uma visão geral dos principais tipos de dados e informações que serão necessários, dependendo do tipo de resultado do estudo de ICV/ACV, a menos que isso seja feito na etapa posterior de “Planejamento da coleta de dados” (capítulo 7.3). Dependendo do estudo, serão necessárias, por exemplo, informações sobre o(s) processo(s) ou sistema(s) analisado(s), dados/informações de uso e gestão de fim de vida, dados de inventário brutos para os processos de primeiro plano, dados estatísticos (por exemplo, sobre comércio internacional), informações de delimitação do mercado e outras características mercadológicas, conjuntos de dados de ICV genéricos ou médios de segundo plano, conjuntos de dados de métodos de AICV, dados para normalização e ponderação, restrições legais e outras condições limitantes, etc. Recomenda-se visitar os capítulos anteriores sobre escopo, incluindo as diferentes necessidades de representatividade dos dados para modelagem atribucional e consequencial. (6.9.1)

Obs.: As necessidades detalhadas de dados relacionados a inventário serão identificadas no trabalho de Inventário de Ciclo de Vida (ver 7.3).

- II) **IMPORTANTE - Requisitos gerais de qualidade dos dados e conjuntos de dados:** determine os requisitos gerais de qualidade dos dados e conjuntos de dados (para detalhes, termos e conceitos, consulte o anexo 12 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*). Para dados de ICV recém-coletados, isso significa os requisitos de representatividade, completude e precisão. Para conjuntos de dados de ICV de terceiros, isso inclui, adicionalmente a adequação e consistência do método, o uso de fluxos elementares e nomenclatura compatíveis com o sistema ILCD, a documentação apropriada e (possivelmente) uma revisão externa. (6.9.2)

Observe que, a menos que os requisitos de qualidade sejam quantificados diretamente no objetivo, os requisitos de qualidade dos dados iniciais e do conjunto de dados só poderão ser definidos após o primeiro ciclo de coleta de dados, cálculo de resultados, avaliação de impactos, identificação de problemas significativos e avaliação. Isso é descrito mais detalhadamente no capítulo 4. Esses requisitos normalmente precisarão ser revistos e refinados nas iterações subsequentes.

- III) **IMPORTANTE - Possíveis fontes de dados, informações e conjuntos de dados necessários:** recomenda-se identificar de antemão, na medida do possível, as possíveis fontes dos dados, informações e conjuntos de dados que serão necessários. Os detalhes são descritos no capítulo 7.3, em “Planejamento da coleta de dados” (6.9.3, 6.9.4).

- III.a) **Dados bem documentados:** dados e conjuntos de dados bem documentados devem ser preferidos para permitir a avaliação da adequação de seu uso no contexto do sistema analisado e a realização de uma verificação independente pelo (possível) revisor independente (6.9.3). [ISO!]

Quando os resultados do estudo destinam-se a apoiar comparações, um escopo de documentação mínimo é especificado; consulte o capítulo 10.3.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

- III.b) **Dados pré-verificados:** recomenda-se preferir o uso de dados e conjuntos de dados pré-verificados externamente de maneira independente, pois isso proporciona uma garantia da qualidade alegada e reduz o esforço e os custos de revisão do trabalho de ICV/ACV (6.9.3). [ISO+]

Note-se que diferentes tipos de revisão crítica são obrigatórios para diferentes tipos de resultados e aplicações (ver 6.11).

Obs.: A Rede de Dados do Sistema ILCD é uma fonte adequada de conjuntos de dados de ICV primários e secundários e, potencialmente, de métodos de AICV. Os requisitos associados

tornam esses dados especialmente adequados para o trabalho em consonância com o Manual do Sistema ILCD. Agências de estatísticas, associações comerciais, órgãos governamentais, consultores e grupos de pesquisa são possíveis fontes de dados, conjuntos de dados e informações.

6.10 Comparações entre sistemas

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.7)

6.10.1 Introdução e visão geral

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.7)

Uma comparação de sistemas (de produto) já é uma aplicação de ACV, estando coberta pelas normas gerais de ACV ISO 14040 e 14044:2006. Para comparações válidas, alguns aspectos adicionais devem ser considerados. Estudos que envolvam afirmações comparativas previstas para publicação devem cumprir requisitos adicionais para serem válidos, equitativos e, conseqüentemente, não tendenciosos. A ISO 14040 e a ISO 14044:2006 estipulam vários requisitos adicionais para esses estudos. Além das questões abordadas neste capítulo, para aspectos de revisão e produção de relatórios, consulte os capítulos 11 e 10.3.3. Isso é um reflexo das conseqüências que o uso comparativo de resultados de ACV pode acarretar para outras empresas, instituições e partes interessadas que não estejam envolvidas diretamente no estudo.

Uma avaliação de impactos do ciclo de vida deverá ser realizada em estudos previstos para utilização em afirmações comparativas que serão divulgadas ao público.

Termos e conceitos: “comparação” versus “afirmação comparativa divulgada ao público”

“Comparação” refere-se à comparação, baseada em ACV, do impacto ambiental global de dois ou mais sistemas que podem ou não fornecer a mesma função. Esses estudos podem ser realizados por demanda em um estudo de ACV, ser baseados, por exemplo, em Declarações Ambientais de Produto (DAPs), aplicar ferramentas de *ecodesign*, etc. Os resultados são usados internamente, para apoio decisório, ou são publicados. De interesse aqui são os casos publicados.

“Afirmação comparativa”, por sua vez, significa uma declaração de superioridade, inferioridade ou igualdade das alternativas com base na ACV. A inclusão de “divulgadas ao público” significa que essas conclusões de superioridade ou igualdade são colocadas à disposição do público em geral (ou seja, são disponibilizadas fora de uma lista pequena e bem definida de atores que se envolveram com o estudo de ICV/ACV).

Neste documento, o termo “estudo comparativo” abrange ambos os casos – ou seja, estudos assertivos e não assertivos que comparam alternativas.

6.10.2 Reforçando as partes interessadas afetadas em comparações não assertivas e estudos do tipo multissistêmico

Tipos de comparações e partes interessadas afetadas

Os seguintes tipos de comparações frequentemente podem ser encontrados em estudos de ACV publicados:

- sistemas ou processos com unidade funcional idêntica ou semelhante são comparados entre si (por exemplo, diferentes marcas de TVs de 20 polegadas, ou plantio de batata no país X, comparando o cultivo integrado, convencional, biológico e de baixo uso de insumos);

- variantes de um sistema são avaliadas (por exemplo, alternativas de material ou de design para uma cadeira de cozinha de marca inespecífica – ou seja, genérica – ou da marca X);
- uma análise de contribuição ou ponto fraco de um sistema específico é realizada (por exemplo, análise da participação percentual no impacto dos estágios de produção, uso e fim de vida do aspirador de pó Z, ou dos principais processos contribuintes, materiais, fontes de energia ou serviços de um aspirador de pó Z);
- um estudo do tipo multissistêmico analisa vários sistemas com diferentes unidades funcionais ou funções (por exemplo, um estudo do tipo “cesta de produtos” de um cidadão médio no país A, um estudo de priorização dos produtos mais impactantes no país B, ou uma comparação do impacto ambiental global ou por cidadão médio nos países A, B e C).

A ISO 14044:2006 possui um conjunto de requisitos mais estritos para estudos que comparam sistemas e fazem afirmações sobre a superioridade ou inferioridade (e, implicitamente, também a igualdade) dos sistemas comparados. O objetivo é proteger os interesses das partes interessadas afetadas, evitando a utilização imprópria da ACV na competição pelo mercado. Nos exemplos acima, as partes interessadas afetadas são (pelo menos):

- as diferentes empresas produtoras de aparelhos de TV (primeiro destaque, primeiro exemplo);
- os agricultores e a cadeia produtiva a jusante que produz/utiliza batatas provenientes do respectivo método de cultivo (primeiro destaque, segundo exemplo);
- os produtores dos materiais alternativos (segundo destaque);
- os produtores dos grupos de produtos que exibem maior impacto na cesta de produtos e no estudo de priorização (quarto destaque, primeiro e segundo exemplos);
- os governos/cidadãos dos países comparados (quarto destaque, último exemplo);
- no caso da análise de pontos fracos internos do sistema (terceiro destaque), pode-se argumentar que o efeito potencial sobre os produtores/prestadores de serviços é limitado, pois está relacionado a uma pequena participação no mercado.

Fortalecendo os interesses das partes interessadas

A publicação de comparações sem afirmações de superioridade de uma das alternativas, mas mostrando, por exemplo, os resultados sobre o nível dos indicadores de impacto, permite que o destinatário extraia suas próprias conclusões sobre a superioridade/inferioridade das alternativas. Isso pode ser encarado como um uso tendencioso da ACV, pois as conclusões afetam as entidades “perdedoras” que representam os sistemas comparados. O prejuízo pode ocorrer por meio de decisões de compra, impactos sobre a imagem, medidas políticas baseadas nesses estudos, etc. Para proteger as partes interessadas afetadas, deverá pelo menos constar desses estudos a ressalva de que eles não apoiam a extração de conclusões ou recomendações sobre a superioridade ou igualdade de qualquer dos sistemas analisados. Finalmente, para evitar interpretações equivocadas por parte da audiência não técnica ou do público em geral, o estudo deverá cumprir os mesmos requisitos de revisão e outros requisitos aplicáveis às “afirmações comparativas divulgadas ao público”.

Para evitar isso, os requisitos da ISO sobre “afirmações comparativas divulgadas ao público” também deverão ser aplicados às “comparações de produtos divulgadas ao público”. As exceções a essa norma são os estudos de análise de contribuição e pontos fracos de produtos/marcas específicos (ver o exemplo no terceiro destaque da lista de tipos acima).

6.10.3 Alternativas consideradas, unidade funcional e premissas

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.7)

Estudos sobre sistemas entendidos como funcionalmente comparáveis

No caso clássico dos estudos comparativos, o objetivo é chegar a uma conclusão sobre a superioridade, inferioridade ou igualdade das alternativas comparadas e, tipicamente, fornecer recomendações.

Dois aspectos relacionados à questão do que é comparado são importantes para esses estudos que examinam sistemas pretensamente comparáveis: a equivalência da unidade funcional das alternativas comparadas e a seleção não tendenciosa das alternativas comparadas.

A equivalência das unidades funcionais já foi discutida no capítulo 6.4.7. Ela é necessária para ACVs comparativas que devam ser publicadas. Caso alguns aspectos da unidade funcional difiram significativamente entre os sistemas, deve-se assegurar que:

- as funções fornecidas pelos sistemas comparados continuem sendo vistas como suficientemente comparáveis pelas principais partes interessadas afetadas pelo estudo de ACV e usuários do produto;
- ou uma comparabilidade suficiente seja obtida por meio das respectivas disposições para modelagem atribucional (tipicamente, mas com exceções, por alocação) e modelagem consequencial (tipicamente, mas com exceções, pela expansão do sistema). Para detalhes relativos às Situações A, B e C¹⁰⁸, consulte o capítulo 6.5.4.

Em ambas as opções, deve-se prever um envolvimento estreito das partes interessadas e usuários do produto (ou seus representantes).

Seleção de alternativas comparadas

No que concerne à inclusão ou exclusão de alternativas comparadas, deve-se assegurar que a afirmação comparativa não seja enganosa por omitir produtos alternativos existentes ou mesmo amplamente utilizados cujo desempenho ambiental possa ser claramente melhor que o das alternativas comparadas. Caso essas alternativas sejam omitidas, isso deverá ser salientado claramente na interpretação, inclusive ao extrair conclusões e fornecer recomendações, bem como no resumo executivo.

Seleção de cenários específicos a serem comparados

É comum que o contexto de aplicação dos produtos também tenha que ser considerado cuidadosamente como parte da unidade funcional, pois isso pode levar produtos com a mesma unidade funcional a produzir diferentes desempenhos. Por exemplo, um veículo híbrido com propulsão por motor de combustão interna e motor elétrico/a bateria tem desempenho ligeiramente melhor que o de um veículo convencional com motor de combustão interna quando analisado com base no padrão de uso médio. Quando examinado do ponto de vista do transporte interurbano, porém, seu desempenho pode ser claramente inferior, assim como pode ser significativamente melhor no transporte predominantemente urbano. Em outras palavras, em primeiro lugar a especificação técnica geral de produtos dessa natureza deve ser transformada em uma unidade

¹⁰⁸ Observe que as comparações de produtos geralmente implicam um contexto decisório. Novamente, isso implica o uso de uma expansão do sistema aqui. O uso da abordagem atribucional de alocação só é aplicável nas exceções previstas e nos casos de Situação C (por exemplo, contabilização do progresso ao longo do tempo no desempenho ambiental de produtos, funções ou grupos de produtos específicos) que exijam um ajuste para equivalência funcional. Verifique cuidadosamente, com base na situação de objetivo aplicável (A, B ou C), qual abordagem deverá ser escolhida (ver o capítulo 5.3).

funcional que leve em conta as condições operacionais médias ou específicas do produto. É importante notar, porém, que para afirmações comparativas que serão publicadas, a escolha de um contexto de aplicação específico pode se enquadrar nos critérios de uma definição de objetivo enganosa, por exemplo, ao usar contextos de aplicação altamente incomuns. Estudos que examinem cenários atípicos ou específicos devem salientar esse fato claramente na interpretação, inclusive ao extrair conclusões e fornecer recomendações, bem como no resumo executivo.

Durabilidade

Entre as propriedades de posicionamento, a durabilidade do produto, que desempenha um papel especial por estar diretamente relacionada à unidade funcional do produto, é abordada aqui. Um exemplo seria uma comparação de armários de cozinha suspensos em uma casa durante 40 anos de uso. A Alternativa A, com vida útil de 10 anos, deve ser substituída três vezes para fornecer a mesma unidade funcional de outra com 15 anos de vida útil, que precisa ser substituída duas vezes. Isso deve ser considerado em termos quantitativos, usando a vida útil técnica das alternativas como base para afirmações comparativas publicadas. O exemplo acima ilustra uma segunda questão: a seleção da unidade funcional (no caso, “fornecer um armário de cozinha suspenso com área útil de X m³ por 40 anos”) pode resultar em vantagens/desvantagens para as alternativas comparadas devido aos valores específicos escolhidos. No exemplo, os 40 anos desfavorecem relativamente o produto B, porque os três conjuntos necessários para fornecer a unidade funcional durante os 40 anos definidos ainda funcionarão por mais cinco anos (3 x 15 anos = 45 anos). O mesmo poderia se aplicar ao volume em m³ escolhido, para citar outro aspecto do exemplo acima. Para garantir uma comparação equitativa, a unidade funcional escolhida deve refletir um caso típico ou médio bem justificado e ser adotada de comum acordo com as partes interessadas afetadas, buscando-se o melhor consenso possível.

Outras considerações relativas à vida útil devem ser incluídas na análise do cenário, como a vida útil estética, a vida útil com integridade mecânica, a vida útil em termos de inovação técnica, considerações sobre o custo de reutilização versus substituição, etc. Observe que as garantias mínimas legalmente exigidas geralmente não são adequadas.

Observe também que, nas comparações de produtos alternativos com diferentes vidas úteis, a alternativa com menor vida útil geralmente será substituída por um modelo mais novo que seja tecnicamente equivalente e esteja disponível no momento da substituição. Isso deve ser considerado explicitamente no modelo, a menos que um acordo diferente possa ser estabelecido entre as partes interessadas afetadas.

Outros aspectos qualitativos da unidade funcional

Dependendo do sistema específico, várias outras propriedades qualitativas do sistema desempenham um papel relevante; isso deve ser avaliado no caso em questão. Alguns exemplos são as necessidades de limpeza, manutenção e reparo, mas vários outros tipos de propriedades de posicionamento devem ser verificados.

6.10.4 Consistência metodológica, das premissas e dos dados

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.7)

É particularmente importante assegurar a consistência dos métodos, premissas e dados de todos os sistemas comparados empregados no estudo de ACV. A consistência é crucial ao definir funções, unidades funcionais e fluxos de referência, fronteiras do sistema, requisitos de representatividade (temporal, geográfica e tecnológica), completude e precisão dos dados de ICV, princípios e abordagens de modelagem de ICV aplicados e métodos de AICV empregados.

6.10.5 Requisitos de qualidade dos dados

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.7)

Em estudos comparativos de sistemas, os requisitos de qualidade geral dos dados dependem da diferença relativa entre os sistemas comparados no que concerne ao impacto ambiental global. Em uma ACV realizada, por exemplo, para apoiar decisões de *ecodesign* por meio da comparação de dois ou mais *designs* alternativos, os requisitos podem ser modestos se uma das alternativas tiver impactos muito inferiores às demais. Os requisitos iniciais de qualidade geral dos dados, portanto, devem ser reavaliados quando os resultados do primeiro cálculo do inventário e a avaliação de impactos estiverem disponíveis.

Com relação à completude, para afirmações comparativas e paralelamente ao impacto ambiental global, os critérios de corte também devem ser aplicados à massa e à energia.

6.10.6 Partes idênticas dos sistemas comparados

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.7)

Durante o exame de alternativas em partes específicas de sistemas idênticos ou semelhantes em todos os demais aspectos, o restante dos sistemas comparados frequentemente¹⁰⁹ é idêntico. Alguns exemplos são a comparação de alternativas de materiais para as peças de um produto ou de fontes de eletricidade alternativas para eficiência energética no estágio de uso de um produto que consome eletricidade. Quando o único objetivo dessa comparação é decidir qual sistema tem o menor impacto ambiental, como geralmente ocorre em aplicações de melhoria de produtos, *ecodesign* ou aquisições, todas as partes dos sistemas que são idênticas podem ser excluídas ao estabelecer as fronteiras do sistema. Isso pode reduzir drasticamente o esforço de um estudo de ACV.

Entretanto, isso só é possível quando elas são efetivamente idênticas: mesmo partes aparentemente idênticas podem não sê-lo de fato. Por exemplo, a mesma quantidade da mesma liga de alumínio usada no mesmo componente de dois modelos de produto alternativos poderá ser excluída. Isso, porém, não deverá ser feito se a liga for usada em diferentes componentes desses modelos, porque nesse caso os inventários das ligas terão uma correlação apenas parcial. Logo, eles deverão ser mantidos e sua correlação parcial deverá ser considerada ao interpretar as diferenças.

Observe que a aplicação pretendida pode não permitir a omissão de partes idênticas – por exemplo, caso o impacto total global também seja necessário, a participação das partes no impacto total também deva ser analisada, etc.

6.10.7 Cenários em apoio a comparações

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.7)

Cenários razoáveis de melhor caso/caso mais provável/pior caso (além de, opcionalmente, outros cenários) deverão ser criados para comparação de sistemas: as premissas de dados e métodos são variadas para investigar a robustez dos resultados. Esses cenários apoiam a interpretação subsequente dos resultados. Para estudos comparativos de apoio decisório em nível micro (ou seja, Situação A), alguns exemplos dessas premissas de dados e métodos são os valores de dados de inventário, parâmetros, propriedades de fluxo relevantes, propriedades relevantes do sistema/aspectos da unidade funcional, mas também premissas metodológicas, incluindo abordagens metodológicas como a alocação, o mix de processos relegados usado na substituição e aspectos semelhantes; não obstante, as disposições “obrigatórias” deste documento ainda

¹⁰⁹ Observe, porém, que alterações em partes específicas de um produto podem induzir outras alterações, que deverão ser consideradas explicitamente (ver o quadro relacionado sobre relações entre parte e sistema no capítulo 7.2.2).

precisarão ser cumpridas. Essas premissas de dados e métodos devem ser identificadas entre os “aspectos significativos” (ver o capítulo 9.2 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).

O cálculo de incerteza deverá ser usado para apoiar a comparação de sistemas, especialmente para identificar se as diferenças podem ser consideradas significativas ou são pequenas demais para justificar a superioridade de um sistema sobre o outro.

Para estudos comparativos de apoio decisório em nível médio ou macro (ou seja, Situação B), um uso mais intensivo de cenários é necessário a fim de garantir que o apoio decisório seja robusto. Diferentemente da Situação A, na Situação B, e, mesmo nesse caso, exclusivamente para cenários hipotéticos, as disposições obrigatórias deste documento também podem ser alteradas. Isso significa, por exemplo, que cenários totalmente consequenciais ou totalmente atribucionais também poderão ser criados, se as partes interessadas afetadas chegarem ao melhor consenso possível sobre sua integração e definição (ver também os capítulos 7.2.4.2 e 7.2.4.3).

Paralelamente aos cálculos de incerteza, os cenários também podem ser usados para ajudar a capturar a confiabilidade dos dados resultantes de estudos da Situação C.

6.10.8 Estudos de pegada de carbono e outras comparações selecionadas

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 correspondente)

O restante do capítulo 6.10, sobre comparações de sistemas, também se aplica aos estudos de pegada de carbono, exceto quanto ao fato de que a questão da significância é limitada às emissões relevantes para mudanças climáticas.

Note-se, porém, que comparações publicadas ou afirmações comparativas baseadas na pegada de carbono ou outros indicadores e categorias de impacto selecionados deverão ser justificadas pela demonstração de que as alternativas comparadas não diferem quanto a outros impactos ambientais relevantes em um nível que possa alterar as conclusões e/ou recomendações da comparação. Caso contrário, tais estudos serão considerados tendenciosos.

Disposições: 6.10 Comparações entre sistemas

Observe que há restrições aplicáveis aos estudos da Situação C1 e C2 para uso no apoio decisório. Diferenciadas para modelagem atribucional e consequencial.

Estas disposições são obrigatórias somente para estudos de ACV comparativos que analisam mais de um sistema ou variante de sistema. Recomenda-se que também sejam aplicadas de maneira semelhante a estudos de ACV não comparativos que incluam uma análise de contribuições internas/pontos fracos do sistema.

Estas disposições também são aplicáveis a estudos de ICV e conjuntos de dados que deverão ser usados no contexto de estudos comparativos (por exemplo, como dados de segundo plano).

Estas disposições são itens de planejamento que devem ser levados em consideração nas fases posteriores de ICV, AICV e interpretação, bem como na elaboração de relatórios e revisão.

Obs.: Estas disposições são uma compilação parcial de disposições de outros capítulos, que são reproduzidas aqui em formato condensado; as condições completas e vinculantes podem ser encontradas nos capítulos referenciados.

Para todos os estudos comparativos:

- 1) **OBRIGATÓRIO - Estudos comparativos não assertivos:** as disposições da ISO 14044:2006 para afirmações comparativas também deverão ser aplicadas a estudos comparativos não assertivos. Ambos os tipos são agrupados sob o termo “comparações” neste documento. (6.10.2). [ISO!]

- II) **OBRIGATÓRIO - Consistência:** todos os elementos da definição do escopo deverão ser abordados de maneira consistente para todos os sistemas a serem comparados, na medida do possível. Caso contrário, a falta de consistência deverá ser informada e considerada explicitamente ao interpretar os resultados, extrair conclusões e fornecer recomendações. Especialmente: (6.10.3)
- II.a) **Modelo de ICV:** os modelos dos sistemas comparados deverão ser construídos de maneira semelhante, com a aplicação das mesmas regras de fronteiras do sistema, princípios de modelagem de ICV e abordagens metodológicas.
 - II.b) **Premissas:** as premissas metodológicas e de dados deverão ser estabelecidas de maneira semelhante.
 - II.c) **Qualidade dos dados:** o grau obtido de completude, exatidão e precisão dos dados deverá ser suficientemente semelhante para os sistemas comparados.
- III) **OBRIGATÓRIO - Cálculos de exatidão e incerteza:** cálculos de exatidão e incerteza estocástica deverão apoiar essa análise. Isso não será necessário se cálculos de incerteza já tiverem sido usados para derivar os cenários razoáveis de melhor e pior caso. (6.10.4)
- IV) **OBRIGATÓRIO - Completude/corte:** o percentual de corte definido no capítulo 6.6.3 também deverá ser aplicado à massa e à energia, além do impacto ambiental global.
- V) **OBRIGATÓRIO - Exclusão de partes idênticas:** processos/sistemas incluídos dos sistemas comparados que sejam idênticos em todas as alternativas poderão ser omitidos em todos os modelos. Processos/sistema incluídos que sejam semelhantes, mas não idênticos, deverão permanecer no modelo, mas sua correlação parcial deverá ser levada em conta ao interpretar as diferenças. [ISO+]
- Observe que as aplicações pretendidas podem não permitir a exclusão mesmo de partes idênticas.
- Mesmo partes aparentemente idênticas só poderão ser excluídas da comparação se forem efetivamente idênticas. Por exemplo, a mesma quantidade da mesma liga de alumínio usada no mesmo componente de dois modelos alternativos poderá ser excluída. Isso, porém, não deverá ser feito se a liga for usada em diferentes componentes desses modelos, porque nesse caso os inventários das ligas terão uma correlação apenas parcial. (6.10.5)
- VI) **OBRIGATÓRIO - AICV a ser realizada:** uma Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida deverá ser realizada nos estudos de ICV ou ACV cujo objetivo seja apoiar estudos comparativos que serão publicados.
- VII) **OBRIGATÓRIO - Limitações da cobertura de impactos (por exemplo, pegada de carbono):** os estudos comparativos baseados em indicadores ou categorias de impacto selecionados (por exemplo, comparações baseadas na pegada de carbono) deverão salientar que a comparação não é adequada para identificar alternativas ambientais preferenciais, visto que abrange apenas o(s) impacto(s) considerado(s) (por exemplo, mudanças climáticas). Isto só não será aplicável se for demonstrado cabalmente que as alternativas comparadas não diferem quanto a outros impactos ambientais relevantes em um grau que possa alterar as conclusões e/ou recomendações da comparação caso esses outros impactos sejam incluídos na análise. Essa demonstração deve ser baseada em aproximações robustas para o sistema analisado e/ou informações robustas derivadas de estudos de ACV detalhados e completos, sobre sistemas suficientemente semelhantes, que estejam disponíveis. Essas informações robustas poderão ser extraídas de documentos de orientação específicos para o grupo de sistemas/produtos e de Regras de Categoria de Produtos (RCP). A situação descrita deverá ser investigada em qualquer caso; se outros impactos ambientais forem identificados como relevantes no sentido acima, eles deverão ser apontados no relatório. (6.10.8) [ISO!]

Para estudos de sistemas com unidades funcionais semelhantes:

As comparações deverão ser feitas com base nos fluxos de referência do sistema.

VIII) **OBRIGATÓRIO - Equivalência funcional:** tanto quanto possível, a unidade funcional dos sistemas comparados deverá ser a mesma (ou as diferenças deverão ser insignificantes) em termos tanto da função primária como das possíveis funções secundárias. Caso alguns aspectos da(s) unidade(s) funcional(is) difiram significativamente entre os sistemas, deve-se assegurar que: (6.10.2)

VIII.a) as funções fornecidas pelos sistemas comparados continuem sendo vistas como suficientemente comparáveis pelas principais partes interessadas afetadas pelo estudo de ACV, ou

VIII.b) uma comparabilidade suficiente seja obtida por meio das respectivas abordagens metodológicas de modelagem atribucional ou modelagem consequencial¹¹⁰, conforme aplicável à respectiva Situação (ver o capítulo 6.5.4). Para modelagem consequencial, essa abordagem é a expansão do sistema.

IX) **IMPORTANTE - Seleção das alternativas comparadas:** o estudo deve incluir, além das alternativas previstas, alternativas disponíveis que sejam potencialmente melhores e estejam disponíveis no mercado; caso contrário, ele pode ser considerado tendencioso. Se essas alternativas não forem incluídas, isso deverá ser salientado mais adiante em lugar proeminente nas conclusões e recomendações, bem como nos capítulos de resumo técnico e resumo executivo do relatório, que devem apontar esse fato. Para estudos de produtos de nicho, consulte o capítulo 5.2.2. (6.10.2) [ISO+]

X) **IMPORTANTE - Seleção de cenários de produção, operação e uso:** para garantir uma comparação equitativa, a unidade funcional escolhida deve refletir cenários típicos e bem justificados de produção/operação/uso médios; isso deve ser estabelecido de comum acordo com as partes interessadas afetadas por meio do melhor consenso possível. Caso, em consonância com a definição do objetivo, seja necessário comparar cenários atípicos ou específicos, esse fato deverá ser salientado mais adiante em lugar proeminente nas conclusões e recomendações, bem como nos capítulos de resumo técnico e resumo executivo do relatório, que devem apontar esse fato. (6.10.2) [ISO!]

XI) **IMPORTANTE - Substituições de modelagem ao longo do tempo:** nos casos em que um sistema (por exemplo, um produto) precise ser substituído para atender à duração exigida do desempenho da unidade funcional comparada, a substituição deve levar em conta que um modelo ou sistema mais novo possivelmente substituirá o modelo usado inicialmente. Isso só não ocorrerá se um acordo diferente puder ser estabelecido entre as partes interessadas afetadas. Esta disposição também se refere, de maneira semelhante, à necessidade de repetição de um serviço.

XII) **OBRIGATÓRIO - Apenas indicativo (as disposições exatas e completas são fornecidas no capítulo 6.5.4.2). Situação A - Cenários hipotéticos e cálculo de incerteza:** para estudos comparativos em nível micro (Situação A): cada cenário comparado deverá ser complementado por cenários hipotéticos baseados em estimativas razoáveis de melhor e pior caso. Opcionalmente, isso poderá ser expandido para incluir outros cenários hipotéticos no contexto das estimativas razoáveis de melhor e pior caso. Um cálculo de incerteza deverá ser efetuado, a menos que já tenha sido usado para derivar os cenários razoáveis de melhor e pior caso. As partes interessadas deverão ser envolvidas na obtenção do melhor consenso possível sobre a definição dos cenários hipotéticos razoáveis de melhor e pior

¹¹⁰ As comparações também podem ocorrer em estudos do tipo contábil (por exemplo, entre grupos de produtos em estudos do tipo de cesta de produtos), mas não devem ser usadas para apoio decisório que possa resultar, digamos, em compras ou medidas políticas adotadas com base na superioridade ou inferioridade das alternativas comparadas.

caso. Em princípio, os cenários hipotéticos podem variar todos os métodos, dados e premissas, **exceto as** disposições obrigatórias. (6.10.7)

XIII) OBRIGATÓRIO - Apenas indicativo (as disposições exatas e completas são fornecidas no capítulo 6.5.4.3). **Situação B - Cenários hipotéticos e cálculo de incerteza:** para estudos comparativos em nível médio/macro da Situação B: os cenários para cada uma das alternativas analisadas deverão aplicar a orientação de modelagem da Situação A, exceto no que se refere a processos que são afetados pelas consequências de larga escala da decisão analisada. Em princípio, os cenários hipotéticos podem variar todos os métodos, dados e premissas, **inclusive** as disposições obrigatórias, mas excluindo as disposições obrigatórias da ISO 14040 e 14044. (6.10.7)

XIV) OBRIGATÓRIO - **Envolvimento das partes interessadas na revisão:** com relação ao envolvimento das partes interessadas na revisão crítica, consulte o capítulo 6.10 e o documento de orientação em separado “Review schemes for LCA” (Esquemas de revisão para ACV). [ISO!]

6.11 Identificação de necessidades de revisão crítica

(Refere-se à ISO 14044:2006, capítulo 4.2.8.3)

Introdução

Uma revisão crítica deverá ser realizada por especialistas que não tenham participado da elaboração do estudo de ICV/ACV. Isso geralmente é benéfico para a qualidade e credibilidade – e, portanto, para o valor – do estudo. O mesmo ocorre com aplicações exclusivamente internas, embora nesses casos não haja um requisito formal de realização de uma revisão crítica.

Tipo de revisão e conformidade com ILCD

O tipo de revisão crítica necessário (por exemplo, revisão interna independente, revisão externa independente, revisão por um grupo de especialistas externo, etc.) depende das aplicações pretendidas para o estudo de ICV/ACV. No *Manual do Sistema ILCD*, isso é definido no documento em separado “Review schemes for LCA” (Esquemas de revisão para ACV).

Uma revisão realizada em consonância com os requisitos mínimos do sistema ILCD deverá incluir automaticamente a conformidade com as normas ISO 14040 e 14044:2006 (e 14025, no caso de Declarações Ambientais de Produto [DAPs]). Observe que certos esquemas de aplicação de ACV (como, por exemplo, os esquemas de Ecorrotulagem do Tipo I) possuem seus próprios requisitos de revisão, que também deverão ser cumpridos.

Detalhes sobre o escopo, os métodos e a documentação da revisão podem ser encontrados no documento em separado “Review scope, methods and documentation” (Escopo, métodos e documentação da revisão).

Os requisitos mínimos de qualificação do revisor são fornecidos no documento em separado “Reviewer qualification” (Qualificação do revisor). Essa qualificação abrange experiência e conhecimentos sobre a metodologia de ACV, o processo de revisão e os processos/setores analisados.

Decisão precoce sobre a revisão

É útil decidir, já durante a definição do escopo, se uma revisão crítica será realizada e, em caso afirmativo, com qual formato e por quem (consulte o capítulo 11 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* e o documento separado de orientação sobre revisão de ACV). Essa decisão precoce permitirá que a coleta de dados, documentação e geração de relatórios do estudo de ICV/ACV sejam realizadas de forma a atender aos requisitos da revisão, o que tende a reduzir o esforço geral dispendido.

Uma decisão precoce também permitirá executar um processo de revisão simultâneo e interativo. Em uma revisão simultânea, os revisores têm a oportunidade de fazer comentários sobre a definição do objetivo e do escopo antes do início da análise de inventário e, possivelmente, sobre os resultados temporários da avaliação de impactos e interpretação antes da geração do relatório. Assim, seus comentários podem orientar o processo de ACV e frequentemente evitar surpresas desagradáveis no final do projeto, como necessidades de dados adicionais ou mesmo comparações inadequadas que podem provocar um atraso de muitos meses em uma afirmação comparativa. Adicionalmente, uma revisão simultânea também melhora a credibilidade do estudo.

Em ACVs de “apoio decisório em nível médio/macro” (Situação B), as partes interessadas afetadas deverão ser envolvidas na decisão sobre os cenários hipotéticos. Isso poderá ser feito como parte da revisão; nesse caso, é benéfico dar início ao processo de revisão desde o princípio do estudo.

Para uma referência sobre o escopo e os métodos de revisão e sua documentação, consulte o capítulo 11 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

Disposições: 6.11 Identificação de necessidades de revisão crítica

Aplicáveis às Situações A, B e C, com diferenciação implícita.

Totalmente aplicáveis a todos os tipos de resultados, com diferenciação implícita.

I) **OBRIGATÓRIO - Revisão?:** Decida se uma revisão crítica deverá ser realizada e, em caso afirmativo: [ISO!]

I.a) **Tipo de revisão:** decida, com base nas disposições do documento em separado “Review schemes for Life Cycle Assessment (LCA)” (Esquemas de revisão para Avaliação de Ciclo de Vida [ACV]), qual tipo de revisão deverá ser realizada como um requisito mínimo.

É importante notar que uma revisão simultânea pode ser benéfica. Para a Situação B, ela também pode ajudar a organizar o melhor consenso possível entre as partes interessadas, o que é necessário para certas decisões sobre o escopo (consulte as disposições do capítulo 6.5.4).

I.b) **Revisor(es):** recomenda-se decidir nesse ponto quem será(ão) o(s) revisor(es). Os requisitos mínimos de qualificação do revisor são fornecidos no documento em separado *Reviewer qualification* (Qualificação do revisor).

Obs.: Uma visão geral dos requisitos de revisão e uma referência sobre os métodos de escopo da revisão e requisitos de documentação são fornecidos no capítulo 11 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

6.12 Planejamento dos relatórios

(Refere-se a aspectos de vários capítulos da ISO 14044:2006 e está relacionado ao capítulo 5)

Introdução

A elaboração de relatórios é um elemento vital de qualquer ACV. Sem uma documentação clara e eficaz para os especialistas e uma comunicação aos responsáveis pelas decisões, as ACVs estarão sujeitas a uso errôneo e enganoso e não contribuirão para melhorar o desempenho ambiental. Os relatórios devem ser objetivos e transparentes, contendo uma indicação clara do que foi ou não incluído no estudo, quais conclusões e recomendações são apoiadas por um estudo comparativo e o que deverá ser feito em seguida.

- As formas e níveis de elaboração de relatórios dependem basicamente de três fatores:
- os tipos de resultados do estudo;

- a finalidade e as aplicações pretendidas do estudo e do relatório;
- o público-alvo pretendido (especialmente, se técnico ou não técnico e se interno ou público/de terceiros).

Isso garante que a documentação efetivamente necessária seja coletada durante o projeto.

Além dos relatórios de uso geral descritos sucintamente neste capítulo e no capítulo 10.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*, diferentes aplicações de ACV podem ter seus próprios formatos específicos de relatório (por exemplo, Declarações Ambientais de Produto [DAPs] ou informações sobre os efeitos indiretos em relatórios de Gestão Ambiental de locais ou empresas, etc.). Esses relatórios especializados estão fora do escopo deste documento e não serão abordados aqui. Consulte a respectiva aplicação para identificar as necessidades específicas de geração de relatórios.

Formatos de relatório

Três formatos básicos diferentes de relatórios são relevantes, sendo frequentemente usados também em combinação (para mais detalhes, consulte o capítulo 10.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*):

- um relatório detalhado “clássico” do projeto, que geralmente é um documento textual abrangente contendo gráficos e tabelas e fornecendo todos os detalhes relevantes, por exemplo, sobre os sistemas analisados, os métodos de AICV desenvolvidos e o projeto em que o trabalho foi realizado. É direcionado aos especialistas em ACV, mas deve conter um resumo executivo para uma audiência não técnica. O relatório completo fornece uma documentação detalhada sobre o sistema (ou os métodos de AICV), sua modelagem, as premissas e – especialmente no caso de afirmações comparativas – a interpretação, incluindo conclusões e recomendações, caso existam. Pode-se prever a documentação de informações confidenciais em um relatório complementar em separado, que não será publicado, mas apenas disponibilizado aos revisores mediante um compromisso de confidencialidade. Se for usado para fornecer informações a terceiros, o relatório detalhado deverá conter uma referência (preferivelmente um hiperlink) que facilite o acesso a quaisquer relatórios de revisão relacionados;
- um relatório mais condensado e formalizado, na forma de um conjunto de dados que possa ser transmitido eletronicamente. Um conjunto de dados é adequado para documentar processos unitários ou sistemas individuais (na forma de um conjunto de dados de processo), mas não para documentar o resultado de comparações. Também é adequado para métodos de AICV (conjunto de dados de método de AICV). Esse formato também se destina a especialistas em ACV, basicamente como entrada de dados para outros estudos de ACV. Por ser um conjunto de dados eletrônico, ele permite que outros usuários importem o inventário e outros detalhes técnicos sem transferência manual de valores para seu respectivo software de ACV, o que limita os erros e permite o uso direto dos dados de inventário (ou fatores de impacto) para modelagem e análise de seus próprios sistemas;
- um relatório altamente condensado, na forma de Resumo Executivo com, por exemplo, uma ou duas páginas, reduzindo o relatório detalhado do projeto à sua essência em linguagem não técnica. Observe que esse é o mesmo relatório que deve ser incluído no relatório detalhado do projeto. Quando usado como um relatório separado para informações a terceiros, deve conter uma referência (preferivelmente um hiperlink) que facilite o acesso ao relatório detalhado e a quaisquer relatórios de revisão relacionados.

Sempre que o tipo de resultado final do estudo for um conjunto de dados, ou caso tenham sido desenvolvidos conjuntos de dados que devam permanecer disponíveis para usos

subsequentes, a maneira mais útil de elaborar relatórios é combinar um conjunto de dados de processo ou de método de AICV bem documentado (sendo uma versão condensada do relatório detalhado) com o relatório detalhado e eventuais relatórios de revisão como anexos eletrônicos a esse conjunto de dados.

O *Manual do Sistema ILCD* é fornecido com um modelo eletrônico para relatórios de ACV e com o formato de referência ILCD como um formato de conjunto de dados eletrônico; deve-se prever o uso de ambos (para mais detalhes, consulte o capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).

Níveis de elaboração de relatórios

Três níveis de elaboração de relatórios devem ser diferenciados:

- relatórios ou conjuntos de dados para uso interno;
- relatórios ou conjuntos de dados para uso externo (por exemplo, para disponibilização a uma lista limitada e bem definida de destinatários incluindo pelo menos uma organização que não tenha participado do estudo de ICV/ACV);
- relatórios de afirmação comparativa previstos para disponibilização ao público (não técnico).

Os diferentes níveis de elaboração de relatórios e seus requisitos específicos são apresentados no capítulo 10.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

Disposições: 6.12 Planejamento dos relatórios

Aplicáveis às Situações A, B e C, com diferenciação implícita. Totalmente aplicáveis a todos os tipos de resultados, com diferenciação.

I) **OBRIGATÓRIO** - O formato e o nível dos relatórios deverão ser definidos levando em conta o tipo principal de resultado (ou seja, estudo ou conjunto de dados), a decisão sobre o(s) público(s)-alvo e a(s) aplicação(ões) pretendida(s) (consulte o capítulo 5.2):

I.a) **Formato de relatório:** decida qual(is) formato(s) de relatório deverão ser usado(s) para atender às necessidades da(s) aplicação(ões) pretendida(s) e do(s) público(s)-alvo: [ISO!]

I.a.i) relatório detalhado (incluindo resumo executivo não técnico);

I.a.ii) conjunto de dados;

I.a.iii) conjunto de dados mais relatório detalhado, ou;

I.a.iv) resumo executivo não técnico (com referências ao relatório completo e aos relatórios de revisão, caso uma revisão tenha sido realizada);

I.a.v) deve-se prever o uso do modelo de relatório de ACV e do formato de conjunto de dados de ICV do sistema ILCD para a elaboração dos relatórios.

As informações confidenciais deverão ser documentadas em um relatório complementar em separado, que não será publicado, mas apenas disponibilizado aos revisores mediante um compromisso de confidencialidade.

É importante ressaltar que qualquer formato de relatório, incluindo os mais condensados, deverá assegurar que as informações contidas limitem-se ao que foi abordado pelo estudo e não se prestem facilmente a interpretações equivocadas ou errôneas.

- I.b) **Nível de geração de relatórios:** decida qual nível de geração de relatórios será adotado, em conformidade com o objetivo definido. Os principais níveis são:
- I.b.i) interno;
 - I.b.ii) externo (mas com destinatários limitados e bem definidos);
 - I.b.iii) relatório para terceiros, acessível publicamente;
 - I.b.iv) relatório sobre comparações, acessível publicamente.

Para os requisitos detalhados de geração de relatórios, consulte o capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

7 Análise do inventário de ciclo de vida - coleta de dados, modelagem do sistema, cálculo dos resultados

(Refere-se ao capítulo 4.3 da ISO 14044:2006)

7.1 Introdução e visão geral

(Refere-se aos capítulos 4.3.1 e 4.3.2.3 da ISO 14044:2006 e a outros aspectos do capítulo 4.3 da ISO 14044:2006)

Introdução

Durante a fase de inventário do ciclo de vida, deve-se realizar a coleta de dados e a modelagem do sistema (por exemplo, produto). Esse processo deve ser conduzido em conformidade com a definição do objetivo e com os requisitos derivados na fase de definição de escopo. Os resultados de ICV são o insumo da fase subsequente de AICV. Os resultados do trabalho de ICV também fornecem *feedback* para a fase de escopo, uma vez que as definições de escopo inicial muitas vezes precisam de ajustes.

Normalmente, a fase de ICV exige os maiores esforços e recursos de uma ACV: para a coleta, aquisição e modelagem de dados.

É importante observar a limitação do escopo da abordagem de ACV: ela refere-se apenas a impactos potencialmente causados por intervenções entre o sistema analisado e a ecossfera ou a impactos provocados em condições normais e anormais de funcionamento dos processos incluídos, mas excluindo acidentes, vazamentos, etc. Veja as informações relacionadas no capítulo 6.8.2.

Se efeitos não relacionados à ACV forem analisados, eles devem ser inventariados, agregados e interpretados separadamente do inventário de ciclo de vida. Este documento não fornece orientações explícitas sobre esses efeitos. Embora este guia possa ajudar a garantir a adoção de uma abordagem coerente, é importante consultar ou usar orientações e ferramentas dedicadas.

Visão geral

As primeiras etapas do trabalho do ICV detalham e materializam os requisitos derivados na fase de escopo (por exemplo, sobre fontes de dados específicas a serem usadas, planejamento da coleta de dados, etc.). Os próprios requisitos, no entanto, devem sempre ser vistos como uma questão de escopo.

A fase de inventário envolve a coleta dos dados necessários sobre...

- Fluxos de e para processos:
 - fluxos elementares¹¹¹ (por exemplo, não só recursos e emissões, mas também outras intervenções na ecossfera como o uso da terra);
 - fluxos de produtos (ou seja, bens e serviços tanto como um “produto” de um processo quanto insumos/materiais de consumo) que vinculam o processo analisado a outros processos;
 - fluxos de resíduos (tanto águas servidas como resíduos sólidos/líquidos) que precisam ser vinculados a processos de gestão de resíduos para garantir uma modelagem completa dos esforços e impactos ambientais relacionados;

¹¹¹ Os fluxos elementares de referência do sistema ILCD devem ser usados sempre que for possível e relevante, garantindo inventários compatíveis e evitando múltiplas ocorrências dos mesmos fluxos em inventários conjuntos/agregados ao combinar conjuntos de dados de diferentes fontes.

- outras informações identificadas na etapa de definição de escopo e relevantes para o sistema analisado. Isso inclui dados estatísticos (por exemplo, dados de mix de mercado), características de processos e produtos (por exemplo, funções e unidades funcionais) e todos os outros dados e informações, exceto aqueles diretamente relacionados à avaliação de impactos.

O tipo específico do trabalho de inventário do ciclo de vida depende do produto do estudo; nem todas as etapas abaixo são exigidas para todos os tipos de trabalho. Em sua totalidade, o trabalho do inventário de ciclo de vida significa:

- Identificar os processos exigidos para o sistema (veja o capítulo 7.2.3 para modelagem atribucional e o 7.2.4 para a consequencial);
- Planejar a coleta dos dados e informações brutos e de conjuntos de dados de fontes secundárias (7.3);
- Coletar (normalmente), para o sistema de primeiro plano, dados de inventário de processos unitários para esses processos (7.4). Um aspecto importante é o controle de qualidade intermediário e como lidar com dados de inventário ausentes (7.4.2.11);
- Desenvolver dados de ICV genéricos, principalmente quando dados médios ou específicos estão indisponíveis e não podem ser desenvolvidos, normalmente em decorrência de restrições no acesso a dados ou no orçamento (7,5);
- Obter dados de segundo plano complementares como conjuntos de dados sobre processos unitários ou resultados de ICV junto a fornecedores de dados (7.6);
- Obter a média dos dados de ICV em todos os processos ou produtos, inclusive para o desenvolvimento de *mixes* de produção, oferta e consumo (7.7);
- Modelar o sistema conectando e escalonando os conjuntos de dados corretamente, para que o sistema forneça sua unidade funcional (7.8);
- Essa modelagem inclui a resolução da questão da multifuncionalidade de processos no sistema. Para essa etapa, veja o capítulo 7.9 para modelagem atribucional e – considerando uma lógica de modelagem diferente – o capítulo 7.2.4.6 para a modelagem consequencial; essa é uma parte integral da identificação de processos incluídos;
- Calcular os resultados de ICV, ou seja, somar todas as entradas e saídas de todos os processos dentro das fronteiras do sistema. Uma vez modelado inteiramente, apenas o fluxo de referência (“produto final”) e os fluxos elementares permanecem no inventário (7.10).

Essas etapas são realizadas em um procedimento iterativo, conforme explicado no capítulo 4 e ilustrado nas Figuras 4 e 5.

7.2 Identificação de processos dentro das fronteiras do sistema

([Refere-se a aspectos dos capítulos 4.2.3.3.2 e 4.3.2.1 da ISO 14044:2006](#))

7.2.1 Introdução e visão geral

([Refere-se a aspectos dos capítulos 4.2.3.3.2 e 4.3.2.1 da ISO 14044:2006](#))

Se o estudo de ICV/ACV for além da análise e modelagem de um único processo unitário e tiver como objetivo fornecer, por exemplo, um conjunto de dados de resultados de ICV ou um relatório de comparação de produtos, o sistema inteiro deve ser analisado: para todos os estágios de ciclo de vida incluídos nas fronteiras do sistema, os processos que precisam ser abrangidos pela coleta posterior de dados são identificados.

A maneira como os processos são identificados dentro das fronteiras do sistema difere consideravelmente entre a modelagem atribucional e consequencial. Por essa razão, diferentes processos e dados são exigidos dependendo da abordagem de modelagem; os capítulos 7.2.3 e 7.2.4 apresentam os procedimentos detalhados para identificá-las.

Reitera-se aqui o que já foi enfatizado no capítulo sobre a definição de fronteiras do sistema e o que se aplica tanto à modelagem atribucional como à consequencial: de modo geral, os tipos de atividades a serem incluídas na ACV são todas as atividades em condições normais e anormais de operação relacionadas ao sistema analisado, excluindo acidentes, vazamentos e outros incidentes semelhantes. Portanto, a fronteira do sistema de ACV inclui, entre outros, processos de mineração, beneficiamento, manufatura, uso, reparação e manutenção, bem como transporte, tratamento de resíduos e outros serviços adquiridos, tais como serviços de limpeza e jurídicos, marketing, produção e desativação de bens de capital, operação de instalações como lojas de varejo, locais de armazenagem, escritórios de administração, deslocamento de funcionários do lar para o trabalho, viagens de negócios, etc. Em resumo: todas as atividades não acidentais realizadas no âmbito do sistema analisado e que podem ser atribuídas (modelagem atribucional) a ele ou modeladas/previstas como uma consequência de uma decisão no primeiro plano do sistema analisado (modelagem consequencial) devem ser incluídas, a menos que não sejam qualitativamente relevantes, o que deve ser verificado por meio da aplicação dos critérios de corte. Quaisquer outras omissões devem ser documentadas e levadas em conta na interpretação.

7.2.2 Relações entre parte e sistema e entre sistemas

Um tema especial são as relações entre parte e sistema e relações entre sistemas, associadas tanto à modelagem atribucional como à consequencial, que efetivamente precisam da mesma solução de modelagem. Os quadros correlatos a seguir explicam o conceito:

Termos e conceitos: relações entre parte e sistema que incluem produtos relacionados à energia

Uma relação entre parte e sistema refere-se ao subsistema que é parte regular de outro sistema e contribui para a(s) sua(s) função(ões). A tarefa de modelar corretamente o ciclo de vida dessas relações (que normalmente são bens – por exemplo, uma bateria de arranque como parte de um carro; uma cabeça de chuveiro que economiza água como parte de um chuveiro; uma janela como parte de um prédio, etc.) é desafiadora: a interação técnica entre a parte analisada e o sistema completo e suas outras partes/componentes deve, em geral, ser considerada de maneira explícita na definição das fronteiras do sistema, a menos que o objetivo e escopo do estudo exijam ou pelo menos permitam a análise da parte isoladamente. A relação deve ser levada em consideração se a parte for comparada a outras partes com uma interação ligeiramente diferente com o sistema ou no caso da análise de opções de melhoria. Isso também se aplica à modelagem atribucional, uma vez que a parte, por si só, não pode desempenhar sua função essencial isoladamente (por exemplo, no monitoramento temporal da parte com os diferentes modelos interagindo de maneira diferente com seus sistemas). Se a parte puder ser modelada isoladamente e os dados e/ou relatório (por exemplo, uma DAP) forem disponibilizados externamente, a necessidade de incluir a relação entre parte e sistema em usos adicionais dos dados (por exemplo, para estudos comparativos, etc.) deve ainda assim ser documentada de maneira explícita.

Por exemplo, diferentes baterias de arranque de carro com peso substancialmente diferente resultam em diferenças na montagem, fiação, etc., dessas baterias. O peso total resultante, que será diferente, do carro também afetará suas propriedades de aceleração.

Assim, o carro deve ser modelado com um motor proporcionalmente de tamanho diferente, a fim de manter a comparabilidade da unidade funcional das duas variantes de carro. A Figura 17 ilustra isso.

No exemplo mencionado da cabeça de chuveiro que economiza água, o fluxo de água inferior permite a economia de água e energia e, ao mesmo tempo, fornece uma unidade funcional compatível. Por essa razão, a quantidade de água e energia consumida no estágio de uso deve ser considerada ao se comparar o uso de diferentes cabeças de chuveiro. Dependendo do objetivo exato do estudo de ICV/ACV (por exemplo, o uso do dispositivo economizador de água apenas em novos lares ou a substituição em lares existentes), o aquecedor de água instalado potencialmente menor deve ser levado em conta. Isso resulta na necessidade da inclusão de diferentes cenários e, portanto, diferentes processos nas fronteiras do sistema. Esses produtos relacionados a energia exigem uma definição clara da relação e da realidade, mensurabilidade/quantificação do efeito.

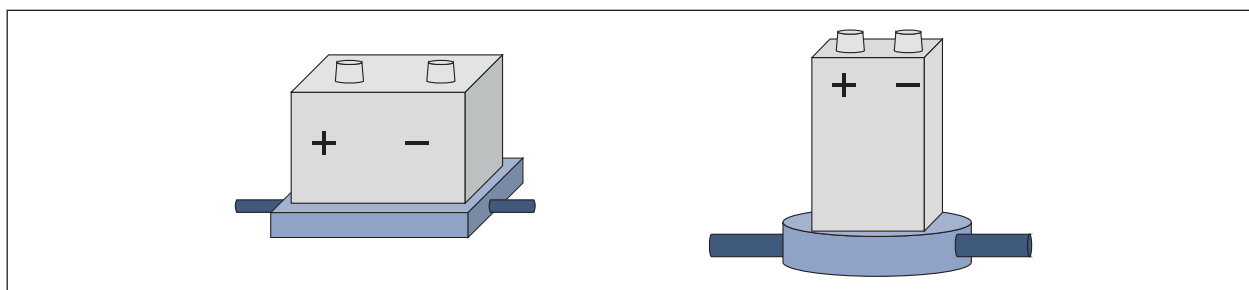
Além disso, as interações previstas entre os processos podem ser compreendidas como casos de relações entre parte e sistema: por exemplo, um processo de manutenção que afeta o produto em manutenção e altera seu desempenho (por exemplo, óleo de motor de baixa fricção), tempo de vida (como serviços de manutenção e reparação em geral ou, por exemplo, agentes de limpeza de agressividade diferenciada) ou que gera emissões específicas (por exemplo, dissolução/abrasão do cromo por agentes de limpeza agressivos).

No exemplo anterior das janelas, seu desempenho só pode ser comparado no contexto do prédio como um todo, já que o sistema de aquecimento (e/ou arrefecimento) do edifício, os ganhos solares que dependem da área e orientação da janela e outros aspectos devem ser incluídos para avaliar corretamente o estágio de uso da janela. Como dito anteriormente, os dados de ICV da janela em si ainda podem ser desenvolvidos e disponibilizados, mas seu uso no apoio decisório deve ser feito a partir da perspectiva do sistema.

Esses exemplos ilustram novamente que uma boa compreensão técnica do produto/parte analisada e dos sistemas relacionados é um pré-requisito essencial para conduzir uma ACV válida e, em grau ainda mais elevado, estudos que envolvem relações entre parte e sistema.

Veja também o próximo quadro sobre relações entre sistemas.

Figura 17 - Relações entre parte e sistema: exemplo de uma bateria de arranque de carro que não pode ser analisada isoladamente em um estudo comparativo ou monitoramento temporal, visto que diferentes variantes da bateria (cinza) exigem, por exemplo, diferentes montagens e outras peças (azul) e resultam em um uso de combustível diferente durante o estágio de uso. Se o peso delas for substancialmente diferente, isso resultaria até mesmo em tamanhos diferentes de motor para não alterar o desempenho do carro (=sistema), que também precisa ser levado em consideração.



Um caso aparentemente similar às relações entre parte e sistema são as relações entre sistemas. O quadro a seguir explica essas relações e as implicações para a identificação de processos e modelagem do sistema.

Termos e conceitos: relações entre sistemas

As relações entre sistemas referem-se ao uso do “sistema analisado” (por exemplo, produto) no contexto de um ou mais outros sistemas geralmente independentes (doravante “sistema de

contexto”). Ou seja, o sistema analisado não é parte regular do sistema de contexto e não contribui para a(s) sua(s) função(ões), mas tem essencialmente outras funções distintas. No entanto, o sistema analisado afeta o sistema de contexto por meio de uma cofunção, resíduos gerados (por exemplo, calor residual) ou emissões específicas¹¹². Ele pode, portanto, modificar o desempenho e as funções dos sistemas de contexto. Por essa razão, as relações entre sistemas podem, do ponto de vista metodológico, ser um caso especial de multifuncionalidade de processos ou produtos. Em outros casos, o sistema de contexto “trata” a emissão antes de sair da tecnosfera. Um exemplo seria o uso de um computador ou cafeteira como sistema analisado em um edifício de escritórios como sistema de contexto, em que o calor é tanto um coproduto (durante a estação fria) como um resíduo (na estação quente). Observe que ambos os sistemas também podem ser operados de forma proveitosa e totalmente independente, e não só nas relações entre parte e sistema. O sistema analisado e o sistema de contexto podem interagir de duas maneiras diferentes que exigem uma modelagem diferente:

Em um caso, uma ou mais funções secundárias do sistema analisado provocam mudanças na operação do sistema de contexto (para o exemplo apresentado acima, o calor gerado pelo computador analisado resulta em uma menor necessidade de aquecimento do prédio e/ou maior necessidade de arrefecimento – i.e., de tratamento do calor residual – dependendo da estação e do país).

Esse caso é metodologicamente muito semelhante à consequência marginal de curto prazo específica conhecida na modelagem consequencial (veja o capítulo 7.2.4.4) e é modelado de forma correspondente; esse aspecto será detalhado no respectivo capítulo. A principal diferença é que aqui a consequência atua diretamente e não por meio de mecanismos de mercado.

Na modelagem atribucional, a cofunção (por exemplo, o calor durante a estação fria) precisa ser alocada aplicando-se o procedimento de alocação de duas etapas mostrado no capítulo 7.9.3. Para a estação quente, quando o calor cogerado transforma-se em calor residual e não pode ser considerado um coproduto valioso que necessitaria de alocação, o “ar condicionado”, que é o processo de tratamento de calor residual efetivamente operado, deve ser modelado dentro da fronteira do sistema¹¹³.

Em outro caso, as mesmas funções secundárias podem não só mudar a operação do sistema de contexto como também alterá-lo – por exemplo, as máquinas instaladas ou outros bens usados para operar no sistema de contexto. Esse é o caso se a operação do sistema analisado for considerada no planejamento do sistema de contexto: por exemplo, a capacidade instalada dos equipamentos de aquecimento e/ou refrigeração do prédio pode ser diferente no exemplo anterior, se a produção de calor do computador for levada em conta ao se planejar o edifício de escritórios.

Esse caso é relevante para a modelagem atribucional se os futuros dados forem modelados de maneira atribucional (por exemplo, para a extrapolação de dados contábeis para anos futuros) e o sistema de contexto for modelado considerando ou não os efeitos do sistema analisado. Cabe ressaltar, no entanto, que essa não é uma questão metodológica da modelagem de consequências, mas da previsão do planejamento do sistema.

Para a modelagem consequencial, isso equivale metodologicamente à consequência marginal de longo prazo específica, com a diferença de que a mudança na capacidade instalada não é causada pela dimensão do efeito no mercado, mas em decorrência da relação específica e próxima entre sistemas no nível micro durante o planejamento do sistema de contexto. Esse caso é aplicável se as consequências secundárias forem explicitamente consideradas no planejamento do sistema de contexto.

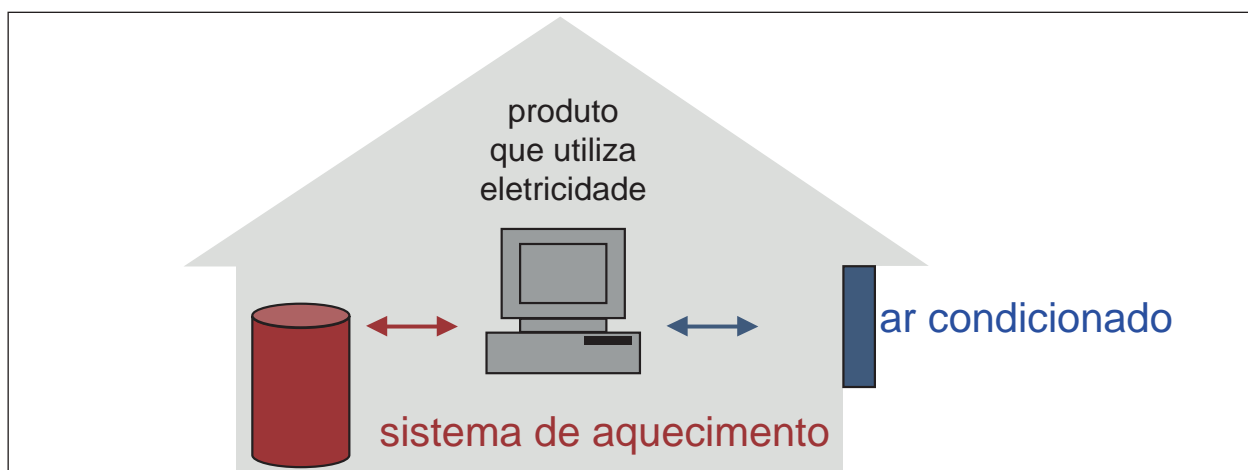
¹¹² Como essas “emissões” são lançadas dentro da tecnosfera, ou seja, do sistema de contexto, formalmente elas não constituem emissões, mas equivalem a emissões não tratadas como gás bruto ou efluentes brutos. Para simplificar, aqui elas são chamadas de emissões, analisando-as a partir da perspectiva do sistema analisado.

¹¹³ Observe que isso não é uma expansão do sistema.

Para saber qual dos dois casos se aplica, é necessário saber se as funções, emissões e resíduos secundários foram levados em conta no desenho do sistema de contexto.

Dessa forma, as relações entre sistemas são importantes para resolver a questão da multifuncionalidade de processos e produtos e são abordadas novamente nos respectivos capítulos junto com suas disposições específicas.

Figura 18 - Relações entre sistemas: exemplo de um produto que utiliza eletricidade (por exemplo, computador, cafeteira, geladeira, etc.) como sistema analisado que é operado dentro de um sistema de contexto (aqui: uma residência privada). O seu produto secundário “calor” resulta em uma menor necessidade de aquecimento na estação fria/em altas latitudes. Ao mesmo tempo, esse “calor residual” aumenta a demanda por ar condicionado na estação quente/em climas tropicais.



As disposições sobre as relações entre parte e sistema e entre sistemas são abordadas em vários capítulos que contêm disposições sobre a modelagem de ICV, com base nos conceitos detalhados aqui.

7.2.3 Identificação de processos na modelagem atribucional

(Refere-se a aspectos dos capítulos 4.2.3.3.2 e 4.3.2.1 da ISO 14044:2006)

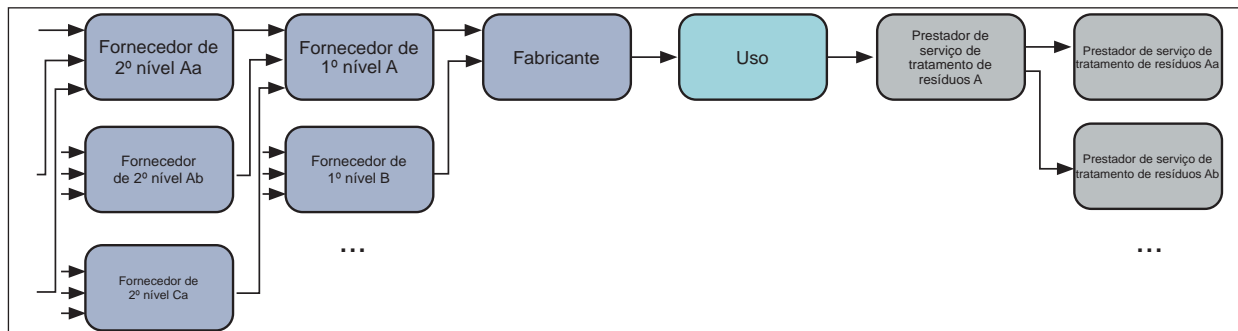
7.2.3.1 Introdução e visão geral

(Refere-se a aspectos dos capítulos 4.2.3.3.2 e 4.3.2.1 da ISO 14044:2006)

A modelagem atribucional descreve o sistema da maneira que ele pode ser observado/mensurado, vinculando os processos individuais na tecnosfera ao fluxo de matéria, energia e serviços (ou seja, à cadeia de abastecimento existente¹¹⁴) (veja a Figura 19 e veja, novamente, o quadro no capítulo 6.5.2).

¹¹⁴ No caso de extrapolação ou modelagem de cenário, essa também pode ser a futura cadeia de abastecimento.

Figura 19 - Modelo esquemático e simplificado do ciclo de vida da cadeia de abastecimento de um produto. O modelo do sistema retrata a cadeia de abastecimento efetiva da produção, o uso do produto e a cadeia de gestão de resíduos. O gráfico não mostra os processos de gestão de resíduos de produção, reciclagem, transporte e, por exemplo, outros processos de serviços incluídos de forma idêntica na cadeia de abastecimento efetiva.



Essa etapa de “atribuição” é crucial, mas só é abordada implicitamente na ISO. Consequentemente, diferentes abordagens foram desenvolvidas na prática, resultando em fronteiras de sistema, modelos e resultados finais inconsistentes.

Os subcapítulos a seguir fornecem orientações passo a passo para a identificação de processos que devem ser atribuídos ao sistema analisado na modelagem atribucional.

A questão da preferência pela coleta de dados específicos ou pela obtenção de conjuntos de dados médios ou genéricos e da decisão de trabalhar com dados de processos unitários ou com resultados de ICV é abordada no capítulo 7.3.

7.2.3.2 Processos a serem atribuídos ao sistema analisado

(Refere-se a aspectos dos capítulos 4.2.3.3.2 e 4.3.2.1 da ISO 14044:2006)

Introdução e visão geral

O texto a seguir permite uma identificação reproduzível de processos que devem ser incluídos nas fronteiras do sistema.

Como ponto de partida, vale lembrar que o objetivo da modelagem atribucional é o de descrever a realidade dos processos e estágios de ciclo de vida do sistema analisado (na medida necessária para o sistema analisado) em analogia com a cadeia de abastecimento, estágio de uso e fim da vida útil: de forma correspondente, qualquer processo que lida fisicamente com o produto analisado (sistema) e com os bens e serviços usados fisicamente para produzi-lo ou que gera custos para a produção, uso ou tratamento de resíduos, tende a ser parte das fronteiras do sistema.

Para a produção de bens, prestação de serviços e tratamento de resíduos e produtos em fim de vida útil, a identificação dos processos a serem atribuídos é, portanto, bastante simples. Critérios adicionais devem ser usados para o estágio de uso pelo consumidor final. Na prática, no entanto, essa simplicidade parece nem sempre resultar na identificação adequada dos processos necessários. Por essa razão, são necessárias orientações.

Conceitualmente, essas orientações começam com a unidade funcional ou fluxo de referência do sistema (ou seja, a partir do processo central do sistema de primeiro plano) para verificar sistematicamente os processos a serem incluídos em todo o sistema de primeiro plano. Segue-se então uma lógica descritiva “cadeia de abastecimento - uso - fim da vida útil” para identificar todos os fluxos de produtos e resíduos (ou suas unidades funcionais) que atravessam a fronteira para ou a partir do sistema de segundo plano. Todos os processos que, dessa maneira, podem ser atribuídos e relacionados quantitativamente àquele processo devem ser identificados

e quantificados. Os fluxogramas de processos técnicos para os processos do sistema de primeiro plano inicialmente disponíveis ou desenvolvidos ou ampliados durante o procedimento a seguir ajudam nas etapas de coleta de dados de inventário, de controle de qualidade intermediário e – caso previsto – da revisão de terceiros.

Durante o trabalho, é recomendável documentar os processos identificados do sistema de primeiro plano e as ligações com o sistema de segundo plano em um fluxograma para cada sistema analisado. Esse fluxograma pode ser desenvolvido a partir do modelo inicial elaborado durante a definição da fronteira do sistema e pode servir de ponto de partida para o planejamento subsequente da coleta de dados. A versão final desse fluxograma também pode ser incluída na documentação do conjunto de dados ou relatório final.

Observe também que, na prática, não há necessidade de identificar os outros níveis mais indiretos para um processo analisado se

- o processo identificado e a ser incluído integrar o sistema de segundo plano e
- um conjunto de dados de ICV de qualidade suficientemente boa para esse processo e seu ciclo de vida (mais a montante ou a jusante) estiver disponível em estudos anteriores ou puder ser obtido junto a terceiros fornecedores de dados.

Identificação dos processos

Ao analisar a identificação de uma perspectiva mais funcional/técnica, os seguintes níveis de processos devem, em princípio,¹¹⁵ ser atribuídos ao processo ou sistema analisado, começando com a unidade funcional ou fluxo de referência do sistema, ou seja, seu processo central no nível 0(zero). Cabe ressaltar que as etapas seguintes não constituem requisitos rigorosos, exatos e completos, mas ajudam a estruturar o processo de identificação dos processos a serem incluídos para os quais dados são necessários (veja também a Figura 20):

Nível 0 - processo central ou sistema analisado

- No nível¹¹⁶ 0 encontra-se o processo do sistema de primeiro plano que fornece diretamente a(s) unidade(s) funcional(is) analisada(s) ou fluxo(s) de referência como sua função: por exemplo, uma “injetora¹¹⁷” que produz uma peça de plástico como produto, um “caminhão” usado para prestar um serviço de transporte como sua função, um “campo” para o cultivo de trigo e palha como bens, uma “lâmpada” usada para fornecer luz como serviço, um “forno de incineração de resíduos” que trata os resíduos como um serviço, um “aspirado de pó” usado para prestar um serviço de limpeza de tapetes em residências particulares, etc. Observe que alguns desses processos são bens, enquanto outros são serviços ou sistemas entre produto e serviço. Alguns processos

¹¹⁵ Observe que, na prática, a relevância dos diversos processos para o impacto ambiental global do sistema analisado difere muito. Normalmente, apenas um número bastante limitado de processos e fluxos contribui de maneira efetiva e relevante para o impacto geral. A aplicação de regras de corte e o parecer de especialistas ajudam a identificar, de maneira efetiva e eficaz, os processos realmente relevantes a serem atribuídos.

¹¹⁶ Observe que esses níveis são usados como orientações simples e pragmáticas e que a definição exata dos níveis pode ser feita de maneira ligeiramente diferente, dependendo do nível do processo (ou seja, caixa preta ou operação individual) analisado. Isso não afeta a aplicabilidade das orientações, uma vez que os níveis são apenas para fins de orientação básica.

¹¹⁷ Observe que uma “máquina”, por exemplo, não constitui um processo; o processo é a operação da máquina. Para maior simplicidade e clareza, os equipamentos usados ou outro tipo de sistema que executa o processo são usados como sinônimos para o processo do nível.

podem ser fisicamente percebidos como pessoas¹¹⁸ (por exemplo, um “pintor”¹¹⁹ que pinta uma fachada). Além disso, a fase de uso dos produtos é abrangida nesse nível. Observe que o mesmo se aplica ao se trabalhar com processos genéricos que combinam propriedades de um ou mais processos. De maneira análoga, o mesmo se aplica no caso da análise de sistemas mais amplos (por exemplo, um evento, a mobilidade individual dos cidadãos de um país inteiro ou o consumo governamental total no país como indicadores contábeis): A diferença é que mais de um processo de nível 0 deve ser identificado para, juntos, fornecerem a unidade funcional do sistema.

Nível 1 – incorporação física no bem¹²⁰

- No nível 1 estão os bens que acabam sendo incorporados fisicamente (parcial ou totalmente) no bem analisado ou em outros bens que integram o sistema: estendendo os exemplos iniciais, esses bens são, entre outros, o “polímero LPPE” incorporado à injetora para produzir a peça de plástico mencionada acima ou o “fertilizante N-P-K” que é parcialmente incorporado às plantas de trigo cultivadas no campo. Outros exemplos: “peças de aço inoxidável” específicas montadas para formar um produto complexo, o “benzeno” e “cloro” inseridos em um reator que produz diversos benzenos clorados como coprodutos, a “tinta” usada para pintar a fachada, etc.

Nível 2 – contato com o processo central ou bem analisado

- No nível 2 encontram-se os bens e serviços que estão apenas em contato com o bem ou o processo de nível 0 por desempenhar uma função em apoio à realização da função analisada: por exemplo, materiais auxiliares como “óleos de desmoldagem” para liberar a peça plástica da injetora; o “diesel”, “graxa” e outros materiais de consumo necessários para operar o caminhão; “pesticidas” que ajudam o trigo a atingir a produtividade desejada; tanto a “eletricidade” que faz a lâmpada funcionar como o “suporte”, os “acessórios” e a “embalagem” da lâmpada; “combustíveis” complementares para garantir que a temperatura necessária para a incineração dos resíduos seja alcançada; a “luz” e o “calor” fornecidos na linha de produção para que os trabalhadores possam montar produtos complexos, bem como o “salão” dessa linha que os protege contra as intempéries; os “materiais de embalagem” do aspirador de pó e da tinta; os “catalisadores” que apoiam a produção dos benzenos clorados. Outros exemplos: “detergentes” e “água quente” usados no processo de limpeza de um chão; “solventes” usados na tinta aplicada em uma oficina de pintura, etc. Esses processos de nível 2 incluem relações entre parte e sistema que merecem atenção especial; veja o quadro relacionado no capítulo 7.2.2.

Nível 3 – serviços para o processo ou sistema central

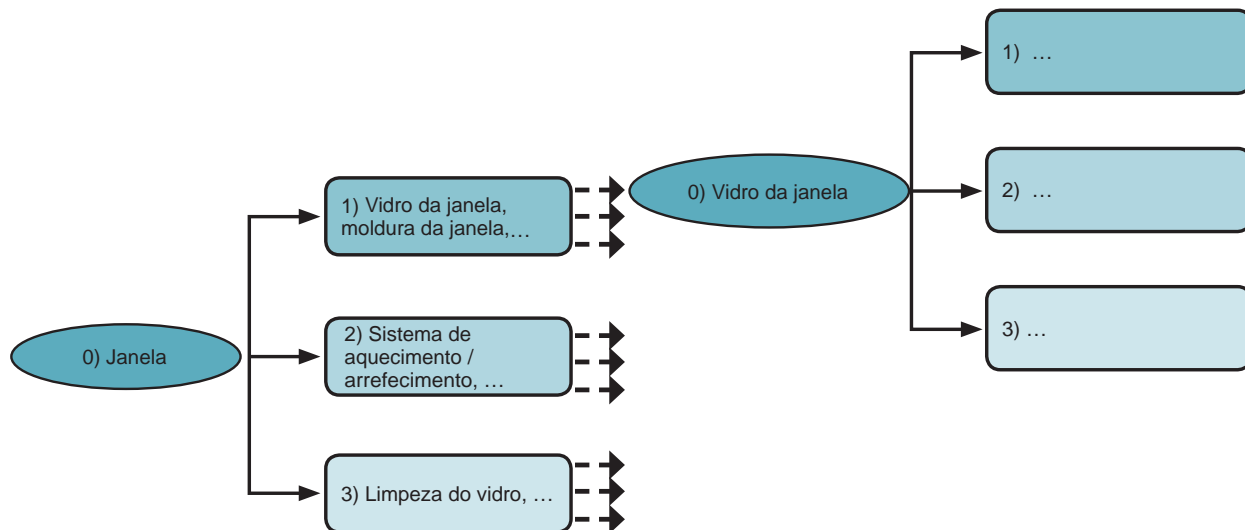
- No nível 3 estão os processos que não têm qualquer tipo de contato com os equipamentos do processo analisado ou os bens analisados ou desempenhariam uma função direta na prestação do serviço, mas que são necessários, no entanto, para funcionar em segundo plano em relação ao processo. Entre os exemplos, podemos citar os seguintes: administração, guarda, serviços de marketing e jurídicos, etc.

¹¹⁸ Observe que, pela prática comumente aplicada, os processos que satisfazem as necessidades individuais gerais (alimentação, moradia etc.) dessas pessoas que, por exemplo, contribuem, como trabalhadores, para a produção de bens, etc., NÃO devem ser incluídos no sistema de produto analisado. No caso de atividades humanas fisicamente extenuantes como parte de um sistema de produto analisado, a necessidade adicional de calor deve ser incluída, caso seja relevante de acordo com os critérios de corte.

¹¹⁹ Em uma análise mais restrita, o “pincel” é o bem que realiza o processo de “pintura”, mas isso seria muito confuso.

¹²⁰ Essa etapa não se aplica a serviços analisados.

Figura 20 - Identificação dos processos dentro da fronteira do sistema, começando do processo central ou sistema analisado. Exemplo ilustrativo de uma janela: A janela é o sistema analisado e, por isso, definida como nível 0 (figura oval à esquerda). Após a identificação dos processos nos níveis 1 a 3, cada um deles se torna um novo processo de nível 0 (nesse caso: “vidro da janela” na figura oval no meio). Os processos relacionados nos níveis 1 a 3 são identificados para cada um dos novos processos de nível 0, e assim por diante.



Processos indiretos para além do nível 3

- Acima do nível 3 estão os processos adjacentes que, na verdade, não estão diretamente relacionados ao processo ou sistema central analisado, mas aos processos identificados nos níveis 1 a 3. Esses processos indiretos são identificados analisando agora cada um dos processos identificados como nível 1 a 3 e que integram o sistema de primeiro plano (ou conectam o sistema de primeiro plano ao de segundo plano), aplicando a mesma lógica dos níveis 0 a 3 (veja também a Figura 20). Esse procedimento é repetido novamente para os processos do nível seguinte dessa maneira e assim por diante. Observe que isso não resulta em uma lista interminável de processos a serem incluídos, uma vez que, com a aplicação das regras de corte – com base na experiência em processos semelhantes e no parecer de especialistas –, a grande maioria deles pode ser excluída. (Para saber mais sobre a aplicação de regras de corte, veja os capítulos 7.4.2.11 e 9.3.2). Exemplos de processos relacionados apenas de maneira indireta (via outros processos) ao processo de nível 0 inicialmente analisado incluem, entre outros, a “produção”, “manutenção”, “reparação”, etc., de quaisquer dos equipamentos acima, como a injetora, a lâmpada, o caminhão, o salão, o reator, etc. Outros exemplos são os “tratores” que distribuem os fertilizantes e pesticidas em questão no campo de plantação. Além disso, podemos citar a “P&D” dos equipamentos e processos, “serviços judiciais corporativos”, “atividades corporativas de marketing”, “viagens de negócios”, “deslocamento dos funcionários para o trabalho”, etc.

Erros frequentes: Exclusão geral ou irrefletida de tipos de atividades

Como discutido no capítulo 6.6.2, na prática de ACV, há casos frequentes da omissão, sem justificativas suficientes, de determinados tipos de atividades que deveriam ser atribuídas ao sistema analisado. Entre esses processos, os mais comuns são serviços e bens de investimento. Embora possa ser justificável, por exemplo, ignorar a construção e demolição de uma central elétrica ao modelar a produção de eletricidade (dependendo, é claro, dos critérios de corte definidos), a relevância limitada de bens de investimento certamente não se aplica de um modo geral. Da mesma maneira, muitas vezes a relevância quantitativa de muitos serviços é limitada, mas obviamente esses casos também não podem ser generalizados. Um bom exemplo é uma usina de energia eólica, em que a produção e manutenção da usina compõem a grande maioria dos impactos.

Deve-se verificar para o caso em questão, com base em aproximações e experiências anteriores, que fluxos de produtos e resíduos e que processos podem ou não ser excluídos de acordo com os critérios de corte. Os capítulos 7.4.2.11 e 9.3.2 apresentam as respectivas orientações sobre processos unitários e o capítulo 7.8 sobre sistemas. Esse procedimento não pode ser feito no nível geral “tipo de atividade”, a menos que seja qualitativamente justificado. ■

7.2.3.3 Descrição inicial de processos identificados

(Refere-se a aspectos dos capítulos 4.2.3.3.2 da ISO 14044:2006)

A descrição inicial é necessária, principalmente, para os processos do sistema de primeiro plano. Essa descrição será revisada durante a coleta e documentação dos dados de processos unitários. Detalhes sobre documentação estão disponíveis no capítulo 10 do ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance.

A menos que o produto da ACV seja um conjunto de dados de processos unitários: para os fluxos de produtos que conectam o sistema de primeiro plano ao de segundo plano, é necessário elaborar uma especificação detalhada, inclusive da sua função e unidade funcional.

Disposições: 7.2.3 Identificação de processos na modelagem atribucional

Aplicável à Situação A e C, bem como ao(s) modelo(s) de ciclo de vida da Situação B, exceto as etapas dos processos afetadas por consequências em larga escala. Também se aplica aos cenários hipotéticos na Situação B para os quais será aplicada a modelagem atribucional.

Totalmente aplicável a resultados de ICV, sistemas parcialmente concluídos, resultados de AICV e estudos de ACV (e, no caso de processos unitários, apenas para completar o modelo de sistema para verificação da completude e aproximação precisa).

No caso de processos unitários de caixa preta como o produto, apenas os processos que deverão ser incluídos, bem como os fluxos de produtos e resíduos que entram ou saem do processo unitário, devem ser identificados.

Para processos unitários de operação individual, apenas os fluxos de produtos e resíduos que entram ou saem do processo unitário devem ser identificados e especificados; nesse caso, o fluxograma técnico em questão consiste apenas em um processo, além dos fluxos de produtos e resíduos.

- I) **OBRIGATÓRIO - Identificação de processos dentro da fronteira do sistema:** todos os processos qualitativamente relevantes a serem atribuídos ao(s) sistema(s) analisado(s) e que se situam dentro da fronteira do sistema devem ser identificados: [ISO+]
 - I.a) **Comece do processo central:** essa identificação deve começar a partir da unidade funcional ou fluxo de referência do sistema (ou seja, a partir do processo central do sistema de primeiro plano ou do próprio sistema analisado). (7.2.3.2)

- I.b) **Sistema de primeiro plano:** ela deve ser gradativamente ampliada para todo o sistema de primeiro plano. Seguindo uma lógica descritiva “cadeia de abastecimento - uso - fim da vida útil”, ela deve identificar, na maior medida possível, todos os fluxos de produtos e resíduos relevantes (ou suas unidades funcionais) que atravessam a fronteira para ou a partir do sistema de segundo plano. (7.2.3.2)
- I.c) **Sistema de segundo plano:** os processos do sistema de segundo plano devem ser identificados seguindo a mesma lógica “cadeia de abastecimento - uso - fim da vida útil” aplicada no sistema de primeiro plano. Um procedimento sistemático recomendado de identificação é detalhado no texto principal do capítulo. (7.2.3.2)

Observe que é prática corrente incorporar o sistema de primeiro plano a um sistema de segundo plano geral desenvolvido por terceiros ou internamente de resultados de ICV ou processos unitários. Na prática, isso significa que a identificação descrita acima termina com a identificação dos fluxos de produtos e resíduos que conectam o sistema de primeiro plano ao de segundo plano. Sistemas ou processos que possam estar ausentes nesse sistema de segundo plano geral são, para um determinado caso e conforme a necessidade, coletados ou obtidos junto a terceiros para o sistema analisado.

- I.d.) **Justifique e documente exclusões:** qualquer exclusão de processos individuais ou tipos de atividades relevantes deve ser justificada com base nos critérios de corte (como definido no capítulo 6.6.3).

Essas exclusões podem se basear em experiências anteriores, inclusive naquelas detalhadas em documentos correlatos de orientação específica sobre sistemas/grupos de produtos ou Regras de Categorias de Produtos (RCP). A verificação sistemática é descrita juntamente com o mesmo procedimento para o controle de qualidade intermediário de processos unitários e a aplicação de critérios de corte nos capítulos 7.4.2.11 e 9.3.2, respectivamente. Em princípio, devem ser inventariados todos os processos a serem atribuídos ao sistema, na medida em que contribuam de maneira relevante para os impactos ambientais globais do sistema analisado. Em princípio, isso inclui – dependendo dos estágios de ciclo de vida incluídos e da fronteira do sistema de modo geral – atividades como, por exemplo, mineração, beneficiamento, fabricação, uso, reparação e manutenção, transporte, tratamento de resíduos e outros serviços adquiridos vinculados ao sistema analisado, tais como serviços de limpeza e jurídicos, marketing, produção e desativação de bens de capital, operação de instalações como lojas de varejo, locais de armazenagem, escritórios de administração, transporte de funcionários do lar para o trabalho, viagens a negócios, etc. (7.2.3.2)

- I.e.) **Relações entre parte e sistema e entre sistemas:** as relações entre parte e sistema e entre sistemas merecem atenção especial (por exemplo, para produtos relacionados com energia) e devem ser inventariadas corretamente (o capítulo 7.2.2. apresenta os conceitos). (7.2.3.2)
- I.f) **Fluxograma técnico, listas de produtos e resíduos do/para o sistema de segundo plano:** é recomendável usar o esquema de fronteira do sistema para obter uma visão geral. Fluxogramas técnicos do sistema de primeiro plano e listas dos produtos e resíduos que ligam o sistema de primeiro plano ao de segundo plano podem ser usados para documentar as principais fontes de recursos e países parceiros comerciais para obtenção de dados de *mix* de consumo e rotas de produção, etc. Essa pode ser a base para o planejamento de coleta de dados e o ponto de partida para a documentação posterior. (7.2.3.1)

Observe que é possível que processos individuais no sistema de segundo plano também precisem ser identificados – no contexto da identificação de questões sensíveis (veja 9.2) ou caso seja necessário para atender ao objetivo específico do estudo.

Os requisitos sobre a representatividade tecnológica, geográfica e temporal do capítulo 6.8 devem ser atendidos. (7.2.3.2)

Observe que a lista inicial resultante de fluxos de processos, produtos e resíduos normalmente precisará ser refinada em função dos resultados obtidos após a conclusão do modelo inicial de ciclo de vida, da avaliação de impactos e da interpretação.

- II) **OBRIGATÓRIO - Descrição inicial de processos:** é recomendável fornecer uma descrição inicial dos processos unitários identificados do sistema de primeiro plano, bem como os detalhes das unidades funcionais dos fluxos de produtos e resíduos que o vinculam ao sistema de segundo plano. Essa descrição deve ser atualizada nas etapas iterativas do trabalho de ICV e, no fim, deve refletir os processos unitários finais do sistema de primeiro plano. (7.2.3.3)

7.2.4 Identificação de processos na modelagem consequencial

(Refere-se a aspectos dos capítulos 4.2.3.3.2, 4.2.3.6.2 e 4.3.2.1 da ISO 14044:2006)

7.2.4.1 Introdução e visão geral

(Refere-se a aspectos dos capítulos 4.2.3.3.2, 4.2.3.6.2 e 4.3.2.1 da ISO 14044:2006)

Introdução

Se a abordagem de modelagem for consequencial, as consequências relevantes e os processos relacionados devem ser identificados da maneira detalhada abaixo. Isso é relevante exclusivamente para casos de multifuncionalidade nas Situações A, B e C1, para processos afetados por “grandes” mudanças (consequências em larga escala) na Situação B e para os “cenários presumidos” na Situação B, caso incluam a modelagem consequencial. Embora este capítulo descreva a abordagem consequencial detalhadamente, **cabe ressaltar que são feitas algumas simplificações importantes nas disposições sobre as Situações A, B e C1** para tornar o trabalho muito mais simples, sem mudar significativamente a robustez dos resultados (veja o capítulo 6.5.4). Exclusivamente para processos afetados por “grandes” mudanças (consequências em larga escala) na Situação B e nos cenários presumidos da Situação B, este capítulo deve ser aplicado de maneira detalhada.

A estrutura “consequencial” de modelagem de ICV tem por objetivo identificar as consequências de uma decisão no sistema de primeiro plano sobre outros processos e sistemas da economia e baseia o sistema a ser analisado nessas consequências.

Um aspecto importante da modelagem consequencial é que seu objetivo não é descrever os processos reais (por exemplo, dos fornecedores de determinada cadeia de abastecimento de um produto) da mesma maneira que a modelagem atribucional, mas sim modelar as consequências previstas de decisões. Essas consequências são os processos que se presume serem operados em reação à decisão em questão. Em mercados irrestritos e totalmente informados, elas serão, em geral, os processos que fornecem a função necessária (e os processos que uma cofunção substituiria) da maneira mais eficaz em termos de custos. No entanto, mercados sem restrições e totalmente informados são um caso teórico e ideal. Na prática, outros aspectos devem ser levados em consideração.

Consequências primárias e secundárias e restrições

Uma ampla gama de mecanismos é discutida entre profissionais de ACV: como uma decisão no sistema de primeiro plano afeta outros processos e produtos e quais são as consequências primárias e secundárias (o conceito de consequências secundárias é explicado no capítulo 7.2.4.2). Esses mecanismos variam desde a necessidade de construir novas unidades de produ-

ção em decorrência da exigência adicional de materiais, peças, etc., até o deslocamento de mercado de produtos concorrentes devido a mudanças marginais de preços de mercado, mudanças no comportamento dos consumidores, entre outros. No entanto, além das consequências de longo alcance, muitas vezes as consequências secundárias e restrições neutralizam e compensam, parcial ou totalmente, as consequências primárias ou as transformam em outras consequências. Entre elas estão, por exemplo, a elasticidade da economia, as mudanças que neutralizam a demanda pelo produto analisado, a redução do consumo de produtos adicionais necessários em outros sistemas devido a mudanças de preços de mercado e muitas outras consequências secundárias (como os chamados “efeitos de ricochete”), além de restrições contratuais, políticas e de outra natureza.

Conhecimentos necessários

Para identificar as consequências detalhadas e os processos marginais, além do conhecimento em ACV, também é necessário contar com os seguintes conhecimentos, embora isso dependa de quais mecanismos e modelos serão considerados na modelagem consequencial:

- conhecimento sobre a previsão de desenvolvimento tecnológico (curva de aprendizagem, curvas de experiência)
- desenvolvimento de cenários;
- previsão de custos de mercado e de mercados;
- modelagem de custos tecnológicos;
- modelagem de equilíbrio geral;
- modelagem de equilíbrio parcial.

Visão geral

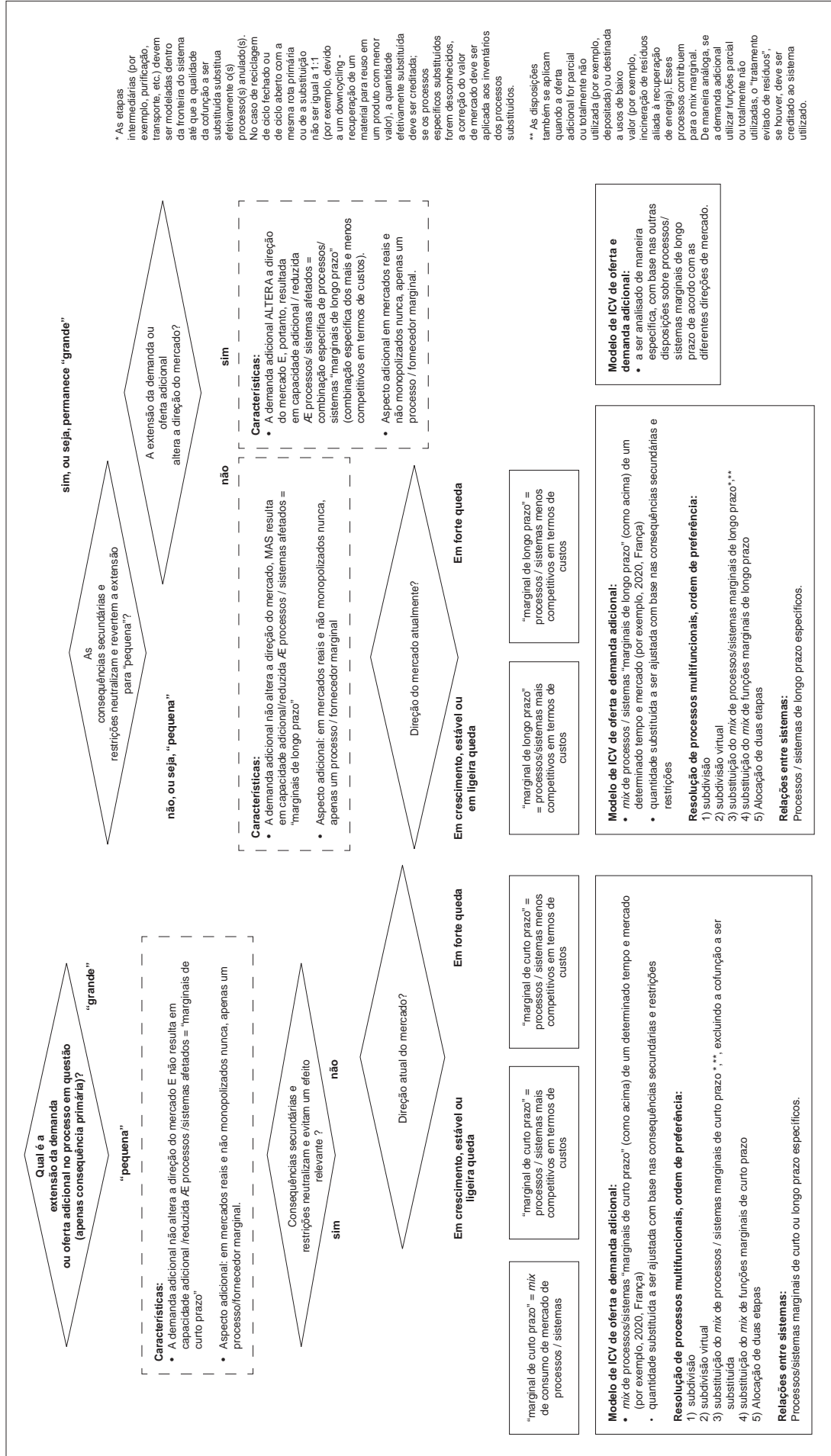
Os subcapítulos a seguir explicam as etapas necessárias para modelar as consequências na modelagem consequencial:

- A primeira etapa para identificar os processos marginais que fornecem a função e os processos substituídos é identificar/decidir quais consequências primárias e secundárias e restrições devem ser integradas no modelo. (capítulo 7.2.4.2).
- A próxima etapa é a identificação dos processos operados ou deslocados em decorrência das consequências identificadas (capítulo 7.2.4.4).
- Após analisar as consequências consideradas e levar em conta as restrições selecionadas, os processos são identificados e o ciclo de vida consequencial é modelado de maneira gradual. Esse processo começa com a decisão analisada no sistema de primeiro plano.

A Figura 21 fornece um panorama esquemático das disposições relativas à identificação de processos na modelagem consequencial. Observe, contudo, o conjunto de disposições simplificadas para a Situação A e B apresentadas nos capítulos 6.5.4.2 e 6.5.4.3.

Figura 21 - Árvore de decisões na modelagem consequential¹¹¹. Para termos, conceitos e explicações, veja o texto. Para disposições formais e detalhadas, veja “Disposições”.

¹¹¹ Observe que as disposições específicas para as Situações A e B usam algumas simplificações, como detalhado nos capítulos 6.5.4.2 e 6.5.4.3.



A coleta de dados de processos unitários individuais é, em princípio, a mesma que a realizada na modelagem atribucional e abordada conjuntamente no capítulo 7.3.

O uso de dados de segundo plano médios e genéricos é discutido separadamente no capítulo 7.6.

7.2.4.2 Consequências a serem consideradas

(Nenhum capítulo correspondente na ISO 14044:2006, mas refere-se a aspectos dos capítulos 4.2.3.3.2, 4.2.3.6.2 e 4.3.2.1)

Sempre que a modelagem consequencial for aplicada na prática, deve-se decidir sobre as consequências relevantes a serem levadas em conta.

Uma questão fundamental na modelagem consequencial é a compreensão quantitativa do mercado e de como as mudanças diretas e indiretas na oferta e demanda do bem ou serviço analisado atuam no mercado no sentido de provocar mudanças efetivas na demanda e oferta de outros bens e serviços.

A gama de questões que podem ser inseridas em estudos consequenciais de ACV é vasta e pode exigir, explícita ou implicitamente, a inclusão de uma grande variedade de consequências. Não há como identificar isso de uma maneira genérica de aplicação geral. As decisões devem, portanto, ser tomadas para cada caso específico.

A despeito disso, as seguintes disposições, que oferecem orientações básicas sobre essa questão, se aplicam:

As seguintes consequências primárias devem ser avaliadas para fins de inclusão (a menos que já sejam, de alguma maneira, explicitamente necessárias ou diretamente derivadas do objetivo específico do estudo):

- (a) Processos operados como consequência direta de mercado da decisão de satisfazer a demanda adicional de um produto (ou seja, “modelagem consequencial de consequências diretas; aplicado a todo o sistema”).
- (b) Processos que substituem/complementam cofunções de processos de multifuncionalidade situados dentro da fronteira do sistema (ou seja, “resolução da questão da multifuncionalidade por meio da substituição”)

Apesar de serem secundárias, as seguintes consequências devem ser avaliadas para inclusão¹²¹. Observe que elas podem neutralizar as consequências primárias e compensá-las parcial ou completamente; nesse caso, elas constituem efeitos de ricochete.

- Aumento da demanda geral por uma cofunção não necessária caso seu preço de mercado seja reduzido devido à sua disponibilidade adicional como consequência secundária de uma demanda adicional pela cofunção analisada.
- Efeito de incentivo sobre processos para aumentar sua eficiência como consequência secundária do aumento do preço da(s) sua(s) cofunção(ões) determinante(s) em decorrência de uma maior demanda. Por exemplo, aumento das taxas de reciclagem (com uma maior coleta, separação mais adequada, etc.) como consequência do aumento do preço de mercado do bem secundário, compensando parcialmente a substituição da rota primária; ou o aumento da produtividade de culturas de biocombustíveis (por meio da aplicação de mais fertilizante, etc.) como consequência do aumento do

¹²¹ Observe que, para determinados casos, as consequências secundárias podem não ser aplicáveis de maneira nenhuma ou seria muito difícil interpretá-las/transfê-las. Isso é frequentemente causado por restrições ao processo/sistema analisado ou suas cofunções. Em alguns casos, os efeitos podem ser tão fortes, que a consequência não atua por meio de um mercado homogêneo, mas diretamente (por exemplo, aquecimento de um bairro com a restrição de uma mobilidade bastante limitada do coproduto calor). Nesses casos, deve-se considerar a possibilidade de modelar a situação específica ou genérica em vez de uma consequência de mercado.

preço de mercado dos biocombustíveis, compensando parcialmente a demanda adicional pelo uso indireto da terra exemplificada anteriormente.

- Redução da demanda por funções concorrentes (por exemplo, produtos) de uma cofunção não necessária como consequência secundária da diminuição do preço dessa cofunção não necessária resultante do aumento da demanda pela cofunção analisada e da disponibilidade adicional de sua cofunção não necessária.
- Mudanças nos comportamentos do consumidor (por exemplo, uso adicional de carros nas cidades como consequência secundária da redução de engarrafamentos em decorrência de uma melhor gestão de tráfego ou de transportes públicos atrativos).

Consequências que só devem ser levadas em conta se forem temas diretos do trabalho e indicadas de forma correspondente na definição do objetivo, mas não para estudos consequenciais de um modo geral. Entre outras:

- Aumento do consumo geral dos consumidores em decorrência da redução do preço de um produto (uma vez que podem economizar o dinheiro e gastá-lo com outros produtos). Observe que essa consequência secundária é neutralizada pelo fato de os trabalhadores na cadeia de abastecimento do produto mais barato receberem um salário menor e, portanto, consumirem menos.
- Mudança nos padrões de consumo como consequência secundária de uma maior disponibilidade de tempo dos consumidores em decorrência de um bem de consumo que poupa o tempo do consumidor (por exemplo, máquina de lavar louça *versus* lavagem manual).
- Aceleração de investimentos no produto/tecnologia analisada ou em produtos ou tecnologias concorrentes (por exemplo, energia solar ou tecnologias energéticas concorrentes).

Termos e conceitos: consequências secundárias

Consequências secundárias também são conhecidas como “efeitos de ricochete”, “efeitos rebote”, “efeitos de compensação”, “efeitos cascata”: ao modelar as consequências no mercado em decorrência da decisão de produzir um bem, há uma ampla gama de mecanismos que podem neutralizá-las e até compensá-las parcial ou completamente, daí o termo “efeito de ricochete”. Essas consequências secundárias, no entanto, podem aumentar os efeitos da consequência identificada ou causar consequências completamente diferentes das diretas, que são modeladas considerando apenas as consequências primárias. Por essa razão, o termo mais amplo e abrangente “consequências secundárias” é usado aqui¹²².

É importante ressaltar que normalmente esses efeitos estão longe de ser lineares e, quando determinados limiares são ultrapassados, o efeito pode ser uma mudança completa de partes do mercado (por exemplo, quando os custos de produção da energia eólica a tornam plenamente competitiva em certos segmentos do mercado). Uma lista desses mecanismos pode ser encontrada acima deste quadro.

¹²² Uma característica relevante é que as consequências primárias e secundárias sobre o inventário do sistema de produto analisado podem ser tanto positivas como negativas, dependendo da consequência específica. A questão de o mercado estar em alta ou em baixa também desempenha um papel importante na identificação do processo marginal substituído em cenários futuros altamente incertos. Para o modelo do sistema de produto principal, a tendência é de impactos mais significativos que os obtidos com a modelagem atribucional no caso de mercados em crescimento ou menos expressivos no caso de mercados em queda. Na verdade, os respectivos processos substituídos representam (muito aproximadamente) os extremos em termos do melhor e pior desempenho ambiental no mercado daquele produto, a menos, no entanto, que as limitações de investimento possam resultar na instalação de tecnologias mais antigas em um mercado crescente. Para resolver a questão da multifuncionalidade, a possível influência sobre os resultados é maior, uma vez que outros tipos de produtos são frequentemente substituídos. Isso significa que a incerteza de saber se um mercado específico de um material ou peça, por exemplo, está em alta ou em baixa é um fator muito substancial que pode mudar o resultado da análise.

Essa lista indica a complexidade da identificação e, sobretudo, quantificação das consequências que normalmente são muito específicas. Para algumas delas, observa-se inclusive a falta de modelos teóricos para capturar as diversas consequências primárias e secundárias e suas interações. Obviamente, esse não seria um problema inerente apenas a ACV, mas a todos os modelos que visam prever a evolução do mercado e da sociedade.¹²³

7.2.4.3 Restrições e outras imperfeições de mercado a serem levadas em conta

Mercados reais enfrentam diversas restrições e outras imperfeições mercadológicas. Além disso, os mercados reais não são totalmente informados, ou seja, as tecnologias e produtos presentes no mercado não são apenas os mais competitivos em termos de custos.

Da mesma maneira que os mecanismos e consequências, as restrições também podem ser muito diversas. Não há como identificar as restrições relevantes de uma maneira geral. Por essa razão, elas devem ser identificadas para cada caso.

A despeito disso, as seguintes orientações, que fornecem orientações básicas sobre essa questão, são feitas:

As restrições que devem ser levadas em consideração na modelagem consequencial são:

- Contratos de fornecimento ou cooperações de longo prazo existentes que não podem ser facilmente alterados
- Custos proibitivos que dificultam mudanças, como a mobilidade limitada de produtos (por exemplo, de materiais básicos de construção por longas distâncias, do calor)
- Medidas políticas/restrições legais existentes ou previstas que estimulam a percepção de desenvolvimentos positivos ou neutralizam a percepção de desdobramentos negativos (por exemplo, taxas de devolução para materiais de embalagem, proibição de aterros sanitários e outras restrições relacionadas a tecnologias, incentivos fiscais verdes para, entre outras, a energia solar, proibição de materiais, etc.)
- Não escalabilidade da oferta de produtos ou recursos naturais necessários para o sistema modelado. Por exemplo, hidrelétrica, dependendo do país/mercado (veja também o capítulo 6.8.2), ou materiais reciclados que já alcançam uma taxa de reciclagem próxima a um nível máximo viável. Coprodutos totalmente utilizados e dependentes de produção conjunta, cuja escala de produção não pode ser aumentada, estão entre esse tipo de restrição.
- Monopólios, em que não há opção de escolher o fornecedor ou tecnologia

Restrições que também podem ser levadas em conta na modelagem consequencial:

- Outras restrições existentes ou previstas que aumentam, reduzem ou bloqueiam uma consequência primária ou secundária.

¹²³ Um efeito pode ser ilustrado para mostrar a dificuldade de se identificar o processo substituído em decorrência da complexidade das consequências inter-relacionadas no mercado. Ele serve, também, para ilustrar a grande robustez de se usar, por exemplo, o mix de mercado em substituição como um requisito simplificado: neutralizar mudanças nos preços de mercado devido à disponibilidade adicional de coprodutos. Na modelagem consequencial clássica, a disponibilidade adicional do material coproduzido “X” substituiria/evitaria a produção do material menos competitivo em termos de custos “Y” (ou outra rota de produção para o material “X”: “Xa”). Isso seria creditado subtraindo-se o inventário de “Y” (ou “Xa”). No entanto, a disponibilidade adicional de “X” também resulta – seguindo a mesma lógica das consequências de mercado – na diminuição marginal do preço de mercado de “X”. Isso significa que “X” se torna economicamente mais atraente em relação a outros materiais concorrentes com função equivalente (por exemplo, “U” e “Z”) em todos os tipos de aplicações. Como consequência marginal, uma quantidade ligeiramente menor dos materiais “U” e “Z” seria produzida, uma vez que, em certa medida, eles seriam substituídos por “X”. Por essa razão, é possível argumentar que a produção de mix de mercado de “U” e “Z” também deve ser substituída pelo material coproduzido “X”, e não apenas “Y” ou “Xa”, considerando apenas as consequências primárias.

7.2.4.4 Identificação dos processos da modelagem consequencial

(Nenhum capítulo correspondente na ISO 14044:2006, mas refere-se a aspectos dos capítulos 4.2.3.3.2, 4.2.3.6.2 e 4.3.2.1)

Visão geral

O próximo passo é o de identificar os processos específicos que devem ser modelados, ou seja, os processos operados ou substituídos em decorrência das consequências consideradas e levando em consideração as restrições relevantes.

Além de usar ou desenvolver dados que representem suficientemente o ano para o qual o cenário é elaborado (por exemplo, 2020), os seguintes critérios devem ser levados em conta como orientação geral para a modelagem consequencial das consequências primárias “(a)” e “(b)” (veja acima no capítulo 7.2.4.2):

- Dimensão do efeito (“pequeno” ou “grande”),
 - situação de mercado (ou seja, mercado “em alta, estável ou em ligeira queda” OU “em forte queda”), e
 - competitividade de custos de processos alternativos (ou seja, tecnologias).

O texto a seguir oferece mais detalhes:

Primeira etapa: considere a consequência primária e a dimensão do efeito

A dimensão do efeito das consequências sobre outros processos da economia é uma questão importante na medida em que há dois casos principais a serem diferenciados. Na primeira etapa, apenas a consequência primária (a) no mercado (veja acima) é levada em conta; essa é a única consequência que a modelagem consequencial clássica analisa inicialmente:

- A dimensão do efeito é “pequena”?
 - A dimensão do efeito é tão pequena que se pode presumir que a decisão analisada NÃO é capaz de causar diretamente, por meio de efeitos de mercado, um aumento na capacidade para satisfazer a demanda adicional ou uma redução na capacidade existente como consequência da oferta adicional, respectivamente. Esse aumento ou redução da capacidade é entendido como uma mudança adicional ao processo de instalação ou desativação que ocorreria normalmente no mercado. Observe que isso se aplica – como sempre – não apenas à capacidade de produção de materiais ou transportadores de energia, por exemplo, mas também à capacidade disponível de serviços.
 - Em geral, os efeitos devem ser considerados pequenos nesse sentido se a quantidade anual de demanda ou oferta adicional for menor que o percentual médio da substituição anual de capacidade (veja o capítulo 5.3.6) da oferta anual daquela função ou sistema no mercado em questão; se esse percentual médio for superior a 5%, os 5 % é que devem ser usados. Esse valor serve apenas para orientação e pode, para determinado caso, ser aumentado ou diminuído com base no argumento de que a mudança na demanda ou oferta está desencadeando mudanças na demanda diretamente, e não apenas por meio de um efeito acumulativo marginal que contribui para a demanda/sinal do mercado em geral. Dada a elasticidade dos mercados, que neutraliza consequências secundárias e restrições, pode-se presumir que pequenas mudanças na demanda e oferta não acionam investimentos de longo prazo em mercados reais. O sinal que eles enviam é pequeno demais para superar o limiar que precisaria ser superado para mudar a capacidade de maneira estrutural.

- A dimensão do efeito é “grande”?
 - A dimensão do efeito é grande o suficiente que é possível presumir que a decisão analisada é capaz de provocar diretamente, por meio de efeitos de mercado, um aumento na capacidade para satisfazer a demanda adicional ou uma redução da capacidade existente como consequência da oferta adicional, respectivamente.
 - Em geral, esse é o caso se a quantidade anual de demanda ou oferta adicional for superior ao percentual médio de substituição anual de capacidade (veja o capítulo 5.3.6) da oferta anual daquela função ou sistema no mercado em questão; se esse percentual médio for superior a 5%, os 5 % é que devem ser usados. Tal como acima, o percentual serve apenas para orientação e pode ser mudado com base no argumento análogo ao usado para o efeito “pequeno” explicado acima.

Caso a dimensão do efeito seja “pequena”, os processos/sistemas afetados serão sempre os processos/sistemas “marginais de curto prazo”. Caso seja “grande”:

Segunda etapa: leve em conta consequências secundárias e restrições

Dependendo da dimensão do efeito e levando em conta as consequências secundárias e restrições, o *mix* de processos que melhor representa os processos substituídos deve ser reduzido da seguinte maneira:

- Se a dimensão do efeito – considerando apenas a consequência primária para o mercado - for “pequena”, deve-se verificar primeiramente se as consequências secundárias e restrições do mercado neutralizam a consequência primária (ricochete), de modo que o efeito líquido seja “próximo de zero” (ou seja, diferente de “pequeno” no sentido descrito anteriormente) em relação ao efeito completo após a consequência primária. Nesse caso, o *mix* “marginal de curto prazo” é melhor representado pelo “*mix* médio de consumo do mercado” dos processos/sistemas (ou seja, o mesmo que os dados médios de segundo plano na modelagem atribucional).
- Se a dimensão do efeito – considerando apenas a consequência primária de mercado – for “grande”, deve-se verificar em seguida se as consequências secundárias e restrições de mercado neutralizam o efeito, de modo que não seja mais “grande”, mas “pequeno”. Nesse caso, as disposições acima para efeitos “pequenos” se aplicam a esse processo.
- Se as consequências secundárias e restrições de mercado não forem fortes o suficiente para neutralizar o efeito das consequências primárias a ponto de mudá-lo para “pequeno”, ele ainda deve ser considerado “grande”. No entanto, a extensão quantitativa e os processos afetados podem ter sido alterados pelas consequências secundárias e restrições. Isso deve ser analisado especificamente, de modo a identificar corretamente as consequências finais.

Próximas etapas: situação de mercado e competitividade em termos de custos

Os processos/sistemas que serão afetados dependem da situação específica do mercado e da competitividade de custos dos processos alternativos que podem fornecer a função necessária. Dois casos devem ser diferenciados no que se refere à situação de mercado:

- um mercado em crescimento, estável ou apenas em ligeira queda no médio prazo, ou seja, a queda é menor ou igual à taxa média de substituição de bens de capital,

- um mercado em forte queda no médio prazo, ou seja, a queda é maior que a taxa média de substituição de bens de capital para os respectivos bens.

O percentual da taxa média de substituição mencionada acima é obtido dividindo-se 100 anos pelo tempo de vida útil médio ou típico dos bens de capital. Por exemplo, uma fábrica para a produção do material X pode ter um tempo de vida de 25 anos. Assim, $100 \text{ anos} / 25 \text{ anos} = 4\%$ são substituídas anualmente.

Com relação ao “mercado”, vale ressaltar que aqui deve ser usado o mercado da *commodity* ou produto específico, por exemplo, e não de suas funções ou grupos de produtos mais amplos ou o mercado da marca específica: o mercado de uma *commodity* (por exemplo, cádmio) ou produto específico (pasta de solda à base de chumbo) pode estar em queda, enquanto o mercado de algumas das suas funções (armazenamento de energia em baterias, captura de energia solar em painéis solares de película fina) ou do grupo de produtos ao qual o produto pertence (pasta de solda em geral) pode estar em alta, e vice-versa. Como algumas restrições em especial podem muitas vezes afetar direta ou indiretamente *commodities* ou produtos específicos (embora quase nunca no nível de marcas), seu mercado específico tem relevância aqui.

Com base nas definições e nos dois casos apresentados acima, a questão seguinte para situações de “grandes” efeitos é se a extensão da demanda ou oferta adicional está mudando a direção do mercado, ou seja, de um mercado “em forte queda” para um mercado “em ligeira queda, estável ou em crescimento” OU vice-versa. Se esse NÃO for o caso, os processos/sistemas afetados são sempre os processos/sistemas “marginais de longo prazo”.

A próxima questão – tanto para efeitos “pequenos” como “grandes” – (embora não altere a direção do mercado) é a da direção atual do mercado e como ela modifica os processos que são afetados pela demanda ou oferta adicional.

Em um mercado crescente (ou pelo menos que não esteja em forte queda), pode-se presumir razoavelmente que a demanda adicional pelo aumento da capacidade de uma função seja atendida por meio, por exemplo, da instalação da tecnologia mais competitiva em termos de custos, do uso da rota de matéria-prima mais competitiva em termos de custos, da operação do serviço de tratamento de resíduos mais competitivo em termos de custos, etc. Da mesma maneira, para a demanda adicional a curto prazo, serão usados os processos mais competitivos em termos de custos. Se, no entanto, o mercado estiver em forte queda, a demanda adicional pelo aumento de capacidade não será atendida por meio da instalação de nova capacidade, mas da NÃO desativação da capacidade existente (que de outra maneira teria sido desativada, ou seja, os processos menos competitivos em termos de custos teriam sido mantidos em operação). Novamente, por analogia, também para a demanda adicional no curto prazo, serão usados os materiais com menor competitividade de custos. Assim, se o mercado estiver “em crescimento, estável ou em ligeira queda”, os processos/sistemas marginais “de curto prazo” (para efeitos “pequenos”) e “de longo prazo” (para efeitos “grandes”) são aqueles com a maior competitividade em termos de custos. Se o mercado estiver “em forte queda”, os processos/sistemas são os “menos competitivos em termos de custos”, tanto para efeitos “pequenos” como “grandes”.

Se, no entanto, a extensão da demanda ou oferta adicional for “grande” e também ESTIVER mudando a direção do mercado, uma parte dos sistemas/processos afetados é aquela afetada em mercados em forte queda e outra parte é aquela em mercados em crescimento, estáveis ou em ligeira queda, ou seja, uma combinação específica de dois conjuntos diferentes de sistemas/processos marginais “de longo prazo”, dependendo do percentual de capacidade afetado.

Etapas finais: identificação do *mix* de sistemas/processos marginais “de curto prazo” ou “de longo prazo”

Há uma falta geral de informações completas no mercado e uma grande incerteza para determinar a competitividade de custos de processos e sistemas no futuro. Como mostra a realidade, um dos efeitos disso é que, na maioria dos mercados, diversas alternativas com eficácia de

custos semelhante acabam competindo entre si e sendo instaladas ao mesmo tempo. No mundo real, não há uma lógica rigorosa “de uma única tecnologia mais eficiente em termos de custos”¹²⁴.

Um exemplo pode ser a produção de aço na China em 2015, em que os processos marginais (um ou vários) são as usinas siderúrgicas e rotas de minério/sucata previstas para serem as mais eficazes em termos de custos entre as possíveis novas unidades/rotas a serem instaladas no ano de referência do estudo.

Além disso, no modelo consequencial, não se deve, portanto, modelar um único processo marginal de curto ou longo prazo, mas sim um *mix* dos processos marginais mais prováveis, o que resulta em modelos muito mais robustos. Isso é especialmente importante se os diversos processos marginais mais prováveis apresentarem uma competitividade de custos semelhante e sem diferenças significativas e, ao mesmo tempo, um perfil ambiental significativamente diferente. A restrição do modelo a um único processo ou sistema marginal só é justificável se não houver outros processos ou sistemas com competitividade de custos semelhante, razão pela qual o uso de um processo ou sistema individual é mais adequado.

7.2.4.5 Outros aspectos, recomendações e observações

Itens diversos

Se o mercado estiver próximo ou na fronteira entre uma queda pequena ou forte, recomenda-se usar o *mix* médio de consumo do mercado. Observe que esses casos são idênticos à modelagem atribucional do sistema principal.

Vale ressaltar que o disposto acima também se aplica quando a oferta adicional for parcial ou totalmente não utilizada (por exemplo, depositada) ou destinada a usos de baixo valor (por exemplo, incineração de resíduos aliada à recuperação de energia). Esses processos contribuem para o *mix* marginal. De maneira análoga, se a demanda adicional analisada usar funções que de outro modo seriam parcial ou totalmente não utilizadas (por exemplo, resíduos originalmente depositados ou incinerados), o “tratamento evitado de resíduos”, se houver, é creditado ao sistema usado. Todas as etapas provisórias, desde a geração do produto em fim de vida útil ou resíduos até o(s) bem(ns) secundário(s) (por exemplo, triagem, purificação, transporte, etc.) devem ser modeladas dentro das fronteiras do sistema até que a qualidade da cofunção a ser substituída esteja efetivamente substituindo os processos anulados. No caso da reciclagem de “ciclo fechado” e de “ciclo aberto com a mesma rota primária” ou de a substituição não ser igual a 1:1 (por exemplo, devido a um processo de *downcycling*), a quantidade efetivamente substituída deve ser creditada. Se os processos substituídos específicos forem desconhecidos ou a quantidade não puder ser quantificada, a correção de valor de mercado deve ser aplicada aos inventários dos processos substituídos. O fator de correção é, portanto, a razão entre os preços de mercado do bem secundário e aquele para a mesma quantidade do bem primário.

Mudanças indiretas no uso da terra - visão geral

As mudanças indiretas no uso da terra (ILUC) são um aspecto da modelagem consequencial. Essa questão refere-se a situações em que a demanda adicional por terra (por exemplo, para produzir biocombustível de origem vegetal) implica que a cultura que originalmente seria produzida nesse terreno precisará ser cultivada em outro lugar: ela é “deslocada”. A premissa por trás disso é que a produção adicional do biocombustível, por exemplo, não muda a quantidade total de outras culturas produzidas no mundo ou naquela região, ou seja, é um acréscimo em

¹²⁴ Entre outras razões, é possível que diferentes atores identifiquem diferentes tecnologias como as mais competitivas em termos de custos e, por isso, não utilizem a mesma tecnologia. Além disso, há questões de patentes e do conhecimento/experiência disponível sobre tecnologias ou rotas de matérias primas, etc., por parte dos diferentes atores, além de restrições e estratégias políticas ou sociais (por exemplo, “energia a carvão, gás natural com calor e energia combinados, ou energia nuclear para a produção de eletricidade de base?”).

termos líquidos. Como a terra onde a outra cultura precisará ser produzida também está produzindo alguma outra coisa, terrenos não utilizados anteriormente (ou seja, áreas não cultivadas) precisam, em última análise, ser transformados para produzir a cultura “deslocada”. Isso significa que a demanda adicional por biocombustível resultaria em mudanças indiretas no uso da terra em outros lugares (veja também os exemplos relacionados na nota de rodapé 20). Essa é uma consequência primária do tipo (a) listada no capítulo 7.2.4.2.

Um exemplo de consequência secundária é que o aumento marginal no preço da cultura deslocada (e, em certo grau, possivelmente até mesmo dos bens intensivos em terra de modo geral) pode ser um incentivo para alcançar uma maior produtividade com o uso de mais fertilizantes e uma melhor gestão. Isso pode compensar/reduzir parcialmente a necessidade de uma mudança indireta no uso da terra; além disso, uma quantidade de terra menor que a usada atualmente para o cultivo de biocombustível precisará passar por mudanças em outros lugares.

Ao mesmo tempo, é necessário levar em conta a diferença de produtividade entre a terra usada e aquela modificada indiretamente (por exemplo, a cultura “deslocada” pode ter tido uma colheita de 5 toneladas por hectare na terra usada atualmente para o cultivo de biocombustível, enquanto aquela modificada indiretamente, situada, por exemplo, em uma floresta tropical, pode produzir apenas 3 toneladas por hectare, ou seja, mais de um hectare é necessário para cada hectare do terreno em que a cultura deslocada era produzida.

Observe que, seguindo a lógica da modelagem consequencial, isso se aplica a todos os usos de terra, como produção de alimentos, instalação de plantas industriais, casas particulares, etc., sempre que o estudo tiver como objetivo apoiar uma decisão.

Mudanças indiretas no uso da terra na modelagem consequencial

Como não há disposições amplamente aceitas sobre usos indiretos da terra – elas ainda estão sendo desenvolvidas por diversas organizações –, não há nenhuma disposição específica é apresentada nesse momento. Assim, a maneira adequada de integrar mudanças indiretas no uso da terra deve ser desenvolvida para cada caso específico, em conformidade com as disposições gerais da modelagem consequencial, a menos que disposições específicas sejam publicadas no âmbito do sistema ILCD. Tais disposições podem ser parte de um futuro suplemento.

7.2.4.6 Resolução da questão da multifuncionalidade de processos na modelagem consequencial

[\(Refere-se a aspectos do capítulo 4.3.4.2 da norma ISO 14044:2006\)](#)

Introdução

A questão da multifuncionalidade na modelagem consequencial é resolvida – de maneira ligeiramente similar à adotada na modelagem atribucional – em um procedimento de duas etapas além da subdivisão/ subdivisão virtual.

A etapa anterior (subdivisão e subdivisão virtual) é idêntica, com uma exceção: a subdivisão parcial que atravessa um processo de multifuncionalidade deve ser evitada, pois torna a substituição (veja a seguir) distorcida.

A primeira etapa, se a subdivisão e subdivisão virtual não forem possíveis ou viáveis, depende da questão se a quantidade de cofunções pode ser variada de forma completamente independente. Os detalhes são mostrados a seguir.

Subdivisão e subdivisão virtual

Para a subdivisão e subdivisão virtual de processos unitários de caixa preta, as disposições correlatas do capítulo 7.4.2.2 se aplicam à modelagem consequencial de maneira análoga.

A lógica é que a quantidade adicional da cofunção não exigida poderia ser neutralizada por mudanças no esquema de produção das outras plantas que produzem as mesmas cofunções, para que a quantidade total de todas elas permaneça inalterada. Observe que, na modelagem consequencial, a subdivisão virtual não deve ser feita se ela “atravessar” um processo multifuncional conjunto que não pode ser subdividido fisicamente. Isso distorceria a substituição.

Causalidade física em caso de produção efetivamente combinada e substituição como solução para a produção conjunta

Caso a subdivisão e subdivisão virtual não sejam possíveis ou viáveis, a próxima etapa depende da questão se o processo multifuncional é um caso de produção combinada ou de produção conjunta: se a quantidade das cofunções puder ser variada de maneira completamente independente sem modificar as instalações de produção, isso é chamado de produção combinada. Entre os exemplos estão a maioria dos casos de incineração de múltiplos resíduos e de transporte combinado de diferentes bens. Se esse não for o caso, isso é chamado de produção conjunta – exemplos são a produção de NaOH e Cl₂ por eletrólise de NaCl, produção de grãos de trigo e palha de trigo.

Observe que muitos processos que parecem ser combinados na verdade não podem ser totalmente variados sem alterar a capacidade instalada ou natureza dos processos, muitas vezes com custos elevados (por exemplo, uma refinaria com seus muitos produtos que só pode ser variada até certo ponto sem resultar na necessidade da instalação de plantas de produção adicionais, da compra de hidrogênio externo, etc.).

Para a produção efetivamente combinada, a causalidade física determinante (ou seja, a primeira das duas etapas de alocação na modelagem atribucional) também se aplica.

Para a produção conjunta, a solução para a questão da multifuncionalidade é a substituição como um caso especial de expansão do sistema. Essa abordagem se baseia estreitamente na disposição para a modelagem consequencial geral. Os detalhes são apresentados nas últimas seções deste capítulo.

Produção conjunta - substituição em casos gerais de multifuncionalidade

Para a consequência primária da resolução da questão da multifuncionalidade por meio da substituição (consequência primária “(b)” do capítulo 7.2.4.2 acima), as mesmas disposições detalhadas no capítulo anterior sobre a consequência primária “(a)” se aplicam.

De um ponto de vista metodológico, esses casos são equivalentes à modelagem consequencial geral, assim como também reconhecido na norma ISO 14044:2006. No entanto, existem algumas diferenças práticas importantes a serem levadas em consideração que, em princípio, também podem ocorrer na modelagem consequencial geral, mas são muito mais frequentes em casos de resolução da questão da multifuncionalidade. Essas diferenças são, nomeadamente, a necessidade de etapas de tratamento intermediárias, em especial para casos de tratamento de resíduos em que o coproduto valioso só é gerado após diversas etapas, e a mudança em propriedades inerentes de, por exemplo, um bem secundário; nem sempre há uma rota de produção (alternativa) exatamente para o mesmo bem secundário. Por essas razões, abordagens específicas têm sido desenvolvidas, além de outras adicionais, para modelar a substituição no tratamento de produtos em fim de vida útil e de resíduos.

Um caso especial de multifuncionalidade é a relação entre sistemas (o conceito é apresentado no quadro do capítulo 7.2.2), que, na modelagem consequencial, exige efetivamente a substituição do sistema/processo marginal de curto prazo.

Produção conjunta - substituição/créditos em modelos de tratamento de produtos em fim de vida útil e de resíduos

Um caso especial é o da reciclagem de resíduos e de produtos no fim da vida útil, que normalmente exige etapas adicionais, como as seguintes:

- A modelagem das etapas do processo que condicionam, modificam, transportam, etc., os produtos em fim de vida útil ou resíduos até que a função valiosa (por exemplo, uma barra de metal reciclada) esteja disponível em uma qualidade e um local em que substitua uma produção alternativa (por exemplo, produção primária dessa barra de metal). Essas etapas fazem parte da fronteira do sistema analisado. Em outras palavras: os inventários relacionados são designados ao sistema analisado.
- A identificação e quantificação das diferenças entre a função resultante do tratamento de produtos em fim de vida útil ou de resíduos em decorrência, por exemplo, do processo de *downcycling* (por exemplo, encurtamento de fibras, redução do desempenho mecânico de polímeros, inclusão de elementos estranhos em metais, etc.). Isso pode ser feito de duas maneiras: substituindo a quantidade reduzida de função que a cofunção a ser substituída substitui (por exemplo, 1 kg de polímero reciclado substitui 0,8 kg de polímero primário na aplicação analisada); ou, principalmente se os usos específicos forem desconhecidos, usando a razão entre o preço de mercado do produto secundário e do primário para reduzir o inventário do processo ou sistema substituto (por exemplo, se o valor de mercado do polímero secundário reciclado for de \$ 0,7 por kg e o mesmo polímero primário de maior qualidade custar 0,9 \$/kg, o inventário substituído é reduzido em 0,7/0,9, ou seja, um fator de 0,778); isso também é chamado de “correção de valor”.

Nesse contexto, os processos efetivos de coprodução conjunta devem ser identificados. As disposições detalhadas são apresentadas em um capítulo separado no anexo 14.5 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

7.2.4.7 Descrição inicial de processos identificados

(Refere-se a aspectos do capítulo 4.2.3.3.2 da norma ISO 14044:2006)

A descrição inicial é especialmente necessária para os processos do sistema de primeiro plano. Essa descrição será revisada durante a coleta e documentação dos dados de processos unitários. O capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* oferece mais detalhes sobre a documentação.

A menos que o produto da ACV seja um conjunto de dados de processos unitários: uma especificação detalhada deve ser feita para os fluxos de produtos que conectam o sistema de primeiro plano ao de segundo plano, inclusive de sua função e unidade funcional.

Disposições: 7.2.4 Identificação de processos na modelagem consequencial

Aplicável aos processos na Situação B com consequências em larga escala e aos cenários presumidos na Situação B (se elementos consequenciais estiverem incluídos neles).

Totalmente aplicável a todos os tipos de produtos, exceto processos unitários.

Conhecimento (7.2.4.1) [ISO+]

- l) **IMPORTANTE - Conhecimentos necessários:** Especialistas nas seguintes áreas devem ser envolvidos no estudo, principalmente para identificar e modelar consequências em larga escala:

- I.a) previsão de desenvolvimento tecnológico (por exemplo, curva de aprendizagem, curvas de experiência),
 - I.b) desenvolvimento de cenários;
 - I.c) custo de mercado e previsão de mercado;
 - I.d.) modelagem de custo tecnológico;
 - I.e.) modelagem de equilíbrio geral e de equilíbrio parcial.
- II) **IMPORTANTE - São necessários especialistas em cenários de políticas?** É recomendável envolver especialistas em cenários de políticas devido à sua função de estabelecer restrições. Caso os cenários de políticas sejam explicitamente analisados no estudo, esses especialistas devem ser envolvidos.

Identificação de consequências e restrições a serem levadas em conta [ISO+]

- III) **OBRIGATÓRIO - Modelagem de consequências:** identifique quais das consequências a seguir serão modelados; essa etapa pode ser realizada separadamente para cada processo. A exclusão em potencial dessas consequências deve ser justificada, no mínimo, com argumentos semiquantitativos de que elas não são relevantes para os resultados. Caso contrário, a exclusão deverá ser considerada durante a descrição da precisão alcançada (no caso de conjuntos de dados) e interpretação dos resultados (no caso de estudos de ACV): (7.2.4.2)

III.a) Consequências primárias de mercado:

- III.a.i) **OBRIGATÓRIO - (a)** Processos operados como consequência direta de mercado da decisão de atender à demanda adicional de um produto (ou seja, “modelagem consequencial de consequências diretas; aplicado a todo o sistema”). Isso inclui também, entre muitos outros aspectos, os efeitos indiretos de uso da terra.
- III.a.ii) **OBRIGATÓRIO - (b)** Processos que substituem/complementam cofunções não exigidas de processos multifuncionais dentro da fronteira do sistema (ou seja, “resolução da questão da multifuncionalidade por substituição”, reduzindo a fronteira do sistema para excluir as funções não necessárias).

III.b) Consequências secundárias de mercado:

- III.b.i) **IMPORTANTE -** Aumento da demanda por um coproduto caso seu preço de mercado seja reduzido.
- III.b.ii) **IMPORTANTE -** Efeitos de incentivo sobre um processo para aumentar sua eficiência devido ao aumento do preço de seus produtos.
- III.b.iii) **IMPORTANTE -** Redução da demanda por produtos concorrentes de um coproduto devido à diminuição do preço do coproduto.
- III.b.iv) **IMPORTANTE -** Mudanças no comportamento do consumidor.
- III.b.v) **IMPORTANTE -** Outras consequências só devem ser incluídas se forem abordadas explicitamente no objetivo do estudo.

IV) **OBRIGATÓRIO - Restrições:** identifique as restrições a serem incluídas no modelo e que podem impedir, parcial ou totalmente, que o *mix* de processos marginais identificados ao longo das consequências primárias e secundárias possa ser usado diretamente no modelo do sistema. O provável efeito específico de qualquer restrição incluída deve ser considerado durante a identificação dos processos marginais. A exclusão em potencial dessas restrições deve ser justificada, no mínimo, com argumentos semiquantitativos de que elas não são relevantes para os resultados. Caso contrário, a exclusão deverá ser considerada durante a descrição da precisão alcançada (no caso de conjuntos de dados) e interpretação dos resultados (no caso de estudos de ACV). As seguintes restrições devem ser levadas em consideração (7.2.4.3):

IV.a) Contratos de fornecimento ou cooperações de longo prazo existentes que não podem ser facilmente alterados.

IV.b) Altos custos que atuam como uma barreira (por exemplo, mobilidade limitada de alguns produtos devido aos altos custos de transporte).

IV.c) Medidas políticas/restrições legais existentes ou previstas que estimulam a percepção de desenvolvimentos positivos ou neutralizam a percepção de desdobramentos negativos. (Por exemplo, uma meta política obrigatória de X% do transportador de energia Y na mistura de combustível significa que o transportador de energia X já está predefinido e não pode ser considerado um produto marginal de longo prazo como consequência da decisão analisada.)

IV.d.) Não escalabilidade da oferta de produtos ou recursos naturais; inclusive de coprodutos totalmente usados e dependentes de produção conjunta.

IV.e.) Monopólios, ou seja, falta de escolha do fornecedor ou tecnologia.

IV.f) Recomenda-se considerar também outras restrições existentes ou previstas que possam aumentar, diminuir ou bloquear uma consequência primária ou secundária.

Identificação do *mix* de processos/sistemas substituídos [ISO+]

V) **IMPORTANTE - Identificação passo a passo do *mix* de processos/sistemas substituídos:** identifique os processos/sistemas dentro da fronteira do sistema que foram substituídos como consequência da decisão analisada no(s) sistema(s) investigado(s)¹²⁵. As seguintes etapas devem ser aplicadas para cada processo, começando da unidade funcional ou fluxo de referência do sistema até o sistema de primeiro plano completo e seguindo as consequências e restrições identificadas na lógica teórica “cadeia de abastecimento - uso - fim da vida útil” para identificar, no mínimo, todos os fluxos de produtos e resíduos (ou suas unidades funcionais) que atravessam a fronteira para o sistema de segundo plano¹²⁶: (7.2.4.4)

V.a) **Consequência primária de mercado e dimensão do efeito:** primeira etapa - leve em conta a consequência primária de mercado e a dimensão do efeito:

V.a.i) Identifique os processos que deverão ser operados ou retirados de operação adicionalmente como consequência primária de mercado da decisão analisada e a demanda adicional ou reduzida diretamente relacionada por uma função/produto, considerando os seguintes aspectos:

V.a.ii) Dimensão do efeito, que pode ser

¹²⁵ Veja também o diagrama relacionado de árvore de decisões na Figura 21.

¹²⁶ Isso depende da solução de modelo do sistema de segundo plano escolhida, ou seja, se os processos do sistema de segundo plano também precisam ser identificados individualmente ou se – no caso da incorporação do sistema de primeiro plano a um sistema de segundo plano existente – esse trabalho foi já feito.

- V.a.ii.1) “pequena” - afeta apenas a extensão da operação de um ou mais processos existentes --> os processos marginais de curto prazo são os que deverão ser substituídos OU
- V.a.ii.2) “grande” - resulta na instalação ou desinstalação adicional de capacidade --> os processos marginais de longo prazo são os que deverão ser substituídos.
- V.a.ii.3) De modo geral, os efeitos devem ser considerados “pequenos” se a quantidade anual de demanda ou oferta adicional for menor que o percentual médio de substituição anual da capacidade (veja o capítulo 5.3.6) da oferta anual daquela função ou sistema no mercado em questão; se o percentual médio for superior a 5%, os 5 % é que devem ser usados. Caso contrário, eles serão “grandes”. Esse percentual serve apenas para orientação e pode, para determinado caso, ser aumentado ou diminuído com base no argumento de que a mudança na demanda ou oferta está desencadeando mudanças na demanda diretamente, e não apenas por meio de um efeito acumulativo marginal que contribui para a demanda/sinal do mercado em geral.
- V.b) **Consequências secundárias e restrições:** Segunda etapa - leve em conta as consequências secundárias e restrições:
- V.b.i) Se a dimensão do efeito for “pequena”, verifique se as consequências secundárias e restrições do mercado neutralizam a consequência primária (ricochete), de modo que o efeito líquido seja tão pequeno que seja praticamente igual a zero. Nesse caso, o *mix* “marginal de curto prazo” é melhor representado pelo “*mix* médio de consumo do mercado” dos processos/sistemas (veja, contudo, a próxima subdisposição).
- V.b.ii) Para o caso específico da multifuncionalidade, uma restrição bastante significativa ocorre quando a cofunção necessária já constitui uma cofunção completamente utilizada e dependente de um processo de produção conjunto (por exemplo, mineração de minério de cobre com a prata como um coproduto dependente, mas totalmente utilizado; galinhas poedeiras com o co-“produto” dependente galinha sendo totalmente utilizado para alimentação humana ou ração animal), uma vez que a demanda adicional não pode ser atendida pela oferta adicional em termos líquidos. Nesse caso, a função/produto precisará ser produzida de outra maneira (para os exemplos acima: a prata extraída de uma mina de prata ou a galinha criada diretamente para servir de alimento ou ração).
- V.b.iii) Se a dimensão do efeito da consequência primária de mercado for “grande”, verifique em seguida se as consequências secundárias e restrições de mercado neutralizam a consequência primária, de modo que o efeito líquido geral não seja “grande”, mas “pequeno”.
- V.b.iv) Para os processos que ainda enfrentam efeitos “grandes”, considere explicitamente que os processos afetados podem ter sido alterados pelas consequências secundárias e restrições. Isso deve ser analisado especificamente para garantir a correta identificação do efeito final/processos substituídos.
- V.c) **Situação de mercado e competitividade de custos:** Terceira etapa - situação de mercado e a competitividade de custos de diferentes alternativas:
- V.c.i) Direção do mercado, que pode ser
- V.c.i.1) um “mercado em crescimento, estável, em ligeira queda” (ou seja, a queda é menor que a taxa média de substituição de equipamentos OU
- V.c.i.2) um “mercado em forte queda” (ou seja, a queda é mais rápida que a taxa média de substituição de equipamentos).

O percentual da taxa média de deslocamento mencionada acima é obtido dividindo-se 100 anos pelo tempo de vida útil médio ou típico dos bens de capital, expresso em anos.

- V.c.ii) A partir disso: analise se a extensão da demanda ou oferta adicional para o efeito “grande” está alterando a direção do mercado, ou seja, de um mercado “em forte queda” para um mercado “em ligeira queda, estável ou em crescimento” OU vice-versa.
- V.c.iii) Se esse NÃO for o caso, os processos/sistemas afetados são sempre os processos/sistemas “marginais de longo prazo”.
- V.c.iv) Para todos os casos “pequenos” e “grandes”, a competitividade de custos de processos/sistemas alternativos também é um fator relevante:
 - V.c.iv.1) Se o mercado estiver “em crescimento, estável ou em ligeira queda”, os processos/sistemas marginais “de curto prazo” (para efeitos “pequenos”) e “de longo prazo” (para efeitos “grandes”) são aqueles com a maior competitividade em termos de custos.
 - V.c.iv.2) Se o mercado estiver “em forte queda”, os processos/sistemas marginais “de curto prazo” (para efeitos “pequenos”) e “de longo prazo” (para efeitos “grandes”) são aqueles com a menor competitividade em termos de custos.
- V.c.v) Se, por outro lado, a direção do mercado ESTIVER mudando, ambos os processos/sistemas mais e menos competitivos em termos de custos são substituídos e seu tipo e proporção específicos devem ser identificados individualmente, com base nas outras disposições deste capítulo.
- V.d.) **Identificação do *mix* de processos/sistemas:** Etapa final - identificação do *mix* de processos/sistemas marginais “de curto prazo” ou “de longo prazo”:
 - V.d.i) Na modelagem consequencial, não se deve modelar apenas um único processo marginal de curto ou longo prazo, mas sim um *mix* dos processos marginais mais prováveis, considerando a alta incerteza das previsões de preços de mercado e as diferenças frequentemente grandes dos perfis ambientais de processos marginais alternativos. A restrição do modelo a um único processo ou sistema marginal só é justificável se não houver outros processos ou sistemas com competitividade de custos semelhante, razão pela qual o uso de um processo ou sistema individual é mais adequado.
 - V.d.ii) A quantidade final da função (processo ou sistema) substituída deve ser aproximada considerando o efeito combinado das consequências primárias e secundárias e restrições.

Observe que, caso a direção do mercado tenha mudado como consequência da decisão analisada, os processos substituídos são uma combinação específica dos processos com menor competitividade de custos e, em parte, dos mais competitivos em termos de custos.

Outras disposições, comentários e recomendações sobre documentação (7.2.4.5) [ISO+]

VI) OBRIGATÓRIO - Observe o seguinte:

- VI.a) **Relações entre parte e sistema e entre sistemas:** essas relações merecem atenção especial (por exemplo, para produtos relacionados com energia) e devem ser inventariadas corretamente. Observe que esses casos são modelados da maneira idêntica na modelagem atribucional.

- VI.b) **Processos individuais no sistema de segundo plano:** é possível que esses processos também precisem ser identificados durante a identificação de questões significativas (veja o capítulo 9.2 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*) ou caso seja necessário para atender ao objetivo específico do estudo.
- VI.c) **Requisitos de representatividade devem ser atendidos:** os requisitos relativos à representatividade tecnológica, geográfica e temporal devem ser atendidos.
- VII) **IMPORTANTE - Mudanças indiretas no uso da terra:** É importante desenvolver uma maneira adequada de se levar em conta as mudanças indiretas no uso da terra. Isso deve ser feito aplicando-se as disposições gerais sobre modelagem consequencial, conforme o caso, a menos que disposições específicas sejam publicadas no âmbito do sistema ILCD. Tais disposições podem ser parte de um futuro suplemento.
- VIII) **RECOMENDÁVEL - Diagrama esquemático do modelo consequencial:** É recomendável usar o esquema de fronteira do sistema para obter uma visão geral. Os fluxogramas esquemáticos das consequências e processos marginais mais relevantes do(s) sistema(s) podem ser usados para documentar as principais consequências e restrições identificadas e as fontes de recursos, tecnologias, mercados afetados, etc. Isso pode servir de base para o planejamento da coleta de dados e a documentação posterior.

Observe, novamente, que qualquer exclusão de processos individuais ou tipos de atividade deve ser justificada com base nos critérios de corte (veja o capítulo 6.6.3). Em princípio, todos os processos operados como consequência da decisão analisada devem ser inventariados. Em princípio, isso inclui – dependendo da fronteira do sistema – atividades como mineração, beneficiamento, fabricação, uso, reparação e manutenção, transporte, tratamento de resíduos e outros serviços adquiridos tais como serviços de limpeza e jurídicos, marketing, produção e desativação de bens de capital, operação de instalações como lojas de varejo, locais de armazenagem, escritórios de administração, transporte de funcionários do lar para o trabalho, viagens a negócios, etc.

- IX) **RECOMENDÁVEL - Descrição dos processos iniciais:** também é recomendável fornecer uma descrição inicial dos processos unitários identificados do sistema de primeiro plano e as unidades funcionais detalhadas dos fluxos de produtos e resíduos que o vinculam ao sistema de segundo plano. Essa descrição deve complementar a documentação das consequências e restrições e ser concluída detalhadamente durante as iterações do trabalho de ICV. (7.2.4.7)

Resolução da questão da multifuncionalidade de processos e sistemas (7.2.4.6) [ISO!]

- X) **OBRIGATÓRIO - Subdivisão e subdivisão virtual:** a subdivisão e subdivisão virtual devem ser aplicadas em detrimento da substituição. Veja as disposições no capítulo 7.4.2.2¹²⁷.
- XI) **OBRIGATÓRIO - Produção combinada:** Para casos de produção efetivamente combinada, a causalidade física determinante (ou seja, a primeira das duas etapas de alocação na modelagem atribucional) também se aplica de maneira análoga; veja o capítulo 7.9.3.2.
- XII) **OBRIGATÓRIO - Produção conjunta:** Para a produção conjunta, a solução preferida para a questão da multifuncionalidade é a substituição como um caso especial de expansão do sistema. Isso deve ser feito da seguinte maneira:
- XII.i) As mesmas disposições da modelagem consequencial geral do sistema se aplicam.
- XII.b) Observe a restrição específica para coprodutos já totalmente utilizados e dependentes de produção conjunta: como sua produção não pode ser aumentada com o mesmo processo/tecnologia multifuncional, seu fornecimento

¹²⁷ Observe que a subdivisão virtual não deve ser feita se ela “atravessar” processos conjuntos não separáveis fisicamente, pois isso distorceria a substituição.

adicional não pode ser modelado. Em vez disso, devem ser modeladas rotas alternativas para seu fornecimento. Isso significa que o coproduto determinante não deve ser substituído.

- XII.c) Se, para a função não exigida, processos/sistemas alternativos funcionalmente equivalentes forem operados/fornecidos em uma proporção comercialmente relevante,⁵⁸ a cofunção não exigida deve ser substituída pelo *mix* dos processos marginais substituídos (excluindo a rota de processo substituída, se for quantitativamente relevante). As diferenças de funcionalidade entre a função que substitui e a função substituída devem ser consideradas com base na correção da quantidade efetivamente substituída do(s) processo(s) substituído(s) ou na correção de preços de mercado do inventário do(s) processo(s) substituído(s) (se a quantidade substituída não for conhecida em detalhes suficientes).
- XII.d.) Se esses processos/sistemas alternativos não existirem¹²⁸ ou não forem operados em uma proporção comercialmente relevante, a função fornecida em um sentido mais amplo deve ser usada para substituição¹²⁹.

Observe que os processos ou produtos substituídos também podem ter funções secundárias. Teoricamente, isso pode gerar o problema de um sistema eternamente autorreferente e/ou muito extensivo e multiplamente estendido. À medida que a quantidade dessas funções secundárias e sua relevância no sistema geral se reduzirem a cada etapa do processo, esse problema pode ser evitado/reduzido por meio da aplicação de regras de corte.

A substituição para processos e sistemas multifuncionais na reutilização/ reciclagem / recuperação (7.2.4.6) [ISO!]

XIII) **OBRIGATÓRIO - Reciclagem, recuperação, reutilização, uso posterior:** A substituição deve ser aplicada para casos de reciclagem, recuperação, reutilização, uso posterior: (veja o capítulo 7.2.4.6 e, para obter todos os detalhes, o anexo 14.5 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*)

- XIII.a) **Aplicação de regras gerais para esses casos:** A substituição de produtos reciclados ou recuperados a partir do tratamento de produtos em fim de vida útil ou de resíduos segue as mesmas regras adotadas nos casos gerais de multifuncionalidade. Elas devem ser aplicadas a todos os casos de tratamento de resíduos e produtos em fim de vida útil (ou seja, de “ciclo fechado” e de “ciclo aberto - mesma rota primária” e “ciclo aberto - rota primária diferente”). A subdivisão e subdivisão virtual devem ser aplicadas em detrimento da substituição. Veja as disposições no capítulo 7.4.2.2.

- XIII.b) **Aspectos e etapas específicos (processo efetivamente conjunto, processos intermediários para bens secundários, reciclagem, ...):** Um aspecto específico da reutilização/reciclagem/recuperação é que as etapas de tratamento intermediárias ocorrem com mais regularidade e que, em muitos casos, não existe um processo/sistema alternativo realmente equivalente¹³⁰. Nesse contexto, o processo conjunto efetivo do bem secundário também deve ser identificado. Por último, as etapas de reutilização/reciclagem/recuperação devem ser modeladas explicitamente até que o bem secundário que substitua efetivamente o processo/sistema

¹²⁸ Por exemplo, para a produção de grãos de trigo, diversos produtos de refinaria, etc.

¹²⁹ Por exemplo, obtenção de NaOH por outro método que não a eletrólise do NaCl, ou se, para um celular, a função individual de SMS não estiver disponível como um bem de consumo comercialmente relevante e separado. O NaOH desempenha a função geral de um agente de neutralização e, portanto, é possível considerar a substituição de outros agentes de neutralização tecnicamente equivalentes e concorrentes, como o KOH, Ca(OH)₂, Na₂CO₃, etc. Para o caso de produção de grãos de trigo e de palha: em vez da palha, outras biomassas secas (por exemplo, relva de miscantos, madeira para aquecimento, etc.) fornecem funções equivalentes e podem ser substituídas.

¹³⁰ Isso acontece porque os bens secundários muitas vezes têm propriedades distintas dos bens primários (por exemplo, plásticos antigos reciclados x plástico primário), o que dificulta ainda mais a tarefa de designar claramente o processo/sistema equivalente ou mais semelhante.

alternativo seja obtido. O *mix* efetivo de processos substituídos deve ser identificado para o caso em questão e de acordo com as seguintes etapas:

- XIII.b.i) O verdadeiro processo conjunto do bem secundário é a etapa do processo do ciclo de vida do produto que fornece o bem com as características técnicas mais semelhantes às do bem secundário. Portanto, o bem primário identificado não deve ter um valor de mercado inferior ao do bem secundário¹³¹.
- XIII.b.ii) A abordagem de substituição de reciclagem deve ser usada para substituição. Isso implica que todas as etapas intermediárias de gestão, tratamento, transporte, etc., de resíduos devem ser modeladas e atribuídas ao sistema analisado, inclusive a etapa que produz a cofunção valiosa (por exemplo, barra de metal secundária).
- XIII.b.iii) A quantidade/grau de reciclagem deve se referir à reciclagem efetivamente alcançada, ou seja, levar em conta todos os tipos de perdas (por exemplo, perdas decorrentes de uma coleta incompleta, triagem, recuperação, durante o processamento da reciclagem, rejeição, etc.). Em resumo, a reciclagem é o %¹³² da quantidade de produtos em fim de vida útil ou de resíduos encontrada no bem secundário. Por razões práticas e para produtos de longa vida, esse percentual deve ser, por convenção, a reciclagem atualmente alcançada para o produto (ou, no caso de produtos novos/previstos, a reciclagem alcançada de produtos comparáveis no mesmo mercado). Isso pode ser outra referência se o objetivo do estudo estiver explicitamente relacionado a cenários de reciclagem.
- XIII.b.iv) Os processos/sistemas devem ser identificados aplicando as orientações gerais sobre modelagem consequencial detalhadas nas disposições anteriores¹³³.
- XIII.b.v) Aqui, também não se deve usar um único processo marginal, mas sim os inventários médios de vários dos processos marginais em potencial.
- XIII.b.vi) Para bens secundários de aplicação inespecífica, qualquer propriedade técnica reduzida do bem secundário deve ser corrigida no inventário creditado usando a razão de preço de mercado (correção de valor) entre o bem secundário e a função primária substituída.
- XIII.b.vii) Para aplicações específicas dos bens secundários, a equivalência funcional suficiente com o bem substituído deve ser garantida e o inventário creditado deve ser reduzido à quantidade efetivamente substituída. Caso isso não possa

131 Isso serve para evitar uma ampliação potencialmente enganosa do inventário da função substituída no caso da aplicação da correção do valor de mercado durante a correção de diferenças funcionais.

132 Observe que esse % precisa estar relacionado à propriedade e unidade adequadas do bem secundário (por exemplo, massa em kg para materiais reciclados, poder calorífico inferior em MJ para energia recuperada, peças em número para peças reutilizadas, etc).

133 Isso significa que a restrição indicada anteriormente para coprodutos totalmente utilizados e dependentes de produção conjunta também se aplica aqui: como a produção de, por exemplo, um metal reciclado como coproduto dependente não pode ser ampliada com o mesmo processo/tecnologia multifuncional (ou seja, por meio da produção de mais produtos de metal, o que obviamente não é caso), não é possível considerar seu fornecimento adicional por meio da produção primária. Em vez disso, rotas alternativas devem ser modeladas para o fornecimento do metal reciclado. Tal como indicado para o caso geral, o coproduto determinante não deve ser substituído. O exemplo a seguir explica o que isso significa e por que a produção primária deve, ainda assim, ser substituída em casos de "ciclo fechado" e "ciclo aberto – mesma rota primária". Exemplo: o coproduto determinante de um metal primário e secundário é o metal primário. Após a reciclagem, o metal secundário é o coproduto dependente. Se esse coproduto dependente for usado completamente no mesmo ou em outros produtos e a partir da perspectiva do produto de metal feito de metal primário, a substituição de reciclagem é aplicada, substituindo o bem secundário por metal primário. Do ponto de vista do usuário do bem secundário "metal reciclado", a produção do metal primário não deve ser substituída, mas maneiras alternativas de fornecer o metal reciclado devem ser modeladas. No entanto – o que torna esse caso aparentemente específico –, essa maneira alternativa é a produção primária do metal, uma vez que esse é o único modo de aumentar a disponibilidade do metal exigido em termos líquidos. Por essa razão, em ambos os casos, a produção primária deve ser substituída, mas por diferentes razões.

ser determinado, a razão de preço de mercado (correção de valor) deve ser aplicada como no caso de aplicações inespecíficas.

XIII.b.viii) Especialmente para o caso de “ciclo aberto - rota primária diferente”, deve-se verificar, também, se processos comercialmente relevantes são operados. Caso contrário, as disposições para os casos gerais de resolução da questão da multifuncionalidade na modelagem consequencial devem ser aplicadas.

XIII.b.ix) Os outros aspectos orientadores deste capítulo sobre a identificação dos processos substituídos (por exemplo, restrições, consequências secundárias, etc.) se aplicam de maneira análoga.

Observe que, para a formação de cenários em comparações, as diversas consequências primárias e secundárias e restrições devem ser variadas conjuntamente durante a definição do “melhor cenário razoável” e do “pior cenário razoável”.

7.3 Planejamento da coleta de dados

(Nenhum capítulo correspondente na norma ISO 14044:2006; questão abordada em muitos capítulos ao longo de toda a norma)

7.3.1 Visão geral

Com base nas definições do escopo e nas necessidades de dados e informações inicialmente identificadas (veja o capítulo 6.9.2) e nos processos inicialmente identificados dentro das fronteiras do sistema (veja o capítulo 7.2), a coleta e aquisição efetivas precisam ser planejadas. Como a maioria dos estágios envolvidos na realização de uma ACV, o planejamento da coleta de dados também é um processo iterativo.

Antes que o planejamento efetivo da coleta de dados e informações possa ser realizado, é recomendável esclarecer algumas opções e considerações fundamentalmente diferentes:

- Sistema de primeiro plano - dados específicos, médios ou genéricos?
- Dados de segundo plano para a modelagem atribucional e consequencial;
- Necessidade de dados multianuais médios ou de dados genéricos;
- Fontes de dados primários e secundários;
- Esforços para manter o enfoque adequado.

7.3.2 Dados do sistema de primeiro plano - específicos, médios ou genéricos

(Refere-se a alguns aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.3.2 e 4.3.2.1)

Evite processos unitários de caixa preta

Na coleta de dados para processos identificados dentro das fronteiras do sistema, o objetivo deve ser o de se coletar dados para processos efetivamente necessários e não para conglomerados destes com outros processos não necessários. Isso é importante para garantir a precisão dos dados e uma boa revisão, bem como para evitar problemas de multifuncionalidade de outra maneira inevitáveis.

Isso pode ser feito coletando-se dados exclusivamente para os processos necessários ou, pelo menos em alguns casos, pela subdivisão virtual dos dados coletados, definindo precisamente o inventário relevante para a função necessária. O capítulo 7.4.2.2 oferece mais detalhes sobre essa questão.

Concentre-se em coletar dados específicos para os processos identificados dentro das fronteiras do sistema

Idealmente, o modelo de ciclo de vida final de qualquer sistema seria representado por dados específicos do produtor ou operador, ou seja, ele representaria a modelagem do ciclo de vida exato, descrevendo - na medida do necessário para o estudo - a cadeia de abastecimento, o uso, a cadeia de abastecimento de fim de vida (para modelagem atribucional) ou consequencial teórica, o uso e o fim de vida (para modelagem consequencial).

Na prática, e como regra geral, dados específicos de inventário devem ser usados para processos de primeiro plano. Esses dados são tipicamente compilados como dados primários do desenvolvedor do produto/tecnologia¹³⁴, do produtor de bens ou do operador do serviço e devem incluir dados secundários específicos dos fornecedores da primeira camada (inclusive prestadores de serviços relacionados a resíduos).

Como estágios iniciais da coleta de dados, dados de segundo plano genéricos ou médios podem ser usados para se identificar a necessidade de dados mais representativos ou específicos. Isso se aplica plenamente à modelagem atribucional e, em menor medida, à modelagem consequencial. Para processos que não devem ser processos-chave do sistema, estimativas (por exemplo, a partir de modelagens baseadas no conhecimento do processo) também podem dar uma primeira ideia dos dados sobre processos.

Dados genéricos ou médios para o sistema de primeiro plano na modelagem atribucional

Dados genéricos ou médios podem ser mais adequados para processos do sistema de primeiro plano se a qualidade de dados específicos disponíveis for consideravelmente mais baixa e os dados genéricos ou médios representarem o processo suficientemente. É importante observar que não há liberdade de escolha entre dados específicos do produtor e dados médios ou genéricos, mas a equivalência/representatividade determina essa decisão.

Para a modelagem atribucional, conjuntos de dados de segundo plano genéricos ou médios podem também ser usados para processos de primeiro plano de pouca contribuição quantitativa para o impacto ambiental global. Eles também podem ser usados - como processos parametrizados ou sistemas parcialmente terminados - na modelagem de processos de primeiro plano que envolvem máquinas-padrão (como, por exemplo, caminhões para transporte de mercadorias, máquinas de moldagem por injeção, etc.) onde somente condições específicas de funcionamento precisam ser ajustadas.

Dados genéricos ou médios para o sistema de primeiro plano na modelagem consequencial

Para a modelagem consequencial, conjuntos de dados de segundo plano genéricos ou médios podem também ser úteis para o sistema de primeiro plano, se a qualidade dos dados específicos disponíveis não for suficiente ou para suprir necessidades menores de dados. O uso de conjuntos de dados genéricos de processos unitários parametrizados também é útil para a modelagem atribucional, se forem adequados para o processo/sistema específico.

7.3.3 Dados de segundo plano para modelos atribucionais e consequenciais

(Nenhum capítulo correspondente na norma ISO 14044:2006, mas refere-se a aspectos abordados nos capítulos 4.2.3.3.2, 4.2.3.6.2 e 4.3.2.1)

Tipos de dados de segundo plano

Como detalhado no quadro correspondente e na figura do capítulo 6.6.1, o termo sistema de segundo plano (*background system*) refere-se ao seu conceito a partir da perspectiva da

¹³⁴ Por exemplo, dados sobre o estágio de uso de bens de consumo. Outras fontes independentes podem complementar essa fonte.

coleta de dados¹³⁵.

Os tipos de dados de segundo plano necessários variam para as modelagens atribucional e consequencial.

Para a modelagem atribucional, o tipo é o do mix de consumo do mercado de processos/sistemas.

Para a modelagem consequencial, os tipos são os seguintes:

- um mix de processos/sistemas “marginais de curto prazo”,
- um mix de processos/sistemas “marginais de longo prazo” e

Todos esses mixes dizem respeito a um processo, bem ou serviço específico ou genérico (ou a um grupo maior dos mesmos) em um determinado mercado e um determinado momento.

Os mixes marginais consistiriam nos processos ou sistemas mais competitivos em termos de custos (no caso de mercados em expansão, estáveis ou em ligeira queda, ou seja, em queda não superior à taxa média de deslocamento de bens de capital) ou nos menos competitivos (no caso de mercados em forte queda). Isso ocorrerá a menos que consequências e restrições secundárias alterem o cenário ou até se contraponham ou compensem plenamente as consequências primárias, de modo que o mix médio de consumo represente melhor os processos/sistemas substituídos que o mix marginal (nesse caso, ambos seriam idênticos, respectivamente).

Observe que, para substituições nas Situações A e B, disposições bastante simplificadas foram estabelecidas (veja os capítulos 6.5.4.2 e 6.5.4.3).

Processo unitário, processo unitário parametrizado ou conjuntos de dados de resultados de ACV para uso em segundo plano

Os conjuntos de dados de segundo plano podem ser de diferentes tipos: resultados de ICV ou processos unitários (e variantes dos mesmos). Ambos oferecem vantagens e desvantagens claras. A abordagem mais adequada depende, principalmente, da disponibilidade e qualidade dos dados especificamente necessários, mas também dos conhecimentos disponíveis sobre modelagem e outros aspectos. Se modelados consistentemente, combinações também são possíveis.

Tanto para processos unitários como para resultados de ICV, uma boa documentação e um revisor ou painel de revisores externos qualificados e independentes são recomendados ou podem ser necessários, dependendo da aplicação em vista.

Ao se trabalhar com processos unitários e sempre que possível, deve-se dar preferência a “processos unitários de operação individual” para coleta de dados em relação a “processos unitários de caixa preta” (ver Figura 7). Isso evita possíveis problemas de multifuncionalidade e melhora substancialmente a verificação/revisão dos dados.

Para alguns processos, resultados fixos de ICV ou processos unitários podem ser inadequados. Isso ocorre quando o inventário depende fortemente das condições específicas de operação ou dos insumos específicos usados, entre outros aspectos. Nesses casos, conjuntos de dados para processos unitários parametrizados ou conjuntos de dados de sistemas parcialmente terminados podem ser necessários ou podem, pelo menos, ser mais eficientes e flexíveis. Exemplos desses casos seriam os processos de transporte, máquinas de moldagem por injeção e máquinas flexíveis de processamento semelhantes, processos de gestão de resíduos, etc.

¹³⁵ Em muitos casos, processos de primeiro plano também são afetados por uma decisão analisada. Por exemplo, uma nova tecnologia de produção pode resultar em uma demanda fortemente reduzida por vapor para processos, gerando a questão de como os produtores atuais de vapor no local serão afetados por esse fato. Nesses casos, no entanto, seria melhor modelar um cenário da provável tecnologia a ser adotada (ou decidir se o produtor de vapor continuará a operar com um fator de carga mais baixo) em vez de aplicar uma identificação consequencial formal e teórica dos processos. Essa situação é idêntica à de outras consequências de microefeitos que podem ser consideradas como não passíveis de alterar os processos instalados.

Dados específicos, médios ou genéricos?

Para a modelagem atribucional e para situações nas quais nenhum fornecedor específico é usado, bem como para conjuntos de dados mais de segundo plano, os conjuntos de dados de ICV de segundo plano médios ou genéricos para tecnologias de país/mercado são mais adequados, mas ainda assim os dados devem representar o nível tecnológico (ou seja, a média real do mercado ou - para cenários - o pior caso e o melhor caso disponível) para representar adequadamente os produtos em questão.

Para a modelagem consequencial, dados médios não são, teoricamente, adequados, a menos que haja uma grande incerteza em relação a quais são os processos substituídos, o que ocorre frequentemente.

7.3.4 Necessidade de dados multianuais médios ou de dados genéricos

O uso de dados que representam uma média para diversos anos pode também ser necessário quando um único ano não é representativo para a situação geral, “corrente”. Essa abordagem pode ser adotada quando os dados variam muito de um ano para outro. Ela pode ser adotada, por exemplo, para produtos agrícolas, para os quais a produtividade, o excedente de nitrogênio resultante e suas respectivas emissões, as quantidades de pesticidas aplicados, etc. podem variar consideravelmente de um ano para o outro devido a diferentes condições meteorológicas, à incidência de doenças, etc. Além disso, a carga de instalações industriais, como, por exemplo, mixes de importação de matérias-primas, pode variar consideravelmente de um ano para outro. Isso se aplica especialmente a dados que representam um produtor específico, já que é de se esperar que esses dados variarão mais fortemente que os dados para o mix de mercado.

Semelhantemente aos dados médios, dados genéricos podem também, nesses casos, frequentemente representar melhor o processo ou sistema do que dados específicos.

Situações desse tipo podem ser identificadas ao longo de dados históricos para diferentes anos do processo analisado ou semelhante que variam significativamente. Pode ocorrer também que só no ano da modelagem ocorreram incidentes específicos que afetaram quantitativamente o produto do processo ou outros elementos relevantes do inventário de uma maneira singular e, portanto, não representativa de um modo geral.

Esse caso também oferece um exemplo no qual a qualidade geral de dados médios ou genéricos pode ser maior que a de dados específicos.

7.3.5 Fontes de dados primários e secundários

Dados de ICV

Com base nos dados específicos necessários e nos requisitos de qualidade e à luz das considerações anteriores, as fontes de dados e informações devem ser identificadas. A consistência e a qualidade dos dados (ou seja, da revisão) são requisitos importantes para apoiar estudos válidos. Como já mencionado nos capítulos 6.9.3 e 6.9.4, há ampla gama de possíveis fontes de dados de ICV:

- As fontes primárias de dados são as dos produtores de bens e operadores de processos e serviços, bem como suas associações.
- As fontes de dados secundários que dão acesso a dados primários (possivelmente após a remodelagem/alteração dos dados) e dados genéricos são, entre outras, os bancos de dados nacionais, consultores e grupos de pesquisa.

A Rede de Dados do Sistema ILCD ajuda a identificar fontes secundárias adequadas.

Recomenda-se, também, que fontes de dados específicos sejam consideradas, já que mudanças em fontes de dados no decorrer do processo de modelagem podem não apenas atrasar o trabalho, mas também gerar custos adicionais consideráveis.

Outros dados: taxas de reciclagem, dados estatísticos, etc.

Como observado para os dados de ICV, a seleção de fontes constitui um estágio importante também para outros dados e deve ser feita sistematicamente. Veja também o capítulo 6.9.4.

7.3.6 Foco nos dados e informações mais relevantes

Recomenda-se que o esforço de coleta de dados leve em consideração a relevância dos respectivos dados e informações. Para ser eficiente e usar os recursos financeiros e o tempo disponível de maneira a garantir a melhor qualidade possível, o trabalho de uma ACV deve ser focado e não se perder no volume enorme de processos, fluxos e aspectos teoricamente contribuintes. É bom aproveitar a experiência existente, desde que ela reflita suficientemente o processo ou sistema analisado e seja de alta qualidade. As Regras de Categorias de Produtos e documentos orientadores para grupos específicos de produtos podem representar essa experiência.

Erros frequentes: Foco equivocado no processo de coleta de dados

Na prática de ACV, observa-se frequentemente que o foco da coleta de dados não se baseia adequadamente na relevância dos dados para os resultados finais: interesses pessoais em determinados processos, a falta de experiência sobre o que é fundamental para o processo ou sistema analisado, a não consideração da experiência disponível em outros lugares (como a condensada nas Regras de Categorias de Produtos, que é de alta qualidade), perder-se em múltiplas opções de substituição e alocação sem verificar se isso é importante do ponto de vista do sistema e muitas outras razões fazem com que muito tempo e recursos sejam desperdiçados na coleta de grandes volumes de dados detalhados e precisos para processos ou fluxos que contribuem muito pouco para o total. Ao mesmo tempo, dados rudimentares estimados não são desenvolvidos ou lacunas em termos de dados não são preenchidas para processos e fluxos de maior importância. Práticas eficientes e eficazes de coleta de dados exigem concentração no que realmente importa.

Ao mesmo tempo, é importante não apoiar-se apenas na experiência existente e em Regras de Categorias de Produtos, pois essas fontes podem muitas vezes basear-se em outras experiências sem verificar, necessariamente, o que seria mais importante. O uso de experiências de alta qualidade é necessário, bem como garantir que essas experiências efetivamente reflitam a situação analisada e o processo ou sistema específico estudado.

Apoiar-se apenas na experiência prontamente disponível de terceiros, como ocorre frequentemente, como em softwares de ACV (sem verificar a qualidade dos dados ou lacunas nos mesmos, quando outros dados de terceiros podem ser necessários), contribui para afetar a qualidade dos resultados e a robustez das conclusões. Recomenda-se, portanto, que sempre se preveja que dados de alta qualidade podem também precisar ser especificamente coletados ou obtidos para processos essenciais de segundo plano também.

Os estágios descritos a seguir são recomendados para uma determinação sistemática e eficiente dos requisitos de qualidade de dados de ICV. A menos que os requisitos em termos de qualidade sejam diretamente definidos no objetivo, essa definição só é feita após o primeiro ciclo da coleta de dados, o cálculo dos resultados, a avaliação de impactos, a identificação de problemas significativos e a avaliação geral. Pode ser necessário ajustar precisamente os requisitos em ciclos subsequentes:

- Para identificar a qualidade necessária de dados quantitativos de ICV, determine/estime a exatidão, completude e precisão dos resultados da AICV necessários para a aplicação em vista para, por exemplo, permitir a identificação de diferenças significativas entre produtos alternativos comparados.
- Traduza esses requisitos para os requisitos relacionados no nível de fluxos elementares levando em consideração possíveis impactos dos fluxos elementares individuais e desconsiderando incertezas/imprecisões associadas aos fatores de caracterização.
- Com base no exposto acima, aplique os requisitos aos fluxos elementares para determinar as incertezas, imprecisões e incompletudes máximas admissíveis do inventário geral dos inventários dos processos ou sistemas a serem coletados ou comprados. Observe que isso inclui incertezas sistemáticas de métodos e modelos de ICV aplicados no sistema e de premissas assumidas ao se configurar o sistema (por exemplo, modelo de ciclo de vida de produto).
- Use essa informação como orientação indicativa para os requisitos de qualidade na coleta ou compra de dados de inventário (ou seja, processo unitário ou resultados de ICV e conjuntos de dados semelhantes). Para conjuntos de dados de ICV de terceiros, recomenda-se que os seguintes aspectos adicionais de qualidade sejam considerados: documentação adequada, uso de fluxos elementares e nomenclaturas compatíveis, consistência metodológica e (possivelmente) uma revisão externa qualificada.

Disposições: 7.3 Planejamento da coleta de dados

Diferenciado para as modelagens atribucional e consequencial.

Plenamente aplicável a todos os tipos de produtos, implicitamente diferenciados.

- I) **OBRIGATÓRIO - Identifique processos unitários específicos para o estudo que tenham se tornado obrigatórios:** identifique para quais processos do sistema analisado novos processos unitários específicos para o estudo precisam ser desenvolvidos com dados primários e secundários específicos para produtores ou operadores. Isso precisa ser feito tipicamente para todo o sistema de primeiro plano (inclusive para partes de relações contratuais existentes ou planejadas). Recomenda-se o uso de um processo técnico ou diagramas de fluxo. (7.3.2)
- II) **OBRIGATÓRIO - Dados médios e genéricos:** identifique para quais partes do sistema analisado o uso de conjuntos de dados de ICV médios ou genéricos é mais adequado. Observe que, para determinados casos, dados médios ou genéricos podem ser mais precisos e completos para alguns processos do sistema de primeiro plano também. Se dados desse tipo forem usados, é necessário justificar essa decisão. (7.3.2)

Observe que no caso de apenas um processo unitário ser o produto final do estudo de ICV, só devem, obviamente, ser coletados dados para esse processo e as disposições aplicam-se analogamente.

- III) **RECOMENDADO - Identifique fontes de dados e informações:** recomenda-se que fontes de dados e informações necessários sejam sistematicamente identificadas. Isso inclui considerar a possibilidade de se trabalhar para o sistema de segundo plano principalmente com resultados de ICV ou com conjuntos de dados de processos unitários, ambos os quais oferecem vantagens e desvantagens que devem ser avaliadas para cada caso. Combinações são possíveis se os dados forem consistentes. Entre as fontes de dados de ICV, fontes primárias e secundárias podem ser diferenciadas. O princípio orientador deve ser o da disponibilidade e qualidade dos dados mais adequados. Recomenda-se trabalhar com conjuntos de dados bem documentados e já revistos. Essa abordagem apoia a utilização correta dos conjuntos de dados, uma boa documentação do sistema analisado e sua revisão. (7.3.3, 7.3.5) [ISO+]

IV) **RECOMENDADO - Unidades do Sistema SI:** recomenda-se que dados sejam coletados nas unidades do *Système International d'Unités* (SI) para minimizar esforços de conversão e erros em potencial. [ISO+]

Observe que as unidades do sistema SI deverão ser usadas na elaboração de relatórios (veja o capítulo 10.2 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).

V) **IMPORTANTE - Dados multianuais ou genéricos preferidos?:** avalie, ao longo do objetivo do estudo, se dados multianuais médios ou dados genéricos devem ter preferência em relação a dados anuais médios por melhor representarem o processo/sistema. Essa abordagem é aplicada a processos com fortes variações de um ano a outro (por exemplo, agricultura; dados para produtores específicos de um modo geral) para garantir uma representatividade temporal adequada. (ISO+)

VI) **RECOMENDADO - Coleta de dados orientada pela relevância dos dados:** recomenda-se que o esforço da coleta de dados seja orientado pela relevância dos respectivos dados e informações. É bom aproveitar a experiência existente, desde que ela reflita suficientemente o processo ou sistema analisado e seja de alta qualidade. As Regras de Categorias de Produtos e documentos orientadores para grupos específicos de produtos podem representar essa experiência. As orientações apresentadas a seguir foram desenvolvidas para ajudar a promover um melhor enfoque na coleta de dados. Os requisitos de qualidade para os dados iniciais e os conjuntos de dados, identificados em 6.9.2, podem precisar ser mais precisamente ajustados em ciclos subsequentes da seguinte maneira (mas veja também o capítulo 4) (7.3.6): [ISO+]

VI.a) Para a identificação de necessidades de garantir a qualidade de dados quantitativos de ICV, determine/estime a exatidão, completude e precisão dos resultados da AICV exigidos para a aplicação em vista (por exemplo, para permitir a identificação de diferenças significativas entre produtos alternativos comparados).

VI.b) Traduza esses requisitos em requisitos relacionados no nível de fluxos elementares, levando em consideração possíveis impactos dos fluxos elementares individuais e ignorando incertezas/imprecisões associadas aos fatores de caracterização.

VI.c) Use esses requisitos nos fluxos elementares para determinar as incertezas, imprecisões e incompletudes máximas admissíveis do inventário geral dos inventários dos processos ou sistemas a serem coletados ou comprados.

Observe que isso inclui incertezas sistemáticas dos métodos e modelos aplicados de ICV e das premissas assumidas na configuração do modelo do sistema.

VI.d.) Use essa informação como orientação indicativa para os requisitos de qualidade na coleta ou compra de dados de inventário (ou seja, processo unitário ou resultados de ICV e conjuntos de dados semelhantes). Para conjuntos de dados secundários de ICV, recomenda-se que os seguintes aspectos adicionais de qualidade sejam considerados: documentação adequada, uso de fluxos elementares e nomenclaturas compatíveis, consistência metodológica e uma revisão externa qualificada concluída.

Observe que se conjuntos de dados coletados ou comprados posteriormente não satisfizerem os requisitos, os resultados do estudo podem não satisfazer os requisitos gerais de qualidade, consistência e revisão.

Observe que todas as fontes de dados publicamente acessíveis deverão ser referenciadas posteriormente.

Diversas informações descritivas serão posteriormente fornecidas para todos os dados significativos, como o processo de coleta de dados, a idade dos dados e os indicadores da qualidade dos dados.

7.4 Coleta de dados de processos unitários de ICV

(Refere-se à norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.2, e alguns aspectos do capítulo 4.3.3)

7.4.1 Introdução e visão geral

(Referem-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.2.1)

Introdução

Para todos os processos identificados (veja os capítulos 7.2.3 ou 7.2.4), devem ser coletados dados de inventário. Uma coleção efetiva de dados de inventário normalmente só é necessária para o sistema de primeiro plano, desde que todos os dados do sistema de segundo plano possam ser adquiridos em bancos de dados de segundo plano disponíveis.

Os dados de processos unitários constituem a base de todo o trabalho de ICV. As disposições para a sua coleta são essencialmente iguais para as modelagens atribucional e consequential de ICV.

Idealmente, elas se referem a um processo unitário de operação individual de um processo específico (por exemplo, ao transporte de mercadorias a granel em um modelo de caminhão específico de 7,5 toneladas). É a isso que este capítulo também se refere.

No entanto, elas podem também se referir à média de um mix de processos (por exemplo, a um mix de mercado de transporte de mercadorias a granel em caminhões de todas as marcas específicas EURO 4 de 7,5 toneladas na Alemanha). Esse tema é abordado neste capítulo, enquanto o cálculo da média é abordado no capítulo 7.7.

Ou podem ser de natureza genérica e, portanto, representarem um processo ou tecnologia geral e não a sua operação de uma forma específica ou média (por exemplo, um mix de mercado do mesmo tipo de caminhão de antes, mas obtido genericamente e não por uma média de dados dos modelos específicos dos caminhões, que podem não estar disponíveis). O desenvolvimento de conjuntos de dados genéricos é abordado no capítulo 7.5, com muitas disposições deste capítulo a serem aplicadas também.

Todos esses tipos de conjunto de dados podem incluir parametrização, gerando modelos de tecnologia como um processo unitário parametrizado. Observe que todos eles podem também se referir a um conjunto de processos unitários de operação individual interligados (por exemplo, a uma fábrica ou a um local inteiro), ou seja, podem ser um processo unitário de caixa preta para o qual dados de inventário são coletados¹³⁶. Nesse caso, as mesmas disposições são, em grande parte, aplicadas como a processos unitários de operação individual. Qual dessas formas de processos unitários será usada dependerá de uma série de questões. Entre outras, podemos citar as seguintes:

- o objetivo e o escopo do estudo (especialmente o tipo de processo/sistema analisado, aplicações em vista);
- disponibilidade de dados e requisitos de qualidade;
- recursos disponíveis (financiamento, especialistas).

¹³⁶ Observe que a menos que seja uma meta explicitamente definida para o estudo, deve-se coletar dados para processos unitários de operação individual e evitar a coleta de dados para processos unitários de caixa preta. Os processos unitários de caixa preta geram dificuldades para a revisão e, em muitos casos, problemas de multifuncionalidade também. Estes exigem informações e esforços adicionais e de todo modo distorcem os resultados em alguma medida. Se, durante o planejamento de dados ou a coleta de dados brutos, um processo se revelar um processo unitário de caixa preta, deve-se verificar se ele pode ser subdividido antes da coleta de dados ou subdivisão virtual posteriormente.

Visão geral

Este capítulo começa com a principal orientação sobre o estágio inicial da coleta de dados brutos para a obtenção de processos unitários (7.4.2). Esse processo inclui o importante estágio do controle interino da qualidade e de medidas a serem tomadas em relação à falta de dados.

Os dois próximos subcapítulos apresentam disposições sobre uma série de questões metodológicas para fluxos elementares (7.4.3) e tipos específicos de processos (7.4.4).

O último subcapítulo 7.4.5 apresenta informações detalhadas sobre convenções de nomes e outros aspectos.

Orientações técnicas mais customizadas, mas também muito mais condensadas, sobre o desenvolvimento de conjuntos de dados de ICV são fornecidas no documento de orientação separado intitulado *Specific guidance document for LCI data sets* (documento de orientações específicas para conjuntos de dados de ICV). Esse documento se baseia nas “Disposições” dessa orientação geral e enfoca elementos relevantes para o desenvolvimento de conjuntos de dados de ICV.

7.4.2 Coleta de dados básicos para processos unitários

([Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.3.2.2. e 4.3.3](#))

7.4.2.1 Introdução e visão geral

([Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.3.2.2. e 4.3.3](#))

Antes de apresentar disposições e nomenclaturas gerais metodológicas e outras convenções a serem aplicadas a processos e fluxos, este capítulo apresenta disposições e recomendações para a coleta de dados brutos¹³⁷ e para o caminho a ser seguido em relação a inventários de processos unitários:

- Como evitar processos unitários de caixa preta por subdivisão ou subdivisão virtual (7.4.2.2)
- Descrição do que o processo unitário representa (7.4.2.3)
- Tipos de dados sobre fluxos de insumos e produtos a serem coletados (7.4.2.4)
- Tipos de dados e informações para conjuntos de dados específicos, futuros e genéricos (7.4.2.5)
- Valor de referência do fluxo de referência (7.4.2.6)
- Representatividade das condições de operação (7.4.2.7)
- Verificação de limites legais (7.4.2.8)
- De dados brutos a inventários de processos unitários por fluxo de referência (7.4.2.9)
- Soluções para questões de confidencialidade (7.4.2.10)
- Controle de qualidade interino (7.4.2.11) e, como um aspecto importante do mesmo,
- Como lidar com a falta de dados de inventário no final do processo (7.4.2.11.3).

¹³⁷ Orientações mais abrangentes e uma abordagem mais detalhada para a documentação sistemática dessa etapa básica poderiam ser objeto de um trabalho futuro.

7.4.2.2 Como evitar processos unitários de caixa preta por subdivisão ou subdivisão virtual

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.4.2)

Abordagem geral

Se o processo unitário para o qual dados serão recolhidos for uma combinação de mais de um processo, separe fisicamente os estágios do processo. Esse é um processo unitário de caixa preta; veja a Figura 8.

Os processos unitários de caixa preta podem gerar dificuldades para a revisão. Isso ocorre principalmente quando o processo é desenvolvido como um processo genérico (veja o capítulo 7.5) e o revisor teria melhores condições de fazer o seu trabalho no nível dos estágios do processo do que no nível de uma cadeia integrada de estágios. Por outro lado, e especialmente para dados específicos baseados em medições, a revisão pode também ser feita com base nos dados medidos; nesse caso, a subdivisão não ajuda.

Ao mesmo tempo, os processos unitários de caixa preta frequentemente geram problemas de multifuncionalidade. Esses problemas exigem informações e esforços adicionais para serem resolvidos e sempre distorcem os resultados em alguma medida. Se a subdivisão de um processo unitário de caixa preta multifuncional pode resolver a questão da multifuncionalidade, ela deve ter preferência.

Cadeias subdivididas de processos podem também ser exigidas pela aplicação específica em vista. Por exemplo, uma análise detalhada de um ponto fraco ou o objetivo de um *ecodesign* têm mais interesse nos contribuintes individuais e em como reduzir o impacto do que no valor dos resultados absolutos, gerais.

Em resumo: se no decorrer de um planejamento de dados ou da coleta de dados brutos um processo acabar se revelando um processo unitário de caixa preta, deve-se verificar se o processo pode ser dividido por subdivisão e se isso facilitaria a revisão, promoveria a precisão e a aplicabilidade e evitaria a multifuncionalidade.

A subdivisão geralmente é feita antes da coleta de dados ou da subdivisão virtual posterior.

Subdivisão

A primeira opção é a de se subdividir o processo unitário de caixa preta em questão nos processos que o compõem.

Essa subdivisão é feita antes da coleta final de dados brutos. Os dados de inventário relevantes são coletados separadamente e apenas para os processos unitários envolvidos relacionados ao sistema analisado. Um exemplo seria o de uma sala de reunião, onde os dados sobre energia elétrica, materiais de consumo e consumo de peças seriam coletados separadamente para as diferentes linhas de produção como processos unitários de operação individual. Os dados sobre a sala em si, o aquecimento, a iluminação, etc., também serão coletados separadamente como processos unitários de operação individual, embora sejam processos multifuncionais, pois servem a todas as linhas de produção.

A subdivisão é especialmente importante se o processo unitário de caixa preta desempenhar mais do que uma função, ou seja, se ele for multifuncional e os processos individuais resultantes forem monofuncionais. Se for teoricamente possível separar dessa maneira o fornecimento do bem ou serviço-alvo da(s) cofunção(ões), a subdivisão e às vezes a subdivisão virtual (veja abaixo) são as únicas abordagens que podem gerar dados precisos. No exemplo anterior isso não é possível, porque, por exemplo, a sala e o seu aquecimento não podem ser modelados separadamente para as linhas contidas. Ainda assim, a divisão provavelmente melhora substancialmente a precisão dos dados.

Subdivisão parcial

Se não for possível dividir a caixa preta por completo, ainda assim deve ser feita uma subdivisão parcial. Uma subdivisão parcial pode gerar dois tipos de resultados:

- um ou mais processos são separados como processos unitários de operação individual e um ou mais processos continuam sendo processos unitários de caixa preta (por exemplo, em uma fábrica integrada de produção do sistema analisado de melamina, a unidade de produção de amônia incluída e a separação e compressão do coproduto dióxido de carbono podem ser separadas como processos unitários de operação individual, enquanto os dados para as unidades de produção de ureia e melamina só ficam disponíveis conjuntamente;)
- somente algumas informações podem ser extraídas separadamente para a função analisada, mas um ou mais dos processos incluídos são apenas parcialmente divididos, ou seja, a “divisão” atravessa um estágio de processo individual. Observe que, na modelagem consequencial, essa forma de separação parcial de processos pode gerar distorções quando uma substituição posterior é usada para separar os processos da função analisada completamente. Para a modelagem atribucional, essa abordagem é adequada.

Subdivisão virtual

Há diferentes possibilidades para se obterem dados de inventário para os processos unitários incluídos: coleta de dados (opção preferível) e - em muitos casos, mas não todos - uso dos conhecimentos disponíveis sobre os processos envolvidos: essa pode ser a base para a divisão dos dados do processo multifuncional e a designação dos elementos de inventário aos processos unitários incluídos. Esses conhecimentos podem consistir, por exemplo, na simples compreensão de que as emissões para água só podem vir dos processos que geram águas residuais, de que certas peças ou produtos de consumo só são necessários como insumos para determinados processos e assim por diante.

Em alguns casos, a designação e a subdivisão virtual são qualitativa e quantitativamente claras e precisas, como no exemplo acima. Em outros casos, a subdivisão deve basear-se em conhecimentos especializados e não será exata, embora ainda melhore a qualidade dos dados. Por exemplo, em uma linha de produção, o consumo de energia elétrica em diversos estágios pode ser medido conjuntamente. Para informações sobre outras máquinas (por exemplo, consumo nominal de energia, fator de carga e tempo de operação), pode ser possível subdividir virtualmente com precisão suficiente a caixa preta nos estágios individuais de processos, ainda que não exatamente.

Dessa maneira, informações qualitativas sobre o sistema de produção/operação podem ser suficientes para subdividir a caixa preta parcialmente e, em alguns casos, até inteiramente e designar corretamente todas as informações quantitativas, ou a maioria delas, aos processos unitários individuais incluídos.

Também nos casos em que essa “subdivisão virtual” não pode gerar todos os valores dos dados individuais, ela frequentemente reduzirá significativamente o esforço envolvido, já que somente dados que estiverem faltando precisarão ser diretamente coletados para os processos individuais incluídos.

No entanto, observe que a subdivisão virtual só pode ser usada em modelagens consequenciais se resultar em uma separação completa do inventário da função analisada; caso contrário, a substituição seria distorcida.

Do ponto de vista dos conjuntos de dados resultantes, a subdivisão virtual pode gerar mais do que um processo unitário a partir dos dados da caixa preta. Ou - o que é relevante

para processos unitários de caixa preta que não podem ser integralmente subdivididos virtualmente, mas atravessam o processo - o processo não é dividido em mais do que um processo, mas os fluxos de inventário subdivisíveis individuais são designados, integral ou parcialmente, à cofunção correspondente.

A subdivisão virtual pode também, em princípio, ser aplicada a processos não subdivisíveis fisicamente: em um reator químico, os compostos orgânicos podem ser clorados com cloro, resultando em diferentes coprodutos com um, dois e três grupos de cloro. A quantidade total do cloro consumido nas reações como reagente pode ser designada aos coprodutos na proporção da quantidade de cloro que ligaram. Esse também é um exemplo de subdivisão parcial que atravessa o estágio do processo individual. Observe que, nesse exemplo, qualquer excesso de cloro e quaisquer emissões de cloro exigem uma abordagem separada e tipicamente diferente para resolver a questão da multifuncionalidade. Reitera-se que “atravessar” processos conjuntos que não podem ser mais subdivididos, como feito nesse exemplo, não deve ser uma abordagem adotada na modelagem consequencial/substituição, já que ela distorceria os resultados.

Observe que a subdivisão virtual é equivalente a identificar e usar a causalidade física determinante como princípio de alocação, ou seja, a descrever as relações quantitativas internas entre fluxos não funcionais e as cofunções.

Disposições: 7.4.2.2 Evitar processos unitários de caixa-preta por subdivisão e subdivisão virtuais

Diferenciadas para as modelagens atribucional e consequencial.

Observe que estas disposições devem ser aplicadas a cada processo unitário separadamente, no caso de mais de um desses processos ser modelado

(por exemplo, no sistema de primeiro plano de um sistema analisado).

I) **RECOMENDADO - Multifuncionalidade resolvível por subdivisão?:** verifique se o processo unitário analisado é um processo unitário de caixa-preta (veja o conceito na Figura 7): ele contém outros estágios de subprocessos fisicamente distinguíveis e seria teoricamente possível coletar dados exclusivamente para esses subprocessos? Em seguida, verifique se a subdivisão pode resolver a questão da multifuncionalidade desse processo unitário de caixa preta: uma cadeia de processos dentro do processo unitário de caixa preta inicial pode ser identificada e modelada separadamente - de preferência de estágio em estágio dos processos - que tem apenas uma saída funcional necessária?

II) **RECOMENDADO -** Com base no resultado, os seguintes passos devem ser tomados:

II.a) **Se possível, subdivida:** se for possível coletar dados exclusivamente para os processos incluídos que têm apenas uma saída funcional necessária: dados de inventário devem ser coletados apenas para os processos unitários incluídos, ou seja, deve ser realizada uma subdivisão.

II.b) **Se não for possível, subdivida parcialmente:** se não for possível (ou seja, o processo unitário analisado contém processos unitários de operação individual multifuncionais atribuídos à saída funcional necessária) ou viável (por exemplo, por falta de acesso a dados ou por razões de custo): dados de inventário devem ser coletados separadamente pelo menos para alguns dos processos unitários incluídos, principalmente para aqueles que são os principais contribuintes para o inventário e que não podem de outra maneira (por exemplo, por subdivisão virtual- veja mais detalhes abaixo) ser claramente atribuídos a apenas uma das cofunções. [ISO+]

II.c) **Se isso também não for possível, subdivida virtualmente (total ou parcialmente):** se nem a subdivisão, nem a subdivisão parcial forem possíveis ou viáveis, deve-se verificar

se é possível, por raciocínio, subdividir virtualmente, em parte ou no total, o processo multifuncional com base na compreensão do processo/tecnologia. Isso pode ser feito sempre que uma relação quantitativa possa ser identificada e especificada que relacione exatamente os tipos e volumes de um fluxo com pelo menos uma das cofunções/fluxo(s) de referência (por exemplo, as peças mecânicas específicas ou materiais auxiliares em uma fábrica que são só usadas para o produto analisado podem ser claramente designadas a esse produto subdividindo-se os dados coletados). Para processos que permitam esse procedimento, uma subdivisão virtual deve ser feita separando-se os processos incluídos como processos unitários próprios sem uma coleta de dados separada. [ISO+]

Observe que, na modelagem atribucional, a separação de estágios necessários de processos de um processo unitário de caixa preta por subdivisão virtual pode também melhorar a base para uma alocação posterior, com resultados mais precisos.

Observe que a subdivisão virtual baseia-se na mesma lógica da causalidade física como princípio de alocação, ou seja, na lógica de representar as relações quantitativas internas entre os fluxos não funcionais e as cofunções.

Observe que, na modelagem consequencial, a subdivisão efetiva ou virtual parcial dentro de processos gera distorções se a substituição for posteriormente usada para separar inteiramente a função analisada.

III) RECOMENDADO - Outras razões para subdividir/subdividir virtualmente?: se, de acordo com o passo inicial destas “Disposições”, o processo unitário for de caixa preta, mas não multifuncional, verifique se a subdivisão ou subdivisão virtual do processo possibilitariam uma melhor revisão ou seriam necessárias para as aplicações previstas. Se afirmativo, recomenda-se que o processo seja subdividido ou virtualmente subdividido totalmente ou em parte. [ISO+]

7.4.2.3 Descrição do que o processo unitário representa

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.2.2)

A partir da identificação e possível descrição inicial do processo necessário (capítulo 7.2), descreva o processo efetivamente modelado mais detalhadamente: Essa descrição deve incluir informações sobre a sua efetiva representatividade tecnológica, geográfica e relacionada ao tempo e, principalmente, sobre a(s) unidade(s) funcional(is), fluxo(s) de referência e outros aspectos quantitativos e qualitativos.

Essas informações são úteis para a preparação para a coleta efetiva de dados de inventário e medidas de controle de qualidade. No processo da coleta de dados e do controle de qualidade, etc. essas informações serão depuradas para que se obtenha a descrição e especificação exigidas do processo final como modelado.

Erros frequentes: descrições enganosas para além do que os dados efetivos representam

Pode-se observar frequentemente que os conjuntos de dados publicados não descrevem o que realmente representam (com base nos dados efetivamente coletados).

Por exemplo, os dados podem refletir uma tecnologia individual enquanto é afirmado que o conjunto de dados representa um mix de mercado. Ou os dados são diretamente derivados de um estudo de pesquisa ou de dados de laboratório, modelos teóricos, etc. e é afirmado que eles representam um processo industrial, refletindo uma operação média em grande escala.

Isso deve ser evitado, afirmando-se claramente o que o conjunto de dados representa efetivamente. Pode ser, obviamente, que um conjunto de dados represente, por exemplo, um mix de

mercado em alguma medida, embora não abranja todas as tecnologias, rotas, etc., mas esse fato deve ser esclarecido em um lugar de destaque: se o conjunto de dados for uma combinação de diferentes fontes ou carece de representatividade por outra razão, esse fato deve ser declarado no conjunto de dados e qualquer documentação que o acompanhe, se publicada.

Observe que, no final da coleta de dados, a documentação final desses metadados deve ser plenamente estabelecida, citando, por exemplo, condições operacionais, as premissas usadas, o uso de dados de outras fontes, as lacunas em termos de dados, a completude lograda e a precisão do inventário, etc. Detalhes sobre a documentação são fornecidos no capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

Disposições: 7.4.2.3 Descrição do que o processo unitário representa

Observe que estas disposições devem ser aplicadas a cada processo unitário separadamente, no caso de mais de um desses processos ser modelado (por exemplo, no sistema de primeiro plano de um sistema analisado).

I) OBRIGATÓRIO - Caracterize o processo unitário:

I.a) **Representatividade:** caracterize o processo unitário no que se refere à tecnologia/técnica, escopo geográfico/de mercado e tempo (por exemplo, ano e diferenciações sazonais/diurnas, se aplicáveis) que ele representa e qualquer representatividade possivelmente limitada. Essa caracterização inclui a identificação de condições operacionais relevantes e/ou outros fatores que influenciam suas entradas e saídas em uma medida relevante. O capítulo 6.8 fornece mais detalhes a esse respeito.

I.b) **Fluxo(s) de referência/unidade(s) funcional(is):** se o produto for um estudo ou conjunto de dados de ICV, um ou mais fluxos de referência serão os principais identificadores e a referência quantitativa do inventário e documentação do ciclo de vida. Determine e dê nome ao(s) fluxo(s) de referência como a quantidade de produto(s) do sistema que desempenham a função como especificada na unidade funcional. Para orientações sobre como dar nome ao fluxo de produtos, veja o documento *Nomenclature and other conventions*. Além disso, a(s) unidade(s) funcional(is) deve(m) ser especificada(s) se forem fornecidas especificações técnicas adequadas (o capítulo 6.4.6 apresenta disposições para diferentes tipos de processos/sistemas). [ISO+]

Observe que diversos metadados sobre o processo e/ou seu(s) produto(s) devem ser fornecidos posteriormente ao usuário e ao revisor sobre, por exemplo, sua aplicabilidade técnica, as premissas do método, quem fez a modelagem, etc. Recomenda-se que uma documentação adequada seja providenciada já no nível do processo unitário e, além disso, se o produto final for um resultado de ICV ou um estudo de ACV, deve-se usar o formato de conjunto de dados do sistema ILCD (veja também o capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* sobre “Relatórios”).

7.4.2.4 Tipos de dados sobre fluxos de entradas e saídas (insumos e produtos) a serem coletados

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.2.3)

Tipos de fluxos

O inventário final do processo unitário lista os fluxos de insumos e produtos (entradas e saídas). Essas listas baseiam-se em diversos tipos de dados e informações e apenas raramente os dados coletados podem ser diretamente inventariados. Este capítulo identifica, primeiramente, a título de orientação, os tipos de fluxos que serão encontrados no inventário final:

Os dados de inventário de processos são coletados ou modelados dos lados de entrada (insumos) e saída (produtos).

Os fluxos laterais de insumos incluem fluxos elementares como de materiais e recursos energéticos, uso da terra, fluxos de produtos como de fornecedores de energia, produtos químicos

e outros materiais, produtos de consumo, peças e componentes, produtos semiacabados, produtos complexos e serviços de todos os tipos.

Os fluxos laterais de saída incluem - junto de um ou mais produtos - resíduos gerados, emissões para o ar, água e solo e outros aspectos ambientais que possam ser relevantes para a avaliação de impactos (por exemplo, ruídos, resíduos lançados na natureza, etc.).

Especificamente para processos de gestão de resíduos, fluxos de resíduos ocorrerão também no lado da entrada (insumos); veja o capítulo 7.4.4.2.

As Disposições listam os tipos de fluxos sistematicamente.

Disposições: 7.4.2.4 Tipos de dados sobre fluxos de insumos e produtos a serem coletados

- I) **OBRIGATÓRIO - Tipos de fluxos de entrada e saída:** dados quantitativos para todas as entradas e saídas relevantes¹³⁸ associadas ao processo unitário devem ser colhidos/modelados na maior medida possível. Se isso não for possível, a falta de dados deve ser documentada e se essa lacuna não puder ser preenchida, ela deve ser considerada ao se relatar a qualidade alcançada nos dados e ao se interpretar os resultados de um estudo. Esses fluxos tipicamente incluem os seguintes elementos, se relevantes para o processo/sistema modelado:
- I.a) Entradas de produtos “consumidos” (ou seja materiais, serviços, peças, bens complexos, materiais de consumo, etc.), como fluxos de produtos.
 - I.b) Entradas de resíduos (somente no caso de processos de gestão de resíduos), como fluxos de resíduos.
 - I.c) Entradas de recursos da natureza (ou seja, do solo, da água, do ar, da biosfera, da terra, etc., e com possíveis especificações ulteriores de subcompartimentos, conforme exigido pela metodologia de avaliação de impactos a ser aplicada), como fluxos elementares.
 - I.d) Emissões para o ar, água e solo (com possíveis especificações ulteriores de subcompartimentos, conforme exigido pela metodologia de avaliação de impactos a ser aplicada), como fluxos elementares.
 - I.e) Outras intervenções laterais de entrada e saída com a ecossfera (se exigido pelos métodos de AICV aplicados), como fluxos elementares.
 - I.f) Saídas de resíduos (por exemplo, resíduos sólidos, líquidos e gasosos para gestão de resíduos dentro da tecnosfera¹³⁹), como fluxos de resíduos.
 - I.g) Saídas de bens e serviços valiosos gerados pelo processo, como fluxos de produtos.

7.4.2.5 Tipos de dados e informações para conjuntos de dados específicos, futuros e genéricos

([Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.3.2.2. e 4.3.3](#))

Coleta de dados específicos - medições e questionários customizados

As fontes mais representativas de dados para processos específicos resultam de medições diretamente realizadas no processo ou consistem nos próprios operadores, cujos dados são colhidos por meio de entrevistas ou questionários (este capítulo fornece mais informações a esse respeito abaixo).

¹³⁸ Veja a medida a ser tomada para a “aplicação de regras de corte” mais abaixo neste capítulo.

¹³⁹ As emissões resultantes de resíduos diretamente descartados no meio ambiente devem ser modeladas como parte do modelo de ICV, com os processos considerados como parte da tecnosfera (o capítulo 7.4.4.2 fornece informações mais detalhadas a esse respeito).zzz

Raramente os dados podem ser diretamente inventariados. Eles precisam ser dimensionados, agregados ou submetidos a outras formas de tratamento matemático para que tenham uma relação adequada com a(s) unidade(s) funcional(is) e/ou fluxo(s) de referência do processo. Esse tema é abordado no capítulo 7.4.2.9.

Entre outros, os seguintes tipos de dados e informações direta ou indiretamente medidos podem ser diferenciados para processos e produtos existentes:

- dados sobre consumo no nível de processo ou planta;
- contas e mudanças no estoque/inventário de bens de consumo;
- medições de emissões (concentrações e volumes correspondentes de gases de escape e águas residuais);
- composição dos resíduos e produtos, especialmente sua composição elementar e teor energético em apoio aos balanços de elementos e balanços energéticos que apoiam melhorias no controle de qualidade e na qualidade (corte).

Outras fontes de dados para processos específicos

Após as medições, é geralmente útil (também para verificações cruzadas) ou até mesmo necessário (para preencher lacunas) usar outras fontes de dados. Entre outras dessas fontes, podemos citar as seguintes:

- receitas e formulações, listas de peças;
- patentes;
- modelos de processos de engenharia;
- modelos estequiométricos;
- relatórios de testes e especificações de processos e produtos;
- limites legais;
- dados de processos semelhantes;
- documentos de referência BAT.

Para processos futuros e conjuntos de dados genéricos, os dados e informações sobre processos existentes e modelos de processos futuros ou genéricos devem ser usados conjuntamente.

Processos futuros - modelos, previsões, dados de laboratórios

Para processos futuros, o esforço se concentrará mais no lado dos modelos, aproveitando todos os tipos de dados e informações disponíveis, entre os quais os seguintes:

- modelagem ou planejamento de processos;
- patentes;
- dados de laboratório ou dados da plantas piloto;
- dados de tecnologias/técnicas existentes semelhantes;
- documentos de referência BAT e, mais uma vez;
- limites legais.

Dados genéricos - características dos processos e sistemas

Para conjuntos de dados genéricos, as características técnicas de processos a serem modelados podem, em muitos casos, ser medidas e uma média extraída posteriormente com vistas à obtenção de parâmetros representativos para o modelo genérico. Essas características técnicas podem ser, por exemplo, as seguintes:

- lista de fluxos relevantes do processo ou contas de materiais e nível de processamento do bem;
- índices de eficiência de, por exemplo, conversão de energia ou produtividade;
- limites estequiométricos e outros limites físicos das faixas de razões de fluxo-quantidade, gamas de tecnologias/técnicas existentes e, mais uma vez;
- documentos de referência BAT e limites legais.

Para informações sobre o desenvolvimento de processos genéricos, veja o capítulo 7.5.

Use dados sobre estágios e gestão inicial de resíduos de bens de consumo

Dependendo do objetivo do estudo, no caso de a fase de uso e gestão inicial dos resíduos de um bem de consumo (tanto por consumidores finais como pelo operador de um serviço) também ser incluída nas fronteiras do sistema, a coleta de dados enfrentará desafios diferentes dos enfrentados para processos de produção:

Diferentemente de processos de produção, a maneira como um produto é usado é frequentemente muito menos homogênea e bem menos definida. Há cenários muito diferentes de uso. Ao mesmo tempo, bens de consumo frequentemente têm uma fase importante de uso quando desempenham sua função por, por exemplo, consumirem energia (“produtos que consomem energia”), estarem relacionados ao consumo de energia (“produtos relacionados a energia”) ou por apresentarem outras características relevantes (por exemplo, por serem potencialmente problemáticos no que se refere à gestão inicial de resíduos por parte do consumidor, por envolverem questões como a da separação do lixo, o descarte de resíduos pela privada, etc.). Isso afeta, em uma medida semelhante, processos operados por consumidores finais e em apoio ao processamento realizado por empresas.

Outro exemplo - também relacionado à fase de uso dos produtos, mas menos óbvia - é o do uso de bens de consumo pessoal como roupas, relógios, celulares, *laptops* e outros produtos semelhantes: muitos deles são transportados em sua fase de uso por meios como carros, trens ou aviões, por exemplo. Seu peso, consumo de combustível, emissões, etc. devem, em princípio, ser considerados se forem quantitativamente relevantes e se, por exemplo, um meio de transporte médio ou típico for usado.

Os dados para esses estágios podem ser obtidos não apenas em medições e especificações técnicas do produtor, mas também em pesquisas concebidas para identificar o comportamento representativo médio ou típico dos usuários. Isso muitas vezes exige que os dados sejam coletados de diferentes maneiras.

Questionários e outros meios que podem ser usados para se coletar dados

Para a coleta de dados, recomenda-se o uso de folhas de coleções de dados customizados juntamente com fluxogramas específicos (como, por exemplo, fluxogramas técnicos) para

garantir uma inventariação e documentação adequadas já no nível dos processos unitários. Os fluxogramas iniciais e precisamente ajustados que foram elaborados no contexto da definição do escopo e da identificação de processos a serem incluídos são úteis para esse fim. Durante a coleta de dados e em iteração com o feedback do operador do processo, eles podem ser revisados no intuito de melhor capturar o(s) respectivo(s) processo(s).

Recomenda-se que esses fluxogramas sejam elaborados com os detalhes desejados, como, por exemplo, no nível de processos unitários de operação individual e não no nível agregado de processos unitários de caixa preta. Isso apoia as decisões sobre a eventual necessidade de se subdividir processos multifuncionais e a revisão do inventário.

Disposições: 7.4.2.5 Tipos de dados e informações para conjuntos de dados específicos, futuros e genéricos

- I) **RECOMENDADO - Tipos de dados brutos:** Tipos de dados brutos que devem ser usados para o processo, conforme necessário: [ISO+]
 - I.a) **Dados medidos** coletados pelos/no nível dos operadores do processo devem ter preferência, se possível e adequado. As medições não se resumem a medições físicas de, por exemplo, emissões, mas envolvem também outras informações específicas para o processo operado, como contas e listas de consumo, mudanças em estoques/inventários e outras informações semelhantes.
 - I.b) **Composição em termos de elementos e teor de energia** de fluxos de produtos e resíduos. Estes dados devem ser posteriormente inventariados como informações de propriedades de fluxos para que esses fluxos apoiem o controle de qualidade interino, a revisão e a melhoria da qualidade dos dados.
 - I.c) **Vários outros dados** podem ser úteis (também para verificações cruzadas) ou até mesmo necessários (para preencher lacunas). Eles podem ser, por exemplo, receitas e formulações, listas de peças, patentes, modelos de engenharia de processos, modelos estequiométricos, especificações e relatórios de testes de processos e produtos, limites legais, cotas e tamanhos de mercados, dados sobre processos semelhantes, documentos de referência BAT, etc.
 - I.d.) **Use informações sobre estágios:** para a modelagem da fase de uso de bens de consumo e gestão inicial de resíduos, recomenda-se o uso de pesquisas e estudos que analisem o comportamento médio ou típico dos usuários para complementar as especificações dos produtos e os manuais de usuário. As informações fornecidas nas Regras de Categorias de Produtos podem apoiar esse esforço.
- II) **RECOMENDADO - Formas de coletas de dados customizadas:** recomenda-se o uso de formas de coletas de dados customizadas juntamente com fluxogramas técnicos. Formas específicas de coletas de dados são mais recomendadas do que formas genéricas. [ISO+]

7.4.2.6 Valor de referência do fluxo de referência

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.3)

Os dados individuais para o inventário devem ser, cada um deles, expressos quantitativamente como fluxos por unidade funcional (por exemplo, a massa de dióxido de carbono emitida para o ar em relação ao fluxo de referência do sistema; por exemplo, 1 MJ a menos de valor calorífico gerado no caso de uma caldeira de água).

Na modelagem atribucional, os inventários e o modelo são lineares à quantidade da função, ou seja, não importa se um fio de cobre de 1 kg ou 100.000 t. é usado.

Na modelagem consequencial, no entanto, a quantidade da função exigida ou prestada influencia se existe uma situação em pequena escala ou em grande escala. Na modelagem da Situação B (veja o capítulo 5.3), a possibilidade de ocorrerem grandes consequências depende da quantidade efetiva em relação ao tamanho do mercado. Para facilitar a identificação dos processos aos quais isto se aplica, recomenda-se, portanto, que a quantidade seja verificada no contexto do modelo do sistema. Isso pode ser feito, por exemplo, ampliando-se a escala do modelo até a escala total do processo analisado no sistema de primeiro plano. Usando conjuntamente as informações sobre o tamanho do mercado que devem ser documentadas em qualquer conjunto de dados de processos para uso em modelagens consequenciais, pode-se verificar facilmente - começando com o processo de primeiro plano e indo até o sistema de segundo plano em estágios - quais processos são afetados.

Para facilitar a elaboração de relatórios, a leitura, a revisão e o uso conjunto de dados de inventário de diferentes provedores de dados, uma convenção é útil para a seleção dessas propriedades de fluxos de referência e unidades de referência, a saber, a menos que expressamente definido de outra maneira no objetivo do estudo, recomenda-se que o inventário seja sempre expresso em relação a “1 unidade” da função do processo/sistema (por exemplo, 1 kg de “fio de cobre XY padrão; 0,1 mm”), usando as propriedades de fluxo e unidades de referência como definidas no documento citado acima *Nomenclature and other conventions* (veja também o capítulo 7.4.5). Isso deve ser feito a menos que uma unidade diferente (por exemplo, um ano de produção) seja explicitamente exigida para as aplicações em vista. Se houver mais que uma função, apenas uma delas pode ser definida como “1 unidade” e a outra em proporção, obviamente.

Disposições: 7.4.2.6 Valor de referência do fluxo de referência

Aplicabilidade diferenciada para as Situações A, B e C. Diferenciada para as modelagens atribucional e consequencial.

Aplicável diferencialmente a diferentes tipos de produtos.

Observe que estas disposições devem ser aplicadas a cada processo unitário separadamente no caso de mais de um processo ser modelado (por exemplo, no sistema de primeiro plano de um sistema analisado).

- I) **RECOMENDADO - “1 unidade de referência” para o fluxo de referência:** recomenda-se que o valor de “1 unidade de referência” do fluxo de referência seja usado (por exemplo, fio de cobre de “1 kg”...) e que o inventário do processo seja expresso em relação a esse valor. Isso deve ser feito a menos que um valor diferente seja necessário para a aplicação em vista (por exemplo, “1 ano de produção” de um local). [ISO+]
- II) **OBRIGATÓRIO - Documento o valor absoluto do processo central:** para estudos de ACV nas Situações A e B, o valor absoluto do processo central do sistema de primeiro plano deve ser documentado. O tamanho do mercado total da função desse processo deve ser documentado. Isso deve ser feito com suficiente precisão para que se possa verificar posteriormente se os fluxos de produtos ou resíduos que vinculam o sistema de primeiro plano ao de segundo plano e possivelmente outros estágios processuais do sistema de segundo plano ou quaisquer processos multifuncionais de primeiro plano precisam ser modelados na Situação B, ou seja, se a decisão analisada acarreta consequências de larga escala para além do sistema de primeiro plano. [ISO+]

7.4.2.7 Representatividade em relação a condições operacionais

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.6.2)

Informações Gerais

A representatividade das condições operacionais faz parte da representatividade tecnológica: a coleta de dados de inventário deve levar em consideração todo o ciclo do processo, ou seja, além da operação efetiva do processo, os tempos de início, fechamento e eventuais períodos de *stand-by* também. É bem possível que, nessas condições operacionais especiais, que podem não ser vistas como elementos que contribuem diretamente para o sistema, ocorra uma grande parte das emissões.

O observado acima deve ser aplicado a menos que o objetivo do conjunto de dados seja o de representar apenas um ciclo parcial.

As disposições aplicam-se analogamente a serviços, ou seja, à preparação do trabalho, à realização do serviço, a períodos de *stand-by*/espera, a atividades pós-serviço, como de limpeza de equipamentos, ao desempenho de atividades relacionadas à garantia, etc.

Para se obter uma impressão representativa das entradas e saídas associadas ao processo, elas devem ser quantificadas para um tempo de operação do processo que abranja pelo menos um ciclo completo. Os resultados são então divididos pela saída funcional do processo durante esse tempo, expressando-a, por esse meio, diretamente na forma de processo unitário.

Para plantas operacionais, recomenda-se (como também previsto na norma ISO 14044:2006) que um ano inteiro seja usado como a base para os dados, para capturar essas e outras questões.

Processos parametrizados

Os dados usados no desenvolvimento de fórmulas para processos parametrizados devem abranger todos os aspectos técnicos e de gestão relevantes do processo a ser representado. Em princípio, todas as variáveis que relacionam uma ou tipicamente diversas entradas e saídas a elas (ou a outras entradas e saídas) devem ser cobertas e expressas em relações matemáticas.

Essas variáveis e os parâmetros que serão usados posteriormente para ajustar o processo para que represente a maneira específica pela qual o processo é operado podem consistir, por exemplo, na produtividade dependente da carga e consumo de bens de consumo, emissões dependentes da composição das entradas, consumo dependente da produtividade de produtos, taxas de coleta e reciclagem e muitas outras.

Disposições: 7.4.2.7 Representatividade em relação a condições operacionais

Observe que estas disposições devem ser aplicadas a cada processo unitário separadamente no caso de mais de um processo ser modelado (por exemplo, no sistema de primeiro plano de um sistema analisado).

- I) **OBRIGATÓRIO - Ciclo operacional completo do processo, se necessário:** os dados de inventário coletados para um processo específico devem, na maior medida possível e necessária para cumprir o objetivo, representar o ciclo operacional completo do processo. Isso inclui todos os estágios quantitativamente relevantes, como preparação, início de operação, operação, encerramento, *stand-by* e limpeza, bem como manutenção e reparação do sistema/processo e seu uso em condições operacionais normais e anormais. Isso deve ser feito a menos que o objetivo do conjunto de dados seja o de representar apenas um ciclo parcial. O disposto acima aplica-se analogamente a serviços também. A representatividade lograda com os dados deve ser documentada.
- II) **RECOMENDADO - Um ano completo como a base para os dados:** para dados medidos de processos operados, dados para pelo menos um ano inteiro devem ser usados como base para a derivação de dados médios representativos. Um número suficiente de amostras deve ser elaborado e a incerteza considerada ao se relatar sua precisão.

III) **IMPORTANTE - Para processos parametrizados:** as relações matemáticas devem representar mudanças relevantes no inventário em termos da dependência de parâmetros influentes, que podem ser, por exemplo, técnicos, administrativos ou de outra natureza. Elas podem incluir relações quantitativas e qualitativas entre fluxos de inventário. [ISO+]

Observe que o modelo matemático e suas premissas e limitações relevantes precisarão ser documentados posteriormente também.

7.4.2.8 Verificação dos limites legais

(Nenhum capítulo correspondente na norma ISO 14044:2006)

Também é aconselhável mencionar limites legais e obrigações a serem cumpridas na elaboração de relatórios aplicáveis ao processo analisado ou ao setor no qual o processo é operado (ou ao qual ele está relacionado). A relevância de todas as emissões especificamente reguladas deve ser verificada e, se mencionadas, elas devem ser quantificadas e registradas no inventário. No entanto, para evitar problemas posteriores, recomenda-se que as emissões reguladas sejam também relatadas no caso de não serem relevantes para os resultados da AICV. No caso de o país no qual o processo é operado não impor limites legais ou impor limites reduzidos em relação aos aplicados internacionalmente, é aconselhável identificar os itens do inventário para os quais são aplicados limites legais em outros países que adotam uma legislação mais rigorosa (por exemplo, Japão, União Europeia ou Estados Unidos).

Os valores estabelecidos como limites legais podem também ser usados para se verificar se os dados medidos são plausíveis e, em alguns casos, os valores dos limites legais podem - após serem dimensionados em relação ao fluxo de referência - também ser usados como uma estimativa de pior caso. Isso só será possível, no entanto, se os limites legais forem aplicáveis ao processo específico e ao país no qual ele é operado e se a observância dos valores desses limites for efetivamente controlada e aplicada.

O uso padronizado de limites legais para o inventário não é adequado, a menos que ele seja verificado e justificado para aplicabilidade no processo analisado e na situação específica em questão.

Disposições: 7.4.2.8 Verificação dos limites legais

Aplicabilidade limitada para processos futuros alguns anos depois do presente.

Observe que estas disposições devem ser aplicadas a cada processo unitário separadamente no caso de mais de um processo ser modelado (por exemplo, no sistema de primeiro plano de um sistema analisado).

I) **RECOMENDADO - Verifique os limites legais:** recomenda-se que a existência de limites legais relevantes seja verificada como uma orientação para os fluxos a serem incluídos em cada caso. Podem-se usar os limites legais existentes, por exemplo, no Japão, na UE e nos Estados Unidos, se a legislação ambiental do país no qual o processo é operado for limitada e na medida em que os limites sejam tecnicamente transferíveis. Se os limites legais forem aplicados no país/mercado no qual o processo representado é operado e também vigorarem efetivamente, eles oferecerão uma indicação dos valores máximos possíveis desses fluxos. [ISO+]

Observe que os valores dos limites legais - também do país no qual eles são originalmente aplicados - normalmente não podem ser usados como valores de inventário, a menos que isso seja verificado e justificado para o processo modelado e esteja de acordo com o objetivo.

7.4.2.9 De dados brutos a um inventário de processo unitário

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.3)

A quantidade de produtos produzidos por um processo de produção unitário (ou de funções executadas no caso de serviços) é necessária para relacionar as emissões e outros fluxos à unidade funcional e ao fluxo de referência desse processo unitário. Na coleta de dados, muitas vezes contas estão disponíveis que relatam a carga total anual de emissões e o consumo de combustíveis, materiais e produtos químicos auxiliares em um processo ou fábrica. Esses números anuais encontrados em contas devem ser quantitativamente relacionados à quantidade de bens ou serviços fornecidos no período abrangido pela conta.

Erros frequentes: uso não refletido de especificações de máquinas

Um erro muito comum e de difícil detecção em revisões é o de se modelar o desempenho de um processo com base em alguma teoria de como ele funciona sem se verificar se esses dados batem com o funcionamento efetivo do processo. Para equipamentos elétricos, às vezes o consumo máximo de energia especificado (por exemplo, “10 kW”) é usado, assumindo-se, implicitamente, que esse seria o consumo médio. Essa abordagem não considera que o equipamento não funciona o tempo todo e que quando ele está em funcionamento a carga usada tipicamente não é a máxima.

Em outros casos de coleta de dados brutos, somente medições de concentrações de emissões estão disponíveis. Isso se aplica, por exemplo, a concentrações de gases de fumeiro de poluentes prioritários, como exigido pelas autoridades legais, a concentrações de poluentes específicos em descargas de águas residuais, mas também a medições de concentrações de produtos em operações de processamento contínuo. Para serem úteis na compilação de dados para o inventário, as concentrações devem ser traduzidas para fluxos de massa, o que exige informações sobre o volume de, por exemplo, gás de fumeiro, águas residuais e fluxos de produtos nos quais as concentrações são medidas. Para relacionar os números resultantes ao fluxo de referência corretamente, em uma segunda etapa eles devem ser dimensionados para a quantidade do(s) produto(s) do processo.

Erros são comuns nesse processo de dimensionamento, como na conversão entre unidades (por exemplo, de “ng/m³” para “kg”) e devem ser cuidadosamente evitados. A melhor maneira de se fazer isso é documentando todos os estágios de cálculo, desde os dados brutos até os dados finais do inventário, em uma planilha, por exemplo. Esse procedimento também facilita o controle de qualidade interino, a revisão e a atualização posterior do conjunto de dados.

Erros frequentes: erros na conversão de unidades

Erros na conversão de unidades que geram valores maiores em até 1.000 unidades (por exemplo, ao se interpretar kg em vez de g ou mg) são facilmente detectados. Por outro lado, um escalamento equivocado para baixo de, por exemplo, uma emissão de HAP por um fator de 1.000 ou mais é muito difícil de se detectar em uma análise de inventário. Esses casos exigem uma análise mais profunda por parte de especialistas para serem observados como números claramente baixos.

Piores ainda são os erros abaixo de uma ordem de grandeza, já que são mais fáceis de passar despercebidos, embora ainda invalidem os dados e as conclusões. Uma possível fonte desses erros é o uso de “.” e “,” como separador decimal, já que o uso da vírgula e do ponto para esse fim varia entre diferentes regiões e países.

Outros erros de conversão de unidades ocorrem devido ao uso de sistemas de unidades

diferentes (por exemplo, o sistema imperial ou o SI). O padrão seria o de se usar as unidades do sistema SI nos relatórios, enquanto - dependendo da disponibilidade de dados - outras unidades serão necessariamente usadas na coleta dos dados brutos.

Disposições: 7.4.2.9 De dados brutos ao inventário de um processo unitário

Observe que estas disposições devem ser aplicadas a cada processo unitário separadamente no caso de mais de um processo ser modelado (por exemplo, no sistema de primeiro plano de um sistema analisado).

- I) **OBRIGATÓRIO - Dimensionamento correto em relação à(s) unidade(s) funcional(is)/fluxo(s) de referência:** o dimensionamento correto em relação à(s) unidade(s) funcional(is)/fluxo(s) de referência será garantido na conversão dos dados brutos para os fluxos de inventário.

Observe, por exemplo, que concentrações medidas, números anuais, dados estequiométricos relativos, percentuais de produtividade, etc. geralmente precisam ser corretamente processados matematicamente para se relacionarem corretamente com a unidade funcional do processo unitário.

- II) **RECOMENDADO - Documentação de todos os estágios:** recomenda-se que todos os estágios do tratamento de dados sejam documentados, desde os dados brutos aos fluxos de inventário do processo unitário, como o cálculo de médias/agregação, dimensionamento, conversão de unidades, etc. Esse procedimento facilita substancialmente o processo de revisão se surgirem pendências e facilita a atualização do conjunto de dados posteriormente. Para mais detalhes sobre a elaboração de relatórios, veja o capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*. [ISO+]

7.4.2.10 Resolvendo questões de confidencialidade

([Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 5.2](#))

Podem surgir questões de confidencialidade na coleta de dados que precisam ser consideradas com vistas à proteção de *know-how* tecnológico e direitos de propriedade industrial. Essas questões ocorrem tanto para dados do sistema de primeiro plano do operador do processo como para seus fornecedores de primeira camada, mas podem também surgir para dados de segundo plano quando só há um ou dois produtores em um país ou região.

Em todos esses casos, acordos especiais de confidencialidade podem ser necessários para a coleta de dados e a modelagem, como também para a revisão. Em casos extremos, isso pode significar que os processos ou sistema precisarão ser modelados e revistos dentro das suas instalações, ou seja, sem que informações sensíveis sobre o processo unitário sejam enviadas para fora do seu local de operação.

Para fins de publicação, o uso de conjuntos de dados de resultados de ICV independente e externamente revisados (por exemplo, agregados do berço ao portão) pode, na maioria dos casos, eliminar questões de confidencialidade plenamente ou reduzi-las suficientemente, pois dados dessa natureza não permitem a derivação de informações sensíveis sobre as operações analisadas. Para garantir a transparência necessária para a revisão, informações confidenciais podem ser documentadas em um “relatório confidencial” separado que só será disponibilizado aos revisores críticos em regime de sigilo. O capítulo 10.3.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* fornece mais informações a esse respeito.

Questões de confidencialidade semelhantes devem ser consideradas com vistas a se proteger *know-how* e direitos de propriedade sobre dados desenvolvidos, por exemplo, por consultores e grupos de pesquisa como provedores de dados secundários. Também nesse caso, uma revisão externa independente pode garantir que a qualidade alegada dos dados foi efetivamente lograda e corretamente documentada.

Disposições: 7.4.2.10 Resolvendo questões de confidencialidade

- I) **RECOMENDADO - Agregação:** informações confidenciais e proprietárias podem ser protegidas por agregação a conjuntos de dados de resultados de ICV e conjuntos de dados do sistema parcialmente concluídos. [ISO+]
- II) **RECOMENDADO - Relatório confidencial:** a transparência pode ser garantida documentando-se informações confidenciais em um “relatório confidencial” separado que só será disponibilizado aos revisores críticos em regime de sigilo. O capítulo 10.3.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* fornece mais informações a esse respeito.

7.4.2.11 Controle de qualidade interino para melhorar a qualidade dos dados

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.3.3.2, 4.3.3.4 e vários outros capítulos)

7.4.2.11.1 Abordagem geral

O controle de qualidade dos dados coletados sobre o processo unitário e no contexto do sistema constitui um elemento importante da coleta de dados. As abordagens que podem ser adotadas para esse fim são as mesmas previstas para uma revisão externa, juntamente com os procedimentos descritos no capítulo 9 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* para a interpretação. Embora esses estágios sejam, em princípio, os mesmos aplicados no fim de cada rodada de iterações de um estudo de ICV/ACV, eles podem ser aplicados de uma maneira menos extensa e aproveitando apenas alguns de seus aspectos. O controle de qualidade interino pode, portanto, incluir o seguinte:

- a identificação de problemas significativos;
- uma verificação de completude;
- uma verificação de sensibilidade;
- uma verificação de consistência.

Dessa forma, a exatidão, completude e precisão dos conjuntos de dados podem ser melhoradas já em paralelo à coleta de dados. Isso pode limitar o número de iterações completas necessárias para se alcançar a qualidade exigida ou almejada nos resultados finais.

Com essas medidas, os seguintes aspectos podem ser verificados paralelamente à coleta de dados e à modelagem:

- O processo de inventário do processo unitário inclui todos os fluxos relevantes de produtos e resíduos e fluxos elementares esperados, com base na entrada de materiais processados, na natureza das transformações que ocorrem no processo e/ou na experiência adquirida com processos semelhantes? Nessa definição, não deixe de refletir a necessária representatividade tecnológica, geográfica e temporal.
- Os volumes dos fluxos individuais e dos elementos químicos, da energia e das peças de entrada e saída estão na proporção esperada uns em relação aos outros? Frequentemente, algumas relações estequiométricas ou outras relações sistemáticas podem ajudar a verificar se os dados medidos são plausíveis. A determinação de balanços químicos e energéticos, assim como de balanços de custos entre a entrada e a saída de um processo unitário (e também o resultado do ICV), constitui uma verificação fundamental para se melhorar a completude dos dados e também para se identificar erros.
- Os controles podem também basear-se em resultados de avaliações de impactos calculados em uma base *ad hoc* para o processo e também para o sistema como um todo. Eles podem indicar erros nos resultados do inventário ao revelarem valores elevados ou baixos inesperados de fluxos elementares contribuintes. Recomenda-se

também que os resultados da AICV sejam comparados com dados para os mesmos processos/sistemas ou para processos/sistemas semelhantes de outras fontes para identificar possíveis problemas. No entanto, isso só será útil se as demais fontes forem de alta qualidade e de completude particularmente elevada. Deve-se evitar presumir que um conjunto de dados seja completo somente pelo fato de incluir todos os fluxos presentes em um processo similar de outra fonte.

- No nível do sistema, verifique cuidadosamente que os métodos foram aplicados consistentemente. Isso é particularmente importante se forem combinados dados de diferentes fontes, tanto para os estágios dos dados brutos a processos unitários, como também, e sobretudo, para a combinação de conjuntos de dados de resultados de ICV em um modelo de ciclo de vida.
- Verifique criticamente as constatações e procure explicar claramente, em termos qualitativos e quantitativos, quaisquer discrepâncias observadas nos dados do inventário. Isto pode ser feito consultando fontes de dados adicionais ou peritos técnicos no processo analisado. Eles também podem contribuir para melhorar os dados, pelo menos qualitativamente.
- Recomenda-se que, para cada conjunto de dados de processo unitário, pelo menos um breve relatório de controle de qualidade interno sobre as constatações mencionadas acima seja fornecido. Se o objetivo do processo for o de apoiar afirmações comparativas (por exemplo, como um conjunto de dados de segundo plano), esse breve relatório deve ser acompanhado de um relatório elaborado por terceiros, como também exigido pela norma ISO 14044.
- Por último, as constatações devem estar refletidas nos critérios de qualidade dos conjuntos de dados relatados. Certifique-se de que a documentação do conjunto de dados descreve adequadamente o processo e a exatidão, precisão e completude finais alcançadas, bem como quaisquer limitações.

7.4.2.11.2 Como obter melhores dados de processos unitários

Identifique e priorize a necessidade de obtenção de melhores dados

Com base nas anteriores acima e para quaisquer dados ou informações quantitativas que ainda estejam faltando, recomenda-se o seguinte:

Para identificar exatamente quais dados específicos ou de qualidade superior precisam ser coletados ou obtidos, fluxos e valores para o “pior caso razoável” seriam usados para os dados que faltaram inicialmente. Esses fluxos e valores podem ser obtidos com base na opinião de peritos. Por exemplo, uma emissão “metálica” desconhecida poderia ser de “chumbo” e/ou “arsênico” no caso de um processo de ustulação de chumbo-minério de zinco e uma “peça polimérica não específica” faltando poderia ser um “ABS ou PUR moldado por injeção” para um produto eletrônico de consumo. Observe que essas informações e dados referem-se ao caso concreto a ser identificado.

Usando essas aproximações de “pior caso razoável”, resultados de ICV e resultados de AICV são calculados para todo o sistema e uma análise de contribuição é realizada. Com base nisso, os fluxos e processos mais relevantes desses dados/informações que estão faltando são identificados. Se viável e oportuno, essas informações podem ser usadas durante a coleta de dados para melhor orientar esse estágio.

Assumindo a perspectiva de um sistema

O procedimento descrito acima funciona diretamente no nível de processo unitário e é de simples aplicação à massa de elementos químicos dos fluxos, energia e custo e a outras emissões potencialmente relevantes. Para os critérios de avaliação da completude final, ou seja, para a quantificação da completude dos dados em termos de impacto ambiental geral coberto, os impactos ambientais relacionados a bens e serviços consumidos do processo unitário precisam ser incluídos também. Isso significa que o processo unitário é o primeiro que deve ser concluído para um sistema completo ao longo do seu ciclo de vida. Usando-se conjuntos de dados genéricos ou médios de segundo plano para completar esse projeto de inventário, a completude do impacto geral pode ser avaliada e a coleta de melhores dados para o processo unitário pode concentrar-se nos principais bens e serviços contribuintes, ou seja, na sua especificação e quantidade exatas.

Mais uma vez, essa verificação é apoiada pela quantificação da proporção de dados de diferentes níveis de qualidade entre os resultados agregados da AICV, ou seja, que proporções são de “alta qualidade”, “qualidade básica” ou apenas uma “estimativa”, juntamente com a parcela de dados de baixa qualidade que devem ser cortados (veja mais detalhes abaixo).

É importante reiterar que os critérios de completude/corte e os cálculos da precisão/incerteza estão sempre relacionados ao nível de agregação final do conjunto de dados desenvolvido: se o conjunto de dados do processo unitário individual for o resultado final do estudo de ICV/ACV, o procedimento a ser adotado é o mesmo descrito anteriormente. No entanto, qualquer completude limitada dos conjuntos de dados de segundo plano de ICV não é considerada, já que eles só foram adicionados para completar o sistema e identificar a relevância dos fluxos de produtos e resíduos do processo unitário em questão.

Possíveis fontes de dados e informações para preencher lacunas

O primeiro passo para se preencher lacunas de dados que estiverem faltando inicialmente é tentar medir/obter os dados junto ao operador do processo. Se isso não puder ser feito, esses dados podem ser obtidos junto a um terceiro fornecedor de dados de ICV.

Embora essas lacunas de dados sejam aceitáveis para estudos puramente metodológicos, a falta de recursos ou tempo não pode ser uma desculpa para a falta de dados: se ainda houver lacunas relevantes em termos de dados no final do estudo de ICV/ACV, não será possível produzir resultados de qualidade e apresentar uma resposta para a pergunta inicial.

No entanto, orçamentos sempre são limitados e frequentemente haverá lacunas em termos de dados até mesmo em estudos de ICV/ACV adequadamente financiados. Há pelo menos as seguintes opções para se lidar com a falta de informações:

- fazer os cálculos com base em outras informações conhecidas;
- usar informações sobre processos ou regiões semelhantes com operações que envolvem processos semelhantes (e processos de segundo plano no caso de resultados de ICV) ou dados mais antigos;
- estimar o valor com base em conhecimentos específicos;
- usar dados não totalmente consistentes metodologicamente, mas suficientemente compatíveis (principalmente para conjuntos de dados de ICV de segundo plano) ou;
- aceitar a falta de dados e documentá-la.

A solução mais adequada depende de cada caso específico: estimativas qualificadas podem ser muito precisas, mas o uso de dados de processos ou regiões não suficientemente semelhantes pode gerar erros importantes. Um bom entendimento técnico do processo é indispensável para se lidar corretamente com a falta de dados. As medidas tomadas devem ser documentadas.

Cálculos de valores de dados

Em muitos casos, informações disponíveis podem ser combinadas para gerar informações que não puderam ser obtidas. Isso pode ser feito, por exemplo, pelo cálculo estequiométrico de emissões de CO₂ de um processo de incineração multiplicando-se o teor de carbono do combustível pelo fator estequiométrico 44/12, presumindo-se uma combustão completa¹⁴⁰.

Conclusão do inventário por meio de correlações

Outra abordagem seria a de melhorar dados de primeiro plano incompletos, mas medidos (que frequentemente medem apenas umas poucas substâncias emitidas) pela correlação com outros fluxos elementares e de resíduos, bem como com produtos de consumo, serviços, etc. a partir de dados genéricos do mesmo processo, completando e melhorando o inventário desse modo.

Ajuste de dados de outros países/mercados ou de tecnologias semelhantes

Outra possibilidade é a de ajustar dados existentes que representam uma situação semelhante. No entanto, para se fazer isso, é necessário ter uma compreensão sólida de que existem diferenças, por exemplo, no mix de tecnologias entre dois países e saber quais matérias-primas específicas são usadas, quais tecnologias de tratamento de gás bruto são aplicadas, etc. (e também quais limites legais podem ser aplicados às emissões). O número de aspectos é muito amplo e específico para cada caso.

Como já foi salientado em um quadro de erros frequentes no capítulo 6.8.3, pode-se observar frequentemente, na prática, que dados recebem apenas um ajuste básico (por exemplo, substituindo-se dados de segundo plano para energia elétrica), presumindo-se que eles representam outro país suficientemente. Sem trabalhar junto com especialistas técnicos do respectivo setor e/ou país e sem uma abordagem sistemática e ajustada para cada caso, um ajuste desse tipo tende a não gerar dados com a qualidade necessária.

Estimativas de especialistas

Para que dados que ainda estiverem faltando, um valor pode ser estimado com base no conhecimento de especialistas, usando-se, por exemplo, dados de um processo suficientemente semelhante ou do mesmo processo para outro país (desde que a tecnologia, as condições operacionais e as tecnologias de redução, etc. sejam comparáveis). Se uma análise de sensibilidade baseada nessas estimativas revelar que o processo pode ser importante, os dados estimados podem precisar ser substituídos por dados mais precisos para satisfazer as exigências de precisão dos resultados gerais.

Nesse caso também, o especialista envolvido deve possuir os conhecimentos técnicos necessários. O conhecimento de ACV necessário pode ser disponibilizado pelo especialista em ACV responsável pela modelagem dos dados.

Um exemplo: se as emissões de partículas só estiverem disponíveis como “partículas”, sem informações sobre o tamanho das partículas, um pior caso presumido seria o de “PM <0,2 μm” e uma suposição razoável seria a de se considerar a classe típica de tamanho de partícula de um processo semelhante e usá-la (por exemplo, “PM 2 para 10 μm”).

Se nenhuma informação sobre emissões de partículas estiver disponível, mas a avaliação do especialista revelar que o processo costuma emitir volumes relevantes (como ocorre, por

¹⁴⁰ Ou seja, 44 g por mol de CO₂ divididos por 12 g por mol de C.

exemplo, em um processo de ustulação ou incineração de minérios), o fluxo de PM é inserido e o tamanho das partículas seria determinado considerando-se processos que geram partículas de uma maneira comparável.

Uso de dados metodologicamente não plenamente consistentes

Como último recurso e com base em uma justificativa individual, dados metodologicamente não totalmente consistentes, mas suficientemente robustos, podem ser usados para preencher lacunas em termos de dados.

Dados de natureza metodológica diferente e abordagens de modelagem totalmente diferentes não podem ser usados para preencher lacunas de dados, já que eles não oferecem nenhuma informação sobre a exatidão, completude e precisão almejadas e o grau de consistência metodológica também não pode ser declarado.

Incluindo apenas dados que melhoram a qualidade geral

Para realmente melhorar a qualidade geral dos dados, somente dados ou conjuntos de dados que aumentam eficazmente a qualidade geral do inventário final do sistema analisado devem ser usados para preencher lacunas. Isso significa que a qualidade dos dados individuais ou do conjunto de dados (ou seja, sua exatidão, precisão e completude combinadas e sua adequabilidade e consistência metodológicas) deve ser pelo menos equivalente ao nível de qualidade de “estimativa” (veja o anexo sobre indicadores de qualidade de dados e seus níveis).

É melhor relatar uma lacuna (documentando quais informações específicas estão disponíveis para, por exemplo, o tipo de fluxo) do que usar, por exemplo, conjuntos de dados de ICV de segundo plano para preencher a lacuna, reduzindo a qualidade geral dos dados. As informações disponíveis devem, contudo, ser mantidas, sem que elas sejam incluídas no inventário final, na avaliação de impacto quantitativo, etc. O próximo capítulo apresenta mais informações sobre como se lidar com essas lacunas.

Sobre suposições de piores casos

Observe que premissas razoáveis ou conservadoras de piores casos são problemáticas se houver previsão de os dados serem usados em comparações: embora um valor mais para conservador (ou seja, mais alto) possa ser visto como adequado para dados de inventário de produtos próprios, ele também afeta usos subsequentes em outros sistemas e pode gerar distorções nos resultados de outros sistemas e comparações relacionadas.

Suposições conservadoras ou razoáveis para piores casos são, no entanto, úteis como uma estimativa inicial para se identificar se um fluxo ou processo deve ser inventariado ou não. Suposições conservadoras podem também ser usadas para se avaliar a robustez de comparações, ou seja, para se avaliar se a superioridade de uma alternativa ainda é válida se suposições conservadoras ou até mesmo de piores casos forem assumidas para os seus valores de inventário.

Quaisquer formas de estimativas ou processos conservadores ou de pior caso não devem, no entanto, permanecer no processo final ou no modelo do sistema.

7.4.2.11.3 Lidando com lacunas/falta de dados restantes para processos unitários

Visão geral

Após os estágios descritos acima, alguns dados ainda poderão estar ausentes, qualitativa ou quantitativamente. Este capítulo aborda a questão de como se lidar com essas lacunas na elaboração de relatórios.

Tipos de dados e informações ausentes

Informações ausentes podem ser de diferentes tipos e podem ter características diferentes, exigindo diferentes abordagens para se lidar com elas. Podem estar faltando:

- informações qualitativas (por exemplo, tipo específico de emissão ou de produto de consumo, como emissão “metálica” para a atmosfera ou “energia” consumida).
- informações quantitativas (por exemplo, volume suficientemente preciso de um fluxo, como “abaixo de 0,005 kg” ou “entre 0,1 e 2,5 kg”, “volume desconhecido”).

Essas informações podem estar relacionadas a

- fluxos de produtos ou resíduos (o que implica que o inventário do ciclo de vida do fornecimento do produto ou do tratamento de resíduos não é suficientemente conhecido qualitativa ou quantitativamente);
- fluxos elementares (o que implica que, muitas vezes, a classificação, isto é, o vínculo com a(s) categoria(s) de impacto relevante(s) está ausente e, de todo modo, o(s) fator(es) de caracterização específico(s) não pode(m) ser determinado(s).

Uma dificuldade adicional é que a disponibilidade limitada de informações poderia ser documentada no inventário no nível de um processo unitário, ao passo que ao calcular resultados de ICV, uma solução adequada deve ser identificada em relação a como combinar essas lacunas parciais de dados (qualitativas ou quantitativas) com as informações disponíveis (por exemplo, como somar um volume não claro ou desconhecido de emissões de chumbo para a atmosfera com as mesmas emissões de outro processo que se sabe ser de 0,00026 kg. Como ficaria a soma de Kg desconhecidos mais 0,00026 kg = ?).

Princípios a serem seguidos

Os princípios a serem observados aqui para se derivar uma abordagem adequada são os seguintes:

- manter as informações disponíveis para outras utilizações, inclusive para a interpretação da relevância das lacunas e para a revisão;
- apoiar o uso automatizado das informações disponíveis, reconhecendo que seu uso também será possível se não for feito um cálculo de incerteza, sem se aumentar a complexidade do inventário com muitos fluxos específicos e informações semiquantitativas;
- evitar a combinação de informações/dados muito incertos com dados mais concretos, ou seja, relatar uma lacuna em vez de diminuir a qualidade geral do elemento do inventário.

Como lidar com a falta de outros dados/informações de inventário

As seguintes disposições se aplicam aqui:

- falta de informações qualitativas para um item de inventário de um processo unitário:

o respectivo fluxo só deve ser criado e usado no inventário regular se for um fluxo de produto ou resíduo.

Fluxos elementares não claros (por exemplo, “metais para a atmosfera”) não devem ser mantidos no inventário regular, mas essa informação deve ser documentada de outra maneira. Eles devem ser claramente marcados como fluxos que não devem ser combinados com os fluxos elementares do inventário regular na agregação dos conjuntos de dados do sistema analisado. Os fluxos podem ser marcados, por exemplo, como fluxos “com dados importantes faltando” ou “com dados sem importância faltando”, conforme o caso (veja mais detalhes a seguir) e devem ser excluídos da agregação. Ou podem ser documentados exclusivamente nas informações descritivas do conjunto de dados (por exemplo, como listas anexas).

- Falta de informações quantitativas para um item de inventário de um processo unitário: o fluxo deve ser inventariado. Se nenhuma informação quantitativa puder ser oferecida, esse fato deve ser documentado e o fluxo deve ser marcado como “com dados importantes faltando” para que os leitores tenham ciência desse fato, já que o verdadeiro valor não é zero. A omissão deve ser explicitamente abordada e considerada na interpretação dos resultados. Se uma estimativa conservadora para dados ausentes não se revelar quantitativamente importante, o valor zero¹⁴¹ pode ser assumido para esses dados, mas deve-se assinalar essa ocorrência como “com dados sem importância faltando”. Se um valor médio ou uma ampla gama de valores (mínimos e máximos) puderem ser apresentados, esse fato deve ser registrado no inventário. Informações sobre incertezas, como desvios padrão e tipo de distribuição, devem ser fornecidas se possível e se essas informações forem suficientemente precisas. Para os dois casos acima, os valores não devem ser agregados no cálculo de resultados de ICV. Isso pode ser feito, por exemplo, marcando esses itens do inventário como “com dados importantes faltando” ou “com dados sem importância faltando”, conforme o caso (veja mais detalhes abaixo) e excluindo esses fluxos da agregação.
- Falta de informações qualitativas e quantitativas: veja os comentários para os dois casos anteriores, que devem ser combinados.
- Falta de dados de ICV para processos/sistemas do sistema de segundo plano: ao se agregar os processos unitários do sistema analisado aos resultados do ICV, os fluxos de produtos e resíduos para os quais dados de segundo plano de qualidade suficiente não estejam disponíveis devem permanecer no inventário agregado, tornando o conjunto de dados um “sistema parcialmente terminado”. O usuário desses dados deve ser explicitamente informado, em local bem visível, de que essas partes do sistema ainda precisarão ser concluídas ou que as lacunas indicadas deverão ser consideradas em qualquer uso e interpretação adicionais.

A classificação mencionada acima de “com dados importantes faltando” e “com dados sem importância faltando” refere-se à questão de o fluxo ser relevante para os resultados de ICV do conjunto de dados do processo unitário no qual ela ocorre, se concluídos para um conjunto de dados do sistema. Observe que tanto o tipo de fluxo e seu volume devem ser incluídos; para fluxos de produtos e resíduos, isso inclui os respectivos inventários de ciclo de vida do sistema que eles representam (para fluxos de produtos) ou da sua gestão e tratamento (para fluxos de resíduos). A aproximação da relevância do fluxo poderá ser apoiada por um cálculo da incerteza e por um cálculo quantitativo da precisão dos dados.

¹⁴¹ O software de ACV geralmente não tem valores vazios ou valores de inventário de apoio como “<0,5” e similares. Além disso, esses valores não especificados não podem ser somados com valores existentes de outros processos no cálculo de resultados de ICV. Por essas razões, o valor “0” deve ser inserido no inventário. Se informações do tipo mencionado “<0,5” estiverem disponíveis, esse fato deve ser documentado como um comentário para o respectivo fluxo do inventário ou da documentação de dados brutos.

7.4.2.11.4 Documentação

Recomenda-se que sejam documentadas todas essas combinações, extrapolações, cálculos, correlações, pareceres de especialistas, aproximações e medidas para preencher lacunas de dados, etc. para valores de dados individuais sobre processos unitários para apoiar a revisão dos dados. Isso pode ser feito diretamente no conjunto de dados de processos unitários ou em arquivos de documentação de dados brutos que os acompanhem.

Disposições: 7.4.2.11 Controle de qualidade interino

Estas disposições podem ser aplicadas ao sistema como um todo ou a um processo unitário individual que estiver sendo analisado/desenvolvido.

Muitas das disposições apresentadas a seguir para o controle de qualidade interino são apenas recomendações, mas os mesmos controles podem fazer parte de uma revisão externa obrigatória posterior.

Abordagem geral (7.4.2.11.1)

- I) **OBRIGATÓRIO - Verificação de validade:** uma verificação de validade dos dados coletados deve ser realizada durante o processo de coleta de dados e desenvolvimento de um processo unitário para confirmar se os dados estão de acordo com o objetivo e escopo definidos. As disposições apresentadas a seguir oferecem recomendações operacionais relacionadas a esse requisito:
- II) **RECOMENDADO - Controle de qualidade interino como revisão com base nas disposições relativas à “interpretação”:** para o controle de qualidade interino no nível de processo unitário, recomenda-se que sejam aplicados critérios técnicos relativos à qualidade dos dados da análise crítica (capítulo 11 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*) em relação ao escopo e métodos de revisão, juntamente com as orientações oferecidas no capítulo 9 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* sobre interpretação (principalmente para questões especialmente importantes, verificação de sensibilidade, verificação de completude e verificação de consistência). Esses estágios podem, contudo, ser realizados de maneira menos formal. Entre outras medidas, o seguinte pode ser feito nesse ponto: [ISO+]
 - II.a) **Todos os fluxos relevantes?:** o inventário do processo unitário inclui todos os fluxos relevantes de produtos e resíduos e fluxos elementares esperados com base, por exemplo, na entrada de materiais processados, na natureza das transformações que ocorrem no processo e/ou na experiência adquirida com processos semelhantes? Reflita a necessária representatividade tecnológica, geográfica e temporal.
 - II.b) **Os volumes dos fluxos são proporcionais?:** os volumes dos fluxos individuais e dos elementos químicos, da energia e das peças na entrada e saída estão na proporção esperada uns em relação aos outros?
 - II.c) **Apoie o controle com uma avaliação de impactos:** os controles podem também basear-se nos resultados de uma avaliação de impactos para o processo e para o sistema como um todo. Eles podem revelar erros nos resultados do inventário indicando valores altos ou baixos inesperados de fluxos elementares contribuintes. Compare os resultados da AICV com dados dos mesmos processos/sistemas ou de processos/sistemas semelhantes de outras fontes para identificar possíveis problemas. Certifique-se de que as outras fontes são de alta qualidade e de completude particularmente elevada.
 - II.d) **Consistência do método?:** no nível do sistema, verifique cuidadosamente se os métodos foram aplicados consistentemente. Isso deve ser feito particularmente se dados de diferentes fontes tiverem sido combinados.

- II.e) **Observe as discrepâncias:** verifique e explique ou corrija eventuais discrepâncias observadas nos dados do inventário consultando fontes de dados adicionais ou técnicos especializados no processo analisado.
- II.f) **Relate suas constatações:** é recomendado que pelo menos um breve relatório de controle de qualidade interino do conjunto de dados do processo unitário seja elaborado sobre as suas constatações.
- II.g) **Reflita as constatações em indicadores de qualidade do conjunto de dados:** certifique-se de que a documentação do conjunto de dados descreve adequadamente o processo e a exatidão, precisão e completude identificadas, bem como quaisquer limitações.

Disposições: 7.4.2.11 Controle de qualidade interino

Obtenção de melhores dados para processos unitários (7.4.2.11.2)

III) **OBRIGATÓRIO - Como lidar com dados ausentes inicialmente:** a importância em potencial de dados ausentes inicialmente deve ser verificada da seguinte maneira e, se possível, lacunas relevantes preenchidas como detalhado a seguir: [ISO!]

III.a) **RECOMENDADO - Identifique a relevância de dados ausentes inicialmente:** um pior caso razoável ou, pelo menos, um valor conservador para os dados ausentes deve ser usado em uma primeira triagem para verificar se eles podem influenciar os resultados gerais do estudo de ICV/ACV. Esse pior caso razoável ou valor conservador pode ser obtido por inferência com base no conhecimento de processos semelhantes ou relacionados ou por correlação ou cálculo de outros fluxos do processo. Isso inclui a identificação e inventariação de fluxos que inicialmente não se sabia que ocorriam no processo analisado, mas que não puderam ser totalmente excluídos.

III.b) **IMPORTANTE - Como lidar com dados relevantes inicialmente ausentes:** se essa triagem revelar que os dados ausentes podem ser importantes, em iterações adicionais do trabalho de ACV deve-se procurar identificar primeiramente se o fluxo realmente ocorre no processo analisado e, se afirmativo, obter os dados ainda ausentes. Como segunda opção, estimativas suficientemente boas devem ser obtidas. Como terceira opção, se isso também não for possível, a lacuna deve ser mantida e relatada. (Veja mais detalhes em outras disposições abaixo):

III.c) **OBRIGATÓRIO - Preenchendo lacunas de dados com estimativas de qualidade definida e mínima:**

III.c.i) **OBRIGATÓRIO -** Para cada processo unitário recém-modelado, quaisquer dados inicialmente ausentes devem ser documentados de uma maneira transparente e consistente. No final dos estágios iterativos de melhoria do conjunto de dados, dados ausentes no final e o possível uso de dados estimados para preencher lacunas de dados devem ser documentados de uma maneira transparente e consistente (veja o capítulo 10 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* sobre relatórios).

III.c.ii) **RECOMENDADO -** Para julgar a relevância de uma lacuna inicial de dados, é necessário fazer uma aproximação da exatidão, completude e precisão alcançadas do impacto ambiental geral no nível do sistema. Para tanto, os estágios subsequentes da modelagem do ciclo de vida e o cálculo dos resultados do ICV e da AICV devem ser levados a cabo primeiro (veja os próximos capítulos). Recomenda-se que isso seja feito paralelamente ao desenvolvimento do conjunto

de dados do processo unitário. Para processos unitários, isso significa concluir o modelo do ciclo de vida em torno do processo unitário com dados de segundo plano. Qualquer completude limitada nos dados de segundo plano usados não deve ser considerada ao se calcular o grau de completude alcançado para o processo unitário para a elaboração do relatório final.

- III.c.iii) **RECOMENDADO** - Para preencher lacunas de dados para fluxos individuais, pode-se considerar a possibilidade de se usar dados (conjuntos) estimados. Esses dados podem ser, por exemplo:
- III.c.iii.1) dados genéricos ou médios para dados específicos ausentes;
 - III.c.iii.2) dados médios de um grupo de produtos semelhantes para dados de inventário ausentes para outros produtos ainda não analisados do grupo em questão;
 - III.c.iii.3) correlação com outros dados mais completos e de melhor qualidade para o mesmo processo ou para um processo similar, mas a partir de outras fontes de dados (por exemplo, dados médios da indústria para melhorar um processo de um produtor específico);
 - III.c.iii.4) pareceres justificados de especialistas técnicos/operadores de processos.
- III.c.iv) **OBRIGATÓRIO** - Lacunas de dados devem geralmente ser preenchidas com dados metodologicamente consistentes. Lacunas de baixa relevância podem também ser preenchidas com conjuntos de dados metodologicamente consistentes, embora não totalmente, desde que tenham sido desenvolvidos de acordo com as orientações oferecidas neste documento e cumpram os requisitos gerais de qualidade detalhados a seguir.
- III.c.v) **OBRIGATÓRIO** - Somente dados que aumentem a qualidade geral do inventário final do sistema analisado devem ser usados para preencher lacunas. Isso significa que a qualidade geral dos dados/conjunto de dados iniciais (isto é, sua exatidão, precisão, completude e adequabilidade e consistência metodológica combinadas) deve ser equivalente ao nível de qualidade de pelo menos uma “estimativa de dados”; veja o anexo 12.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

Observe que isso deve incluir tanto a qualidade da estimativa de dados usada como do volume do fluxo. Essa aproximação semiquantitativa da qualidade da estimativa de dados integrada e do volume do fluxo deve basear-se pelo menos no parecer de um especialista individual brevemente justificado, considerando explicitamente as deficiências citadas; ela pode ser apoiada por um cálculo da incerteza e um cálculo quantitativo da precisão dos dados.

Observe que tanto a(s) abordagem(ns) usada(s) para se estimar dados ausentes inicialmente como a falta de representatividade, precisão e consistência metodológica resultante no nível do conjunto de dados devem posteriormente ser claramente documentadas e explicitamente consideradas ao se declarar a qualidade alcançada no conjunto de dados.

Lidando com lacunas/falta de dados restantes para processos unitários (7.4.2.11.3)

IV) **OBRIGATÓRIO - Documente lacunas de dados restantes:** se não for possível obter estimativas de dados capazes de satisfazer os requisitos acima, a lacuna de dados deve ser mantida e documentada. As seguintes disposições se aplicam aqui: [ISO!]

- IV.a) **Falta de informações qualitativas para um item de inventário de processo unitário:** o respectivo fluxo só deve ser criado e usado no inventário regular se for um fluxo de produto ou resíduo. Fluxos elementares pouco especificados (por exemplo, “metais para a atmosfera”) não devem ser mantidos no inventário regular, mas essa informação deve ser documentada de outra maneira. Essa documentação pode assumir a forma de fluxos claramente marcados que não serão combinados com os fluxos elementares do inventário regular ao se agregar os conjuntos de dados do sistema analisado. Os fluxos podem ser marca-

dos, por exemplo, como “com dados importantes faltando” ou “com dados sem importância faltando”, conforme o caso (veja mais detalhes abaixo) e serem excluídos da agregação. Ou podem ser documentados exclusivamente nas informações descritivas do conjunto de dados (por exemplo, como listas anexas).

- IV.b) **Falta de informações quantitativas para um item de inventário de um processo unitário:** o fluxo deve ser inventariado. Se nenhuma informação quantitativa puder ser oferecida, esse fato deve ser documentado e o fluxo deve ser marcado como “com dados importantes faltando” para que os leitores tenham ciência desse fato, já que o verdadeiro valor não é zero. A omissão deve ser explicitamente abordada e considerada na interpretação dos resultados. Se uma estimativa conservadora para dados ausentes não se revelar quantitativamente importante, o valor zero pode ser assumido para esses dados, mas deve-se assinalar essa ocorrência como “com dados sem importância faltando”. Se um valor médio ou uma ampla gama de valores (mínimos e máximos) puderem ser apresentados, esse fato deve ser registrado no inventário. Informações sobre incertezas, como desvios padrão e tipo de distribuição, devem ser fornecidas se possível e se essas informações forem suficientemente precisas. Para os dois casos acima, os valores não devem ser agregados no cálculo de resultados de ICV. Isso pode ser feito, por exemplo, marcando esses itens do inventário como “com dados importantes faltando” ou “com dados sem importância faltando”, conforme o caso (veja mais detalhes a seguir) e excluindo esses fluxos da agregação¹⁴². Ou podem ser documentados exclusivamente nas informações descritivas do conjunto de dados (por exemplo, como listas anexas).
- IV.c) **Falta de informações qualitativas e quantitativas:** veja os comentários para os dois casos acima, que devem ser combinados.
- IV.d) **Falta de dados de ICV para processos/sistemas no sistema de segundo plano:** ao agregar os processos unitários do sistema analisado aos resultados do ICV, os fluxos de produtos e resíduos para os quais dados de segundo plano de qualidade suficiente não estejam disponíveis devem permanecer no inventário agregado, tornando o conjunto de dados um “sistema parcialmente terminado”. O usuário desses dados deve ser explicitamente informado, em local bem visível, de que essas partes do sistema ainda precisarão ser concluídas ou que as lacunas indicadas deverão ser consideradas em qualquer uso e interpretação adicionais.

Observe que qualquer tipo de pior caso ou dados e premissas conservadores não devem ser mantidos no inventário de dados de ICV se houver previsão de que serão aplicáveis a comparações, a menos que os operadores do processo ou os próprios produtores do sistema desejarem (por exemplo, para alinhar relatórios de dados de ICV com outros valores relatados no nível, por exemplo, do sítio ou da empresa). Observe que dados de piores casos razoáveis podem, contudo, ser usados para cenários e para verificar a robustez de comparações ao se fazer a análise de sensibilidade.

Observe os requisitos específicos para comparações de produtos, como, por exemplo, para a consistência de métodos, a qualidade dos dados e as premissas para as alternativas comparadas (para mais detalhes, veja o capítulo 6.10).

¹⁴² O software de ACV geralmente não tem valores vazios ou entradas de texto para o volume de um fluxo de inventário, pois ele deve ser capaz de somar as entradas. Portanto, se um valor zero for (automaticamente) atribuído, a classificação de “com dados importantes faltando” garante que essa lacuna será claramente documentada e o fluxo poderá ser tratado de maneira diferente.

7.4.3 Disposições gerais sobre métodos para tipos específicos de fluxo elementares

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.5 e 4.3.2.2)

7.4.3.1 Introdução e visão geral

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.5 e 4.3.2.2)

Algumas questões são de relevância geral e exigem as mesmas soluções compatíveis em apoio à integração de dados compilados junto a cadeias de abastecimento e por diferentes desenvolvedores. Elas também servem para melhorar a comunicação e facilitar a revisão do estudo de ICV/ACV.

Elas também são de interesse para a definição dos fluxos elementares de referência do sistema e rede de dados ILCD, juntamente com as disposições relativas à “Nomenclatura e outras convenções” apresentadas em orientações separadas deste manual. Ao mesmo tempo, elas oferecem orientações para outros fluxos elementares consistentes a serem criados ampliando-se essa lista inicial.

Além disso, algumas questões estão fortemente interligadas ao desenvolvimento de métodos de AICV e à disposição relativa ao fator de caracterização (por exemplo, indicadores de soma e grupos de fluxos elementares, veja o próximo subcapítulo).

Outras disposições gerais dizem respeito a fluxos de produtos e resíduos. Elas já foram mencionadas anteriormente, como a inventariação do seu teor energético e composição de elementos químicos em apoio ao controle de qualidade interino, à revisão e à melhoria da qualidade dos dados. Outros dizem respeito a tipos específicos de processos e serão abordadas no próximo subcapítulo.

Algumas considerações são feitas para se derivar as soluções mais adequadas para essas questões metodológicas gerais, principalmente para fluxos elementares:

- Avaliações de impacto distorcidas e fluxos “escondidos” altamente impactantes nos valores agregados do inventário devem ser evitados.
- Avaliações incompletas de impactos devido a fluxos recém-criados “esquecidos” devem ser evitadas.
- O número de fluxos no inventário deve ser mantido tão baixo quanto razoavelmente possível sem afetar relevantemente a avaliação de impactos, ou seja, a diferenciação de conjuntos de dados de fluxos não deve ser mais precisa do que apoiado por métodos de AICV do estado da arte e não mais rudimentar do que necessário para capturar diferenças nos resultados de uma AICV.
- Não se pode esperar que um profissional regular de ACV calcule e atribua fatores de impacto específicos ou compostos.
- Limitações na disponibilidade de dados (ou a possibilidade de se derivar dados por meio de cálculos ou listas discriminadas de indicadores de somas derivadas de processos similares, etc.) e em orçamentos devem ser acomodadas na maior medida possível, sem afetar a qualidade ou a robustez da análise.
- Uma ampla compatibilidade de fluxos elementares, independentemente das estruturas de modelação de ICV aplicadas, deve ser lograda.

Algumas questões metodológicas gerais relacionadas a fluxos de inventários e à modelagem de inventários são comuns tanto para a modelagem atribucional como consequencial. Elas incluem a questão da inventariação de indicadores de somas e fluxos de recursos, de como inventariar emissões futuras de longo prazo, de como modelar a absorção, armaze-

nagem e liberação de CO₂ e outras questões semelhantes. Essas questões devem ser tratadas da mesma maneira para garantir que os dados de ICV de diferentes desenvolvedores de dados possam ser útilmente combinados ao se modelar sistemas. Elas também servem para garantir que fatores de AICV fiquem prontamente disponíveis e que fluxos elementares não sejam “esquecidos”, já que não existe um fator de AICV e os profissionais da área não têm como derivar fatores específicos regularmente.

7.4.3.2 Emissão de indicadores de medição e grupos de fluxos elementares

([Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5](#))

Introdução e visão geral

Sempre que possível, fluxos elementares devem ser inventariados como substâncias/intervenções individuais e não como indicadores medidos de emissões como de “AOX” (Compostos orgânicos halogenados adsorvíveis) ou “DQO” (Demanda Química de Oxigênio) ou grupos de fluxos elementares como emissões de “metais pesados” ou “hidrocarbonetos”. Esses fluxos elementares medidos e agrupados não são, de modo geral, adequados para uma avaliação subsequente de impactos e podem gerar um forte viés nos resultados, exagerando ou subestimando o potencial de impacto efetivo.

Abordagem prática

Indicadores de medição (característica de emissão medida como “COV” (Compostos Orgânicos Voláteis) e “DQO”) e, em menor medida, alguns grupos de fluxos também (como grupos de fluxos elementares, como “Alcoóis”) são comuns na prática da indústria de medir dados sobre emissões em decorrência, por exemplo, de requisitos legais, das técnicas de medição usadas (por exemplo, detectores de ionização de chama) ou da necessidade de limitar medições muito caras de muitas substâncias individuais. Dados diretamente mensurados sobre o nível de fluxos elementares de substâncias individuais não estão, portanto, disponíveis em muitos casos. Essa é (e continuará sendo) a realidade de ICV que o profissional da área de ACV precisa enfrentar.

Reconhece-se, portanto, que medições de espécies individuais não são possíveis ou acessíveis em muitos casos, mas especialistas em tecnologia com os conhecimentos necessários sobre um processo específico ou um tipo de processo (como, por exemplo, sobre a “incineração de combustíveis sólidos”) podem ser capazes de diferenciar emissões quantitativamente em um nível mais detalhado. Essas “impressões digitais de emissões” específicas para diferentes tipos de processos (por exemplo, para a composição de metais pesados do gás de escape de uma refinaria de um alto-forno de aço ou para a composição de COV de gases de escape de motores a diesel) podem ser tiradas caso a caso com base em estudos da indústria ou em pesquisas na área. Lista discriminadas padronizadas dos indicadores mais comumente mensurados para uma série de processos tecnológicos relevantes poderiam ser desenvolvidas em trabalhos posteriores a serem realizados no âmbito do Sistema ILCD. Para alguns processos com perfis de emissões muito heterogêneos e para alguns indicadores de somas e grupos de fluxos, uma divisão direta simples de seus componentes não é diretamente possível e uma maior diferenciação é necessária, considerando-se, também, as condições operacionais do processo, ou seja, se ele apresenta mais de um perfil. No entanto, uma série de indicadores de somas e grupos de fluxos aplicáveis a AICV bastante homogêneos podem ser usados até que listas discriminadas padronizadas estejam disponíveis (as “Disposições” apresentam mais detalhes a esse respeito).

A situação se complica se alguns dos componentes forem mensurados separadamente e o volume restante for inventariado (por exemplo, o volume de emissões de monóxido de carbono seria conhecido e sua massa subtraída do volume de “gás de escape de motores a diesel” no

inventário). Isso distorce a composição do parâmetro da soma e tipicamente gera um fator de impacto de AICV distorcido para o volume restante de “gás de escape de motores a diesel” (isto é, sem o CO). A divisão parcial dos indicadores usados deve ser evitada, já que o restante tipicamente gerará uma avaliação distorcida dos impactos. Ao mesmo tempo, não se pode esconder substâncias altamente impactantes (tóxicas) em indicadores de somas comuns (por exemplo, HAP (hidrocarbonetos aromáticos policíclicos) não podem ser escondidos em DQO, etc.). Essas substâncias particularmente impactantes devem ser individualizadas se foram mensuradas separadamente ou se o seu volume puder ser derivado de outras maneiras. Nunca se deve fazer uma divisão parcial com individualização de fluxos de impacto abaixo da média.

Como uma exceção para grupos de substâncias, dioxinas são muito comumente inventariadas como equivalentes de 2,3,7,8-TCDD (equivalentes de toxicidade humana de 2,3,7,8 tetraclorodibenzeno-p-dioxina). Isso é apresentado como aceitável, pois o número equivalente já diz respeito ao impacto relevante de interesse, ou seja, à ecotoxicidade e à toxicidade humana. No entanto, se disponível individualmente, as espécies individuais devem ser inventariadas.

As listas detalhadas resultantes de indicadores de medição e de grupos de fluxos de substâncias permitidos podem ser encontradas nas “Disposições”.

Disposições: 7.4.3.3 Emissão de indicadores de medições e grupos de fluxos elementares

I) OBRIGATÓRIO - Indicador de medições e fluxos elementares de grupos de substâncias: esses elementos devem ser inventariados da seguinte maneira: [ISO!]

- I.a) **Evite indicadores e grupos de fluxos; com exceções permitidas:** indicadores de medições e fluxos elementares de grupos de substâncias devem ser evitados no inventário pela sua divisão em substâncias individuais. Exclusivamente, as seguintes exceções são permitidas, embora devam ser divididas também: DQO¹⁴³, DBO, AOX, COV, COVNM, HAP, PCB, COT, COD, Compostos de Nitrogênio em Nitrogênio (excluindo N₂, N₂O), Compostos de Fósforo em Fósforo, Dioxinas (medidas como equivalentes de toxicidade humana de 2,3,7,8 tetraclorodibenzeno-p-dioxina).
- I.b) **Restrições à divisão parcial:** a separação parcial de indicadores de medições e fluxos de grupos de substâncias deve ser evitada. Essa regra só não é aplicada à separação de fluxos exclusivamente elementares que tenham impactos mais fortes do que a média do indicador/grupo e devam ser separados. Divisões parciais com separação de fluxos elementares com impactos inferiores à média não devem ser feitas. Se fluxos elementares de substâncias individuais forem separados dos indicadores/grupos de fluxos acima, somente o volume restante do indicador ou grupo de fluxo deve ser inventariado.
- I.c) **Sem contagem dupla:** deve-se evitar a contagem dupla dos indicadores/grupos de fluxo acima e com as substâncias individuais contidas (ou seja, o correto é inventariar DBO ou DQO; “COV” ou “COVNM” mais “Metano”; “Nitrato” mais “Amônia” mais ... ou “Compostos de Nitrogênio em Nitrogênio”; etc.).
- I.d) **Documente a composição:** se informações sobre composições medidas de um indicador de medição ou grupo de fluxo de substâncias dividido não estiverem disponíveis, uma composição presumida pode ser usada. A abordagem e as premissas adotadas devem ser documentadas.

¹⁴³ DQO = demanda química de oxigênio, DBO = demanda biológica de oxigênio, AOX = compostos orgânicos halogenados adsorvíveis, COV = compostos orgânicos voláteis, COVNM = compostos orgânicos voláteis não metânicos, HAP = hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, PCB = bifenilos policlorados, COT = carbono orgânico total, COD = carbono orgânico dissolvido.

Observe que a composição de um indicador de medição ou grupo de fluxo de substâncias pode frequentemente ser derivada sem medição direta a partir do know-how do processo (por exemplo, materiais processados, produtos de decomposições químicas, etc.) ou composições de processos suficientemente semelhantes podem ser consideradas

- I.e) **Não combine fluxos medidos:** substâncias individualmente mensuradas não devem ser integradas/combinadas em indicadores de medição e grupos de fluxos elementares e sim inventariadas individualmente¹⁴⁴.

- II) **RECOMENDADO - Use o “lembrete de fluxo” para manter o indicador ou grupo de fluxo originalmente medido:** recomenda-se que o volume inicialmente medido do indicador de divisão ou grupo de fluxo seja documentado no inventário como um “lembrete de fluxo”. Os “lembretes de fluxos” serão excluídos da avaliação de impactos posteriormente, ou seja, não terão fatores de caracterização e serão claramente identificados como “lembretes de fluxos” (sobre nomes, veja o capítulo 7.4.3.8). [ISO+]

Observe que se as disposições acima não puderem ser integralmente cumpridas, esse fato deve ser explicitamente considerado ao se relatar a qualidade de dados alcançada e na interpretação dos resultados de estudos de ACV. Observe que os inventários de conjuntos de dados de ICV que não satisfazem os requisitos acima não estão de acordo com a nomenclatura do sistema ILCD.

7.4.3.3 Emissões de compostos iônicos

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5)

Introdução e visão geral

Para diversos compostos, algumas questões metodológicas relativas a como inventariá-los devem ser consideradas, como, por exemplo, Cds iônicas mas ambientalmente muito estáveis devem ser inventariadas como dois íons Cd^{2+} e S^{2-} ou como a Cds composta? Para a avaliação de impactos, isso é crucial, já que o destino depende fortemente da solubilidade em água. Para emissões de partículas, apenas as que não se dissolvem nos pulmões são cancerígenas. Para limitar o número de fluxos elementares e para evitar “esquecer-se” de fluxos que não têm fatores de impacto atribuídos aos mesmos, é desejável limitar o número de fluxos elementares individuais inventariando os íons separadamente.

Seguindo a linha das considerações inicialmente indicadas, deriva-se a seguinte solução:

Compostos iônicos facilmente solúveis em água (por exemplo, sais como o nitrato de amônio, cloreto de cádmio, etc.) devem ser inventariados na forma dos íons que os compõem: ato serem liberados para o meio ambiente (com algumas exceções) esses compostos se comportam, em grande parte, como se seus íons agissem separadamente. Considerando uma partícula individual e sua solubilidade em uma gotícula de água de 1 mm de diâmetro e, portanto, de cerca de 0,0005 ml (formada como chuva ou no tecido pulmonar), o limite é estabelecido a aproximadamente 20°C abaixo do ponto no qual metade de uma partícula de 2 µm de diâmetro se dissolve nesse volume de água. Isso também depende da densidade do material, mas presumindo-se, como orientação, que a densidade é de 2 kg/litro, resultando em uma massa de partícula de cerca de $8 \cdot 10^{-12}$ g, a fronteira fica em $0,5 \cdot 8 \cdot 10^{-12}$ g / 0,0005 ml = $8 \cdot 10^{-9}$ g/ml (ou $8 \cdot 10^{-6}$ g/litro, ou seja, cerca de 10 g/litro). Como uma convenção, portanto, o limite é fixado em uma solubilidade em água a 20 C abaixo de 10 g/litro¹⁴⁵, ¹⁴⁶.

Compostos menos solúveis em água devem ser inventariados como compostos.

Observe que esta disposição - além da disposição semelhante para partículas - não se aplica a compostos orgânicos dissociativos solúveis em água.

¹⁴⁴ Tabelas de composições padronizadas para diferentes tipos de processos e indústrias podem ser desenvolvidas em documentos orientadores tipo RCP ou em documentos que ofereçam orientações para setores específicos.

¹⁴⁵ Alguns exemplos: $CaCO_3 = 600$ µg/l, $Cu(OH)_2 = 17$ µg/l, $CdS = 0,0001$ µg/l.

¹⁴⁶ Para orientação: para uma substância de 100 g/mole ele seria, portanto, de 0,001 mole/litro.

Disposições: 7.4.3.3 Emissão de compostos iônicos

- I) **OBRIGATÓRIO - Inventarie sais facilmente solúveis em água como íons:** para conjuntos de dados como resultados, as emissões para a atmosfera, água ou solo de compostos iônicos facilmente solúveis em água (sais) devem ser inventariados como íons separados, a menos que os métodos de AICV selecionados exijam uma abordagem diferente. Como convenção, o limite é fixado em uma solubilidade em água a 20°C de 10 g/litro, acima do qual os íons devem ser inventariados separadamente e abaixo do qual o composto deve ser inventariado. Esse procedimento é aplicado a menos que o método de AICV selecionado exija a adoção de outra abordagem. [ISO!]

Observe que se as disposições acima não puderem ser integralmente cumpridas, esse fato deve ser explicitamente considerado ao se relatar a qualidade de dados alcançada e na interpretação dos resultados de estudos de ACV. Observe que os inventários de conjuntos de dados de ICV que não satisfazem os requisitos acima não estão de acordo com a nomenclatura do sistema ILCD.

7.4.3.4 Emissão de partículas para a atmosfera

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5)

Visão geral

Três questões desempenham um papel importante para matéria particulada:

Classes de tamanhos de partículas, solubilidade em água e aditividade de impactos.

Classes de tamanhos de partículas

Em primeiro lugar, e considerando seus diferentes impactos, as partículas devem ser dividida em diferentes classes de tamanho com implicações de toxicidade diferentes (já que o seu tamanho determina seu acesso aos pulmões e absorção no tecido pulmonar).

Solubilidade em água

Em segundo lugar, para matéria particulada, deve-se considerar que somente emissões de partículas de matéria para a atmosfera que são insolúveis em água são relevantes em termos de toxicidade humana. As facilmente solúveis em água, como, por exemplo, de nitrato de amônio, se dissolvem imediatamente na água de tecidos quando inaladas e não têm efeitos cancerígenos devido ao seu caráter de partículas. Por essa razão, para não superestimar seu impacto, a composição da matéria particulada medida deve ser identificada ou derivada do processo fonte para que se possa determinar se ela é solúvel em água e até que ponto.

Observe que isso se aplica não só a sais inorgânicos, mas também a substâncias orgânicas, por exemplo. A terceira questão também diz respeito a outros tipos de emissões.

Emissões de substâncias com diversas ações aditivas/seriais

Fluxos elementares com ações aditivas/seriais (como, por exemplo, óxidos de nitrogênio, que contribuem para a criação de ozônio fotoquímico (névoa de verão e eutrofização), precisam ter mais de um fator de caracterização.

Fluxos elementares complexos podem precisar de um tratamento especial na inventaria-

ção. Por exemplo, emissões para a atmosfera de partículas de 0,0001 kg (<2,5 µm) que contenham 50% de cromo VI têm um potencial cancerígeno aditivo tanto por serem uma partícula como por conterem cromo VI (a 50%).

Para evitar que grande número de fluxos elementares de “Partícula XY” com uma composição diferente precise ser inventariado (com o problema para profissionais de ACV de atribuírem corretamente os fatores de impacto), recomenda-se sua divisão em componentes individuais (por exemplo, no exemplo dado, uma divisão em “0,0001 kg de partículas de <2,5 µm” mais 0,00005 kg de “cromo VI”). Nesse caso (e, analogamente, se a quantidade de partículas e o volume de cromo forem medidos separadamente mas no mesmo fluxo de efluente gasoso), ambos os volumes devem ser inventariados como fluxos elementares separados. Observe que esse procedimento resulta (em termos absolutos muito reduzidos, no entanto) em uma em uma contagem dupla da massa. O efeito do impacto, no entanto, é mais adequadamente abordado. Como um balanço exato da massa de resultados de ICV nunca é alcançado na prática (o ar de incineração é deixado de fora, determinadas perdas de água não são inventariadas, etc.), essa pequena contagem dupla das massas (abordando corretamente abordar o efeito do inventário) é aceitável¹⁴⁷.

Obs.: Se houver interesse em uma modelagem de impacto mais pormenorizada, levando em consideração outros detalhes, como a especificação, nesses casos específicos fluxos elementares mais específicos podem ser também criados, obviamente, ao passo que para bancos de dados de segundo plano isso deve ser evitado, para garantir bancos de dados consistente e a disponibilidade de fatores de AICV adequados e plenamente vinculados ao inventário.

Disposições: 7.4.3.4 Emissão de partículas para a atmosfera

- I) **OBRIGATÓRIO - Inventarie apenas compostos pouco solúveis em água como partículas:** emissões de matéria particulada para a atmosfera devem incluir somente compostos pouco solúveis em água, com solubilidade em água abaixo de 20 mg/litro, na maior medida possível. A opinião de especialistas pode ser necessária para a identificação da composição das partículas. [ISO!]
- II) **IMPORTANTE - Diferencie as classes de tamanhos de partículas:** as partículas devem ser relatadas divididas por classe de tamanho de partícula <0,2 µm, 0,2-2,5 µm, 2,5-10 µm, >10 µm, se as informações estiverem disponíveis. <10 µm pode ser usado alternativamente se informações mais diferenciadas abaixo de 10 µm não estiverem disponíveis. Esse procedimento deve ser adotado a menos que o método selecionado de AICV exija outra abordagem. [ISO!]
- III) **OBRIGATÓRIO - Inventarie partículas adicionalmente na forma das substâncias que as compõem:** as partículas devem ser inventariadas como matéria particulada e também na forma de fluxos elementares de seus componentes ambientalmente relevantes (por exemplo, metais que contribuem para efeitos cancerígenos), ou seja, sua massa deve ser contada duas vezes no inventário na maior medida possível. Esse procedimento é analogamente aplicado a outras emissões de ação aditiva. [ISO!]

Observe que se as disposições acima não puderem ser integralmente cumpridas, esse fato deve ser explicitamente considerado ao se relatar a qualidade de dados alcançada e na interpretação dos resultados de estudos de

¹⁴⁷ Discussão de outras opções: outras soluções poderiam consistir em se inventariar apenas o aspecto mais importante como um fluxo (no exemplo acima, por exemplo, como partículas de <2,5 µm sem cromo) ou incluir apenas o fator de impacto mais importante no fluxo combinado. Esse procedimento, no entanto, cria problemas quando a substância contribui para diferentes categorias de impacto (por exemplo, “NO₂ para a atmosfera” para toxicidade humana e eutrofização), uma vez que não é possível determinar, independentemente, qual dos diferentes impactos é quantitativamente mais importante. A possibilidade de se aplicar fatores de caracterização reduzida para ambos os efeitos - que podem ser desenvolvidos no futuro por meio de uma AICV - é mantida. No entanto, não se espera que esse procedimento resolva o problema, uma vez que ele provoca uma série de outros problemas na prática de ICV, como, entre outros, um conjunto crescente de fluxos elementares de composição ligeiramente diferente que exigiriam que os usuários finais/profissionais de ACV calculassem e atribuissem corretamente os fatores de impacto a esses novos fluxos.

ACV. Observe que os inventários de conjuntos de dados de ICV que não satisfazem os requisitos acima não estão de acordo com a nomenclatura do sistema ILCD.

7.4.3.5 Emissão de substâncias de ação complementar, alternativa

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5)

Para a emissão de substâncias de ação complementar, alternativa, o destino é totalmente modelado no método de AICV e os fatores de impacto consideram esse fato. Um exemplo são as emissões de óxidos de nitrogênio para a atmosfera, que podem ter um efeito de toxicidade humana (efeito respiratório inorgânico) ou um efeito de eutrofização no solo e em corpos d'água).

7.4.3.6 Fluxos elementares de recursos

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5)

7.4.3.6.1 - Recursos energéticos

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5)

Tendo em conta as considerações feitas inicialmente, o seguinte pode ser feito para recursos energéticos: para avaliar o esgotamento de recursos energéticos, os modelos de impacto usados atualmente e testados na prática não exigem sua diferenciação de acordo com sua razão específica de teor energético/massa ou país de origem. Isso permite que o número de fluxos elementares de recursos energéticos não renováveis seja mantido baixo, ou seja, em vez de centenas de fluxos elementares do tipo “petróleo bruto da Noruega”, “petróleo bruto da Arábia Saudita” ou “petróleo Brent Spar”, “petróleo Tia Juana Leve”, etc. ou “42,6 MJ/kg de petróleo bruto”, “42,3 MJ/kg de petróleo bruto”, etc. somente de um (maioria dos recursos energéticos) a três (petróleos brutos) fluxos elementares são necessários (veja abaixo).

Para apoiar a prática estabelecida na avaliação de impactos do esgotamento de recursos de fluxos elementares de recursos energéticos, só é necessário fazer uma diferenciação por tipo de reserva/origem, a saber, petróleo bruto primário, secundário, terciário e mineração a céu aberto ou subterrânea de hulha. Outros fluxos elementares de combustíveis fósseis (gás natural, esquisto betuminoso, areia betuminosa, linhite, turfa) não precisam ser diferenciados atualmente.

Para formas de energia renovável, a quantidade útil de energia extraída da natureza deve ser inventariada. Por exemplo, para energia e calor solares essa quantidade seria a quantidade de eletricidade e/ou calor capturada pelas células solares (ou seja, não a energia solar total, mas a diretamente gerada pelas células como energia elétrica e/ou calor utilizável). Para biomassa extraída da natureza, essa quantidade é a quantidade fisicamente incorporada, medida como valor calórico inferior, mas da substância sem água (ou seja, medida como, por exemplo, se a madeira tivesse sido secada em um forno). Observe que a biomassa de campos e florestas manejadas não constitui um fluxo elementar. Nesse caso, os recursos energéticos citados devem ser diretamente inventariados na forma dos respectivos fluxos elementares. Por exemplo, “energia solar” como “recursos energéticos renováveis da atmosfera”, expressa como o valor calórico inferior e medida na unidade de referência MJ.

Para a propriedade do fluxo de referência e a unidade de referência de recursos energéticos, veja o respectivo capítulo no documento separado “Nomenclaturas e outras convenções”.

7.4.3.6.2 - Minérios para extração de metais ou outros constituintes elementares

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5)

Tendo em conta as considerações feitas inicialmente, o seguinte pode ser feito para recursos não energéticos: Para avaliar o esgotamento da maioria dos recursos não energéticos com modelos de AICV usados atualmente e testados na prática, não é necessário diferenciá-los de acordo com sua razão específica de teor energético/massa ou país de origem.

Isso permite reduzir o número de fluxos elementares no inventário, adotando-se uma abordagem semelhante à aplicada a fluxos elementares de recursos energéticos não renováveis (veja também o ponto anterior). A inventariação de fluxos elementares de minérios (metálicos) deve, portanto, basear-se em uma diferenciação de corpos de minério ou minerais nos fluxos elementares dos elementos individuais (por exemplo, fluxos elementares de 0,012 kg de “chumbo” e 0,023 kg de “zinco” são inventariados, quando, por exemplo, 1 kg de minério de chumbo-zinco (1,2 % Pb, 2,3 % Zn) é extraído. 0,78 kg de “anidrite” é inventariado quando, por exemplo, um corpo contendo anidrite de 1 kg de rocha contendo anidrite (78% de anidrite) é extraído. Isso permite, ao mesmo tempo, superar a problemática situação atual de se ter um grande número de minérios e minerais específicos “sem impacto”/esquecidos no inventário para os quais, por default, nenhum fator de impacto é fornecido.

Para recursos funcionais/materiais, no entanto, é necessário capturar sua especificidade (por exemplo, “granito”).

Para concluir o fluxo de massa do recurso, a parte sem recursos do minério deve ser inventariada como “rocha inerte”, “recursos do solo” (ou água, conforme o caso)¹⁴⁸.

7.4.3.6.3 - Uso da terra

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5)

O uso direto da terra e sua transformação devem ser inventariados de acordo com o método de AICV aplicado (se incluído na avaliação de impacto). Orientações específicas a esse respeito não estão disponíveis neste momento, mas poderão ser fornecidas em um suplemento ou versão revisada deste manual.

Para a liberação de CO₂ provocada pelo uso do solo e sua transformação, os fatores de emissão de CO₂ mais recentes definidos pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) devem ser usados, a menos que dados mais precisos e específicos estejam disponíveis. Para disposições específicas e a tabela com os fatores atualmente adotados pelo IPCC, veja o capítulo 7.4.4.1 e o anexo 13 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

Outras emissões resultantes da transformação da terra (por exemplo, nenhuma perda para água, emissões da queima de biomassa, erosão do solo, etc.) devem ser medidas ou modeladas para o caso em questão ou com base em dados de fontes autorizadas.

Veja também o capítulo 7.4.4.1 para questões relacionadas à modelagem de sistemas agrícolas.

O uso indireto da terra é uma questão que diz respeito à modelagem consequential e se aplica a todos os tipos de usos da terra abordados no capítulo 7.2.4.4.

7.4.3.6.4 - Absorção de CO₂ fóssil e biológico e liberação de CO₂ e CH₄

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5)

Para garantir maior clareza e flexibilidade metodológicas, bem como para facilitar a comunicação, recomenda-se que a liberação de dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) também seja diferenciada entre fontes fósseis e biológicas.

Todos os casos de emissões de CO₂ do solo, turfa etc. relacionadas a mudanças no uso da terra e de biomassa e lixo em florestas virgens devem ser inventariadas como “dióxido de carbono (fóssil)”. Emissões de biomassa e lixo em florestas secundárias devem ser inventariadas como “dióxido de carbono (biogênico)”.

¹⁴⁸ Na prática, o inventário de um processo de extração de minério de chumbo-zinco de minério teria no lado da entrada os fluxos elementares citados acima “chumbo”, “zinco”, e “rocha inerte”, enquanto no lado da saída o fluxo de produtos (!) “minério de chumbo-zinco; 1.2% Pb, 2.3% Zn”. (Após o processamento dos “rejeitos” o que restaria seria um resíduo que é modelado para as emissões de lixiviados.) O efeito disso é que, ao se calcular os resultados de um ICV, somente os fluxos de recursos elementares relevantes “chumbo” e “zinco” permanecem no inventário, resultando na redução desejada do número de fluxos elementares no inventário.

Veja também o capítulo 7.4.3.7.3 para absorção de CO₂ por plantas e sua liberação no final de vida (“armazenamento de carbono”).

7.4.3.6.5 - *Uso da água*

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.5)

Levar em consideração o indicador “uso da água” é um exercício complexo, pois a água pode vir de diversas fontes, algumas das quais são renováveis (água do mar, por exemplo), enquanto outras não (por exemplo, águas subterrâneas fósseis/profundas). Água usada também pode ser liberada para o meio ambiente de muitas maneiras e formas diferentes, algumas das quais apenas distribuem a água de um lugar para outro (por exemplo, água usada em esquemas de irrigação), outras alteram o seu estado (por exemplo, transformam água de rios em vapor) e outras ainda alteram principalmente a sua qualidade.

Recomenda-se que pelo menos os seguintes tipos de água sejam diferenciados no lado da entrada:

- água doce superficial;
- água subterrânea renovável;
- águas subterrâneas fósseis/profundas, água do mar.
- No lado da saída, recomenda-se que pelo menos o seguinte seja diferenciado:
- Emissões em forma líquida (por exemplo, infiltração para o solo de sistemas de irrigação, emissões de águas residuais tratadas para rios) e;
- emissões na forma de vapor (por exemplo, perda de água de refrigeração de torres de resfriamento, perda de sistemas de irrigação por evaporação e evapotranspiração).

Emissões na forma de vapor se perdem para outros usos. Elas também alteram a situação hidrológica e microclimática e, portanto, exigiriam uma avaliação de impacto específica.

Nenhuma recomendação específica é feita para o uso de água em usinas hidrelétricas. A energia renovável ganha deve ser inventariada separadamente e os efeitos do uso da terra e mudanças na hidrologia e na conectividade de ecossistemas no caso de sistemas de barragens são abordados por meio de outros instrumentos.

Alterações na qualidade da água usada devem ser inventariadas por meio de fluxos elementares separados, a saber, como emissões de substâncias ou de calor para água.

O importante é diferenciar claramente água reciclada internamente (água de resfriamento, por exemplo) e o consumo líquido real efetivo de água na forma da sua extração do meio ambiente.

Disposições: 7.4.3.6 Fluxos elementares de recursos

I) **OBRIGATÓRIO - Disposições para a inventariação de fluxos elementares de recursos:** Fluxos elementares de recursos devem ser inventariados como indicado a seguir, somente com as exceções necessárias para satisfazer as exigências do método de AICV aplicado: [ISO!]

I.a) **Recursos energéticos (7.4.3.6.1):**

I.a.i)	<p>Recursos não renováveis: recursos não renováveis devem ser inventariados como tipo de recurso energético e, em alguns casos (somente nos casos de petróleo bruto primário, secundário, terciário e mineração a céu aberto ou subterrânea de hulha), devem ser diferenciados exclusivamente por tipo de extração, se essa informação estiver disponível (por exemplo, “petróleo bruto extração secundária”, mas não “petróleo, Tia Juana leve”; “hulha, mineração subterrânea”, mas não “hulha, Alemanha Ocidental; 39,4 MJ/kg”). A relação energia/massa deve ser fornecida para todos os fluxos de recursos energéticos, exceto para minérios nucleares. O teor energético deve ser expresso no valor calórico inferior do recurso sem água, medido na unidade de referência MJ. Veja também o documento separado “Nomenclaturas e outras convenções”.</p> <p>Observe que turfa, biomassa de florestas primárias e alguns outros recursos energéticos biogênicos são considerados “recursos não renováveis”. (Nota do tradutor para atenção do diagramador = apenas no próximo parágrafo (I.a.ii) e início do seguinte (I.b) há partes de texto ocultas, porém presentes. Elas se esconderam atrás do texto traduzido por razões que desconheço e não consegui corrigir, mas estão lá. Por essa razão destaquei a seção em questão em vermelho, para ser corrigida por diagramação.)</p>
I.a.ii)	<p>Recursos renováveis: fontes energéticas renováveis devem ser inventariados na forma de quantidade de energia utilizável extraída da natureza. Por exemplo, para eletricidade e calor solares, isso significa a quantidade de eletricidade e/ou calor capturada pelas células solares (ou seja, não a energia solar total, mas a diretamente gerada pelas células como eletricidade e/ou calor utilizável). Para biomassa da natureza, isso significa a quantidade fisicamente incorporada, medida como valor calórico inferior, da substância sem água (ou seja, medida como se, por exemplo, madeira tivesse sido seca em um forno). Observe que biomassa de campos e florestas manejadas não constitui um fluxo elementar. Nesse caso, os recursos energéticos citados devem ser inventariados diretamente como os respectivos fluxos elementares, como, por exemplo, “energia solar” como “recursos energéticos renováveis da atmosfera”, expressos como valor calórico inferior e medidos na unidade de referência MJ.</p>
I.b)	<p>Evite a diferenciação geográfica: Os recursos não devem ser inventariados com diferenciação geográfica (ou seja, “linhite”, mas não “linhite, Alemanha Oriental”). Esse procedimento é aplicado a menos que o método de AICV selecionado exija a adoção de uma outra abordagem. (7.4.3.6.1)</p>
I.c)	<p>Recursos de elementos químicos: recursos usados na produção de metais ou de outros elementos químicos devem ser inventariados como elemento químico (por exemplo, fluxo elementar de “ferro - recursos do solo”). (7.4.3.6.2)</p>
I.d)	<p>Recursos funcionais/materiais: esses recursos devem ser inventariados como recurso material alvo (por exemplo, “xisto”, “calcário”, “anidrito”). Há poucas exceções nas quais o mineral em si é visto na indústria como o bem alvo; essas exceções são refletidas nos fluxos elementares de referência do sistema ILCD (por exemplo, “sal gema”, etc.). Outras exceções e exclusivamente para recursos não incluídos nos fluxos elementares de referência do sistema ILCD devem ser justificadas seguindo uma lógica análoga. (7.4.3.6.2)</p>
I.e)	<p>Fluxos para concluir o balanço da massa: para concluir o balanço da massa, uma quantidade complementar de “rocha inerte”, “água”, ou “ar” (ou outros elementos, conforme o caso) deve ser inventariada para recursos extraídos (por exemplo, 0,96 kg de “rocha inerte” no caso da mineração de 1 kg minério de cobre com 4% de teor de cobre). (7.4.3.6.2)</p>
Continua	

I.f)	Nenhum mineral ou corpo de minério: outros minerais (a menos que seja recursos funcionais/materiais como “granito”) ou corpos de minério específicos não deve ser inventariados (ou seja, “cobre”, mas não “malaquita” e não “minério de prata-cobre sulfídico (3,5% Cu; 0,20% Ag)”). (7.4.3.6.2)
	Observe que, ao aplicar as regras acima, a dupla contagem deve ser evitada. Fluxos elementares recém-criados devem ser verificados para ver se exigem um fator de caracterização para o método de AICV aplicado.

II) **OBRIGATÓRIO - Uso e transformação da terra:** o uso direto da terra e sua transformação devem ser inventariados de acordo com o método de AICV aplicado (se incluído na avaliação de impacto)¹⁴⁹. (7.4.3.6.3)

III) **OBRIGATÓRIO - Emissões oriundas do uso e transformação da terra:** se o uso e/ou transformação da terra forem modelados, as emissões de dióxido de carbono e outras emissões e efeitos relacionados devem ser modelados da seguinte maneira: [ISO!]

III.a) **Mudanças no carbono orgânico do solo oriundas do uso e transformação da terra:** para a liberação de CO₂ de carbono orgânico no solo (COS) ou ligado a ele em função do uso e transformação da terra, devem ser usados os fatores de emissão de CO₂ mais recentes do IPCC, a menos que dados mais precisos e específicos estejam disponíveis. Disposições detalhadas e tabela dos fatores adotados pelo IPCC: veja o capítulo 7.4.4.1 e o anexo 13 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*. (7.4.3.6.3)

III.b) **Emissões de CO₂ a partir de biomassa e lixo relacionadas ao uso e transformação da terra:** para florestas virgens e para o solo, turfa, etc., as emissões oriundas de todos os usos da terra devem ser inventariadas como “dióxido de carbono (fóssil)”. Emissões de biomassa e lixo em florestas secundárias devem ser inventariadas como “dióxido de carbono (biogênico)”. Esse procedimento é aplicado a menos que o método de AICV selecionado exija a adoção de outra abordagem. (7.4.3.6.4).

III.c) **Perda de nutrientes:** as emissões de nutrientes devem ser explicitamente modeladas como parte do processo de gestão do solo. O capítulo 7.4.4.1 apresenta disposições pormenorizadas.

III.d) **Outras emissões:** outras emissões resultantes da transformação da terra (por exemplo, emissões de queima de biomassa, erosão do solo, etc.) devem ser medidas ou modeladas para o caso em questão ou informadas com base em dados de fontes autorizadas. O capítulo 7.4.4.1 apresenta disposições pormenorizadas. (7.4.3.6.3)

IV) **RECOMENDADO - Uso da água:** recomenda-se que pelo menos o seguinte seja diferenciado: [ISO+]

IV.a) do lado da entrada: água doce de superfície, água subterrânea renovável, água fóssil/subterrânea profunda, água do mar;

IV.b) do lado da saída: Emissão/descarga de água em forma líquida e na forma de vapor;

IV.c) Outras mudanças na qualidade da água, especialmente as provocadas por substâncias químicas, devem ser inventariadas como fluxos elementares separados.

¹⁴⁹ Quando este documento foi finalizado, nenhuma prática estabelecida e globalmente aplicável estava disponível, apenas diversas abordagens de aplicabilidade regional ou sem confirmação com base na experiência prática. As duas envolvem abordagens de inventariação fundamentalmente diferentes. Qualquer recomendação ou requisito específico para a inventariação do uso da terra e conversão seria implementado e publicado por meio de fluxos elementares de referência do sistema ILCD revisados e métodos recomendados de AICV e/ou uma revisão deste documento.

Observe que se as disposições acima não puderem ser integralmente cumpridas, esse fato deve ser explicitamente considerado ao se relatar a qualidade de dados alcançada e na interpretação dos resultados de estudos de ACV. Observe que os inventários de conjuntos de dados de ICV que não satisfazem os requisitos acima não estão de acordo com a nomenclatura do sistema ILCD.

7.4.3.7 Processos e fluxos elementares futuros

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.6.2 e 4.3.2.1)

7.4.3.7.1 - Introdução e visão geral

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.6.2 e 4.3.2.1)

A questão de intervenções futuras (por exemplo, durante o estágio de uso de bens de vida longa e seu tratamento no fim de sua vida, bem como emissões atrasadas de aterros) deve ser abordada juntamente com a questão da retirada de médio e longo prazo de dióxido de carbono da atmosfera por meio do armazenamento de bens de base biológica de longa vida e da sua eliminação permanente por meio do armazenamento subterrâneo de CO₂, por exemplo.

As disposições sobre a representatividade temporal de processos operados no futuro (por exemplo, a reciclagem de produtos de vida longa) já foram apresentadas no capítulo 6.8.4. Este capítulo enfoca aspectos complementares relativos a emissões que ocorrem no futuro.

7.4.3.7.2 - Diferenciação do inventário de intervenções no futuro mais remoto (emissões de longo prazo, após um horizonte de 100 anos)

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.5, 4.2.3.6.2 e 4.3.2.1)

Aspectos gerais

Os impactos de processos futuros que não são (necessariamente) geridos pelo ser humano, mas determinados hoje (especialmente emissões de longo prazo de aterros por lixiviação e gás de aterro) precisam de uma convenção que ofereça um apoio inequívoco a decisões: Eles devem ser modelados inventariando-se separadamente emissões que ocorrerão nos próximos 100 anos contados da data do estudo de ICV/ACV (por exemplo, como “emissões para água”) e as que ocorrerão além desse horizonte ao longo de um período indefinido (por exemplo, como “emissões para água, não especificadas (de longo prazo)”).

Portanto, para emissões de longo prazo, assume-se implicitamente que nenhuma medida será tomada pela humanidade para sanear/encapsular o aterro permanentemente. Observe que o funcionamento de aterros (inclusive, por exemplo, o tratamento de lixiviados após o seu fechamento) deverá necessariamente ser modelado como implementado/operado hoje.

AICV de emissões de longo prazo

As emissões nos primeiros 100 anos estão sujeitas à mesma avaliação de impacto AICV aplicada a todas as demais intervenções do sistema. As emissões após esses primeiros 100 anos não são incluídas no cálculo e agregação gerais de resultados de AICV, mas devem ser calculadas, apresentadas e discutidas como resultados de AICV separados. Essa abordagem está evoluindo no sentido de ser amplamente usada. É importante observar que esse cálculo separado não indica, por si só, uma relevância menor de emissões de longo prazo; a ACV não inclui o desconto de impactos futuros, a menos que isso faça parte de uma ponderação explícita.

A lógica da separação das emissões de curto prazo e de longo prazo é que ambas frequentemente apresentam incertezas fundamentalmente diferentes: as emissões atuais podem ser medidas, enquanto as emissões de aterros em 100 anos só podem ser rudimentarmente previstas. Ao mesmo tempo, o inventário de aterros sanitários - se as emissões forem modeladas para, por exemplo, 100.000 anos - dominaria facilmente todos os resultados da ACV. É impor-

tante saber isso, mas uma interpretação distinta é necessária. Ao mesmo tempo, essa questão ilustra um ponto fraco de uma ACV: os métodos de AICV geralmente não levam em consideração limiares, mas agregam todas as emissões ao longo do tempo. Por essa razão, ainda que as concentrações nos lixiviados de depósitos de resíduos após 1.000 anos possam estar abaixo de qualquer efeito ecotóxico, o volume total dessas emissões sobre dezenas de milhares de anos será somado e considerado da mesma maneira que o volume emitido em concentrações muito mais altas ao longo de alguns anos.

Poder-se-ia argumentar que se os aterros sanitários em questão forem emissores de longo prazo ambientalmente relevantes, a humanidade eventualmente (e possivelmente bem antes de passados 100 anos) os escavará para saneá-los e/ou recuperar, por exemplo, cobre e outros recursos secundários que eles possam conter.

Em resumo: emissões nos próximos 100 anos e depois precisam ser objeto de uma avaliação de impactos separada e de uma interpretação adequada, em vista dos seus níveis diferentes de incerteza.

7.4.3.7.3 - Armazenamento temporário de carbono, emissões retardadas de gases de efeito estufa, créditos retardados para resolver a multifuncionalidade

([Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.5, 4.2.3.6.2 e 4.3.2.1](#))

Inventário e avaliação de impactos de CH₄ e CO₂ biogênico e fóssil

A captação de “dióxido de carbono” pelas plantas deverá ser inventariada sob “Recursos da atmosfera”.

Fatores de caracterização são atribuídos tanto à captação de CO₂ da atmosfera como à liberação de CO₂ fóssil e biogênico para a avaliação de impactos. Portanto, a ausência de conhecimento sobre a origem biogênica ou fóssil de uma emissão de dióxido de carbono ou metano (que é inventariada como “não especificada”) não torna os resultados errôneos.

O vínculo entre remoção temporária de CO₂, emissões retardadas e o “potencial de aquecimento global em 100 anos”

A remoção temporária de dióxido de carbono da atmosfera por meio da incorporação a produtos de base biológica de longa vida, a resíduos de materiais de origem biológica em aterros sanitários ou a armazenamentos subterrâneos de CO₂ deve ser levada em conta no inventário. No entanto, ela não é considerada por padrão no cálculo global de resultados de AICV, pois a ACV por si não está descontando as emissões ao longo do tempo¹⁵⁰; isso só ocorre quando é exigido diretamente pelo objetivo do estudo.

O inventário é realizado da seguinte maneira: a duração para a qual os impactos das emissões geradas na AICV são calculados em geral é explícita ou implicitamente indefinida. Exclusivamente no caso do Potencial de Aquecimento Global (PAG), a perspectiva bem mais breve de “PAG em 100 anos” é amplamente utilizada (detalhes e recomendações são fornecidos nos documentos de orientação de AICV em separado do Manual do Sistema ILCD). Os fatores de caracterização relacionados utilizados geralmente são aqueles fornecidos como parte dos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). As mudanças climáticas, portanto, são consideradas implicitamente aqui como um problema dos próximos 100 anos (3 a 4 gerações). A remoção prolongada de CO₂ da atmosfera e seu armazenamento em bens de longa duração são, conseqüentemente, promovidos politicamente (veja também observações e aspectos adicionais na nota de rodapé 152).

¹⁵⁰ Mas consulte o capítulo 7.4.3.7.2 para obter informações sobre emissões de longo prazo que exigem uma interpretação em separado.

A dificuldade é que o PAG 100 está relacionado ao efeito após a ocorrência da emissão – ou seja, ele contabiliza o impacto de mudança climática que as emissões que ocorrem atualmente exercerão nos próximos 100 anos. Entretanto, essas emissões também podem ocorrer no futuro (em, digamos, 80 anos, quando uma casa que agora é recém-construída for demolida). A atribuição de um fator PAG 100 pleno às emissões que ocorrerão em 80 anos entraria em contradição com a lógica do PAG 100 detalhada acima, pois nesse caso seria necessário levar em conta seu efeito de alteração climática daqui a 180 anos. Além disso, não haveria nenhum incentivo para armazenar temporariamente o CO₂, digamos, nas vigas de madeira da casa no exemplo acima.

Entretanto, o armazenamento temporário de CO₂ e as emissões retardadas não levam em consideração que o CO₂ exercerá de qualquer maneira o seu efeito radioativo pleno, apenas mais tarde. Por esse motivo, o armazenamento de carbono só deve ser considerado quantitativamente quando isso é exigido explicitamente para atender às necessidades do objetivo do estudo. Caso contrário, por padrão o armazenamento temporário de carbono e as emissões retardadas equivalentes, bem como a reutilização/reciclagem/recuperação nos 100 anos posteriores ao estudo, não deverão ser considerados quantitativamente.

Observe que a solução de inventário fornecida permite fazer ambos com o mesmo conjunto de dados, pois as informações sobre armazenamento/retardo são inventariadas como um item de inventário separado.

Disposições e exemplos de modelagem/inventário:

Para levar isso em conta e, ao mesmo tempo, assegurar um inventário de ciclo de vida transparente, plausível e aplicável na prática, as seguintes disposições são estabelecidas:

Como todas as emissões que ocorrem nos 100 anos subseqüentes ao ano da análise são inventariadas como fluxos elementares normais e todas as emissões que ocorrem após 100 anos são inventariadas como emissões de longo prazo, pode-se introduzir simplesmente um fluxo elementar corretivo de armazenamento/emissão retardada para cada substância contribuinte.

Para o dióxido de carbono fóssil, esse fluxo é designado “Fluxo corretivo para emissão retardada de dióxido de carbono fóssil (nos primeiros 100 anos)” em “Emissões para a atmosfera”. Ele é medido na propriedade de fluxo “Massa*anos” e a unidade de referência é “kg*a”. O fluxo deve receber um fator de impacto PAG 100 de “-0,01 kg de equivalentes de CO₂” por 1 k*a. As informações sobre o momento presumido da emissão e seu volume efetivo devem ser documentadas no processo unitário e, portanto, disponibilizadas para revisão. Fluxos relativos a dióxido de carbono e metano biogênicos (ou seja, armazenados temporariamente), como também a outros gases fósseis de efeito estufa com emissões retardadas, podem ser desenvolvidos de maneira semelhante.

Esses novos fluxos elementares devem ser usados adicionalmente aos fluxos elementares normais, incluindo o fluxo “Dióxido de carbono” como “Recursos da atmosfera”, que modelam a captação física de CO₂ na biomassa.

Um exemplo quantitativo: no exemplo acima do fim de vida de uma casa recém-construída, presumindo-se que será demolida em 80 anos e liberará, digamos, 4 toneladas de carbono armazenadas como CO₂ em 10 toneladas de vigas de madeira, os seguintes fluxos e valores de inventário seriam criados:

- Entradas:
 - $4.000 \cdot 44/12 = 14.666$ kg de “Dióxido de carbono” como “Recursos da atmosfera”
- Saídas:
 - $4.000 \cdot 44/12 = 14.666$ kg de “Dióxido de carbono (biogênico)” como “Emissões para a atmosfera”

- $4.000 \cdot 44 / 12 \cdot 80 = 1.173.333 \text{ kg} \cdot \text{a}$ de “Fluxo corretivo para emissão retardada de dióxido de carbono biogênico (nos primeiros 100 anos)” como “Emissões para a atmosfera”

Em uma avaliação de impactos, o resultado seria calculado da seguinte maneira, com a captação biológica e liberação do dióxido de carbono cancelando-se mutuamente¹⁵¹ e produzindo um benefício de PAG resultante correto para o armazenamento por 80 anos, como $1.173.333 \text{ kg} \cdot \text{a} \cdot -0,01 \text{ kg CO}_2\text{-eq.}/(\text{kg} \cdot \text{a}) = -11.733,33 \text{ kg CO}_2\text{-eq.}$

Observe que, no exemplo acima, um efeito de mudança climática negativo é contabilizado nos resultados totais da AICV, caso esteja sendo considerada a perspectiva de curto prazo. Porém, se for considerada a perspectiva indefinida, que é a perspectiva padrão segundo o ILCD, as emissões retardadas não serão consideradas.

Deve-se ressaltar que essa abordagem também é aplicável à madeira de florestas primárias utilizada como produto de madeira por determinado período: caso a floresta seja efetivamente removida e, por exemplo, uma pastagem estabelecida, essa perda de armazenamento de carbono já é abordada por meio das disposições relativas à transformação da terra – ou seja, sem contabilizar a captação de CO₂ da atmosfera. O mesmo ocorre no cálculo aplicável ao armazenamento temporal de CO₂ em materiais de origem biológica aterrados.

Um exemplo de emissões de CO₂ fóssil retardadas: no caso de uma emissão retardada de gases fósseis de efeito estufa, presumindo-se, para maior clareza, que no exemplo anteriormente a casa conteria, digamos, 4 toneladas de carbono fóssil (na forma, por exemplo, de materiais de isolamento e batentes de janelas), o resultado seria semelhante a este:

- entradas:
 - (nenhuma, pois o CO₂ é fóssil)
- saídas:
 - $4.000 \cdot 44 / 12 = 14.666 \text{ kg}$ de “Dióxido de carbono (fóssil)” como “Emissões para a atmosfera”
 - $4.000 \cdot 44 / 12 \cdot 80 = 1.173.333 \text{ kg} \cdot \text{a}$ de “Fluxo corretivo para emissão retardada de dióxido de carbono fóssil (nos primeiros 100 anos)” como “Emissões para a atmosfera”

Em uma avaliação de impactos, o resultado seria calculado da seguinte maneira, com a correção para as emissões retardadas compensando parcialmente (no caso, em -80%, visto que o tempo de armazenamento é de 80 anos) a liberação de CO₂ fóssil e produzindo um resultado de PAG correto para a emissão retardada em 80 anos, como $14.666 \text{ kg CO}_2\text{-eq.} + 1.173.333 \text{ kg} \cdot \text{a} \cdot -0,01 \text{ kg CO}_2\text{-eq.}/(\text{kg} \cdot \text{a}) = +2.932,67 \text{ kg CO}_2\text{-eq.}$

Portanto, comparativamente, a madeira biogênica ainda possui a vantagem total de ter extraído CO₂ da atmosfera, enquanto as emissões retardadas são um benefício compartilhado por ambos os sistemas (observe que a diferença entre os exemplos é de 14.666 kg de equivalente de CO₂).

A abordagem descrita funciona de maneira semelhante com óxido nitroso e outros gases de efeito estufa.

Note-se que, para o estágio de uso de bens de longa duração, o inventário conteria as emissões integrais em diferentes idades. Isso pode ser simplificado no caso comum em que as

¹⁵¹ Observe que isso funciona independentemente da presença ou ausência de um fator PAG atribuído a ambos. Isto significa que ambas as abordagens de modelagem podem ser apoiadas pelo mecanismo de fluxo de armazenamento temporário de CO₂.

emissões do estágio de uso são idênticas em todos os anos: a quantidade total de emissões do estágio de uso seria multiplicada pela metade dos anos do período de vida presumido.

A quantidade máxima de cada fluxo corretivo que pode ser inventariado por kg de emissão retardada deve ser 100 kg*a. Esse é o caso quando a emissão retardada ocorre exatamente 100 anos no futuro.

O fluxo corretivo só deverá ser inventariado caso preveja-se que a emissão ocorrerá no máximo 100 anos no futuro a partir do momento do estudo. Ele não deverá ser inventariado se a emissão ocorrer além dos 100 anos; uma emissão que ocorra a mais de 100 anos no futuro deverá ser refletida no inventário exclusivamente pela contabilização das emissões futuras com os fluxos elementares de emissões de longo prazo, como, por exemplo, “Dióxido de carbono, biogênico (longo prazo)” como “Emissões para a atmosfera”. Nesse caso, nenhum fluxo corretivo é necessário e sua inclusão seria incorreta (ver a nota de rodapé 155).

Substituição/atribuição de créditos para casos gerais de multifuncionalidade e para reutilização/reciclagem/recuperação ocorrendo no futuro

De maneira análoga à atribuição de créditos às emissões retardadas de gases de efeito estufa, a substituição, ao resolver casos gerais de multifuncionalidade, também deve levar em conta o retardo – por exemplo, ao creditar o benefício de um coproduto que substitui uma produção alternativa. Isto se aplica quando o armazenamento temporário é considerado porque é necessário para atender ao objetivo específico do estudo.

As disposições relativas às emissões retardadas de gases de efeito estufa são aplicadas de maneira análoga – ou seja, os respectivos “Fluxos corretivos...” devem ser inventariados com valores negativos. Isso resulta em um valor positivo (ou seja, um impacto adicional) para os impactos de mudança climática.

De maneira semelhante ao tratamento de casos gerais de multifuncionalidade, a substituição retardada relativa a partes/bens reutilizados, materiais reciclados e energia recuperada deve levar em conta esse retardo.

7.4.3.7.4 - Armazenamento de longo prazo de emissões potenciais além de 100 anos

Quando o armazenamento de CO₂ em produtos, aterros ou meios dedicados (por exemplo, depósitos subterrâneos) é superior a 100 anos e a emissão ocorre em algum ponto futuro além de 100 anos, a remoção máxima contabilizável de CO₂ em 100 anos de armazenamento é inventariada conforme detalhado anteriormente.

O armazenamento semipermanente de CO₂ e, mais genericamente, de emissões potenciais em formas dedicadas de armazenamento de longo prazo (por exemplo, injeção em depósitos anteriores de gás natural) é contabilizado inventariando zero emissões, caso a forma de armazenamento em questão possa “garantir”, com base no conhecimento científico atual e sob revisão especializada externa independente e qualificada, que a substância não será emitida por pelo menos 100.000 anos (um valor estabelecido por convenção).

Emissões (parciais) antes desse prazo são inventariadas como fluxos elementares de emissão de CO₂ de longo prazo; as emissões que incidem nos primeiros 100 anos são inventariadas como emissões normais de CO₂.

Disposições: 7.4.3.7 Processos e fluxos elementares futuros

Implicitamente diferenciadas para modelagem consequencial e atribucional.

V) OBRIGATÓRIO - Itens de inventário separados para emissões incidindo mais de

100 anos no futuro: emissões e outros fluxos elementares que ocorram mais de 100 anos após o estudo de ICV/ACV deverão ser inventariados separadamente (por exemplo, como “Emissões para a água, não especificadas (longo prazo)”) daquelas que ocorrem nos primeiros 100 anos (por exemplo, “Emissões para a água, não especificadas”). [ISO!]

Observe que os fluxos elementares de referência do ILCD incluem um conjunto dessas emissões de longo prazo para a atmosfera, a água e o solo.

VI) OBRIGATÓRIO - Captação de “Dióxido de carbono” pelas plantas: isso deverá ser inventariado sob “Recursos da atmosfera” e aplica-se a todos os organismos fotossintéticos. [ISO!]

Observe que fatores de caracterização devem ser atribuídos tanto à captação de CO₂ da atmosfera como à liberação de CO₂ fóssil e biogênico para a avaliação de impactos. Portanto, a ausência de conhecimento sobre a origem biogênica ou fóssil de uma emissão de dióxido de carbono ou metano (inventariada, por exemplo, como “Dióxido de carbono (não especificado)”) não torna os resultados errôneos.

VII) OBRIGATÓRIO - Inventário de armazenamento temporário de carbono e emissões retardadas de gases de efeito estufa: se o “armazenamento temporário de carbono em bens de base biológica” for considerado, a remoção temporária de dióxido de carbono da atmosfera, o armazenamento em produtos de base biológica de longa duração ou em aterros e a emissão retardada de CO₂ ou CH₄ deverão ser modelados de maneira semelhante às emissões retardadas de dióxido de carbono fóssil e outros gases de efeito estufa. A diferença é que nas emissões fósseis é considerada apenas a emissão retardada, não a captação da atmosfera¹⁵². Veja também o capítulo 9 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*, que discute a interpretação, e observe que o armazenamento temporário só deverá ser considerado quando for explicitamente necessário para atender ao objetivo específico do estudo. Nesse caso, ele deverá ser modelado da seguinte maneira: [ISO+]

VII.a) Fluxos elementares corretivos especiais deverão ser usados para inventariar a quantidade de CO₂ emitida no futuro. Isso pode ser resultante do armazenamento temporária como carbono biogênico incorporado em produtos de longa duração e materiais aterrados ou de processos com emissões de gases de efeito estufa fósseis que ocorram no futuro. Se isso for feito, os seguintes fluxos corretivos deverão ser utilizados:

¹⁵² A lógica em que se baseia a contabilização de armazenamento de carbono biogênico é que, durante o período de armazenamento, o CO₂ não está exercendo um forçamento radioativo. Isso só faz sentido quando o forçamento radioativo de curto prazo é considerado mais relevante que o forçamento radioativo futuro, pois o CO₂ biogênico reemitido posteriormente continuará exercendo seu efeito total de forçamento radioativo, apenas mais tarde. Isso é refletido pela perspectiva de uso comum de cem anos para PAG 100: o maior forçamento radioativo por unidade (kg) de, por exemplo, metano e óxido nitroso tem peso mais elevado que o forçamento radioativo relativamente menor por unidade de CO₂, sempre por 100 anos. Recompensar a remoção temporária de CO₂ da atmosfera é totalmente equivalente ao efeito do forçamento radioativo evitado pela emissão retardada de dióxido de carbono fóssil, metano, óxido nitroso e outros gases de efeito estufa. Enquanto a captação de CO₂ da atmosfera é exclusiva da biomassa e considerada como um impacto negativo de mudança climática. Aos 60 anos de armazenamento de, por exemplo, 1 kg de CO₂: captação de CO₂ (valor negativo -1 kg CO₂-eq.) mais emissão após 60 anos (+1 kg CO₂-eq.) menos o crédito para 60 anos de armazenamento temporário, = -1 + 1 - 0,6 = -0,6 kg CO₂-equiv. no total. Para emissões retardadas de carbono fóssil, o impacto líquido sempre é positivo: emissão de CO₂ menos crédito por 60 anos de emissão retardada; por exemplo, para 1 kg de CO₂ = 1 - 0,6 = 0,4 kg CO₂-equiv. no total. Observe que a diferença entre emissões retardadas de carvão biogênico e fóssil com o mesmo tempo de retardo sempre é a mesma (por exemplo, diferença de 1 kg de CO₂-equiv. por kg de CO₂ emitido), recompensando o armazenamento biogênico de carbono e os produtos de longa vida.

- VII.a.i) “Fluxo corretivo para emissão retardada de dióxido de carbono biogênico (nos primeiros 100 anos)” e “Fluxo corretivo para emissão retardada de dióxido de carbono fóssil (nos primeiros 100 anos)”, respectivamente. Ambos são fluxos elementares classificados no nível geral como “Emissões”, medidos na propriedade de fluxo de referência “Massa*anos” de armazenamento com a unidade de referência “kg*a”. Ambos os fluxos deverão incorporar um fator de impacto PAG 100 de “-0,01 kg de equivalentes de CO₂” para cada 1 kg de dióxido de carbono e 1 ano de armazenamento/emissão retardada; isso deverá ocorrer exclusivamente se o “armazenamento temporário de carbono” for considerado no estudo.
- VII.a.ii) “Fluxo corretivo para emissão retardada de metano biogênico (nos primeiros 100 anos)” e “Fluxo corretivo para emissão retardada de metano fóssil (nos primeiros 100 anos)”, respectivamente. Ambos são fluxos elementares classificados no nível geral como “Emissões”, medidos na propriedade de fluxo de referência “Massa*anos” de armazenamento com a unidade de referência “kg*a”. Ambos os fluxos deverão incorporar um fator de impacto PAG 100 de “-0,25 kg de equivalentes de CO₂” para cada 1 kg de metano e 1 ano de emissão retardada;^{153, 154} isso deverá ocorrer exclusivamente se o “armazenamento temporário de carbono” for considerado no estudo.
- VII.a.iii) “Fluxo corretivo para emissão retardada de óxido nitroso (nos primeiros 100 anos)”, como fluxo elementar e classificado no nível geral como “Emissões”, medido na propriedade de fluxo de referência “Massa*anos” de armazenamento com a unidade de referência “kg*a”. Esse fluxo deverá incorporar um fator de impacto PAG 100 de “-2,98₁₅₃ kg de equivalentes de CO₂” para cada 1 kg de óxido nitroso e 1 ano de emissão retardada; isso deverá ocorrer exclusivamente se o “armazenamento temporário de carbono” for considerado no estudo.
- VII.a.iv) Fatores semelhantes podem ser desenvolvidos e utilizados para outros gases de efeito estufa.
- VII.b) A quantidade máxima de cada fluxo corretivo que pode ser inventariado por kg de emissão retardada deverá ser 100 kg*a. Esse é o caso quando a emissão retardada ocorre exatamente 100 anos no futuro. O fluxo corretivo só deverá ser inventariado caso preveja-se que a emissão ocorrerá no máximo 100 anos no futuro a partir do momento do estudo. Ele não deverá ser inventariado se a emissão ocorrer além dos 100 anos¹⁵⁵: uma emissão que ocorra a mais de 100 anos no futuro deverá ser refletida no inventário exclusivamente pela contabilização das emissões futuras com os fluxos elementares de emissões de longo prazo, como, por exemplo, “Dióxido de carbono, biogênico (longo prazo)” como “Emissões para a atmosfera”. Nesse caso, nenhum fluxo corretivo é necessário e sua inclusão seria incorreta.

153 Este fator usa os fatores PAG 100 do IPCC de 2007, multiplicando o valor base de 0,01 para dióxido de carbono por um fator específico da substância (por exemplo, 25 para metano, 298 para óxido nitroso (gás hilariante, N₂O)). O fator específico da substância deverá ser ajustado em conformidade com eventuais recomendações do ILCD sobre métodos de AICV ou, caso estas não estejam disponíveis, fatores atualizados do IPCC.

154 Observe que o mesmo fator é aplicável ao metano fóssil ou biogênico, pois a captação de CO₂ pelas plantas deve ser modelada explicitamente em qualquer caso (ver o capítulo 7.4.3.6.4) e o fluxo elementar possui um fator PAG de -1 kg de equivalente de CO₂ por kg de captação de CO₂. O metano fóssil e o biogênico só exigiriam fatores diferentes se a captação não fosse modelada explicitamente.

155 O motivo é que, caso contrário, os resultados de AICV para a perspectiva de curto prazo (primeiros 100 anos) incorporariam um crédito pleno de impactos negativos de mudanças climáticas, enquanto os resultados de AICV de longo prazo incorporariam a emissão, que ocorre após 100 anos. Se uma perspectiva de curto prazo fosse adotada na interpretação dos resultados (com a exclusão/desconto das emissões de longo prazo), um impacto negativo incorreto seria encontrado.

- VIII) **OBRIGATÓRIO - Inventariar a substituição futura de maneira análoga às emissões retardadas:** as disposições detalhadas acima para emissões retardadas de gases de efeito estufa aplicam-se de maneira análoga à reutilização/reciclagem/recuperação retardada, caso seja modelada com substituição. O mesmo se aplica em geral à substituição que ocorra no futuro. Os respectivos “Fluxos corretivos...” deverão ser inventariados com valores negativos – ou seja, debitando o retardo de substituição. Observe que os fluxos corretivos só deverão ser considerados se “armazenamento temporário de carbono e emissões retardadas” forem necessários para atender ao objetivo específico do estudo, resultando em uma contribuição adicional para os impactos de mudança climática. [ISO+]
- IX) **OBRIGATÓRIO - Documentar os detalhes e premissas sobre emissões/substituições retardadas:** as informações sobre o tempo de armazenamento presumido ou o momento de reutilização/reciclagem/recuperação futura e outros casos de substituição, bem como as quantidades e substâncias das emissões no processo unitário, deverão ser documentadas e disponibilizadas para revisão. [ISO+]
- X) **OBRIGATÓRIO - Disposição para armazenamento de longo prazo/semipermanente de emissões potenciais:** o armazenamento semipermanente de CO₂ e outras emissões potenciais em formas de armazenamento dedicado de longo prazo (por exemplo, injeção em depósitos anteriores de gás natural) deverão ser contabilizados inventariando zero emissões, caso a forma de armazenamento em questão possa assegurar que não haverá emissões para a atmosfera por pelo menos 100.000 anos (duração estabelecida por convenção). [ISO+]
- XI) **OBRIGATÓRIO - Documentar os detalhes e premissas do armazenamento de longo prazo/semipermanente:** as informações sobre a forma de armazenamento e o tempo de armazenamento presumido deverão ser documentadas sucintamente e disponibilizadas para revisão. Essa documentação deverá ser realizada por meio de um fluxo de inventário de resíduos correspondente. [ISO+]

Obs.: O restante do trabalho de inventário será realizado da maneira usual – ou seja, inventariando as emissões que ocorrem dentro de 100 anos a partir do presente com os fluxos elementares normais (por exemplo, “Metano, biogênico” como “Emissões para a atmosfera”).

Somente se o “armazenamento temporário de carbono” for considerado no estudo, na interpretação posterior os resultados deverão ser analisados individualmente com e sem o crédito, mostrando explicitamente o efeito do crédito relativo ao armazenamento e às emissões retardadas.

Observe que, caso não seja possível cumprir integralmente as disposições acima, isso deverá ser considerado explicitamente ao relatar a qualidade dos dados obtida e ao interpretar os resultados de estudos de ACV. Deve-se ressaltar que inventários de conjuntos de dados de ICV que não cumpram os requisitos acima não são compatíveis com a nomenclatura do sistema ILCD.

7.4.3.8 Fluxos de lembrete

(Não há um capítulo ISO 14044:2006 correspondente)

Introdução e visão geral

Os fluxos de lembrete não constituem uma categoria específica de fluxos, mas uma classificação adicional aplicável a qualquer fluxo. Esses fluxos são excluídos da avaliação de impactos e da modelagem do sistema, mas mantidos no inventário como um “lembrete” também ao gerar os resultados de ICV.

Os fluxos de lembrete podem ser usados em fluxos de produtos como “eletricidade, fluxo de lembrete” para manter nos resultados de ICV a informação sobre a quantidade global de

eletricidade usada durante o ciclo de vida. Isso às vezes é necessário para certas aplicações de ciclo de vida, como as Declarações Ambientais de Produto (DAP). Ou pode ser usado com fluxos indicadores, como “VOC, fluxo de lembrete, não relevante para o impacto”, que são inventariados adicionalmente às emissões individuais de que são formados.

Atualmente, “fluxos de lembrete” são usados em poucos sistemas de software e bancos de dados de ACV, mas essa abordagem é considerada extremamente vantajosa, conforme explicado anteriormente. Eles são implementados como uma opção no formato de referência ILCD, no qual fluxos de Entrada/Saída individuais podem ser marcados como “Fluxo de lembrete”.

Deve-se salientar, novamente, que os fluxos de lembrete não têm qualquer relevância no que concerne aos resultados de ICV clássicos ou às informações sobre resultados de AICV – ou seja, não devem incorporar nenhum fator de impacto de AICV nem ser conectados a processos a montante ou a jusante.

Esses fluxos de lembrete devem ser designados com nomes próprios e específicos para reduzir o risco de contagem dupla no inventário.

Disposições: 7.4.3.8 Fluxos de lembrete

- I) **RECOMENDADO - Usar fluxos de lembrete com o objetivo de manter informações originais para fins especiais:** recomenda-se usar fluxos de lembrete para inventariar as informações originais de indicadores de medição divididos e somar fluxos (ver 7.4.3.2). Eles podem ser usados para manter outros fluxos em inventários de resultados de ICV para fins informativos. [ISO+]
- II) **OBRIGATÓRIO - Excluir os fluxos de lembrete da avaliação de impactos:** os fluxos de lembrete não deverão incorporar um fator de impacto de AICV. [ISO+]
- III) **OBRIGATÓRIO - Identificar claramente os fluxos no nome do fluxo:** o fato de que é um fluxo de lembrete também deverá ser identificado no nome do fluxo (por exemplo, “VOC, fluxo de lembrete, não relevante para o impacto”). [ISO+]

Observe que, caso não seja possível cumprir integralmente as disposições acima, isso deverá ser considerado explicitamente ao relatar a qualidade dos dados obtida e ao interpretar os resultados de estudos de ACV. Deve-se ressaltar que inventários de conjuntos de dados de ICV que não cumpram os requisitos acima não são compatíveis com a nomenclatura do sistema ILCD.

7.4.4 Disposições abrangentes sobre o método para tipos específicos de processos

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.5 e 4.3.2.2)

7.4.4.1 Modelagem de sistemas agrícolas e florestais

(Refere-se a aspectos da ISO 14044:2006, capítulos 4.2.3.3.3 e 4.2.3.5)

Introdução

Os processos de produção industrial geralmente têm uma fronteira bem definida e controlada entre a tecnosfera e a ecosfera e são operados com parâmetros operacionais igualmente bem definidos ou pelo menos controlados (e, portanto, mensuráveis). Essa característica está ausente na maioria dos sistemas de produção agrícola, florestal e semelhantes (por exemplo, a criação de peixes). Consequentemente, eles devem incluir abordagens diferentes, baseadas em modelos, para a coleta de dados. As necessidades comuns desses sistemas do setor primário da economia requerem impõem a necessidade de orientações específicas sobre determinados aspectos.

Fronteiras do sistema

Da maneira semelhante à modelagem de resíduos, também para sistemas agrícolas e florestais a interpretação da fronteira do sistema difere na prática de ACV: uma separação clara entre emissões para o solo, a água e a atmosfera nos inventários de produção agrícola e florestal requer uma orientação precisa sobre o processo de inventário, com uma delimitação clara e consistente entre a tecnosfera e a ecosfera.

As aplicações de pesticidas e fertilizantes não são emissões, mas parte do produto flui dentro da tecnosfera (gerenciada pelo homem). As emissões são, por exemplo, os fluxos de nitratos e fosfato do campo ou floresta para a ecosfera por lixiviação e escoamento de águas pluviais, as perdas de pesticidas na atmosfera durante a aplicação e sua volatilização a partir da superfície das plantas e do solo, etc.

A quantidade dessas emissões deve ser modelada de acordo com o caso, pois pode diferir significativamente: a captação pelas plantas, as propriedades do local, as condições climáticas e geográficas e a prática agrícola determinam a conversão, por exemplo, de fertilizante de nitrato de amônia em emissões de nitrato para a água e emissões de NH₃ e N₂O para a atmosfera.

Da mesma forma, a captação de metais pesados nos produtos colhidos e sua remoção do local são fluxos elementares que devem ser inventariados individualmente em cada caso.

Ao mesmo tempo, alguns insumos para o solo não deixam a tecnosfera por lixiviação, etc., mas acumulam-se no solo – por exemplo, o cádmio que geralmente acompanha em maior ou menor grau a maioria dos fertilizantes de fosfato. A quantidade, por exemplo, de cádmio no fertilizante de fosfato aplicado ao campo é inventariada diretamente como uma emissão para o solo agrícola.

Além disso, parte dos nutrientes da fertilização pode permanecer no campo após a colheita e servir como insumo no próximo plantio – ou seja, ela cruza a fronteira do sistema com a tecnosfera ao longo do tempo. Nesse caso, a substância é uma cofunção do cultivo anterior, o que torna esse processo multifuncional. As disposições gerais para solução da multifuncionalidade são aplicáveis.

A quantidade líquida de acúmulo ou depleção de uma substância, portanto, deve ser registrada no inventário, desconsiderando-se a natureza dessa substância (produto agroquímico, nutriente, metal pesado, carbono, etc.), e considerada corretamente no modelo do sistema ou na avaliação de impactos, conforme aplicável.

Alterações no estoque de carbono e emissões de CO₂ resultantes do uso e transformação da terra

A transformação e o uso da terra frequentemente alteram a quantidade de carbono orgânico no solo: após a transformação de ocupações da terra com alto teor de carbono orgânico no solo (por exemplo, florestas) para ocupações com menor teor (por exemplo, áreas agrícolas), um novo equilíbrio é atingido ao longo dos anos¹⁵⁶. As diferenças de carbono orgânico no solo, em

¹⁵⁶ É importante notar que mesmo pequenas alterações no uso da terra (por exemplo, plantio de trigo onde foi plantada beterraba no ano anterior) são, formalmente, uma transformação da terra. Isso depende do grau de diferença dos usos e da produção de resultados efetivamente diferentes em termos de mudanças, por exemplo, no equilíbrio de carbono orgânico no solo em longo prazo. Nos exemplos a seguir, presume-se que as diferentes culturas designadas para produção após a transformação não alterem esse equilíbrio – ou seja, não acarretem implicitamente, por si só, outra transformação da terra. Caso contrário, seria necessário calcular uma nova etapa de transformação. Para isso, por sua vez, seria necessário considerar que o equilíbrio ainda não foi atingido e, portanto, começar com o nível de carbono orgânico no solo obtido temporariamente e considerar o novo equilíbrio para o próximo uso da terra. Os detalhes desse processo poderiam ser abordados, por exemplo, em um documento de orientação específico do setor ou uma Regra de Categoria de Produto (RCP).

sua maior parte, são emitidas como CO₂. O uso da terra, por sua vez, também pode resultar no acúmulo líquido de carbono orgânico no solo, que é sequestrado do ar como CO₂.

Para contabilizar esse efeito e a liberação/ligação de gases relacionados ao efeito estufa (especialmente CO₂, mas possivelmente outros) causada pelo uso da terra e pelas variações no uso da terra, devem ser usados os dados e fatores de emissão mais recentes fornecidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a menos que haja dados mais precisos e específicos disponíveis. Para calcular esses fatores relacionados ao IPCC a partir de informações básicas sobre o uso da terra (por exemplo, zona climática, tipo de solo, tipo de uso da terra, etc.), orientações, dados e fatores padrão relacionados às emissões e à ligação de CO₂ são fornecidos no anexo 13 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

O texto a seguir fornece orientações sobre a atribuição ou compartilhamento do inventário às funções de uso da terra após a transformação.

O inventário direto e indireto relacionado à transformação de uso da terra (por exemplo, uso de maquinário, emissões de pico que ocorrem quando a biomassa da floresta é incinerada, emissões de CO₂ de longo prazo a partir do carbono no solo) deve ser alocado às funções de uso da terra (por exemplo, cultivo) dos anos subsequentes por área e por ano.

Dois casos devem ser diferenciados:

- a) itens de inventário que ocorrem ao longo de período superior a um ano (por exemplo, emissões de CO₂ por perda de carbono orgânico do solo resultante da biodegradação de húmus);
- b) itens de inventário que ocorrem no contexto direto da transformação e em período subsequente não superior a um ano (por exemplo, o uso de máquinas durante a conversão e as emissões de pico resultantes da queima de biomassa).

No caso a), e em modelos tanto atribucionais como consequenciais¹⁵⁷, o inventário deve ser atribuído às funções de uso da terra proporcionalmente ao inventário que ocorre durante o tempo em que a função de uso da terra ocupa a terra ou bloqueia-a para outros usos (por exemplo, 1 ano sem cultivo como parte da rotação de culturas). Para a perda/ligação de CO₂ na forma de carbono orgânico no solo com o objetivo de atingir o equilíbrio do uso da terra após a transformação, um período padrão de 20 anos deverá ser presumido (ver a Fórmula 1). Isso só não será feito caso possa ser demonstrado que o período durante o qual cerca de 90% das perdas/ligações principais ocorre é significativamente maior ou menor no caso em questão. Nesse caso, a duração deverá ser aplicada e a Fórmula 2 utilizada.

Para simplificar, deve-se presumir que a perda total ocorra linearmente durante esse período de tempo até atingir cerca de 90% de perda/ligação relacionada à obtenção de um novo equilíbrio. Presume-se, como especificado anteriormente, que isso ocorra por padrão ao longo de 20 anos. Em outras palavras, um padrão de alocação em forma de triângulo deverá ser usado ao longo dos anos considerados (conforme expresso na Fórmula 1). Essa abordagem atribui cargas maiores aos primeiros anos após a transformação. Na modelagem consequencial, isso é motivado pela maior vinculação com a decisão de converter essa terra. Na modelagem atribucional, o raciocínio é que essa quantidade é inventariada, o que ocorre fisicamente¹⁵⁸ no período de uso da terra (incluindo períodos de bloqueio para outros usos).

Se os anos iniciais após a transformação forem desprovidos de colheita (o que é típico, por exemplo, em cultivos permanentes), o inventário deverá ser atribuído à primeira colheita/função do uso da terra após a transformação.

¹⁵⁷ Observe que as alterações do uso indireto da terra são um tópico da modelagem consequencial detalhada; consulte o capítulo 7.2.4.

¹⁵⁸ Note-se que a distribuição real ao longo do tempo é aproximadamente exponencial. O triângulo, portanto, é uma simplificação.

Se somente um tipo de cultivo for colhido (por exemplo, frutas de uma plantação de árvores frutíferas com 25 anos de operação sem o uso de madeira), todo o inventário poderá ser alocado à quantidade total da colheita, independentemente do ano específico em que tenha ocorrido – ou seja, cada kg tem o mesmo inventário.

Caso mais de um cultivo seja colhido por ano, o inventário calculado para esse ano (ver a seguir) deverá ser alocado linearmente entre esses cultivos durante o período desse ano em que eles usam a terra ou a bloqueiam para outros usos – ou seja, para fins de simplificação, nenhuma diferenciação adicional precisará ser feita entre os primeiros e últimos meses nesse ano.

Se a função de uso da terra (por exemplo, retirada de madeira) ocorrer após o período considerado (no caso, 20 anos), todo o inventário, e não apenas a porção desse ano, deverá ser atribuído a essa função – ou seja, o inventário dos anos anteriores é atribuído aos cultivos colhidos posteriormente, pois de outra maneira ele seria perdido/não contabilizado.

Se ocorrer uma produção conjunta, por exemplo, de culturas anuais e uma cultura final (por exemplo, látex durante os anos e madeira de seringueira no final), a cultura final deverá ser considerada como colhida após metade do período total.

A participação percentual do inventário total a ser alocada a um determinado ano (presumindo-se que o cultivo ocupe essa terra, ou impeça seu uso para outras finalidades, durante todo o ano) deverá então ser calculada usando a Fórmula 1.

$$\text{Fórmula 1} \quad X = \frac{100 * 2}{20 + 1} * \frac{20 - i}{20}$$

- X = % do inventário a ser alocada ao ano i do cultivo analisado
- 20 = número de anos após a transformação ao longo dos quais o inventário deverá ser alocado – ou seja, até que 90% das perdas/ligações de CO₂ de/para o solo tenham ocorrido. O número de anos é contado a partir da transformação.
- i = número de anos após a transformação durante os quais a cultura analisada é cultivada; o primeiro ano após a transformação é o ano $i = 0$. (Condição adicional: se $i > 20-1$, então $X = 0$, ou seja, nada deverá ser alocado após 20 anos.)

Exemplo: após a transformação do uso anterior da terra para agricultura permanente, a primeira safra poderá ser colhida depois de 2 anos (por exemplo, abacaxi). No ano 3 é colhido milho e no ano 4 mamão. Aplicando a Fórmula 1, o abacaxi recebe no primeiro ano $(100*2)/(20+1)*(20-0)/20\% = 200/21*1\% = 9,5\%$ e no segundo ano $(100*2)/(20+1)*(20-1)/20\% = 200/21*0,95\% = 9\%$, representando 18,5% do inventário total de CO₂ relacionado à transformação. O milho no ano 3 recebe $(100*2)/(20+1)*(20-2)/20\% = 200/21*0,9\% = 8,6\%$, o mamão no ano 4 $(100*2)/(20+1)*(20-3)/20\% = 200/21*0,85\% = 8,1\%$, e assim por diante. Na soma de 20 anos, 100% terão sido atribuídos às várias funções de uso da terra.

Para usos da terra durante o período considerado que sejam inferiores a um ano, o inventário deverá ser compartilhado linearmente entre os usos de acordo com a duração da utilização ou bloqueio da terra.

Os dados, tabelas, fatores e fórmulas para calcular esse inventário de CO₂ a ser compartilhado, conforme detalhado acima, são fornecidos no capítulo 13 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

Para o caso b) e com modelagem tanto atribucional como consequencial: os anos subsequentes de uso da terra – por exemplo, para o plantio de diferentes culturas – podem

ser considerados semelhantes à reutilização/utilização adicional, digamos, de garrafas reutilizáveis ou metais reciclados. Em outras palavras, eles compartilham a mesma proporção do inventário de “produção” (no caso, a transformação da terra) por função (aqui, o ano de uso da terra). Além disso, na modelagem consequencial, a reutilização/uso adicional da terra resulta nas mesmas cargas que são compartilhadas por cada função fornecida (veja o exemplo sobre o uso adicional de uma mesa de metal no quadro “Termos e conceitos: abordagem de substituição de reciclabilidade” do anexo 14.5.2 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).

Por padrão, e definido por convenção para culturas subanuais, anuais e bianuais, a quantidade total de usos ao longo dos quais o inventário de “produção” da transformação da terra deverá ser compartilhado deverá ser de 20 anos¹⁵⁹. Essa é a mesma duração em que, por padrão, as alterações do carbono orgânico no solo são modeladas. Isso só não ocorre quando a duração previsível do uso da terra transformada é mais curta, prevendo-se que termine com natureza ou nenhum uso exceto a inatividade gerenciada (por exemplo, agricultura de derrubada e queimada com 3 anos de uso antes do abandono) ou quando o uso mínimo previsível é mais longo (por exemplo, plantações permanentes com ciclo de 30 anos). Nesse último caso, a duração de uma plantaço/ciclo de uso deverá ser usada.

O percentual do inventário total que será atribuído a determinado ano de uso da terra (presumindo-se que o cultivo ocupe essa terra ou impeça o seu uso durante todo o ano) será então proporcional à duração do uso/bloqueio da terra para outros usos. Em outras palavras, com a exceção do caso anterior de alterações de carbono no solo, não há uma dependência do tempo transcorrido entre a transformação e o uso da terra, contanto que esteja dentro do período considerado, conforme definido anteriormente¹⁶⁰.

Exemplo: se uma produção agrícola de três anos em esquema de derrubada e queimada consistir em banana no primeiro ano, mandioca no segundo e aipim no terceiro, as colheitas de banana, mandioca e aipim receberão, cada uma, $1/3 = 33,3\%$ do inventário (presumindo-se aqui, para simplificar, que cada uma use a terra durante um ano).

Para ambos os casos, a) e b):

No caso de coprodutos, aplicam-se as mesmas disposições dos casos gerais de multifuncionalidade na modelagem atribucional (ver o capítulo 7.9) e modelagem consequencial (ver o capítulo 7.2.4.6), respectivamente. Se os bens naturais da terra convertida (por exemplo, madeira) também forem parcialmente utilizados, deverão ser considerados como uma função que faz parte do sistema multifuncional.

Essas mesmas disposições são aplicáveis, de maneira análoga, à transformação da terra entre usos que não sejam agrícolas, pastorais ou florestais. O foco aqui é colocado nos processos, pois nesses casos os efeitos frequentemente são altamente relevantes para os resultados do ICV.

¹⁵⁹ Esta e as configurações subsequentes pressupõem que a decisão de alterar o uso da terra não é motivada pelo próximo ano de cultivo individual, mas abrange um período mais longo.

¹⁶⁰ O raciocínio de que as emissões que ocorrem no ano zero são compartilhadas linearmente pelos usos da terra subsequentes ao longo de vários anos, enquanto as emissões que ocorrem durante um período mais longo são compartilhadas em um formato triangular (ou seja, atribuindo um percentual maior ao uso da terra diretamente subsequente à transformação), é o seguinte: o inventário de “pico” da transformação é equivalente ao inventário de produção, digamos, de uma garrafa reutilizável. As emissões que ocorrem durante um período mais longo continuam relacionadas à transformação, mas dependem do uso específico da terra em um determinado ano – por exemplo, se a perda de carbono orgânico no solo é interrompida por um melhor manejo da terra – e de ser ou não uma emissão operacional (semelhante à lavagem de uma garrafa reutilizável). Portanto, isso deve ser inventariado como e quando ocorrer.

Outras emissões resultantes do uso e transformação da terra (com equilíbrio, excluindo nutrientes)

Outras emissões que ocorram ao longo de período superior a um ano após a transformação, mas que sejam semelhantes quanto ao carbono orgânico no solo de maneira exponencial, devem ser medidas ou modeladas para o caso em questão ou baseadas em dados genéricos de fontes confiáveis, caso estejam disponíveis. Esta fórmula também é usada quando, no caso “a”, 90% do equilíbrio do carbono orgânico no solo é atingido em período inferior ou superior aos 20 anos definidos por padrão (ver mais detalhes anteriormente neste capítulo).

O percentual do inventário total a ser atribuído legalmente a um determinado ano (presumindo-se que o cultivo ocupe essa terra, ou impeça seu uso para outras finalidades, durante todo o ano) deverá então ser calculado usando a Fórmula 2, que é uma forma geral da Fórmula 1:

$$\text{Fórmula 2} \quad X = \frac{100 \cdot 2}{n + 1} \cdot \frac{n - i}{n}$$

- X = % do inventário a ser alocada ao ano i do cultivo analisado
- n = número de anos após a transformação ao longo dos quais o inventário deverá ser alocado – ou seja, até que 90% das perdas/ligações tenham ocorrido. O número de anos é contado a partir da transformação.
- i = número de anos após a transformação durante os quais a cultura analisada é cultivada; o primeiro ano após a transformação é o ano $i = 0$ (se $i > n-1$, então $X = 0$, ou seja, nada será alocado após o número de anos considerados).

Exemplo: Inventário das perdas de XY por lixiviação após a transformação da terra de floresta tropical por agricultura de derrubada e queimada: 90% da lixiviação pode ocorrer ao longo de 3 anos (valor apenas ilustrativo). Nesses três anos, o seguinte é plantado e colhido: banana no primeiro ano, mandioca no segundo e aipim no terceiro. O cultivo de banana recebe $(100 \cdot 2) / (3+1) \cdot (3-0) / 3\% = 50 \cdot 1\% = 50\%$ do inventário total relacionado à transformação. A mandioca no segundo ano recebe $(100 \cdot 2) / (3+1) \cdot (3-1) / 3\% = 50 \cdot (2/3)\% = 33,3\%$ e o aipim $(100 \cdot 2) / (3+1) \cdot (3-2) / 3\% = 50 \cdot (1/3)\% = 16,7\%$, totalizando 100 %.

Observe que inicialmente é necessário determinar a quantidade total de perda de XY e a duração real das perdas principais até que cerca de 90% do equilíbrio do uso da terra seja atingido.

Emissões sem um equilíbrio

As emissões que não têm um equilíbrio ou atingem esse estado de maneira não exponencial (por exemplo, a erosão do solo) devem ser modeladas diferentemente, embora seguindo um raciocínio semelhante ao de outros itens de inventário abordados neste capítulo. Por exemplo, a erosão superficial causada pela água e pelo vento e a respectiva transferência de fluxo de massa dessas substâncias, juntamente com o solo erodido, para os cursos d'água ou a atmosfera devem ser inventariadas como “Emissões para a água doce” ou “Emissões para a atmosfera”, respectivamente. Essas perdas estão diretamente relacionadas à operação do processo de cultivo e, portanto, pertencem ao seu inventário.

Nutrientes como emissões e como fluxos de produto

As emissões de NO_3^- , PO_4^{3-} e outras substâncias que fazem do sistema de nutrientes da terra e da cultura devem ser modeladas conforme ocorram durante o respectivo uso da terra. Na prática, esses nutrientes são uma entrada de fluxo de produto do uso anterior da terra e, conseqüentemente, uma cofunção que deve ser resolvida como outros casos de multifuncionalidade.

Os nutrientes remanescentes no campo, como o nitrato, são um coproduto do cultivo e uma entrada para a produção do próximo cultivo. Em princípio, esses casos de multifuncionalidade devem ser resolvidos pela expansão do sistema (modelagem consequencial) ou alocação (modelagem atribucional), aplicando-se as mesmas disposições previstas para outros casos de multifuncionalidade; consulte 7.2.4.6 e 7.9, respectivamente.

Remoção temporária de dióxido de carbono da atmosfera pelas plantas e liberação no fim de vida

Consulte o capítulo 7.4.3.7.3.

Alterações no uso indireto da terra

O uso indireto da terra é uma questão de modelagem consequencial que se aplica a todos os tipos de usos da terra e, por esse motivo, é abordada no capítulo 7.2.4.4.

Disposições: 7.4.4.1 Modelagem de sistemas agrícolas e florestais

Aplicáveis à Situação A, B e C, diferenciadas.

Diferenciadas para modelagem atribucional e consequencial.

- I) **OBRIGATÓRIO - Sistemas agrícolas e florestais:** sua modelagem deverá ser realizada da seguinte maneira: [ISO!]
 - I.a) **Inventário de intervenções líquidas:** somente as intervenções líquidas relacionadas a atividades humanas de manejo da terra deverão ser inventariadas. Intervenções que também ocorreriam se o local permanecesse não utilizado (por exemplo, a lixiviação básica de nitrato resultante do ingresso de N pela chuva) não deverão ser inventariadas.
 - I.a.i) **Sistema de referência na modelagem atribucional:** o sistema de referência de “não utilização” deverá ser o comportamento independente do local, começando pelo estado da terra no momento em que a área do sistema analisado é preparada para o sistema modelado.
 - I.a.ii) **Uso indireto da terra na modelagem consequencial:** o uso indireto da terra (mix) deverá ser modelado (consulte as disposições no capítulo 7.2.4.4); talvez seja necessário modelar as intervenções líquidas para esses usos/transformações indiretos da terra.

Observe que talvez seja necessário alocar a transformação da terra que ocorreu no passado ao sistema analisado.

- I.b) **Modelagem do local como parte da tecnosfera:** dos fertilizantes e produtos agroquímicos aplicados (por exemplo, fungicidas), somente as quantidades que deixam o local (ou seja, o campo, plantação, floresta gerenciada, etc.) deverão ser inventariadas como emissões para a atmosfera ou a água, conforme o caso.
- I.c) **Nutrientes reaproveitados como cofunções:** quaisquer nutrientes remanescentes, como N em resíduos de lavoura, são um coproduto do cultivo e uma entrada para a produção do próximo cultivo. Em princípio, esses casos de multifuncionalidade devem ser resolvidos pela expansão do sistema (modelagem consequencial) ou alocação (modelagem atribucional), aplicando-se as mesmas disposições previstas para outros casos de multifuncionalidade; consulte 7.2.4.6 e 7.9, respectivamente. Além disso, as emissões, especialmente de nitrato, fósforo e outras substâncias que fazem do sistema

de nutrientes da terra e da cultura, devem ser modeladas conforme ocorram durante o respectivo uso da terra.

- I.d) **Modelagem de substâncias imóveis que cruzam as fronteiras do sistema ao longo do tempo:** metais pesados fortemente ligados ao solo e Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) que permaneçam no local por muitas décadas deverão ser inventariados como “Emissões para o solo, não especificadas”. A lixiviação dessas substâncias para o lençol freático não deverá ser inventariada adicionalmente, mas incorporada à avaliação de impactos dessa emissão para o solo. Por outro lado, a erosão superficial causada pela água e pelo vento e a respectiva transferência de fluxo de massa dessas substâncias, juntamente com o solo erodido, para os cursos d’água ou a atmosfera devem ser inventariadas como “Emissões para a água doce” ou “Emissões para a atmosfera”, respectivamente. Essas perdas estão diretamente relacionadas à operação do processo de cultivo e, portanto, pertencem ao seu inventário.

Observe que a quantidade inventariada como emissão para o solo deve ser reduzida pelas respectivas perdas erosivas. Deve-se evitar a dupla contabilização.

- I.e) **Modelagem de emissões do uso e transformação da terra:** o dióxido de carbono e outras emissões resultantes do uso e transformação da terra deverão ser modelados da seguinte maneira, aplicável à modelagem tanto atribucional como consequencial:
- I.e.i) **Emissões de CO₂:** deverão ser calculadas usando por padrão os fatores mais recentes do Painel intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a menos que haja dados mais precisos e específicos disponíveis. Outros itens de inventário relevantes deverão ser medidos ou modelados para o caso em questão ou com base em fontes confiáveis semelhantes, caso existam. As fórmulas para atribuição a diferentes usos da terra subsequentes são fornecidas a seguir. Os dados, tabelas, fatores e fórmulas para calcular esse inventário de CO₂ a ser compartilhado, conforme detalhado a seguir, são fornecidos no capítulo 13 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.
- I.e.ii) **Dois casos de inventário relacionado à transformação da terra:** o inventário direto e indireto relacionado à transformação da terra deverá ser alocado às culturas subsequentes por terra usada/ocupada e duração do cultivo, conforme explicado a seguir. Dois casos devem ser diferenciados: **a) itens de inventário que ocorrem em um período superior a um ano, atingindo exponencialmente um semiequilíbrio** (por exemplo, emissões de CO₂ por perda de carbono orgânico do solo resultante da biodegradação de húmus. **b) itens de inventário que ocorrem no contexto direto da transformação e em um período subsequente não superior a um ano** (por exemplo, o uso de máquinas durante a conversão e as emissões de pico resultantes da queima de biomassa)
- I.e.ii.1) **No caso a),** e em modelos tanto atribucionais como consequenciais, o inventário deverá ser atribuído às funções de uso da terra proporcionalmente ao inventário que ocorre durante o tempo em que a função de uso da terra ocupa a terra ou bloqueia-a para outros usos (por exemplo, inclua 1 ano de inatividade como parte das rotações de cultura). Para a perda/ligação de CO₂ na forma de carbono orgânico no solo com o objetivo de atingir o equilíbrio do uso da terra após a transformação, um período padrão de 20 anos deverá ser presumido. Isso é feito com o objetivo de refletir cerca de 90% das perdas/ligações principais.

I.e.ii.2) Para simplificar, deve-se presumir que a perda total ocorra com uma distribuição de formato triangular durante esse período de tempo até atingir cerca de 90% de perda/ligação relacionada à obtenção de um novo equilíbrio. A Fórmula 1 deverá ser usada para alocar a emissão/ligação total calculada aos cultivos; caso seja possível demonstrar que o período padrão acima é diferente de 20 anos, a Fórmula 2 deverá ser usada.

$$\text{I.e.ii.3)} \quad \text{Fórmula 1} \quad X = \frac{100 * 2}{20 + 1} * \frac{20 - i}{20}$$

- $X = \%$ do inventário a ser alocada ao ano i do cultivo analisado
- $20 =$ número de anos após a transformação ao longo dos quais o inventário deverá ser alocado – ou seja, até que 90% das perdas/ligações de CO₂ de/para o solo tenham ocorrido. O número de anos é contado a partir da transformação.
- $i =$ número de anos após a transformação durante os quais a cultura analisada é cultivada; o primeiro ano após a transformação é o ano $i = 0$. (Condição adicional: se $i > 20-1$, então $X = 0$, ou seja, nada deverá ser alocado após 20 anos).

I.e.ii.4) Se os anos iniciais após a transformação forem desprovidos de colheita (o que é típico, por exemplo, em cultivos permanentes), o inventário deverá ser atribuído à primeira colheita/função do uso da terra após a transformação.

I.e.ii.5) Se somente um tipo de cultivo for colhido (por exemplo, frutas de uma plantação de árvores frutíferas com 25 anos de operação sem o uso de madeira), todo o inventário poderá ser alocado à quantidade total da colheita, independentemente do ano específico em que tenha ocorrido – ou seja, cada kg tem o mesmo inventário.

I.e.ii.6) Caso mais de um cultivo seja colhido por ano, o inventário calculado para esse ano (ver a seguir) deverá ser alocado linearmente entre esses cultivos durante o período desse ano em que eles usam a terra ou a bloqueiam para outros usos – ou seja, para fins de simplificação, nenhuma diferenciação adicional precisará ser feita entre os primeiros e últimos meses nesse ano.

I.e.ii.7) Se a função de uso da terra (por exemplo, retirada de madeira) ocorrer após o período considerado (no caso, 20 anos), todo o inventário, e não apenas a porção desse ano, deverá ser atribuído a essa função – ou seja, o inventário dos anos anteriores é atribuído aos cultivos colhidos posteriormente, pois de outra maneira ele seria perdido/não contabilizado.

I.e.ii.8) Se ocorrer uma produção conjunta, por exemplo, de culturas anuais e uma cultura final (por exemplo, látex durante os anos e madeira de seringueira no final), a cultura final deverá ser considerada como colhida após metade do período total.

I.e.ii.9) O percentual do inventário total a ser alocado a um determinado ano (presumindo-se que o cultivo ocupe essa terra, ou impeça seu uso para outras finalidades, durante todo o ano) deverá então ser calculado usando a Fórmula 1.

I.e.ii.10) Para usos da terra durante o período considerado que sejam inferiores a um ano, o inventário deverá ser compartilhado linearmente entre os usos de acordo com a duração da utilização ou bloqueio da terra.

I.e.ii.11) **Para o caso b)** e por padrão para culturas subanuais, anuais e bianuais, a quantidade total de usos ao longo dos quais o inventário de “produção” da

transformação da terra deverá ser compartilhado deverá ser de 20 anos. Isso só não ocorrerá quando a duração previsível do uso da terra transformada for mais curta, prevendo-se que termine com natureza ou nenhum uso exceto a inatividade gerenciada (por exemplo, agricultura de derrubada e queimada com 3 anos de uso antes do abandono) ou quando o uso mínimo previsível for mais longo (por exemplo, plantações permanentes com ciclo de 30 anos). Nesse último caso, a duração de uma plantação/ciclo de uso deverá ser usada.

I.e.ii.12) O percentual do inventário total a ser atribuído a um determinado ano de uso da terra (presumindo-se que o cultivo ocupe essa terra ou impeça o seu uso durante todo o ano) deverá ser então proporcional à duração do uso/bloqueio da terra para outros usos. Em outras palavras, com a exceção do caso anterior de alterações de carbono no solo, não há uma dependência do tempo transcorrido entre a transformação e o uso da terra, contanto que esteja dentro do período considerado, conforme definido anteriormente.

I.e.ii.13) Outras emissões resultantes do uso e transformação da terra (com equilíbrio, excluindo nutrientes):

I.e.ii.14) Outras emissões que ocorram ao longo de um período superior a um ano após a transformação, mas que sejam semelhantes quanto ao carbono orgânico no solo de maneira exponencial, deverão ser medidas ou modeladas para o caso em questão ou baseadas em dados genéricos de fontes confiáveis, caso estejam disponíveis. A Fórmula 2 a seguir, que é uma forma geral da Fórmula 1, poderá ser aplicada.

I.e.ii.15) O percentual do inventário total a ser alocado a um determinado ano (presumindo-se que o cultivo ocupe essa terra, ou impeça seu uso para outras finalidades, durante todo o ano) deverá então ser calculado usando a Fórmula 2.

I.e.ii.16)

$$\text{Fórmula 2} \quad X = \frac{100 * 2^{n-i}}{n+1} * \frac{1}{n}$$

- X = % do inventário a ser alocada ao ano i do cultivo analisado
- n = número de anos após a transformação ao longo dos quais o inventário deverá ser alocado – ou seja, até que 90% das perdas/ligações tenham ocorrido. O número de anos é contado a partir da transformação.
- i = número de anos após a transformação durante os quais a cultura analisada é cultivada; o primeiro ano após a transformação é o ano i = 0 (se i > n-1, então X = 0, ou seja, nada será alocado após o número de anos considerados).

I.e.ii.17) Observe que inicialmente é necessário determinar a quantidade total de perda de XY e a duração real das perdas principais até que cerca de 90% do equilíbrio do uso da terra seja atingido.

I.e.ii.18) Emissões de itens sem um equilíbrio

I.e.ii.19) Emissões que não tenham um estado de equilíbrio ou atinjam esse estado de maneira não exponencial (por exemplo, a erosão do solo) deverão ser modeladas diferentemente, embora seguindo um raciocínio semelhante ao de outros itens de inventário abordados neste capítulo. Essas perdas estão diretamente relacionadas à operação do processo de cultivo e, portanto, pertencem ao seu inventário.

I.e.iii) Se os bens naturais da terra convertida forem utilizados ao menos em parte (por

exemplo, madeira de floresta primária colhida), eles deverão ser considerados como uma função que faz parte do sistema multifuncional.

- I.e.iv) Essas mesmas disposições são aplicáveis, de maneira análoga, à transformação da terra entre usos que não sejam agrícolas, pastorais ou florestais.
- I.e.v) Emissões que não tenham um estado de equilíbrio ou atinjam esse estado de maneira não exponencial (por exemplo, a erosão do solo) deverão ser modeladas diferentemente, embora seguindo um raciocínio semelhante ao de outros itens de inventário abordados neste capítulo.

Remoção temporária de dióxido de carbono da atmosfera pelas plantas e liberação no fim de vida: consulte o capítulo 7.4.3.7.3.

O uso indireto da terra é uma questão da modelagem consequencial abordado no capítulo 7.2.4.4.

Observe que, caso não seja possível cumprir integralmente as disposições acima, isso deverá ser considerado explicitamente ao relatar a qualidade dos dados obtida e ao interpretar os resultados de estudos de ACV.

7.4.4.2 - Modelagem do tratamento de resíduos

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.3.3)

Visão geral

Este capítulo enfoca a modelagem de resíduos para fins de deposição, a tecnosfera/ecosfera das fronteiras de sistemas e a convenção para a inventariação de fluxos de resíduos.

Veja também as disposições específicas para a modelagem da reutilização, reciclagem e recuperação de resíduos em regime de modelagem atribucional no anexo 14.4 e de modelagem consequencial no anexo 14.5 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

modelagem completa da gestão de resíduos para fluxos elementares

Os fluxos de resíduos (como, por exemplo, resíduos domésticos, produtos após sua vida útil, águas residuais de um processo, rejeitos do processamento de minérios e assim por diante) não são fluxos elementares, mas fluxos dentro da tecnosfera. Portanto, sua gestão e tratamento precisam ser modelados até os fluxos elementares relacionados atravessarem a fronteira do sistema. É o mesmo que é feito para qualquer outro processo do sistema.

Os fluxos de resíduos não devem, portanto, ser deixados como tal no inventário, com uma exceção: para resíduos radioativos, nenhuma modelagem acordada está disponível até o momento; os fluxos de resíduos radioativos devem ficar no inventário e devem ser diferenciados pelo menos em resíduos de alta, média e baixa radioatividade. Se outros fluxos de resíduos forem deixados no inventário, esse fato deve ser claramente documentado e o usuário ser orientado a concluir o modelo. Se isso não for feito, a falta de precisão e completude deve ser considerada na interpretação dos resultados.

Erros frequentes: modelagem incompleta da gestão de resíduos

Na prática de ACV, ainda se observa frequentemente que volumes relevantes de fluxos de resíduos são mantidos no inventário, ou seja, que o trabalho de ICV e, conseqüentemente, os resultados da AICV são incompletos. Isso deve ser evitado ou relatado e explicitamente considerado na interpretação dos resultados.

Às vezes isso é provocado por uma definição imprecisa/inadequada da fronteira do sistema entre a tecnosfera e a ecosfera (veja o capítulo 6.6). Isso gera erros, como, por exemplo, o de rejeitos do processamento de minérios serem inventariados como tal, em vez de se modelar a lixiviação de ácido sulfúrico e emissões metálicas desses rejeitos, por exemplo.

A modelagem completa de todos os fluxos de resíduos relevantes - por exemplo, usando modelos de gestão de resíduos genéricos ou médios para diferentes setores - é o único meio que pode ajudar muito a completar dados de inventário existentes.

Opcionalmente, os fluxos de resíduos podem também ser mantidos no inventário como “lembretes de fluxos” claramente identificados como fluxos que não fazem parte do inventário normal (ou seja, de impacto). Observe que essa opção serve apenas para oferecer informações adicionais para a elaboração de relatórios que podem, às vezes, serem exigidos por sistemas de DAP individuais, mas ela não substitui a modelagem completa da gestão de resíduos para fluxos elementares.

Convenção de inventariação para resíduos

A modelagem do tratamento de resíduos pode ser feita de duas maneiras:

- inventariando-o como um fluxo físico de resíduos na saída (ou seja, no sentido da direção material do fluxo, como para todos fluxos de materiais e bens ao longo da cadeia de abastecimento);
- ou como um fluxo de serviços na entrada (ou seja, no sentido de um serviço contratado, como custo incorrido no lado da entrada, como é feito para outros serviços).

Recomenda-se que os resíduos gerados na saída de processos sejam modelados, pois esse procedimento gera menos confusão, especialmente ao se calcular balanços de massa e elementos de processos, mas também já na modelagem e elaboração de diagramas de fluxos de sistemas, bem como para a comunicação externa.

Descarte de resíduos na natureza

Para lixo de bens complexos como, por exemplo, baterias, as emissões devem ser modeladas/estimadas e inventariadas como fluxos elementares. Ou seja, a “bateria” em si não seria o fluxo das emissões, mas as emissões que efetivamente saem da bateria para o solo, água e atmosfera ao seu redor. Isso é necessário porque bens complexos não podem ser bem capturados por métodos de AICV, mas continuam sendo uma questão de inventário que exige uma modelagem específica da situação que gera lixo. Por essa razão, embora bens jogados fora como lixo acabem no meio ambiente, eles são modelados como parte da tecnosfera. Em consonância com a definição de intervenções, somente substâncias individuais constituem os fluxos elementares de emissões que são inventariados.

Recomenda-se que informações sobre bens jogados fora sejam mantidas no inventário como lembrete de fluxos (veja o capítulo 7.4.3.8). As premissas modeladas das emissões devem ser documentadas. De preferência, o processo do comportamento do bem jogado fora deve ser modelado como um processo unitário separado.

Um exemplo disso seria um efeito físico que materiais provocam para a vida selvagem se, por exemplo, forem descartados em rios ou mares. Nesse caso, o efeito deve ser inventariado em um respectivo fluxo elementar, como exigido pelo método de AICV aplicado (por exemplo, ao lado de emissões que podem ocorrer adicionalmente).

Disposições: 7.4.4.2 Modelagem do tratamento de resíduos

- I) **OBRIGATÓRIO - Descarte de resíduos e produtos após sua vida útil:** esses itens devem ser modelados da seguinte maneira: [ISO!]
- I.a) **Modele inteiramente a gestão dos resíduos:** o tratamento de resíduos e águas residuais deve ser modelado consistentemente para a fronteira entre a tecnosfera e a ecosfera; se isso não for possível, esse fato deve ser claramente documentado e explicitamente considerado na interpretação posterior. Essa modelagem inclui todas as etapas de tratamento até, e incluindo, o descarte de quaisquer resíduos remanescentes em depósitos ou aterros e a inventariação das emissões desses locais para/da ecosfera. Duas exceções aplicam-se a resíduos radioativos e resíduos em depósitos subterrâneos (por exemplo, em minas), que devem ser mantidos como fluxos específicos de resíduos no inventário, a menos que intervenções de gestão de longo prazo detalhadas e intervenções similares tenham sido plenamente modeladas para resíduos desse tipo também.
 - I.b) **Modelagem do descarte de bens na natureza:** para aterros, descargas e descarte de lixo (ou seja, descarte de bens individuais na natureza) não gerenciados, as intervenções individuais relacionadas que entram na ecosfera deve ser modeladas como parte do modelo de ICV. Isso também se aplica analogamente a outras intervenções, além de emissões, se o método de AICV usado as incluir. O bem jogado fora/descartado em aterro também deve ser inventariado como lembrete de fluxo.
 - I.c) **Modelagem de resíduos como saída:** os fluxos de resíduos devem ser modelados seguindo a lógica do fluxo de materiais. Isso significa que os resíduos devem ser inventariados no lado da saída dos processos nos quais eles são gerados (por exemplo, resíduos de produção ou produtos no fim de sua vida útil como saída do estágio de uso). Para processos de tratamento de resíduos, isso significa que os fluxos de resíduos devem, conseqüentemente, ser modelados no lado da entrada do processo, com quaisquer produtos secundários potencialmente produzidos e resíduos restantes no lado da saída. Isso facilita o balanço da massa e dos elementos. Para fins de cálculo de custos, o custo do serviço de tratamento de resíduos pode ser atribuído ao fluxo de resíduos como uma propriedade de fluxo adicional.

Obs.: O uso de modelos/processos de tratamento de resíduos genéricos pode ser considerado como um fator que limita o tempo e os recursos necessários para a coleta de dados.

7.4.5 Nomes e outras convenções

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulos 4.3.2.2 e 4.3.2.3)

Diversas convenções em torno de nomenclaturas são comuns nas modelagens atribucional e consequencial. Elas identificam e definem os mesmos objetos comumente necessários (por exemplo, “dióxido de carbono” como “emissões para a atmosfera”, “kg” como unidade para a propriedade “massa”, etc.)

Esse é um prerequisite para se poder combinar e integrar conjuntos de dados de inventário de diferentes desenvolvedores de dados a sistemas e estudos de ACV e de vincular métodos de AICV corretamente para os resultados de inventário resultantes. De outra maneira, se teria uma múltipla ocorrência de fluxos, avaliações de impactos incompletas e uma incompatibilidade fundamental nos inventários. Essas convenções também oferecem uma base para a devida

identificação e designação de, por exemplo, novos fluxos elementares, inclusive da necessidade do número CAS e elementos similares, sua medição em unidades adequadas e compatíveis, etc.

Embora a maioria dos fluxos elementares seja relatada na propriedade de fluxo “massa” e expressa em unidades de medida como “kg”, alguns fluxos elementares devem ser relatados como “valor inferior de energia calorífica” e expressos na unidade “MJ” (por exemplo, para recursos energéticos) e outros como “atividade de radiação ionizante” na unidade “kBq” (por isótopos radioativos emitidos). Fluxos de produtos e resíduos são medidos na propriedade de fluxo e unidade apropriada identificada individualmente. O documento separado “Nomenclatura e outras convenções” apresenta disposições detalhadas sobre esse tema.

O conjunto de fluxos elementares de referência, propriedades de fluxos e grupos de unidades do sistema ILCD implementam esse documento orientador sobre nomenclatura e oferecem um conjunto pronto de mais de 19.000 fluxos elementares e propriedades de fluxos e grupos de unidades comumente exigidos.

Para mais detalhes sobre os nomes dos fluxos e outras convenções, veja o documento em *Nomenclature and other conventions*.¹⁶¹

Disposições: 7.4.5 Nomes e outras convenções

I) OBRIGATÓRIO - Fluxos elementares: [ISO+]

- I.a) **Use fluxos elementares de referência do sistema ILCD:** os mais de 19.000 fluxos de referência elementares, propriedades de fluxo (chamadas de “propriedades” na norma ISO/TS 14048 e de “volumes” na norma ISO 31) e grupos de unidades pré-definidos do sistema ILCD devem ser usados como padrão, se disponíveis.
- I.b) **Defina novos fluxos elementares consistentemente:** novos fluxos elementares devem ser criados que satisfaçam às exigências metodológicas deste documento (veja o capítulo 7.4.3). Eles devem, como padrão, ser medidos em propriedades de fluxo (por exemplo, valor calórico superior ou inferior) e unidades (por exemplo, MJ ou kWh) aplicando-se as orientações apresentadas no documento separado “Nomenclatura e outras convenções”. Só são possíveis exceções se uma unidade diferente (por exemplo, um ano de produção) for explicitamente necessária para as aplicações em questão; nesse caso, o uso de unidades não previstas no sistema ILCD deve ser informado ao usuário do conjunto de dados.
- I.c) **Use categorias de fluxos elementares do sistema ILCD:** novos fluxos elementares devem ser classificados nas categorias e subcategorias de fluxos elementares definidas no documento de orientação “Nomenclatura e outras convenções” (por exemplo, “Emissões para água doce”, “Recursos do solo”, etc.). Se exigido para o método de AICV aplicado (veja o capítulo 6.7.5), compartimentos diferenciados podem ser usados.

II) **IMPORTANTE - Fluxos e processos de produtos e resíduos:** os nomes e a classificação de fluxos e processos de produtos e resíduos devem aplicar a nomenclatura recomendada e serem medidos nas propriedades de fluxo e unidades apresentadas nas orientações do documento “Nomenclatura e outras convenções”. [ISO+]

III) **OBRIGATÓRIO - Propriedades de fluxos e grupos de unidades:** a designação e os nomes de novas propriedades de fluxos e grupos de unidades devem aplicar a nomenclatura recomendada fornecida nas orientações sobre “Nomenclatura e outras convenções”. [ISO+]

¹⁶¹ As orientações preveem também, especificamente para substâncias químicas (tanto para entradas como para emissões), a identificação por meio do no. CAS para evitar erros.

Observe que a necessidade de criar novas unidades é uma rara exceção entre profissionais de ACV; novas propriedades de fluxo só serão criadas raramente. Para desenvolvedores de métodos de AICV, a necessidade de criar novos grupos de unidades é frequente.

Observe que se as disposições anteriores não puderem ser plenamente cumpridas, esse fato deve ser explicitamente considerado ao se relatar a qualidade de dados alcançada e ao se interpretar os resultados de estudos de ACV. Observe que os inventários de conjuntos de dados de ICV que não satisfazem os requisitos anteriores não estão de acordo com a nomenclatura do sistema ILCD.

7.5 Desenvolvendo dados genéricos de ICV

Visão geral

Na ACV, conjuntos de dados específicos, médios e genéricos são muitas vezes diferenciados. Na prática, uma combinação é tipicamente definida. Os conceitos “puros” são, no entanto, explicados aqui, pois eles implicam diferenças relevantes na coleta de dados, na modelagem, na documentação e na revisão.

Termos e conceitos: Conjuntos de dados específicos, médios e genéricos

Dados específicos

Um conjunto de dados específicos na sua forma pura representa um processo individual (por exemplo, uma tecnologia específica como aplicada em um determinado local) ou um sistema individual (por exemplo, um modelo de produto específico ou uma marca individual). Ele contém exclusivamente dados que foram medidos no processo representado. Conjuntos de dados para sistemas inteiros significariam que todos os dados para todos os processos foram efetivamente medidos.

Dados médios

Um conjunto de dados médios idealmente combina diferentes conjuntos de dados específicos e/ou outros dados médios como uma média para representar uma combinação de processos (por exemplo, diferentes tecnologias de incineração de resíduos) ou sistemas (por exemplo, um grupo de produtos). A média pode - entre outros aspectos - envolver diferentes tecnologias, produtos, locais, países e/ou momentos.

Dados genéricos

Um conjunto de dados genéricos é desenvolvido usando-se, pelo menos em parte, informações além das mensuradas para o processo específico. Essas outras informações podem ser modelos de cálculos estequiométricos ou outros modelos de cálculo, patentes e outros planos para processos ou produtos, opiniões de especialistas, etc. Processos genéricos podem ter o objetivo de representar um processo ou sistema específico ou uma situação média. Tanto dados especificamente medidos quanto dados genéricos podem, portanto, ser usados para o mesmo fim de representar processos ou sistemas específicos ou médios.

Um conjunto de dados genéricos representa uma variante típica do processo ou sistema e um conjunto de dados médios representa a situação média do processo ou sistema, em ambos os casos dentro de uma região geográfica e tempo específicos. A diferença reside na forma na qual o conjunto de dados é modelado: no primeiro caso, o produto e seu ciclo de vida são especi-

ficados com características típicas (ou representativas) e o inventário é modelado de acordo com essas características. No segundo caso, diversos produtos (ou tecnologias ou plantas de produção) são modelados separadamente e uma média é subsequentemente definida para os inventários.

Coleta de dados para conjuntos de dados genéricos

Para conjuntos de dados genéricos, planeje a coleta de dados e o modelo do sistema com base nos conhecimentos sobre as características típicas ou representativas/médias do processo ou produto. As características típicas são as seguintes: as rotas tecnológicas e as bases das matérias-primas usadas, tecnologias de redução de emissões e limites de emissões a serem observados, parâmetros de operação, composição de materiais, etc. Observe que o cálculo da média de características de um processo ou produto nem sempre é útil (por exemplo, no caso de uma média de duas tecnologias muito diferentes que produzem o mesmo material) ou pode gerar problemas de alocação (se um dos processos para o qual a média foi calculada for multifuncional). Nesses casos, deve-se prever uma combinação de modelagem genérica e média.

O conjunto de dados genéricos pode também chegar a ter uma alta qualidade SE informações e dados para as características típicas do sistema ou tecnologias estiverem disponíveis. O esforço para modelar conjuntos de dados genéricos é claramente menor, mas suas aplicações são limitadas. Basicamente, eles são usados como conjuntos de dados de segundo plano e - se não for possível alcançar uma alta qualidade - como referência.

Dados específicos oferecem a clara vantagem da representatividade em relação a dados genéricos. Na prática, no entanto, dados específicos nem sempre representam a fonte mais adequada para um conjunto necessário de dados. Isso acontece, por exemplo, se a qualidade dos dados específicos disponíveis for mais baixa que a de dados genéricos. Geralmente, o objetivo deve ser o de procurar dados específicos disponíveis ou medi-los e depois partir para abordagens genéricas.

7.6 Seleção de conjuntos de dados secundários de ICV

([Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.2.3.3.2](#))

Visão geral

Dados secundários são dados não baseados em medições do(s) respectivo(s) processo(s) no sistema de primeiro plano. Ou seja, se dados que estiverem faltando para um processo de primeiro plano forem derivados de patentes, esses dados são secundários, mesmo que essa derivação tiver sido feita pelo operador do processo. Além disso, todos os dados obtidos para uso no sistema de segundo plano são secundários, ainda que tiverem sido fornecidos pelos fornecedores.¹⁶²

Para o sistema de segundo plano, dados de provedores de dados secundários (particularmente conjuntos de dados de processos genéricos ou médios) podem ser encontrados em bancos de dados de ICV de projetos nacionais ou regionais de ACV, consultorias e grupos de pesquisa. Uma forma de identificar conjuntos de dados adequados é recorrer à Rede de Dados do Sistema ILCD que está prestes a ficar disponível e permitirá que todos os provedores de dados distribuam seus conjuntos de dados de acordo com suas próprias condições - desde que os dados satisfaçam os requisitos mínimos do *Manual do Sistema ILCD* ou outros requisitos de registro.

¹⁶² Observe que o termo provedor de dados secundários geralmente se refere a todas as outras fontes que não sejam as empresas produtoras ou prestadoras de serviços e suas associações comerciais. Ele pode referir-se, por exemplo, a consultores ou grupos de pesquisa.

Erros frequentes: consistência metodológica insuficiente de dados de segundo plano

No processo de seleção de conjuntos de dados secundários, é importante garantir que todos os conjuntos de dados usados na modelagem do modelo de um sistema sejam metodologicamente consistentes. Infelizmente, o uso de dados inconsistentes é frequentemente observado na prática. Isso ocorre devido à falta de consciência do problema ou da prática de ignorá-lo para poupar esforços ou custos. No entanto, o uso de dados inconsistentes oriundos de diferentes sistemas de dados torna todo o estudo de ICV/ACV não confiável e distorcido, o que frequentemente gera conclusões e recomendações equivocadas. A análise da consistência metodológica é, portanto, uma questão-chave a ser abordada em um processo de revisão externa independente.

A seleção de dados secundários (por exemplo, dados genéricos e médios para uso em segundo plano) precisa considerar a sua adequabilidade e consistência em termos de metodologia e da qualidade dos dados dos inventários, ou seja, sua representatividade, completude e precisão. Isso é indispensável para garantir que, juntamente com os dados primários, eles alcancem a completude e precisão exigidas do ICV do sistema. Uma documentação adequada destes conjuntos de dados, como, por exemplo, no formato de dados do sistema ILCD que foi desenvolvido para esse fim, apoia substancialmente sua correta seleção e uso, bem como a interpretação de resultados.

Dados pré-verificados

O uso de conjuntos de dados genéricos de segundo plano já revisados independentemente (mas também dados médios de associações comerciais, por exemplo) é recomendado, por oferecer duas vantagens: ele oferece uma garantia independente da qualidade afirmada do conjunto de dados. Além disso, ele reduz consideravelmente o esforço da revisão, pois o conjunto de dados já terá sido revisado e, ao se usar o conjunto de dados, apenas a adequabilidade do processo selecionado para o sistema analisado precisará ser julgada.

Disposições: 7.6 Seleção de conjuntos de dados secundários de ICV

Observe que estas disposições também se aplicam ao desenvolvimento de conjuntos de dados de processos unitários e de sistemas parcialmente terminados como produtos, já que as regras de corte precisam ser avaliadas do ponto de vista do sistema.

As modelagens atribucional e consequencial e as situações A, B e C precisarão de conjuntos de dados modelados de forma diferente pelo menos parcialmente.

- I) **OBRIGATÓRIO - Use conjuntos de dados secundários consistentes:** os dados secundários (conjuntos de dados genéricos, médios ou específicos) a serem usados no modelo de sistemas devem ser suficientemente consistentes metodologicamente entre si e com os conjuntos de dados primários que foram especificamente levantados.
- II) **OBRIGATÓRIO - Seleção de conjuntos de dados secundários com base na qualidade:** os conjuntos de dados secundários devem ser selecionados de acordo com a qualidade dos seus dados em um sentido mais estrito, ou seja, de acordo com a sua representatividade tecnológica, geográfica e temporal e com a sua completude e precisão. Seu(s) fluxo(s) de referência(s) e/ou unidade(s) funcional(is) deve(m) também disso ser suficientemente representativo(s) para os processos, bens ou serviços específicos que eles devem representar no sistema analisado.
- III) **RECOMENDADO - Dê preferência a conjuntos de dados pré-verificados:** recomenda-se que seja dada preferência a conjuntos de dados já criticamente revisados (“Dados pré-verificados”), pois essa abordagem reduz o esforço necessário para a revisão do sistema analisado: somente o uso adequado desses conjuntos de dados no sistema analisado precisará ser revisado. [ISO+]

IV) RECOMENDADO - Dê preferência a conjuntos de dados bem documentados: recomenda-se que preferência seja dada a conjuntos de dados apoiados por uma documentação abrangente e eficientemente organizada. Isso permite que o modelador (e, posteriormente, um revisor) avalie a qualidade do conjunto de dados e sua adequabilidade para o sistema analisado. [ISO+]

O uso combinado de dados de diferentes fontes é facilitado pelo uso de sistemas de segundo plano de conjuntos de dados para processos unitários de operação individual que podem ser ajustados/remodelados pelo usuário para serem compatíveis com o sistema analisado ou pelo uso de conjuntos de dados de resultados de ICV compatíveis com a metodologia aplicada no sistema analisado.

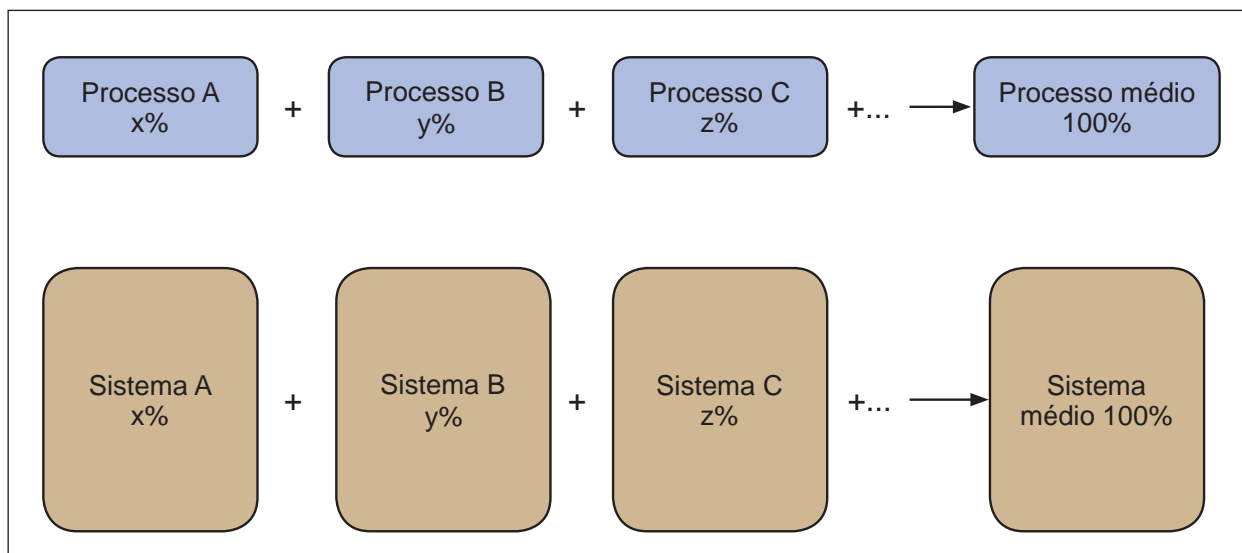
7.7 Cálculo da média de dados de ICV

Visão geral

A Figura 22 ilustra as principais diferentes formas de cálculo da média de processos (também chamada de cálculo da média horizontal) e de sistemas (também chamado de cálculo da média vertical): no cálculo da média de processos, a média de dois ou mais processos que desempenham as mesmas funções, mas representam, por exemplo, tecnologias, locais, anos diferentes, etc. é calculada. Isso inclui, tipicamente, a ponderação de inventários de acordo com a sua contribuição para a situação média a ser representada. Por exemplo, a indústria siderúrgica pode desenvolver um conjunto de dados gerais médios do setor para altos-fornos inventariando processos de alto-forno um a um para locais individuais e somando os inventários ponderados/dimensionados pela contribuição relativa de cada local para a produção total de aço de altos-fornos. Nesse cálculo de média, quaisquer dados ausentes são tipicamente substituídos por dados de setores similares, por exemplo, para garantir que a tecnologia e o mix de países represente adequadamente a média almejada.

O cálculo de médias para sistemas analogamente calcula a média de inventários do berço ao portão ou do berço ao túmulo de dois ou mais sistemas. Por exemplo, ampliando o exemplo acima, os inventários do berço ao portão de aço de altos-fornos de vários locais poderiam ser somados e uma média extraída de uma forma ponderada. Isso incluiria o sistema de segundo plano do processo de altos-fornos, resultando na média global de aço de altos-fornos como um produto (“sistema”).

Figura 22 - Esquema de cálculo da média de processos (“cálculo da média horizontal”, acima) e média de sistemas (“cálculo da média vertical,” abaixo);



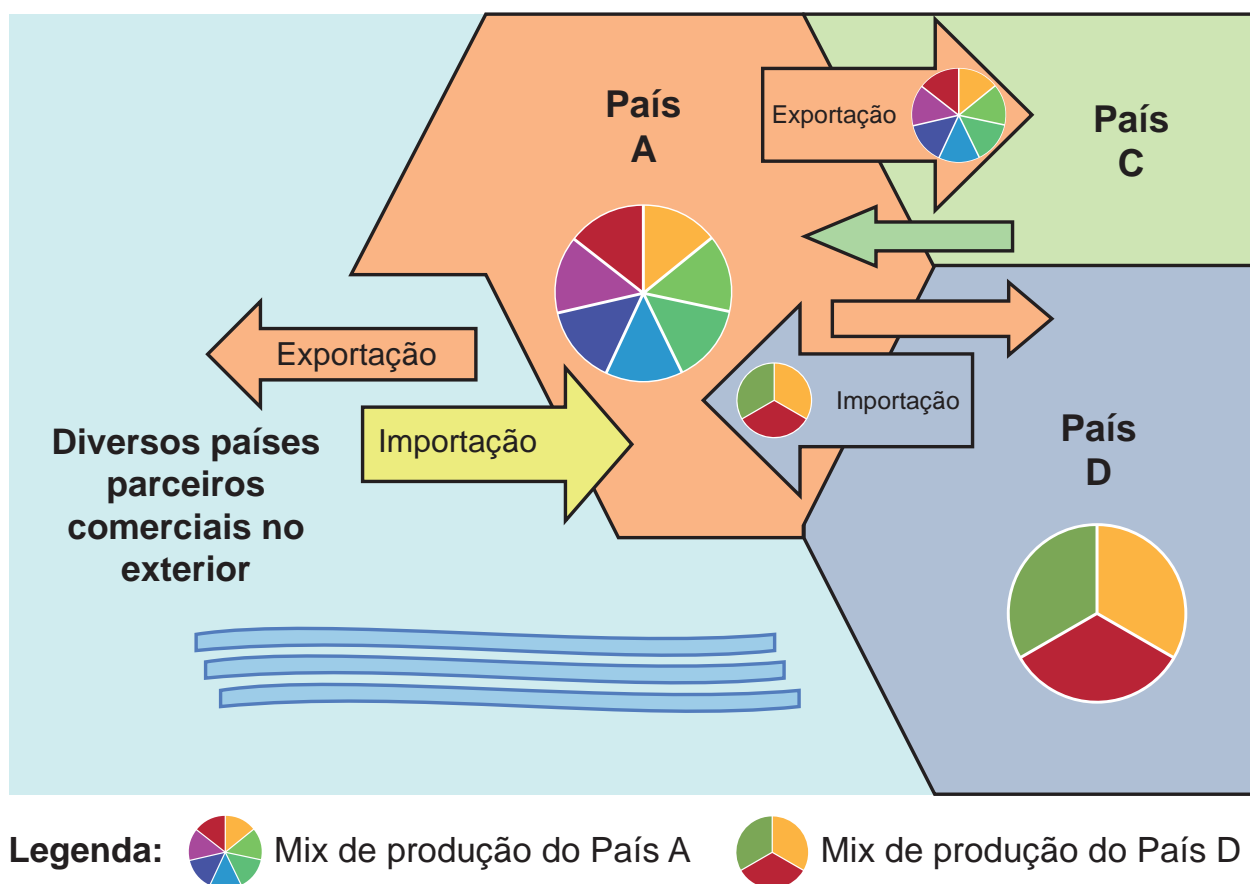
Como inicialmente mencionado, o que se encontrará frequentemente, na prática, é uma combinação de abordagens específicas e genéricas, já que, por exemplo, diferentes rotas de

produção com bases diferentes de matérias-primas não podem ser proveitosamente integradas em um processo “típico” (ou mesmo em um ciclo de vida completo), de modo que as principais variantes são modeladas como conjuntos de dados genéricos e, posteriormente, uma média é calculada para os inventários.

Um tipo específico e muitas vezes usado de conjuntos de dados médios é o dos conjuntos de dados para o mix de produção, oferta e, principalmente, consumo; este costuma ser o mais exigido em uma ACV. A Figura 23 ilustra os conceitos:

- O mix de produção de determinado produto do País A é a média dos inventários das diferentes tecnologias/rotas que produzem esse produto, ponderada pela produção naquele período como operada no território do País A. As ponderações que devem ser usadas em uma ACV são as unidades físicas do produto (por exemplo, massa, volume, peças), não o valor de produção ou de mercado.
- O mix de consumo é o inventário do mix de produção acrescido dos inventários dos produtos importados menos o inventário dos exportados. A composição e volumes das importações provenientes dos diferentes países devem ser considerados ao se extrair a média dos dados para o mix de consumo ponderado. Observe que, com exceção do exemplificado na figura, o mix de exportações de um país frequentemente difere do seu mix de produção e também entre os países; deve-se analisar se essas diferenças são relevantes para o sistema e questão analisados. O mesmo se aplica analogamente ao mix de importações, obviamente.
- O mix de oferta é, portanto, o mix de produção mais o mix de importações, ou seja, o mix do que está disponível no país para consumo.

Figura 23 - Ilustração das relações comerciais entre países como base para o cálculo dos mixes de produção, consumo e oferta de produtos.



Observe que ao se calcular o mix de serviços de um país, é necessário tomar cuidado para evitar dupla contagem, já que alguns serviços importados podem ser fisicamente prestados nos territórios dos países (por exemplo, serviços locais de consultoria) enquanto outros são prestados no país estrangeiro (por exemplo, serviços de turismo para cidadãos do país analisado). Ou seja, exceto para bens, para os quais o fluxo físico vai da fonte ao sumidouro, para serviços o fluxo físico, por exemplo, do pessoal que presta os serviços em outro país ou turistas que recebem o serviço em outro país torna esse processo menos claro. Geralmente, e tanto para produtos e serviços, a direção de um produto é oposta à direção do fluxo do dinheiro. Isso ajuda a identificar e calcular esses mixes de comércio.

Coleta de dados para conjuntos de dados médios de ICV

Ao basear conjuntos de dados médios em uma combinação de conjuntos de dados específicos de produtores, planeje a coleta de dados de modo a basear-se em informações sobre, por exemplo, a contribuição relativa do produtor individual ou de uma determinada rota de produção para a produção total (veja os exemplos anteriores sobre o processo de cálculo da média de processos de alto-fornos e de conjuntos de dados de produtos de aço de altos-fornos). Isto é necessário para que se possa calcular um conjunto de dados médios representativamente ponderados. Frequentemente, esses dados não estão disponíveis para todos os locais de produção ou operadores de serviços e mais informações são necessárias, especialmente para qual parcela do mercado os dados de inventário disponíveis e as tecnologias específicas, países, etc. são representativos.

Um conjunto de dados médios é, portanto, muitas vezes, mais representativo do processo ou sistema que um conjunto de dados genéricos. Isso é válido desde que dados suficientemente representativos estejam disponíveis para todas as variantes relevantes de produtos, locais, etc. e que eles possam ser acompanhados por informações estatísticas sobre até que ponto os dados variam entre os produtos ou locais subjacentes. O esforço de coleta de dados é claramente mais intenso para conjuntos de dados médios do que para conjuntos de dados genéricos, mas essa abordagem oferece outras vantagens, como a possibilidade de referenciamento (*benchmarking*) interno, análises de pontos fracos/melhorias, geração de declarações de produtos ambientais (DAP, na sua sigla em inglês) para produtores específicos, etc., ou seja, as aplicações em vista determinam, em grande parte, qual variante é preferível.

7.8 Modelagem do sistema

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.2)

Introdução e visão geral

O sistema deve ser modelado aplicando-se a estrutura de modelagem de ICV identificada no capítulo 6.5.4 como parte da definição do escopo e de acordo com o objetivo do estudo de ICV/ACV.

Esse exercício envolve dois aspectos inter-relacionados: como modelar efetivamente o sistema com base na estrutura de modelagem de ICV usada. Essa questão é abordada neste capítulo. Para questões metodológicas gerais, veja os capítulos 7.4.3 e 7.4.4.

Como a segunda e mais complicada questão, a multifuncionalidade de processos deve ser resolvida, isto é, critérios de alocação devem ser identificados e aplicados (para a modelagem atribucional) ou processos a serem usados no caso de substituição devem ser identificados (no caso da modelagem consequencial).

A questão da solução da multifuncionalidade para a modelagem atribucional será abordada no próximo subcapítulo.

Orientações para a identificação de processos substituídos para modelagens consequenciais já foram oferecidas no capítulo 7.2.4.6, já que esse tema diz respeito àquele estágio anterior de identificação de processos dentro das fronteiras de sistemas.

Preenchendo lacunas de dados iniciais

Para um sistema do berço ao portão ou do berço ao túmulo, os mesmos critérios de controle de qualidade interino aplicados a processos unitários são, em princípio, aplicados (veja os capítulos 7.4.2.11 e 9.3.2 para a abordagem sistemática). Além disso, eles desempenham um papel em relação à quantidade de processos unitários específicos necessária no contexto do sistema do produto como um todo: para as partes do sistema do produto que contribuem pouco para o resultado final (ou seja, para os impactos ambientais globais do produto), os critérios de corte podem ser menos rigorosos sem deixar de satisfazer os requisitos gerais de completude e precisão. Por exemplo, se um *laptop* for analisado ao longo do seu ciclo de vida, o PVC usado no isolamento da sua fiação interna pode contribuir pouco e a qualidade dos dados “estimados” pode ser suficiente. Por outro lado, o consumo de eletricidade na fase de uso pode contribuir, por exemplo, em 50 % ou mais para o impacto ambiental global e sua produção deve, portanto, ser incluída com dados de alta qualidade para que uma alta exatidão e precisão sejam logradas para todo o conjunto de dados.

Para preencher lacunas de dados, pode-se considerar o uso de conjuntos de dados estimados. Esses dados podem ser, por exemplo:

- dados genéricos ou médios usados para suprir a falta de dados específicos;
- dados médios de um grupo de produtos similares para suprir a falta de dados de inventário para outros produtos ainda não analisados desse grupo;
- correlação com outros dados mais completos e de alta qualidade para o mesmo processo ou para um processo similar, mas de outras fontes de dados (por exemplo, dados médios da indústria para melhorar um processo específico de um produtor);
- pareceres justificados de especialistas técnicos/operadores do processo.

Lacunas de dados relevantes geralmente devem ser preenchidas com dados metodologicamente consistentes. Lacunas de baixa relevância devem também ser preenchidas por conjuntos de dados suficientemente, mas não plenamente, consistentes metodologicamente, desde que sejam desenvolvidos de acordo com as orientações deste documento e satisfaçam os requisitos gerais de qualidade.

Somente estimativas de dados que aumentem a qualidade geral do inventário final do sistema analisado devem ser usadas para preencher lacunas. Isso significa que o nível de qualidade dos conjuntos de dados individuais deve ser pelo menos equivalente a uma “estimativa de dados” (veja o anexo).

Dimensionamento de todos os processos do sistema

Modelar um sistema significa dimensionar corretamente os inventários de todos os processos incluídos nas fronteiras do sistema analisado. Na prática, isso significa garantir que todos os fluxos de produtos e resíduos que ligam o sistema de primeiro plano ao de segundo plano fiquem “saturados” com os processos de segundo plano adequados¹⁶³. Se os inventários de todos os processos necessários forem coletados ou compilados a partir de provedores de dados,

¹⁶³ Isso se aplica independentemente de se trabalhar para o sistema de segundo plano com resultados de ICV ou com processos unitários, já que, na prática, o profissional incorporará o sistema de primeiro plano específico do produto analisado a um sistema de segundo plano (banco de dados).

esse estágio é bastante simples. Duas abordagens principais são adotadas em ferramentas de software de ACV amplamente usadas:

- Na abordagem de “fluxo de processo”, a modelagem é feita conectando-se, manual ou semiautomaticamente, processos por meio do seu produto de entrada e saída e fluxos de resíduos.
- Na abordagem de “matriz”, essa conexão é feita automaticamente, desde que todos os produtos e fluxos de resíduos a serem conectados nos lados de saída e entrada de todos os processos recebam nomes idênticos.

Na prática, muitas vezes o conjunto de dados de processos exatamente necessário não está disponível, mas conjuntos de dados de produtos similares (por exemplo, “tarugo de aço 9SMn28” em vez de “tarugo de aço carbono 9SMn36”) ou regiões semelhantes (“NL – Amônia; técnica, líquida” em vez de “BE - Amônia; técnica, líquida”) devem ser usados. Em ferramentas de “matriz”, esses casos precisam de mecanismos adicionais e/ou renomeação manual ou duplicação de processos como soluções alternativas para garantir uma modelagem correta. Em ferramentas de “cadeia de processos”, esses processos exigem que seja feita uma conexão manual desses fluxos de produtos ou resíduos. Para mais detalhes, consulte o manual do seu software de ACV.

Controle de qualidade adicional

Embora esse seja um estágio formal na coleta ou compilação de dados de bancos de dados de segundo plano de provedores de dados, na prática, a modelagem do sistema é o momento no qual o modelador de ICV deve verificar novamente a adequabilidade dos processos de segundo plano usados. Isso é feito de com base na documentação do conjunto de dados, especialmente no que se refere à representatividade tecnológica, geográfica e temporal dos conjuntos de dados, bem como à sua adequabilidade e consistência metodológicas. A completude e precisão geral dos resultados do modelo do sistema são verificadas mais tarde à luz dos resultados calculados do ICV (veja o capítulo 7.10) e controlados com base nas fronteiras do sistema como definido no capítulo 6.6, não deixando nenhum produto e fluxos de resíduos não conectados quantitativamente relevantes no inventário.

Definições de parâmetros

Sempre que processos parametrizados forem usados (por exemplo, para transportes, gestão de resíduos, mas também para processos misturadores que misturam diferentes processos para representar um mix de mercado ou de tecnologias), os valores corretos dos parâmetros para casos específicos devem ser estabelecidos para todos esses processos.

Disposições: 7.8 Modelagem do sistema

Aplicável às Situações A, B e C, diferenciadas. Diferenciadas para as modelagens atribucional e consequencial.

Aplica-se também ao desenvolvimento de conjuntos de dados para processos unitários e sistemas parcialmente terminados como produtos, mas apenas para quantificar a completude e precisão alcançadas, pois elas precisam ser avaliadas do ponto de vista do sistema.

- 1) **OBRIGATÓRIO - Dimensione os inventários corretamente:** os inventários de todos os processos dentro da fronteira do sistema devem ser corretamente dimensionados uns em relação aos outros e para a(s) unidade(s) funcional(is) e/ou fluxo(s) de referência do sistema analisado¹⁶⁴.

¹⁶⁴ Isso pode ser visualizado conectando-se todos os processos uns aos outros por seus fluxos de referência de produtos e resíduos interinos nas quantidades corretas. Começando com o processo central e a(s) quantidade(s) da(s) unidade(s) funcional(is) ou fluxo(s) de referência do sistema, todos os demais processos ocorrem por etapas, relativamente dimensionados. Os softwares de ACV com interface de modelagem gráfica mostram o sistema dessa maneira e/ou o usuário modela o sistema explicitamente conectando os processos a essa interface. Dependendo da abordagem de modelagem implementada no software, outros mecanismos podem ser encontrados para satisfazer a mesma finalidade de dimensionamento.

- II) **OBRIGATÓRIO - Modelo completo do sistema:** nenhum produto ou fluxos de resíduos quantitativamente relevantes devem ser deixados sem modelagem/desconectados, com exceção do(s) fluxo(s) de referência que representa(m) quantitativamente a unidade funcional do sistema (para disposições complementares sobre fluxos de resíduos, veja o capítulo 7.4.4.2). Se isso não for feito, os fluxos devem ser claramente documentados e a falta de precisão e completude resultante deve ser considerada na interpretação dos resultados. [ISO!]

Observe que, para processos unitários e sistemas parcialmente terminados, inventários selecionados dos produtos correspondentes e/ou processos de modelagem de resíduos são intencionalmente deixados de fora da fronteira do sistema. Seus sistemas devem ser, no entanto, concluídos, ainda que apenas para fins de aplicação das regras de corte.

- III) **OBRIGATÓRIO - Defina valores de parâmetros:** defina os valores necessários de parâmetros em todos os conjuntos de dados de processos parametrizados usados, se houver. [ISO+]

- IV) **RECOMENDADO - Aplique outra rodada de controle de qualidade interino:** recomenda-se pré-verificar, durante a modelagem, se o conjunto de dados ou sistema estão sendo devidamente modelados e satisfazem os requisitos de qualidade conforme identificados/ajustados com precisão na fase de definição do escopo; as disposições relativas ao controle de qualidade interino de processos unitários aplicam-se analogamente (veja o capítulo 7.4.2.11). Para preencher lacunas de dados iniciais de processos e sistemas incluídos, pode-se considerar a possibilidade de usar conjuntos de dados estimados. Esses conjuntos de dados podem ser, por exemplo: [ISO+]

IV.a) conjuntos de dados genéricos ou médios para processos/sistemas específicos que estiverem faltando;

IV.b) conjuntos de dados médios de um grupo de processos ou sistemas semelhantes (por exemplo, produtos) para processos/sistemas em falta para outros processos ou sistemas ainda não analisados desse grupo;

IV.c) correlação com outros conjuntos de dados de processos mais completos e de alta qualidade para o mesmo processo ou para um processo semelhante, mas obtidos de outras fontes de dados (por exemplo, dados médios da indústria para melhoria de um processo de um produtor específico).

- V) **OBRIGATÓRIO - Use dados consistentes para preencher lacunas de dados:** lacunas em termos de dados devem ser preenchidas com conjuntos de dados metodologicamente consistentes, enquanto lacunas de baixa relevância podem ser preenchidas por conjuntos de dados não plenamente, mas suficientemente consistentes metodologicamente, de acordo com as orientações contidas neste documento, e que satisfaçam os requisitos gerais de qualidade detalhados abaixo. [ISO!]

- VI) **OBRIGATÓRIO - Use conjuntos de dados de ICV de qualidade suficiente para preencher lacunas:** somente dados e conjuntos de dados que aumentam a qualidade geral do inventário final do sistema analisado devem ser usados para preencher lacunas de dados. Isso significa que a qualidade dos dados individuais ou do conjunto de dados deve ser, pelo menos, equivalente ao nível de qualidade de uma “estimativa de dados”. Veja também o capítulo 7.4.2.11.3 e o anexo 12.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*. Lacunas de dados restantes devem ser relatadas. [ISO!]

Observe que tanto a(s) abordagem(ns) usada(s) para preencher lacunas de dados iniciais como a falta de representatividade, precisão e consistência metodológica resultante em todo o conjunto de dados devem ser posteriormente documentadas claramente e explicitamente consideradas ao se declarar a qualidade lograda no conjunto de dados ou ao se extrair conclusões ou recomendações de um estudo de ACV.

Observe que a verificação final da completude/corte ambiental geral lograda está detalhada no capítulo 9.3.2 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*. Observe que decisões sobre eventuais omissões de estágios do ciclo de vida, tipos de atividades, processos individuais ou fluxos elementares devem de ser claramente relatadas e justificadas pelo fato de não contribuírem significativamente para os resultados de ICV em vista da(s) aplicação(ões) almejada(s) do estudo de ICV/ACV. Caso contrário, elas devem ser relatadas e consideradas ao se declarar a qualidade alcançada para o conjunto de dados e/ap se extrair conclusões e recomendações do estudo.

7.9 Solucionando a questão da multifuncionalidade de processos na modelagem atribucional

(Refere-se à norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.4)

7.9.1 Introdução e visão geral

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.4.1)

O problema de multifuncionalidade

(Para uma visão geral da multifuncionalidade e das diferentes abordagens que podem ser adotadas para resolver essa questão, veja também o capítulo 6.5.3.)

Muitos processos contribuem para a existência de mais de uma função devido à geração de mais de um produto (coprodutos, ou seja, cobens e cosserviços) ou ao tratamento de mais de uma entrada (por exemplo, tratamento de resíduos de fluxos de resíduos mistos) ou a combinações dos mesmos.

O problema desses processos multifuncionais é que, na ACV, é necessário analisar um sistema individual para determinar o impacto ambiental específica que pode ser relacionado ao seu ciclo de vida. No mundo real, contudo, quase nenhum sistema funciona isoladamente. Assim que surge um coproduto em um processo que faz parte do sistema que está sendo analisado, ele é tipicamente usado em um sistema diferente. Isso significa que o processo torna-se parte de outro sistema também¹⁶⁵ e que seus impactos ambientais não podem ser totalmente atribuídos ao sistema que estudamos.

Uma situação aparentemente diferente, mas em termos metodológicos plenamente análoga de impactos compartilhados está associada à reciclagem de fim de vida dos produtos e resíduos gerados no processo de produção ou uso: um material pode ser reciclado, energia pode ser recuperada ou uma parte dos mesmos pode ser reutilizada em um sistema e novamente usada em um ou mais outros sistemas. Isso significa que a geração de fontes ou peças secundárias é uma outra função do sistema que gera os resíduos ou o produto de fim de vida: os impactos associados aos produtos secundários¹⁶⁶ devem ser compartilhados entre os sistemas que os usam.

Observe que o próximo capítulo oferece orientações sobre como solucionar a questão da multifuncionalidade apenas na modelagem atribucional, já que a tarefa correspondente na modelagem consequencial já foi abordada no capítulo 7.2.4, que trata de como esses processos podem ser identificados e descritos. Isto foi necessário porque, na modelagem consequencial, esse estágio afeta diretamente os processos a serem incluídos no modelo, ou seja, ele não é um estágio subsequente, como na modelagem atribucional.

¹⁶⁵ Isso também é conhecido como “processos compartilhados”.

¹⁶⁶ O termo “bem secundário” é usado aqui como um termo genérico para designar materiais reciclados, energia recuperada, peças reutilizadas, etc., ou seja, para designar qualquer função (secundária) produzida a partir de um resíduo de um produto no fim da sua vida útil.

Resolvendo a questão da multifuncionalidade

Sob o (historicamente desenvolvido) título “Alocação”, a norma ISO 14044:2006 apresenta uma hierarquia de diferentes abordagens para o problema da multifuncionalidade¹⁶⁷. No capítulo 6.5.3, a hierarquia estabelecida na ISO e diferentes abordagens dos métodos de ICV foram detalhadas e ilustradas. Ao mesmo tempo, verificou-se que a abordagem para resolver casos de multifuncionalidade deve estar sintonizada com o objetivo do estudo de ICV/ACV, especialmente o contexto da(s) decisão(ões), já que a coerência com o objetivo é um princípio norteador da ISO-ACV. Isso significa que não há livre escolha entre alocação e substituição e é o objetivo do estudo de ICV/ACV que define qual abordagem é teoricamente apropriada: a maneira de se lidar com processos multifuncionais está estreitamente relacionada à estrutura de modelagem de ICV aplicada, e pode ser consequencial ou atribucional (veja o capítulo 6.5.2) e sintonizada com essa escolha.

Este capítulo refere-se à modelagem atribucional, ou seja, à Situação C2 e casos nos quais a substituição não é possível ou viável; veja as respectivas disposições para as demais Situações. Isso significa que o primeiro estágio é a subdivisão de processos unitários de caixa preta multifuncionais em processos unitários de operação individual monofuncionais, liberando, assim, os processos de produção efetivamente necessários, evitando a necessidade de alocação. Se isso for essencialmente impossível ou outras razões tornarem essa abordagem praticamente impossível, a alocação (particionamento) é o estágio possível seguinte (veja o capítulo 6.5.3).

7.9.2 Evitando a alocação por subdivisão ou subdivisão virtual

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.4.2)

A multifuncionalidade pode ocorrer em dois níveis: no nível de processos unitários de operação individual que não podem, essencialmente, ser subdivididos para fins de coleta de dados (por exemplo, o processo de eletrólise de NaCl, que gera uma solução de NaOH, Cl₂ e H₂ como coprodutos) e de processos unitários de caixa preta, que podem ser subdivididos (por exemplo, uma linha de produção com diversos tipos de embalagens de polímeros produzidas como coprodutos).

No primeiro exemplo, a alocação é a abordagem adequada na modelagem atribucional para resolver a questão da multifuncionalidade.

No segundo exemplo, a primeira opção é subdividir o processo de “fabricação de embalagens” em questão nos seus processos específicos incluídos para as diferentes embalagens, se for possível, dessa maneira, separar a produção do bem ou serviço analisado da(s) cofunção(ões); veja a Figura 8. Capítulo 7.4.2.2 fornece orientações detalhadas para a subdivisão.

Se a subdivisão não for viável devido à falta de acesso a dados ou a restrições de recursos, a subdivisão virtual pode, em muitos casos, separar total ou parcialmente itens do inventário exclusivamente relacionados à função em vista. Isso torna o inventário mais preciso, uma vez que somente os possíveis itens de inventário restantes devem ser alocados; também melhora a revisibilidade dos dados. O Capítulo 7.4.2.2 fornece mais alguns detalhes sobre a subdivisão virtual também.

Disposições: 7.9.2 Evitando a alocação por subdivisão ou subdivisão virtual

Aplicável à Situação C2. Aplicável a casos de Situação A, B, C1 somente se a subdivisão, a subdivisão virtual e a substituição/expansão do sistema não forem possíveis ou viáveis, como identificado de acordo com as disposições específicas para essas situações (veja o capítulo 6.5.4).

¹⁶⁷ Como a hierarquia abrange outras abordagens e não apenas a alocação, o título abrangente “Resolvendo a questão da multifuncionalidade dos processos” seria, portanto, mais claro e adequado.

Aplicável somente à modelagem atribucional, a menos que na modelagem consequential a substituição não seja possível ou viável.

- I) **OBRIGATÓRIO - Analise se a alocação pode, teoricamente, ser evitada por subdivisão:** verifique se o processo unitário analisado é um processo unitário de caixa preta (conceito ilustrado na Figura 7): ele contém outras etapas de subprocessos fisicamente distinguíveis e é teoricamente possível coletar dados exclusivamente para esses subprocessos? Em seguida, verifique se a subdivisão pode resolver a questão da multifuncionalidade desse processo unitário de caixa preta: um processo ou cadeia de processos dentro do processo unitário de caixa preta inicial que envolva apenas a saída funcional individual necessária pode ser identificado e modelado separadamente?
- II) **OBRIGATÓRIO - Procure evitar a alocação por subdivisão ou subdivisão virtual:** com base no resultado, os seguintes passos devem ser seguidos:
 - II.a) **Subdivisão:** se for possível coletar dados exclusivamente para os processos incluídos que têm apenas a uma saída funcional exigida: dados de inventário devem ser coletados apenas para os processos unitários incluídos.
 - II.b) **Subdivisão parcial:** se isso não for possível (ou seja, se o processo unitário analisado contiver processos unitários de operação individual multifuncionais atribuídos à saída funcional exigida) ou viável (por exemplo, por falta de acesso a dados ou por razões de custo): dados de inventário devem ser coletados separadamente para pelo menos alguns dos processos unitários incluídos, principalmente para os que forem os principais contribuintes para o inventário e que não puderem de outra maneira (por exemplo, por subdivisão virtual - veja a disposição mais adiante) ser claramente atribuídos a apenas uma das cofunções. [ISO+]
 - II.c) **Subdivisão virtual:** deve-se verificar se é possível, por raciocínio, virtualmente subdividir parcial ou totalmente o processo multifuncional com base na compreensão do processo/tecnologia. Isso pode ser feito sempre que uma relação quantitativa possa ser identificada e especificada que se relacione exatamente aos tipos e volumes de um fluxo com pelo menos uma das cofunções/fluxo(s) de referência (por exemplo, peças mecânicas específicas ou materiais auxiliares em uma fábrica que só são usados para o produto analisado podem ser claramente associados a esse produto subdividindo-se os dados coletados). Para processos que permitam esse procedimento, uma subdivisão virtual deve ser feita, separando-se os processos incluídos como processos unitários individuais. O Capítulo 7.4.2.2 fornece detalhes adicionais sobre a abordagem. [ISO+]
 - II.d) **Justifique a necessidade de alocação e documente possíveis distorções:** se as subetapas anteriores não forem possíveis e uma separação real ou virtual não for viável, a alocação é a abordagem a ser aplicada (veja o próximo capítulo). Além disso, e somente se a subdivisão for teoricamente possível, mas não tiver sido feita, deve-se demonstrar/argumentar pelo menos por aproximação quantitativa ou raciocínio que a decisão da alocação não gera diferenças relevantes no inventário resultante em comparação com uma subdivisão. Se ela gerar diferenças relevantes, os respectivos processos devem ser documentados e posteriormente explicitamente considerados ao se avaliar a precisão lograda nos conjuntos de dados e ao se interpretar os resultados finais de estudos de ACV, respectivamente. [ISO!]

Observe que a subdivisão virtual também pode melhorar a base de alocação, gerando resultados mais precisos.

7.9.3 Resolvendo a questão da multifuncionalidade por alocação

(Refere-se à norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.4)

7.9.3.1 Visão geral

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.4.1)

Critérios de alocação devem ser identificados para casos nos quais alocação (e não substituição) deve ser aplicada para resolver questões de multifuncionalidade de processos unitários que não podem ser mais subdivididos¹⁶⁸.

Os critérios de atribuição são identificados em um processo em dois estágios, começando com a causalidade física solidamente construída, como também recomendado na norma ISO 14044:2006.

Resumindo esse procedimento em dois estágios, detalhado nos próximos subcapítulos:

- Como primeiro critério, outras “relações causais físicas determinantes” entre cada fluxo não funcional e as cofunções do processo devem ser identificadas e aplicadas¹⁶⁹. Em parte, esse procedimento envolve o uso da abordagem da subdivisão virtual para atribuir fluxos às cofunções na maior medida possível.
- Os fluxos que não possam ser alocados dessa maneira devem ser alocados usando-se um segundo critério de alocação geral, que seria o valor de mercado das cofunções na condição específica e no ponto em que saem do processo (ou entram nele, como, por exemplo, no caso de serviços de tratamento de resíduos e de fim de vida).

Embora algumas das regras e exemplos do primeiro critério sejam óbvios, nem sempre é assim. Algum esforço deve ser, portanto, envidado para especificar e ilustrar claramente esse procedimento visando garantir a reprodutibilidade na prática, começando com casos simples e óbvios.

Uma questão especial é a da reciclagem de resíduos e produtos após o fim da sua vida útil, que exigem medidas adicionais, abordadas em um anexo separado 14 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

7.9.3.2 Primeiro critério: “Determinação da causalidade física”

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.4.2)

Determinação da causalidade física

A causalidade física determinante pode estar relacionada tanto a bens como a serviços. Essa expressão envolve três componentes: causalidade, física e determinante:

- - “Causalidade” refere-se à questão de se verificar se a existência e volume de um fluxo não funcional são causados pela respectiva cofunção.
- - “Causalidade física” significa que essa causa deve ser fisicamente determinável e incluir uma extensa propriedade física de fluxo (por exemplo, especialmente o conteúdo de energia (entalpia, poder calorífico inferior e superior, exergia, entropia), massa, volume, comprimento/distância, elemento específico/substância/teor em termos de peças, número de peças (número de itens individuais, partículas/ moles)). No caso de

¹⁶⁸ Observe, no entanto, que pode ser necessário também aplicar a alocação a casos nos quais, à primeira vista e a partir de uma perspectiva limitada e teórica com consequências para decisões, a abordagem correta seria a da expansão/substituição do sistema.

¹⁶⁹ Observa-se a necessidade de se desenvolver outros manuais práticos para os principais grupos de produtos, com vistas a aumentar ainda mais a praticidade e a reprodutibilidade. Eles poderiam seguir a mesma lógica geral aplicada ao desenvolvimento de Regras de Categorias de Produtos (PCR) em apoio à Declaração Ambiental de Produto (DAP).

serviços, a propriedade física deve tipicamente ser usada em combinação com o tempo/duração do serviço, já que essa é a sua unidade de referência mais aplicável. Ou seja, duas ou mais propriedades juntas são causalmente determinantes.

- - Por último, “determinante” refere-se ao fato de que frequentemente existem várias relações causais físicas, das quais apenas uma, ou uma combinação de duas, determina a existência e o volume de um fluxo não funcional.

A causalidade física determinante é identificada respondendo-se à pergunta: “Há uma função específica que o fluxo não funcional desempenha para um ou mais dos coprodutos e posso quantificar a extensão dessa função com base em um critério físico”? E: “Se afirmativo, há outros fluxos não funcionais que ocorrem quantitativamente ou em parte como consequência direta ou indireta do fluxo não funcional inicialmente identificado e fisicamente causado?”

É importante observar que, embora ocorra frequentemente na prática, não há nenhuma necessidade de se aplicar o mesmo critério de causalidade física a todos os fluxos não funcionais. Esse procedimento raramente é correto: a causalidade física é frequentemente específica para um fluxo, assim como a realidade subjacente é específica. Isso se aplica a processos unitários de caixa preta, onde processos específicos com itens de inventário específicos relacionam-se com a função analisada. Observe que isso também se aplica a processos unitários de operação individual multifuncionais nos quais insumos específicos (por exemplo, um produto químico como o cloro) acabam ficando inteiramente incorporados a apenas um dos coprodutos (por exemplo, um produto químico clorado como um dos coprodutos). Isso significa que, frequentemente, uma alocação combinada e múltipla dos diferentes fluxos não funcionais do inventário é necessária.

Princípio da aplicação da lógica da subdivisão virtual dentro da causalidade física

A lógica da subdivisão virtual está estreitamente relacionada à determinação de uma causalidade física: ambas visam identificar qual volume de quais itens do inventário estão exatamente relacionados com qual coproduto, refletindo as relações físicas entre eles. Por exemplo, todos os produtos de entrada fisicamente incorporados a qualquer dos bens coproduzidos¹⁷⁰ podem ser diretamente atribuídos a eles. Isso foi ilustrado nos capítulos 7.9.2 e 7.4.2.2 sobre subdivisão virtual, com o exemplo de diferentes peças que entram em uma linha de produção de caminhões e acabam incorporadas apenas a caminhões específicos que usam a peça específica.

Bens incorporados (fluxos de produtos)

Um exemplo óbvio de incorporação de bens é o de componentes montados em bens mais complexos, como, por exemplo, componentes específicos que entram em uma linha de produção múltipla de caminhões customizados e acabam sendo incorporados a um caminhão específico e atribuídos ao caminhão aos quais são incorporados. Nesse exemplo, o processo é parcialmente subdividido virtualmente com base em um entendimento qualitativo, atribuindo-se os fluxos de produtos de entrada individuais ao coproduto que os recebe. Observe que esse estágio é equivalente à subdivisão virtual mencionada anteriormente de processos unitários com base em uma compreensão técnica qualitativa desse processo. Isso pode até ser aplicado a casos de processos unitários de operação individual que não podem ser mais subdivididos.

Um exemplo semelhante é o de uma máquina de moldagem por injeção que processa diferentes polímeros e onde cada fluxo de entrada de polímero específico é atribuído à peça moldada específica feita dele (veja também o capítulo 7.4.2.2 sobre subdivisão e subdivisão virtual).

Em outros casos, o mesmo material que entra diretamente em um processo pode ser fisicamente encontrado em diversos bens coproduzidos. Por exemplo, a madeira redonda que entra

¹⁷⁰ A incorporação física pode, obviamente, não se relacionar a serviços.

em uma serraria é encontrada nas vigas, pranchas, chapas, lascas e serragem coproduzidas. O volume do fluxo do produto madeira redonda que é incorporado ao respectivo coproduto é designado ao seu inventário¹⁷¹.

Componentes da causalidade física determinante

O passo seguinte é o de se determinar a causalidade física em um sentido mais amplo.

É preciso tomar cuidado para identificar exclusivamente as relações causais e não outras relações físicas não causais (e subsequentemente identificar qual é a relação determinante): Na mineração de, por exemplo, granito como material funcional, lajotas de granito são produzidas juntamente com cascalho de granito como um coproduto valioso. A mineração em si e o transporte de blocos brutos para a planta devem ser alocados por massa a ambos os coprodutos, como fisicamente exigidos para a sua produção. O corte dos blocos em lajotas e cascalho também é fisicamente necessário para ambos os coprodutos. O processo de corte, no entanto, só é determinante para o coproduto lajotas, pois ele se relaciona às suas características específicas de corte de superfícies lisas, mas não ao cascalho.

Um exemplo semelhante seria o de um processo de extração de minério de ouro no qual os produtos químicos de mineração aplicados são fisicamente misturados ao minério inteiro, mas só são determinantes para o ouro extraído (e para outros metais extraídos com os mesmos produtos químicos), mas não para as rochas resultantes do processo, embora elas possam ser coprodutos valiosos para uso na construção de estradas. Os processos de mineração de minério de ouro e processos de moagem seriam novamente fisicamente necessários para ambos os coprodutos, como no exemplo mencionado acima para granito¹⁷². A chave para se identificar corretamente a causalidade física determinante é compreender as causalidades que vinculam cada um dos coprodutos ao outro respectivo fluxo não funcional que precisa ser alocado.

Os parágrafos a seguir mostram como essa causalidade física determinante é identificada para diferentes tipos de fluxos não funcionais e tanto para bens coproduzido como para cosserviços. Exemplos ilustrativos ajudam a esclarecer e orientar melhor sua aplicação:

Alocação de entradas de bens para cosserviços

Para cosserviços, qualquer insumo (entrada) de produtos, componentes, materiais de consumo, etc. exclusivamente usado para a respectiva função do cosserviço constitui, obviamente, uma relação física determinante.

Observe que esse estágio é idêntico ao processo descrito anteriormente de uma subdivisão virtual de um processo unitário com base em uma compreensão qualitativa do processo: um exemplo seria o de uma loja de varejo que pode vender, entre outros bens, alimentos congelados. Nesse caso, a produção e operação do congelador seriam exclusivamente alocadas aos produtos vendidos expostos no congelador. (Em relação à questão de como alocar o congelador entre os vários produtos vendidos a partir do congelador, veja mais detalhes a seguir).

Alocação de entradas de produtos a bens coproduzidos

Para coprodutos, em muitos casos os produtos de entrada usados, fontes de energia, etc. podem igualmente ser muitas vezes alocados com base na função específica que desempenham

¹⁷¹ Observe que, ao contrário do que possa parecer, isso NÃO é equivalente à alocação por massa, já que a perda de materiais para saídas sem valor ainda não foi abordada e precisaria ser alocada em um estágio subsequente.

¹⁷² Poder-se-ia argumentar que o grande esforço envolvido na mineração subterrânea de minério de ouro não é realmente necessário para se obter um pouco de cascalho de baixo valor como coproduto. No entanto, essa consideração é consequencial e considera custos como uma causa. Atribucionalmente, é necessário (causalidade física) extrair o minério a essa profundidade para produzir esse cascalho específico.

em relação aos coprodutos individuais. Por exemplo, a energia elétrica usada na eletrólise de cloro-soda é usada para dividir a água e resulta na produção de gases de hidrogênio e cloro ricos em energia como coprodutos. A entalpia de H₂ e Cl₂ é, portanto, um critério de alocação adequado para a eletricidade usada, refletindo a relação física determinante de levar energia para os coprodutos. No exemplo semelhante da síntese de Haber-Bosch de amônia, o gás natural é a fonte de energia para capturar nitrogênio do ar para produzir a amônia. O CO₂ é o coproduto (se capturado, por exemplo, para um estágio subsequente da produção de ureia e não liberado). A energia do gás natural é encontrada exclusivamente na amônia (além de perdas de energia resultantes da ineficiência do processo), mas de modo algum no CO₂. Novamente, a entalpia serve para alocar o inventário do fluxo de gás natural do produto para o coproduto amônia.

Alocação de entradas de serviços a bens coproduzidos - introdução

A entrada de muitos serviços pode ser alocada aos coprodutos pela duração relativa em que são usados em combinação com a relação causal física determinante.

Serviços paralelos e seriais podem ser diferenciados:

Alocação de insumos de serviços a bens coproduzidos - serviços paralelos

Serviços paralelos atendem, ao mesmo tempo e paralelamente, diversos coprodutos relacionados aos coprodutos de uma maneira semelhante. Exemplos desses serviços são os que instalações de armazenamento, equipamentos de transportes, áreas de fabricação e equipamentos de produção prestam¹⁷³. Por exemplo, para transportes, o tempo de transporte é um elemento (equivalente à distância do transporte, obviamente, que é tipicamente usada na prática e equivale de fato ao cotransporte). Além disso, seria necessário verificar se o peso de bens cotransportados ou seu volume constituem a causalidade física limitante que determina quanto de serviço de transporte é usado. A duração em combinação com a massa ou o volume deve ser usada como critério de alocação. Se a massa do volume for determinante, seria um fator a ser determinado avaliando-se se o caso de transporte em questão é limitado pela massa dos bens (ou seja, se o veículo está totalmente preenchido pela massa) ou mais massa poderia ser adicionada, mas o veículo está cheio por volume.

Voltando ao exemplo do congelador usado no varejo, o momento no qual o bem é, na média, armazenado no congelador acrescido do fator físico determinante (aqui poderíamos concluir que esse é o volume¹⁷⁴ do bem individual) é usado para a alocação entre os diversos bens vendidos através do congelador¹⁷⁵.

173 Argumenta-se que é mais fácil compreender esses produtos a partir da perspectiva do serviço que prestam, como, por exemplo, do serviço de fornecimento de uma estrutura de sala, calefação e iluminação para uma linha de montagem, e não como um bem. Com exceção de um material ou peça que acaba sendo fisicamente incorporada ao produto, todos esses prédios, etc. só prestam um serviço para a produção. Por essa razão, eles tipicamente precisam também de outros critérios de alocação (por exemplo, duração de uso de uma sala de armazenamento, iluminação, etc.) comparados ao elemento, massa ou teor energético como critérios de alocação de bens que acabam fisicamente incorporados aos coprodutos. Na verdade, muitas dessas infraestruturas também são operadas sob contratos de arrendamento ("sistemas de produtos-serviços").

174 Embora a capacidade calorífica do bem também desempenhe um papel, pode-se verificar que o consumo principal de energia é para compensar a perda pela superfície do congelador, inclusive quando clientes abrem a sua tampa superior ou porta. Deixando de lado algumas considerações mais complexas sobre o formato/pacote do bem, ou seja, de quão bem ele se encaixa no freezer e de quão frio ele chega no freezer, o volume ainda pode ser o critério mais adequado na maioria dos casos.

175 Observe que a precisão na qual esses tempos de armazenamento e volumes precisam ser determinados depende da relevância do armazenamento no congelador para todo o sistema de produto analisado. Na abordagem iterativa de ACV e após uma aproximação inicial rudimentar desses números, identifica-se quão relevante esse processo é e, somente se ele for relevante, o tempo de armazenagem e os volumes devem ser mais detalhadamente identificados.

Outro exemplo são os fluxos de entrada de serviços de aquecimento, iluminação e disponibilização de uma estrutura de sala para diversas linhas de montagem de *laptops*: a duração da montagem dos diferentes *laptops* coproduzidos seria o critério de alocação para as três entradas citadas. Os critérios físicos possíveis (massa, volume, peças) incluem a peça de laptop que poderia ser individualizada como limitante, se assumirmos que a massa ou volume específico não determinam o tamanho da sala, a iluminação, etc.

Outro exemplo para serviços: o inventário de se operar um escritório de advocacia, de se prestar serviços jurídicos para diferentes clientes, seria alocado pela duração de uso do escritório no atendimento a clientes. No que se refere ao critério físico (imaginável: massa, volume, peças), provavelmente acordaríamos que ele consistiria nas peças (ou seja, no número) de clientes e não na sua massa ou volume.

Um último exemplo de serviços de transporte: no caso da alocação de transporte de passageiros de avião a situação fica mais complicada, já que tanto a massa como o número de passageiros são efetivamente limitantes (devido ao peso máximo de decolagem e ao número de assentos de passageiros disponíveis; qualquer peso restante estaria disponível para transportar cargas adicionais). No entanto, na situação média, nem os assentos, nem o peso total disponível são usados até a capacidade máxima. Assim, precisamos fazer a alocação entre o número de passageiros e o peso da carga em qualquer caso. Como assim? O consumo de combustível do avião e emissões relacionadas (considerando apenas essa parte do inventário) são determinados - para uma determinada rota - pela aerodinâmica do avião (a qual em grande parte é determinada pelo seu tamanho e formato exterior) e, além disso, pelo peso inicial total. Qualquer passageiro adicional só afetará o peso inicial, assim como qualquer quilo adicional de carga. Por essa razão, a causalidade física determinante é simplesmente a massa. Esse exemplo revela também o problema da alocação econômica: nesse caso, um assento na classe econômica com desconto teria um impacto muito reduzido em relação a um assento na mesma classe cobrado na tarifa normal, mas ambos contribuem na mesma proporção para o inventário relacionado ao combustível.

Se, contudo, o serviço paralelo se referir aos coprodutos do sistema de produção investigado de uma maneira claramente diferente e o processo unitário não puder ser subdividido obtendo-se exclusivamente processos não multifuncionais, os critérios gerais de alocação devem ser aplicados.

Alocação de entradas de serviços a bens coproduzidos - serviços seriais

Os serviços seriais realizam a mesma ação para coprodutos um após o outro (por exemplo, uma oficina de pintura pintando diferentes componentes de metal um após o outro). Estritamente falando, esses processos são todos subdivisíveis, com medições separadas. No entanto, como discutido anteriormente, isso pode não ser facilmente viável na prática: se serviços seriais forem executados na mesma intensidade ao longo do tempo, eles podem ser alocados simplesmente pela duração da sua realização um após o outro para os diferentes coprodutos. Em outros casos, uma característica física dos coprodutos para os quais os serviços foram prestados pode ser usada (por exemplo, no exemplo da oficina de pintura, seria a superfície dos componentes de metal a serem pintados. No caso de serviços de limpeza, a superfície de um piso limpo seria o critério determinante, desde que os tipos de piso sejam os mesmos/parecidos). A intensidade de um serviço serial pode mudar ao longo do tempo ou apresentar características relevantemente diferentes para os coprodutos em questão (por exemplo, limpeza tanto de carpetes como de pisos de PVC). Nesse caso, pode não ser possível identificar um relacionamento físico adequado que caracterize quantitativamente essa intensidade. Consequentemente, uma subdivisão seria necessária, a menos que possa ser demonstrado que as diferenças são menos relevantes e que a aplicação do segundo critério geral de alocação é possível.

Alocação de entradas de bens e serviços para bens coproduzidos - lista de critérios

A lista apresentada a seguir apresenta disposições sobre os critérios a serem aplicados como padrão de alocação em diferentes casos de cosserviços e coprodução:

Serviços:

- Transporte de bens: tempo ou distância E massa ou volume (ou, em casos específicos: peças) dos bens transportados;
- Transporte de pessoas: tempo ou distância. E peso¹⁷⁶ dos passageiros;
- Viagens de pessoal a negócios: valor agregado do sistema;
- Deslocamento de pessoal: valor agregado do sistema;
- Varejo: prazo de validade (duração) E massa ou volume do bem;
- Armazenamento e abrigo, ou seja, prédios e outras infraestruturas tridimensionais: tempo(duração) de uso E volume do bem ou área ocupada pelo bem;
- Armazenamento e outras funções desempenhadas por diferentes locais e outras infraestruturas bidimensionais: tempo (duração) de uso e área ocupada pelo bem¹⁷⁷;
- Transportes e comunicações por rodovias, ferrovias, dutos, cabos e outras infraestruturas unidimensionais: tempo (duração) E intensidade (por exemplo, desgaste de estradas devido ao impacto de veículos de peso diferente) OU largura de banda de uso;
- aquecimento/refrigeração de espaços (manutenção de uma temperatura): tempo (duração de aquecimento/refrigeração) E área ou volume aquecido/resfriado (dependendo do fato de o espaço ser usado por áreas como escritórios, ou por volume, como em salas de armazenamento de alimentos ou congeladores usados em vendas no varejo);
- aquecimento/refrigeração de bens (atingindo uma temperatura alvo): capacidade calorífica do bem;
- serviços administrativos privados: tempo de pessoas ou custo cobrado por serviços de administração OU valor de mercado de vendas;
- serviços administrativos públicos: tempo de pessoas ou custo cobrado por serviços de administração OU número de casos atendidos;
- serviços de limpeza (de objetos de tecnologias de limpeza semelhantes): área de superfície limpa (ou opções como: tempo (duração) da limpeza);
- serviços de guarda: parcela do valor de produtos entre produtos protegidos E/OU valor da produção/das instalações de prestação do serviço, dependendo da finalidade da guarda;

176 Se um passageiro médio for o foco, isso pode ser também expresso por passageiro individual usando-se um peso médio.

177 Área e duração da cobertura efetiva alocada pela designação para contribuição relativa se ela puder ser diretamente determinada (por exemplo, para diferentes unidades de processamento de uma instalação integrada de produtos químicos, ou para diferentes culturas e árvores em um sistema agroflorestal). Se a área for coberta conjuntamente (por exemplo, em culturas mistas ou para coprodutos do mesmo reator químico) isto não é possível e o critério de alocação geral deve ser aplicado. Terra não efetivamente coberta fisicamente que, no entanto, faz parte do sistema do processo analisado (por exemplo, áreas laterais ou áreas não usadas entre plantas de uma instalação química) também deve ser alocada com base no critério geral. Uma área de terra temporariamente não usada (por exemplo, entre culturas subsequentes ou entre o fechamento e a reconstrução de instalações industriais na mesma área) geralmente é alocada ao primeiro sistema do produto. Isso também se aplica, por exemplo, a atividades de restauração (por exemplo, momentos de pousio, correção de áreas, etc.); observe que elas também são equivalentes a entradas de serviços para o primeiro sistema do produto.

- serviços de comercialização: parcela do produto implícita ou explicitamente abordada por comercialização (por exemplo, comercialização corporativa: parcela do valor do produto no faturamento da empresa);
- serviços didáticos/de treinamento: tempo de pessoas (duração) em treinamento e número de indivíduos ensinados/treinados;
- serviços de P & D (de objetos de P & D semelhante): tempo de pessoas ou custo cobrado por serviços de P & D.

Processos de produção:

- processos de extração: para fluxos relacionados a processos o valor de mercado, para fluxos relacionados produtos as propriedades físicas específicas dos coprodutos;
- conversão química e processamento de resíduos (inclusive incineração): mudança quantitativa nos fluxos a serem alocados na dependência de mudanças quantitativas nos produtos gerados ou funções desempenhadas pelo sistema. Se desconhecida: as propriedades químicas ou físicas que determinam o volume dos outros fluxos;
- fabricação (inclusive processos de transformação física) e processamento mecânico de resíduos: comprimento, superfície, volume ou massa OU número de itens OU tempo de processamento;
- reciclagem, recuperação de energia, reutilização: veja disposições específicas no capítulo 7.9.3 e detalhes sobre a alocação de entradas de resíduos no anexo 14.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.
- Processos gerais de entrada de outros bens de capital diretamente para processos multifuncionais (por exemplo, as máquinas de processamento, mas não edifícios, etc.): tempo (duração) de uso OU massa, volume, comprimento do bem produzido.

No caso uso das alternativas mencionadas acima, a alternativa escolhida deve ser concisamente justificada. Exceções das alternativas acima devem ser justificadas, explicando-se por que nenhuma das disposições é aplicável e justificando-se concisamente a que foi escolhida, de acordo com as orientações apresentadas no texto¹⁷⁸. Da mesma forma, se os critérios forem aplicados a outros tipos de serviços, diferentes dos listados anteriormente acima, sua seleção deve ser justificada de forma concisa em com base em uma lógica semelhante.

7.9.3.3 Segundo critério (geral) de “Valor Econômico” ou QFD

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.4.2)

Visão geral

Para fluxos que não possam ser alocados com o primeiro critério, um segundo critério geral deve ser aplicado.

Alocação de cofunções e comparações de produtos multifuncionais

Para o caso especial de comparações de produtos multifuncionais com unidades funcionais não suficientemente semelhantes (por exemplo, uma impressora-fax-fotocopiadora com uma impressora-fax-fotocopiadora-scanner) a abordagem do Desdobramento da Função Qualidade (*Quality Function Deployment - QFD*) deve ser considerada para se alocar partes do inventário às funções não comuns e tornar os produtos comparados suficientes. A abordagem QFD ajuda

¹⁷⁸ Em trabalhos posteriores de desenvolvimento de documentos orientadores específicos para setores ou grupos de produtos (semelhantes às Regras de Categorias de Produtos usadas em declarações de produto ambiental), as regras acima devem ser mais detalhadamente interpretadas e orientações específicas fornecidas.

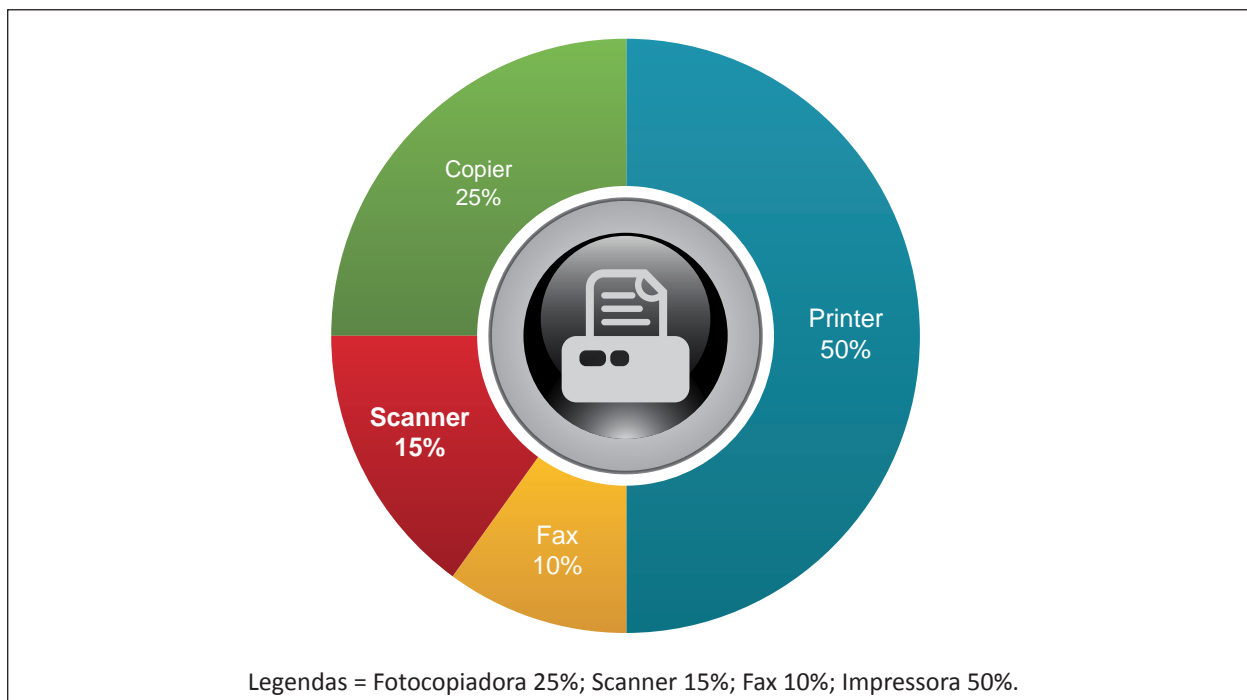
a transformar necessidades de clientes (a “voz do cliente”) em características de engenharia de um produto ou serviço, priorizando cada função (e característica que apoia a função) na forma de metas de desenvolvimento para o produto ou serviço. Para mais detalhes, consulte a literatura específica. No contexto da ACV, a abordagem QFD pode ser interpretada como a identificação da relevância que presumidamente diferentes cofunções de um produto multifuncional têm para o usuário médio.

A abordagem de QFD deve ser usada preferencialmente em relação à alocação por preço de mercado, se a causalidade física não puder resolver a questão da multifuncionalidade. Isso se aplica especialmente ao estágio de produção; para o estágio de uso, o preço de mercado como o custo de prestação de um serviço pode servir (no entanto, excluindo os custos de pessoas/ tempo operacional, que em muitos casos são difíceis de serem determinados). Da mesma maneira, o preço de mercado dos dispositivos individuais pode ser um critério adequado para a alocação do preço de mercado à produção e ao estágio de fim de vida.

No entanto, se as cofunções tiverem perfis ambientais claramente diferentes (por exemplo, um estágio de uso muito diferente em termos de consumo de eletricidade para o aquecedor e para a impressora a laser em comparação com as funções de fax e escaneamento, que consomem muito menos energia potencialmente), a abordagem QFD só gerará resultados distorcidos. Para superar esses casos, a alocação entre as cofunções precisaria ser mais diferenciada (ou a distorção precisaria ser relatada e refletida na interpretação dos resultados). Pode ser necessário também reavaliar a possibilidade da subdivisão virtual (veja o capítulo 7.9.2).

Com o envolvimento previsto de partes interessadas e usuários dos produtos, precisaria então ser consensuada ao máximo a alocação como parte do processo de revisão crítica. A Figura 24 ilustra o conceito da abordagem QFD.

Figura 24 - Desdobramento da Função Qualidade (QFD) de produtos complexos como uma abordagem para a obtenção, como fator de alocação, da relativa relevância de funções para os usuários dos produtos.



Alocação para processos multifuncionais

Esse segundo critério é o valor econômico dos coprodutos no ponto (ou seja, na planta/

prestador do serviço) e na condição (por exemplo, não purificados/qualidade técnica) e volume (por exemplo, a granel) nos quais eles são fornecidos pelo processo multifuncional. Como valor econômico, deve-se usar o preço de mercado específico. Se os coprodutos não forem vendidos nesse ponto de alocação e com suas características específicas, o preço de mercado deve ser derivado combinando-se informações sobre o custo de produção e o preço de mercado dos coprodutos processados, embalados, transportados, etc. Quaisquer estágios adicionais de transporte, acondicionamento, empacotamento, etc. devem ser considerados para garantir que o valor econômico usado para a alocação efetivamente reflète o valor de cada coproduto no ponto e na condição na qual ele é entregue.

Por exemplo, no caso da produção de grãos de trigo com palha como um coproduto obtido com uma colheitadeira combinada, o valor econômico relevante do grão e da palha deve ser determinado diretamente no campo após a colheita combinada. À medida que o grão é transportado, limpo, armazenado, potencialmente seco e possivelmente embalado também antes de ser vendido, esses elementos adicionais e seus custos relacionados devem ser subtraídos de um preço de mercado de larga escala/granel. Da mesma maneira, os custos de enfardamento e transporte da palha devem ser excluídos do preço de mercado para se obter o valor econômico relevante no ponto da colheita. Esses estágios adicionais podem influenciar substancialmente o preço e distorcer a alocação, principalmente para bens de baixo valor/massa.

Erros frequentes: tipo/referência equivocada de valor de mercado

Um erro frequente nesse tipo de alocação é aplicar o ponto equivocado de alocação. Isso ocorre mais frequente e facilmente quando o preço de mercado é usado como critério: no caso da alocação de eletricidade e calor de uma usina combinada, o ponto de alocação mais adequado/correto seria o interior da usina, com, por exemplo, 3 centavos de dólar por 1 kWh de eletricidade e 1 centavo de dólar por kWh de calor. Um ponto de alocação frequentemente usado, mas equivocado, é o da recepção da energia elétrica e vapor no consumidor final a um preço de, por exemplo, 30 centavos de dólar para 1 kWh de eletricidade e 5 centavos de dólar para cada kWh de calor. Como esse ponto inclui os dutos térmicos específicos do produto, suas perdas relacionadas, a conversão da tensão para 110 V e perdas na sua entrega ao consumidor final, etc., ele distorce os resultados. No exemplo citado, a taxa de alocação eletricidade/calor muda de 3 para 1 para 6 para 1.

Exemplos para ilustrar a dificuldade de se trabalhar apenas com a causalidade física

Um exemplo pode ser o da cultura de trigo com grãos de trigo e palha como coprodutos. A alocação dos fertilizantes usados e das emissões de nitrato entre esses coprodutos pode basear-se no seu teor específico de proteínas, refletindo quanto de nitrogênio entra na produção de qualquer um deles. Para o consumo de combustível por tratores e a terra ocupada, o critério de alocação é, no entanto, menos claro; o preço de mercado ou a massa podem ser considerados.

Outro exemplo pode ser o do cotransporte de bens por caminhão, no qual o peso dos bens individuais influencia o consumo de combustível e as emissões do processo de transporte e a alocação dos resultados do inventário entre os bens transportados se basearia na relação entre seus pesos. Observe, no entanto, que no caso de o volume dos bens ser o fator limitante (por exemplo, onde bens muito leves, como materiais de isolamento, são transportados e a capacidade de caminhões, em peso, não é alcançada), a situação se torna mais complexa: o volume dos bens seria o critério para a alocação do inventário de se dirigir o caminhão vazio (ou seja, o inventário base), enquanto a massa dos bens seria o critério de alocação adequado para o consumo de combustível e emissões adicionais em decorrência do peso adicional dos bens transportados.

Um incinerador municipal de resíduos que processe uma mistura de materiais no lixo doméstico é um exemplo no qual a alocação baseada em diferentes relações causais físicas entre

a entrada e a saída é uma abordagem útil: a emissão de cádmio em gases de combustão pode ser alocada entre os materiais nos fluxos de resíduos coincinerados de acordo com seu teor de cádmio. O fluxo de produtos do calor recuperado pode ser alocado aos materiais dos resíduos coincinerados de acordo com seu valor calorífico superior. Por outro lado, a relação causal por trás da formação de óxidos de nitrogênio (NOX) no gás de combustão é mais complexa: uma parte desses óxidos está relacionada a processos e é formada a partir de um pequeno volume de nitrogênio atmosférico (N₂) no ar da incineração. Outra parte dessa emissão resulta da oxidação do nitrogênio dos materiais residuais, o que exige o uso de outro critério de alocação ou a combinação de mais de um critério. Ocorre uma dificuldade semelhante ao se alocar emissões de dioxinas de coincineração para diferentes resíduos, pois tanto fontes de carbono como de cloro são necessárias, mas também a maneira pela qual o processo é operado influencia a concentração final, exigindo, portanto, que a adequabilidade de diversos possíveis critérios de alocação seja considerada.

Perspectivas: valor de mercado de resíduos ajustado pelo valor

Observe que o uso do valor de mercado direto para fins de alocação é bastante distorcivo, já que resíduos e produtos em fim de vida com um valor de mercado negativo também podem ter um “valor”: isto ocorre, se o valor for maior (ou seja, se o valor dos resíduos for menos negativo) que a opção padrão de, por exemplo, descartar os resíduos ou produto no fim da sua vida útil sem benefício, por exemplo, em aterros sem recuperação de energia. Esse critério de alocação ajustada para a alocação do preço de mercado considerando a diferença de custo para o custo do valor de um resíduo em vez do valor de mercado direto zero ainda precisa ser desenvolvido e testado na prática. Feito isso, ele poderá ser adotado nos documentos com orientações para setores ou grupos de produtos específicos ou Regras de Categorias de Produtos. Se for desenvolvida de uma maneira compatível com o sistema ILCD (por exemplo, com revisão, envolvimento das partes interessadas), essa alocação diferente de preço de mercado poderá ser aplicada aqui.

Reutilização, reciclagem e recuperação

Para a coprodução de produtos a partir de resíduos que inicialmente têm um valor de mercado abaixo de “0” (por exemplo, eletricidade da incineração de resíduos), veja também o capítulo 14.4.1.3 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance* e para disposições específicas para produtos em fim de vida para reutilização/reciclagem/recuperação que têm um valor de mercado positivo, veja o capítulo 14.4.1.2 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*.

Disposições: 7.9.3 Resolvendo a questão da multifuncionalidade por alocação

Estas disposições são exclusivamente aplicáveis à Situação C2 e a casos na Situação A, B e C nos quais a subdivisão, a subdivisão virtual e a substituição/expansão do sistema não forem possíveis ou viáveis, de acordo com as disposições estabelecidas (veja 6.5.4).

- I) **OBRIGATÓRIO - Compartilhe o inventário entre cofunções por alocação:** se alocação for ser feita, o ônus ambiental dos processos em questão deverá ser compartilhado entre a(s) cofunção(ões) do processo ou sistema por alocação. (7.9.3.1)
- II) **OBRIGATÓRIO - Diferencie processos multifuncionais e produtos multifuncionais:**

Esses dois casos devem ser diferenciados [ISO!]. (7.9.3.2)

- III) **OBRIGATÓRIO - Procedimento em dois estágios para processos multifuncionais:** O seguinte procedimento em dois estágios deve ser adotado [ISO!]: (7.9.3.2)

III.a) Primeiro estágio e critério “causalidade física determinante”: Como primeiro critério, as “relações causais físicas determinantes” entre cada fluxo cofuncional e as cofunções do processo devem ser identificadas e usadas como critério de alocação. Essa relação é a que determina a maneira pela qual mudanças quantitativas nos produtos ou funções desempenhadas pelo sistema mudam as outras entradas e saídas. Nesse estágio, os fluxos de inventário relacionados a processos (por exemplo, NOX espontâneos na incineração, consumo de materiais auxiliares) devem ser diferenciados dos fluxos de inventário relacionados a funções (produtos) (por exemplo, o NOx do nitrogênio no combustível incinerado, materiais ou peças que acabam, pelo menos em parte, nos coprodutos).

Observe que, muitas vezes, uma alocação combinada e múltipla dos diferentes fluxos não funcionais às cofunções é necessária, aplicando-se critérios diferentes para os diferentes fluxos. Observe também que o estágio anterior de subdivisão virtual aplica a mesma lógica da alocação da causalidade física.

III.b) Lista de verificação para critérios de “causalidade física determinante”: Se isso não for possível ou para qualquer item restante do inventário, a lista apresentada a seguir oferece orientações em relação a quais critérios devem ser analisados como procedimento padrão se forem a “relação causal física determinante” a ser usada para fins de alocação em diferentes casos de comanutenção e processos de coprodução:

III.b.i) Serviços:

- Transporte de bens: tempo ou distância E massa ou volume (ou, em casos específicos: peças) dos bens transportados
- Transporte de pessoas: tempo ou distância E peso dos passageiros
- Viagens de pessoal a negócios: valor agregado do sistema
- Deslocamento de pessoal: valor agregado do sistema
- Varejo: prazo de validade (duração) E massa ou volume do bem
- Armazenagem e abrigo, ou seja, prédios e outras infraestruturas tridimensionais: tempo (duração) de uso E volume do bem OU área ocupada pelo bem
- Armazenamento e outras funções desempenhadas por locais e outras infraestruturas bidimensionais: tempo (duração) de uso e área ocupada pelo bem
- Transportes e comunicações por rodovias, ferrovias, dutos, cabos e outras infraestruturas unidimensionais; tempo (duração) E intensidade (por exemplo, desgaste de estradas devido ao impacto de veículos de peso diferente) OU largura de banda de uso.
- Calefação/refrigeração de espaços (manutenção de uma temperatura): tempo (duração de aquecimento/refrigeração) E área ou volume aquecido/resfriado (dependendo do fato de o espaço ser usado por áreas como escritórios, ou por volume, como em salas de armazenamento de alimentos ou congeladores usados em vendas no varejo)
- Aquecimento/refrigeração de bens (atingindo uma temperatura alvo): capacidade calorífica do bem
- Serviços administrativos privados: tempo de pessoas ou custo cobrado por serviços de administração OU valor de mercado de vendas
- serviços administrativos públicos: tempo de pessoas ou custo cobrado por serviços de administração OU número de casos atendidos;

- serviços de limpeza (de objetos de tecnologias de limpeza semelhantes): área de superfície limpa (ou opções como: tempo (duração) da limpeza);
- serviços de guarda: parcela do valor de produtos entre produtos protegidos E/ OU valor da produção/instalações de prestação do serviço entre local/objeto protegido, dependendo da finalidade da guarda;
- serviços de comercialização: parcela do produto implícita ou explicitamente abordada por comercialização (por exemplo, comercialização corporativa: parcela do valor do produto no faturamento da empresa);
- serviços didáticos/de treinamento: tempo de pessoas (duração) em treinamento E número de indivíduos ensinados/treinados;
- serviços de P & D (de objetos de P & D semelhante): tempo de pessoas OU custo cobrado por serviços de P & D.

III.b.ii) **Processos de produção**

- Processos de extração: para fluxos relacionados a processos, o valor de mercado; para fluxos relacionados a produtos, as propriedades físicas específicas dos coprodutos;
- conversão química e processamento de resíduos (inclusive incineração): mudança quantitativa nos fluxos a serem alocados na dependência de mudanças quantitativas nos produtos gerados ou funções desempenhadas pelo sistema. Se desconhecida: as propriedades químicas ou físicas que determinam o volume dos outros fluxos;
- fabricação (inclusive processos de transformação física) e processamento mecânico de resíduos: comprimento, superfície, volume ou massa OU número de itens OU tempo de processamento;
- reciclagem, recuperação de energia, reutilização: veja disposições específicas no capítulo 7.9.3 e detalhes sobre a alocação de entradas de resíduos no anexo 14.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*;
- processos gerais de entrada de outros bens de capital diretamente para processos multifuncionais (por exemplo, as máquinas de processamento, mas não edifícios, etc.): tempo (duração) de uso OU massa, volume, comprimento do bem produzido.

III.c) **Justifique a seleção da lista de verificação:** se houver alternativas nas disposições acima, a alternativa escolhida deve ser justificada concisamente.

III.d) **Justifique outros critérios:** se uma outra relação específica for aplicada que não estiver listada acima, essa opção deve ser justificada de forma concisa, inclusive com uma explicação de por que nenhuma das disposições padrão seria aplicável ou das mais adequadas de acordo com as orientações fornecidas no texto.

III.e) **Justifique a inexistência de causalidade física determinante:** se não existir “uma relação causal física determinante” (ou seja, ela não está incluída na lista acima e nenhuma outra pode ser identificada), esse fato deve ser justificado concisamente. Somente nesse caso o segundo estágio de alocação deverá ser aplicado (veja abaixo); caso contrário, a falta de precisão e possível distorção resultantes devem ser documentadas e explicitamente consideradas na interpretação dos resultados (7.9.3.3).

IV) IMPORTANTE - Segundo estágio e critério “preço de mercado”: como segundo critério geral de alocação para processos multifuncionais, o preço de mercado das cofunções deve ser aplicado. Se isso for feito, o preço deve referir-se à condição específica e ao ponto no qual as cofunções saem ou entram¹⁷⁹ no processo unitário multifuncional ou são desempenhadas. Para processos, isso significa que o preço de mercado conhecido, calculado ou aproximado deve estar relacionado, por exemplo, às características técnicas específicas em termos de quantidade e qualidade como pureza, comprimido ou não, embalado ou não, etc., bem como de volumes a granel ou pequenos, etc. no ponto em que deixam o processo. Se isso não puder ser feito, a falta de precisão e possível distorção resultantes dos resultados devem ser documentadas e consideradas na interpretação dos resultados.

V) IMPORTANTE - Procedimento em dois estágios para produtos multifuncionais (por exemplo, produtos de consumo): o seguinte procedimento em dois estágios¹⁸⁰ deve ser aplicado (7.9.3.2): [ISO!]

V.a) Primeiro estágio e critério “causalidade física determinante”: como primeiro critério, as “relações causais físicas determinantes” entre cada fluxo não funcional e as cofunções do produto devem ser identificadas e aplicadas. As orientações acima para fluxos multifuncionais podem ser aplicadas analogamente.

V.b) Use o princípio da subdivisão virtual para realizar a alocação explícita: como um passo inicial, como descrito acima para processos multifuncionais, a lógica da subdivisão virtual deve ser aplicada para se fazer a subdivisão virtual do produto multifuncional.

V.c) Segundo estágio e critério “QFD” ou “preço de mercado”:

V.c.i) Segundo critério preferido - Desdobramento da Função Qualidade: se o indicado acima não puder ser feito, a abordagem do Desdobramento da Função Qualidade (QFD) deve ser adotada para se identificar a relevância da cofunção do ponto de vista do usuário. Se não houver um QFD e ele não pode ser desenvolvido (por exemplo, devido a razões de custo ou tempo), o segundo critério geral de alocação do “preço de mercado” de produtos equivalentes para as cofunções individuais pode e deve ser aplicado (veja abaixo).

V.c.ii) Segundo critério alternativo - preço de mercado: se o QFD não for viável, a alocação por preço de mercado deve ser realizada da mesma maneira que para o caso anterior para processos multifuncionais. Para produtos, o preço representativo de produtos que oferecem um equivalente a cada função individual deve ser usado na alocação entre as cofunções do produto multifuncional. (7.9.3.3) [ISO+]

VI) - ORBITATÓRIO Modelagem atribucional de reutilização, reciclagem, recuperação: As seguintes disposições devem ser aplicadas na modelagem atribucional de reciclagem e operações relacionadas (explicações detalhadas correspondentes podem ser encontradas no anexo 14.4 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*): [ISO!]

VI.A) Siga as regras gerais aplicadas à multifuncionalidade, observando aspectos específicos: a alocação de produtos desde o fim da sua vida ao tratamento de resíduos deve basear-se nas mesmas regras gerais aplicadas a outros casos de multifuncionalidade, com dois aspectos específicos:

¹⁷⁹ “Entram” no caso de serviços de tratamento de resíduos e de fim de vida.

¹⁸⁰ Observa-se a necessidade de desenvolver manuais práticos suplementares de acordo com o sistema ILCD e com critérios/regras explícitas de alocação para os principais processos e grupos de produtos para melhorar ainda mais a praticidade e a reprodutibilidade. Eles poderiam seguir a mesma lógica geral aplicada ao desenvolvimento de Regras de Categorias de Produtos (RCP) em apoio a Declarações de Produto Ambiental (DAP).

- VI.a.i) **Como lidar com resíduos e produtos em fim de vida útil com valor de mercado negativo que geram bens secundários:** especificamente, em primeiro lugar, no caso de o valor de mercado do produto em fim de vida ou resíduos ficar abaixo de zero (por exemplo, resíduos de embalagens pós-consumo sujas), a etapa de processo adequada na fronteira do sistema para o próximo ciclo de vida deve ser identificada, ou seja, aquela na qual a alocação deve ser aplicada. Esse estágio do processo é aquele no qual a cofunção valiosa é criada após um ou mais processos de tratamento iniciais terem sido realizados (por exemplo, separação do plástico contido nos resíduos).
- VI.a.ii) **Processo conjunto verdadeiro a ser identificado:** também especificamente, em segundo lugar, o verdadeiro processo conjunto para produtos em fim de vida e resíduos deve ser identificado, o qual é separado por diversos estágios de, por exemplo, fabricação a partir do estágio no qual o produto em fim de vida útil ocorre (para mais detalhes sobre o conceito, veja a Figura 29).
- VI.a.ii.1) Para resíduos ou produtos em fim de vida com um preço de mercado igual ou superior a zero, o verdadeiro processo conjunto é o processo que ocorre anteriormente no ciclo de vida do sistema no qual o bem (por exemplo, uma barra de alumínio) é tecnicamente aproximadamente equivalente ao bem secundário do resíduo ou produto em fim de vida (por exemplo, sucata de alumínio resultante da demolição de um prédio). Observe que para a reciclagem de “circuito aberto - rota primária diferente”, esse estágio pode envolver, necessariamente, abstração para as propriedades básicas dos dois produtos. Esses dois produtos que foram identificados conforme descrito acima são então considerados coprodutos do verdadeiro processo conjunto.
- VI.a.ii.2) Para resíduos e produtos em fim de vida com um valor de mercado abaixo de zero, o verdadeiro processo conjunto é o que produz esse produto que é aproximadamente equivalente ao primeiro produto de valor que é produzido a partir dos processos de tratamento inicial dos resíduos, como descrito na disposição anterior. Esses dois produtos que foram identificados conforme descrito acima são então considerados coprodutos do verdadeiro processo conjunto.
- VI.a.ii.3) No caso de múltiplas funções de resíduos ou produtos em fim de vida (por exemplo, um produto de consumo complexo descartado para reciclagem de seus muitos materiais e para fins de recuperação de energia), um processo conjunto verdadeiro para cada uma delas deve ser identificado.
- VI.b) **Disposições:** as seguintes disposições podem ser derivadas e devem ser aplicadas, diferenciando-se resíduos/produtos em fim de vida com valor de mercado negativo e positivo:
- VI.b.i) **Valor de mercado negativo:** se o preço de mercado dos resíduos/produto em fim de vida for abaixo de zero (veja também a Figura 33 e explicações no anexo 0 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*):
- VI.b.i.1) Os resíduos/gestão de fim de vida/processos de tratamento até a exclusão do processo no qual os resíduos pré-tratados cruzam a fronteira do “valor de mercado zero” (ou seja, quando um processo passa a gerar uma função com valor de mercado positivo) devem exclusivamente alocados ao primeiro sistema. Se o estágio exato do processo ou os resíduos e/ou propriedades dos bens secundários não puderem ser claramente identificados, a falta de precisão resultante deve ser relatada e posteriormente considerada na interpretação dos resultados.

- VI.b.i.2) Subsequentemente, o procedimento de alocação em dois estágios deve ser aplicado entre o bem secundário de valor e seu coproduto do processo conjunto verdadeiro (veja a próxima disposição). Isso envolve uma segunda alocação adicional exclusivamente do inventário desse estágio do processo que produziu o primeiro produto de valor após os estágios iniciais de tratamento de resíduos, da seguinte maneira:
- VI.b.i.3) O inventário exclusivo do estágio do processo que produz um produto de valor (bem secundário) deve ser alocado com base no critério de valor de mercado entre o(s) bem(ns) secundário(s) e os resíduos (potencialmente pré-tratados)/produto em fim de vida que entram nesse estágio do processo. Os ônus alocados aos resíduos pré-tratados/produto em fim de vida pertencem ao primeiro sistema e os que são designados ao(s) bem(ns) secundário(s) pertencem ao(s) segundo(s) sistema(s). Observe que o valor de mercado dos resíduos pré-tratados/produto em fim de vida é inferior a zero, e que, portanto, o valor absoluto do seu preço de mercado (negativo)¹⁸¹ deve ser usado no cálculo da chave de alocação; o resto do cálculo da alocação é igual.
- VI.b.i.4) Depois disso, a atribuição em dois estágios é aplicada entre o bem secundário de valor e o verdadeiro processo conjunto, como indicado na próxima disposição, ou seja, da mesma maneira que para o caso de os resíduos ou produto em fim de vida terem um preço de mercado positivo.
- VI.B.ii) **Valor de mercado igual ou superior a zero:** se o preço do produto dos resíduos/produto em fim de vida for igual ou superior a zero, o processo de alocação em dois estágios deve ser aplicado diretamente entre o estágio do processo que gera os resíduos ou o produto em fim de vida e o verdadeiro processo conjunto. O seguinte procedimento deve ser aplicado (veja detalhes no Anexo 14.4.1.2 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*).
- VI.b.ii.1) Como primeiro critério, as “relações causais físicas determinantes” entre cada fluxo não funcional e as cofunções do processo devem ser identificadas e aplicadas. Isso é feito da seguinte maneira:
- VI.b.ii.2) Dois subcasos devem ser diferenciados: o primeiro é onde o bem secundário não está passando por nenhuma mudança ou está passando por mudanças limitadas nas suas propriedades inerentes (por exemplo, reciclagem de metais, reciclagem de fibras) e a segunda é onde ele sofre mudanças significativas nas suas propriedades inerentes (por exemplo, recuperação de energia de resíduos de polímeros mistos). O primeiro subcaso aplica-se a todas as situações de “circuitos fechados” e “circuitos abertos - mesma rota primária”. O segundo subcaso aplica-se a todas as situações de “circuito aberto - rota primária diferente”.
- VI.b.ii.3) No primeiro subcaso, o número total de ciclos e a quantidade total de usos derivada dos mesmos (considerando-se a perda em cada ciclo; para o conceito, veja o texto) são determinados e usados para fins de alocação nos muitos usos, inclusive da produção inicial até o verdadeiro processo conjunto. Consequentemente, a seguinte fórmula pode ser desenvolvida para um número infinito de circuitos (considerando as perdas em cada circuito) (para os estágios detalhados, veja o anexo 14.4.1 do *ILCD Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*):

181 Por exemplo, se o valor de mercado/taxa de deposição é de “US\$ -1”, ele seria “US\$ 1”.

$$VI.b.ii.4) e = (P + W) * (1-r) + R * r$$

- com
- e : ICV médio por unidade de material, peça ou fonte de energia
- r : taxa média de reciclagem [0 ... 1), incorporando tanto eficiências de coleta como eficiências de processamento
- P : ICV da produção primária por unidade de material, peça ou fonte de energia
- W : ICV da gestão final de resíduos por unidade de material ou peça descartada ou fonte de energia
- R : ICV do esforço de reutilização/reciclagem/recuperação por unidade de material, peça ou fonte de energia.

VI.b.ii.5) A fórmula da alocação deve considerar também a mudança nas propriedades inerentes do bem secundário.

VI.b.ii.6) Se o procedimento acima não puder ser aplicado pelo fato de não ser possível obter ou pelo menos aproximar informações necessárias para a aplicação da fórmula, o segundo estágio da alocação por “valor de mercado” deve ser aplicado. Nesse caso, deve-se apresentar detalhes e justificar por que não foi possível aplicar o procedimento acima. Deve-se também demonstrar que a alocação por valor de mercado não desfavorece nenhum produto de concorrente, se o objetivo for o de se usar os resultados em comparações.

VI.b.ii.7) Para o segundo subcaso, ou seja, quando o bem reciclado/recuperado/reutilizado sofre alterações relevantes nas suas propriedades inerentes, o verdadeiro processo conjunto é o processo ao longo da cadeia de produção que produz a qualidade mínima exigida¹⁸² do bem para gerar o bem secundário. (Por exemplo, para o caso de resíduos pós-consumo de plástico de polietileno de baixa densidade de baixo valor sujos que são incinerados para se recuperar energia: como o polietileno de baixa densidade é incinerado e basicamente apenas o poder calorífico inferior é de interesse, o bem mínimo exigido está até mesmo antes da produção do polietileno de baixa densidade - o petróleo bruto (incluindo transporte para o país de produção do polietileno de baixa densidade) satisfaz os requisitos mínimos nesse caso). Com base nisso, o procedimento geral de alocação em dois estágios deve ser aplicado entre o bem e secundário e a(s) função(ões) ou o verdadeiro processo conjunto (veja as disposições mais acima).

VI.b.ii.8) Se diversas funções forem gerados a partir dos resíduos/produto em fim de vida (por exemplo, diferentes metais recuperados), isso deve ser feito individualmente para cada um dos verdadeiros processos conjuntos.

VII) **OBRIGATÓRIO - Aplicação consistente da alocação para todo o sistema:** a consistência deve ser garantida na maior medida possível, usando-se os mesmos critérios de alocação para as diferentes cofunções de qualquer processo específico e em todos os processos semelhantes dentro da fronteira do sistema. Caso contrário, a falta de consistência e seu efeito sobre a exatidão, precisão e completude deve ser considerada ao se declarar a qualidade de um conjunto de dados ou na interpretação dos resultados de um estudo de ACV, respectivamente.

VIII) **OBRIGATÓRIO - Regra dos 100%:** A soma dos inventários alocados a todos os coprodutos deve ser igual ao inventário do sistema antes da alocação.

¹⁸² Observe que essa disposição garante a aplicação da disposição contida na norma ISO 14044 sobre a necessidade de se considerar mudanças nas propriedades inerentes do bem secundário.

7.10 Cálculo dos resultados de ICV

(Refere-se a aspectos da norma ISO 14044:2006, capítulo 4.3.3)

Visão geral

Dependendo do nível de agregação exigido para as aplicações em vista, os inventários de todos os processos unitários incluídos devem ser dimensionados em relação à sua participação no sistema global do produto e agregados em subconjuntos, fases de ciclo de vida ou sistema do produto como um todo.¹⁸³

No cálculo do inventário, é importante ser consistente na aplicação dos mesmos procedimentos de cálculo em todo o estudo de ICV/ACV.

Todos os produtos interinos quantitativamente relevantes gerados no interior do sistema devem ser plenamente modelados, sejam eles coprodutos substituídos ou alocados, dependendo da abordagem do método ICV aplicado. Os resultados finais de ICV devem, portanto, representar exclusivamente o produto prescrito pela unidade funcional. Se o sistema tiver sido plenamente modelado, o inventário agregado resultante conterá exclusivamente fluxos elementares (por exemplo, recursos como entradas e emissões como saídas) que atravessam a fronteira do sistema, além do produto ou produtos definidos pela unidade funcional. Uma exceção é a do lixo radioativo, que pode ficar no inventário, já que nenhuma estrutura de modelagem de ICV acordada para a sua gestão de longo prazo está disponível até o momento. Muitas vezes também, outros coprodutos e resíduos podem permanecer no inventário em quaisquer quantidades insignificantes, segundo os critérios de corte. Para fins de elaboração de relatórios, eles podem ser retirados do inventário (com a aprovação do revisor em relação à sua irrelevância quantitativa).

Dependendo do objetivo e do escopo do estudo de ICV/ACV, uma análise de cenário e cálculos de incerteza devem também ser realizados. Isso se aplica especialmente a comparações entre produtos e ainda mais a futuras comparações de estratégias.

Cálculo da média de dados

Veja o capítulo 7.7.

Disposições: 7.10 Cálculo dos resultados de ICV

Aplica-se a todos os tipos de resultados do estudo, enquanto que, para processos unitários e conjuntos de dados de sistemas parcialmente terminados como resultados, somente para quantificar a completude e precisão logradas, pois elas precisam ser avaliadas do ponto de vista do sistema.

- I) **OBRIGATÓRIO - Aplique os procedimentos de cálculo consistentemente:** os mesmos procedimentos de cálculo devem ser aplicadas consistentemente para todo(s) o(s) sistema(s) analisado(s) ao se agregar os processos dentro da fronteira do sistema visando a obtenção dos resultados de ICV.
- II) **OBRIGATÓRIO - Calcule e agregue os dados de inventário do(s) sistema(s):** (Veja também 7.8. Se o modelo for corretamente elaborado, os dois primeiros *bullets* a seguir podem ser ignorados):
 - II.a) Determine, para cada processo dentro da fronteira do sistema, quanto do seu fluxo de referência é necessário para o sistema gerar sua(s) unidade(s) funcional(is) e/ou fluxo(s) de referência (ou seja, até que ponto o processo está envolvido no sistema).
 - II.b) Dimensione o inventário de cada processo de acordo com essa determinação. Dessa maneira, ele é relacionado à(s) unidade(s) funcional(is) e/ou ao(s) fluxo(s) de referência do sistema.

¹⁸³ Observe que o cálculo de resultados de ICV também é necessário ao se desenvolver conjuntos de dados sobre processos unitários como resultados do trabalho de ACV, pois ele serve, juntamente com a caracterização subsequente, para quantificar a completude geral e aproximar a incerteza geral do conjunto de dados por categoria de impacto. Se normalização e ponderação forem incluídas na definição das regras de corte, elas também devem ser aplicadas.

Observe que se conjuntos de dados de processos parametrizados forem usados no modelo do sistema, os valores dos parâmetros devem ser ajustados antes do dimensionamento e da agregação.

- II.c) Os inventários corretamente dimensionados de todos os processos dentro da fronteira do sistema são agregados (resumidos) para esse sistema.
- II.d) Se a aplicação em vista dos resultados exige uma avaliação de impactos não genérica no local (como identificado em 6.7.5), a agregação dos fluxos elementares acima do tipo ou nível de local (por exemplo, o nível de um local/planta única, de uma região, de um país, de um subcompartimento ambiental, etc.) deve ser evitada no cálculo dos resultados de ICV. O mesmo se aplica a outras diferenciações (por exemplo, de subcompartimentos ambientais ou arquétipos de situações de emissões), se elas forem necessárias para a aplicação em vista e métodos de avaliação de impactos a serem usados. [ISO+]
- II.e) Se os dados desagregados não puderem ser publicamente divulgados (por razões de confidencialidade, por exemplo), recomenda-se que se preveja a realização de uma avaliação de impactos no nível desagregado e que os resultados de uma AICV sejam apresentados juntamente com os resultados agregados de um ICV. [ISO+]

Observe que, também neste caso (como em todos os casos), os revisores devem ter acesso (pelo menos confidencial) a todos os dados subjacentes.

III) **IMPORTANTE - Certifique-se de que o(s) fluxo(s) de referência se resume(m) a um ou mais fluxo de produtos e resíduos:** observe que, após a agregação, o(s) fluxo(s) de referência é(-são) o(s) único(s) fluxo(s) de produtos e/ou resíduos que devem permanecer no inventário de resultados de ICV, com duas exceções:

- III.a) **Para sistemas parcialmente terminados:** os inventários de fluxos de produtos e/ou resíduos selecionados são deixados de fora da fronteira do sistema - tipicamente intencionalmente - e os fluxos são mantidos no inventário. Observe, no entanto, que, para quantificar a completude lograda com base nas regras de corte de impacto ambiental, estes fluxos de produtos e resíduos selecionados são considerados mediante a integração dos inventários dos respectivos processos de tratamento dos produtos e resíduos.
- III.b) **Para resíduos radioativos e resíduos em depósitos subterrâneos (por exemplo, enchimento de minas):** esses fluxos de resíduos podem ser mantidos no inventário para uso direto na interpretação (veja o capítulo 7.4.4.2).

IV) **OBRIGATÓRIO - Destaque e considere explicitamente fluxos não funcionais de produtos ou resíduos restantes:** quaisquer fluxos de produtos e resíduos que permaneçam no inventário e que são fluxos não funcionais devem ser destacados no relatório e/ou conjunto de dados: Ou eles precisarão ser modelados ao se usar o conjunto de dados posteriormente (por exemplo, complementando o conjunto de dados com dados de ICV de segundo plano que ainda estiverem faltando para, por exemplo, um produto químico específico consumido, ou modelando a gestão/tratamento de um resíduo específico). Ou essa lacuna/dados em falta precisarão ser explicitamente considerados na interpretação subsequente e nas conclusões a que se chegue.

