

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ

Ilana de Souza Nunes

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DA UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE
AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA (ACV) NO SETOR FARMACÊUTICO

Rio de Janeiro

2011

Ilana de Souza Nunes

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DA UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE
AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA (ACV) NO SETOR FARMACÊUTICO

Monografia apresentada ao Curso de
Pós-graduação *Lato Sensu* como
Requisito para obtenção do título de Especialista em
Tecnologias Industriais Farmacêuticas

Orientador: Paulo Sérgio Bergo de Lacerda, D.Sc

Co-orientador: André Teixeira Pontes, M.Sc

Rio de Janeiro

2011

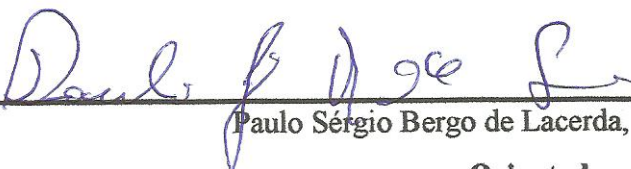
Ilana de Souza Nunes

Monografia apresentada junto ao Curso de Pós-graduação
Lato Sensu do Instituto de Tecnologia de Fármacos –
Farmanguinhos/FIOCRUZ, como requisito final à obtenção
do título de Especialista em Tecnologias Industriais
Farmacêuticas

Orientadores: Paulo Sérgio Bergo de Lacerda, D.Sc.

André Teixeira Pontes, M.Sc.

BANCA EXAMINADORA



Paulo Sérgio Bergo de Lacerda, D.Sc., FIOCRUZ

Orientador



André Teixeira Pontes, M.Sc., COPPE/UFRJ

Co-orientador



Adelia Viviane Mello de Luna, M.Sc., FIOCRUZ



Reynaldo Galvão Antunes, M.Sc., UFRJ

*Aos meus queridos pais Tito e Iraci e
padrinhos Braga e M^a do Carmo
pelo amor e confiança incondicionais.*

Agradecimentos

A Deus pelo suporte e presença continua na minha vida.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, em especial:

Ao meu professor orientador Paulo Bergo pelo conhecimento partilhado, apoio e confiança.

Ao meu co-orientador André Pontes pelo apoio, confiança e amizade de outras caminhadas!

Ao meu marido, Raphael Guerra, pelo amor e companheirismo de uma vida.

Aos meus pais, Iraci e Tito, e padrinhos, Maria do Carmo e Braga, pelo amor e suporte de sempre.

A todos os amigos pós-graduandos pela amizade conquistada, em especial: Linamar, Keila e Lia pelos laços fortalecidos durante as tantas longas viagens!

A todos os professores e funcionários do curso que me auxiliaram nesta caminhada, em especial a Carmen Pagotto e Elizabeth Villardi.

Aos meus demais amigos e familiares que certamente foram vitais neste período.

“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”

Antoine Lavoisier

RESUMO

A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA NO SETOR FARMACÊUTICO

Ilana de Souza Nunes

Orientadores: Paulo Sérgio Bergo de Lacerda, D.Sc.

André Teixeira Pontes, M.Sc.

Resumo da Monografia apresentada junto ao Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* do Instituto de Tecnologia de Fármacos – Farmanguinhos/FIOCRUZ, como requisito final à obtenção do título de Especialista em Tecnologias Industriais Farmacêuticas.

A preocupação com a manutenção da qualidade de vida no planeta é atualmente vivenciada por toda a sociedade, a qual exige das organizações melhor desempenho frente às necessidades de recuperação, conservação e preservação de recursos naturais. Muitas delas já atrelaram o viés ambiental a seus objetivos estratégicos. Para tanto existem metodologias que auxiliam na redução e controle do impacto ambiental. Destaca-se a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), uma ferramenta normalizada pelas NBR's ISO 14040 e 14044, que permite avaliar os aspectos ambientais e potenciais impactos associados a um sistema de produto. No setor farmacêutico este tema merece destaque, uma vez que a ideia de promoção da saúde perpassa o compromisso de cuidar do meio ambiente. Este estudo busca contribuir com a discussão da sustentabilidade no setor farmacêutico através de revisão bibliográfica a respeito da utilização da metodologia de ACV nos setores farmacêuticos. O número reduzido de trabalhos encontrados no setor farmacêutico (1%) demonstra a necessidade de maior disseminação da metodologia nesta área, uma vez que este é intensamente cobrada quanto ao cuidado com o meio ambiente.

Palavras-chave:

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV); Impacto Ambiental; Setor farmacêutico.

ABSTRACT

A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA NO SETOR FARMACÊUTICO

Ilana de Souza Nunes

Advisor(s): Paulo Sérgio Bergo de Lacerda, D.Sc.

André Teixeira Pontes, M.Sc.

Abstract of monograph submitted to Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* do Instituto de Tecnologia de Fármacos – Farmanguinhos/FIOCRUZ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Specialist in Industrial Pharmaceutical Technology.

The concern for maintaining quality of life on the planet is currently experienced by the whole society, which requires organizations be careful with recovery, conservation and preservation of natural resources. Many of them have include the environmental bias to its strategic goals and use methodologies that help control and reduce environmental impact. The study highlights the Life Cycle Assessment (LCA) as a way of evaluating the environmental aspects and potential impacts. In the pharmaceutical sector this issue deserves attention, since the idea of health promotion runs through a commitment to caring for the environment. This study seeks to contribute to the discussion of sustainability in the pharmaceutical sector by reviewing the literature regarding the use of LCA methodology in the pharmaceutical sectors. The small number of works found in the pharmaceutical industry (1%) demonstrates the need for greater dissemination of the methodology in this area, since this is heavily charged with the care and the environment.

Keywords:

Life Cycle Assessment (LCA); Environmental Impact; Pharmaceutical Area.

LISTA DE FIGURAS

Figura II.1 - Exemplo de um sistema de produto para ACV	15
Figura II.2 - Entradas e saídas de um sistema para ACV	15
Figura II.3 - Conjunto de processos elementares dentro de um sistema de produto .	16
Figura II.4 - Fases da ACV	19
Figura V.1 - Número de publicações por ano	28
Figura V.2 - Quantidade de publicações por região brasileira de localização das instituições	31

LISTA DE TABELAS

Tabela II.1 - Classificação de RSS segundo ANVISA e CONAMA	12
Tabela II.2 - Categorias consideradas nos modelos de AICV	21
Tabela IV.1 - Informações da pesquisa exploratória	25
Tabela IV.2 - Base de dados em cada biblioteca virtual	25
Tabela V.1 - Tipos de publicação por biblioteca virtual	27
Tabela V.2 – Número de publicações por tipo	27
Tabela V.3 - Quantidade de publicações por ano	28
Tabela V.4 - Quantidade de publicações por instituição	30
Tabela V.5 - Quantidade de publicações por estado de localização das instituições	31
Tabela V.6 - Área temática de publicação por biblioteca virtual	32
Tabela V.7 - Publicações relacionadas á área farmacêutica	33

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	1
2.	Revisão da Literatura.....	3
2.1	A Industrialização e Preocupação Ambiental: Breve Histórico	3
2.2	Os Resíduos e o Meio Ambiente	5
2.3	A Questão Ambiental na Indústria Farmacêutica.....	9
2.4	Gestão Ambiental: As Normas ISO Série 14000	13
2.5	Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).....	14
2.6	ACV: Histórico.....	16
2.7	ACV: Fases.....	18
2.8	ACV: Aplicações e Limitações	22
2.9	Banco de Dados Brasileiro para Estudos de ACV	23
3.	Objetivos.....	24
3.1	Objetivo Geral	24
3.2	Objetivos Específicos	24
4.	Metodologia.....	24
4.1	Limitações do Estudo	26
5.	Resultados e Discussão.....	26
5.1	Análise Geral	26
5.2	Publicações de ACV na Área Farmacêutica.....	33
6.	Considerações Gerais	34
	Referências Bibliográficas.....	35

1. Introdução

No século XX, a sociedade foi testemunha de uma das maiores transformações ocorrida em todas as dimensões da existência humana: o uso intensivo de energia e matéria para a produção de bens de consumo. Ação que, em grande parte do globo terrestre, trouxe graves problemas ambientais, gerando uma grande preocupação com a manutenção da qualidade de vida no planeta.

Após os planos econômicos desenvolvimentistas dos anos 50, as indústrias farmacêuticas alavancaram o seu *know-how* e recursos financeiros, oferecendo novas soluções à saúde em detrimento da grande utilização de matérias-primas minerais (CESAR, 2005).

A sociedade, consciente da preservação ambiental para as próximas gerações, busca cada vez mais produtos e serviços que incorporem o pensamento sustentável. Diferentes setores produtivos vêm buscando oferecer produtos que causem o menor impacto ambiental possível, melhorando continuamente o desempenho ambiental de seus processos e gerando valor para o seu negócio (COSTA e CARVALHO, 2005). No setor farmacêutico, onde há grande utilização de insumos e energia nos processos produtivos, este pensamento não pode ser diferente.

No Brasil, os medicamentos são produzidos, em sua maioria, por indústrias farmacêuticas. As características químicas dos insumos farmacêuticos e o elevado uso desses medicamentos pela população resultam na detecção dessas substâncias no meio ambiente, evidenciando que a questão ambiental não tem recebido importância suficiente em ambos os setores produtivos.

Para atender os requisitos legais e produzir de acordo com padrões de boas práticas, bem como ativar sua perspectiva ambiental, as empresas farmacêuticas devem planejar seus processos de fabricação visando liberar a menor quantidade possível de resíduos para o meio ambiente, assim como minimizar o desperdício dos recursos naturais (VELAGALETI, 2007).

Segundo Bellen (2006), a aplicação de sistemas de indicadores de sustentabilidade, bem como ferramentas que facilitem a tomada de decisão quanto aos processos menos agressivos para o meio ambiente, auxiliam na resolução desse questionamento.

A geração de resíduos industriais por todos os tipos de organizações deve ser minimizada não somente devido aos danos ambientais, mas também pela possibilidade

de redução de custos e desperdício de dinheiro, materiais, tempo, mão de obra e equipamentos, elevando assim a eficiência da produção e garantindo vantagem competitiva nos processos internos (PEIXOTO *et al*, 2009).

Dentre as metodologias que promovem o menor impacto ambiental, destaca-se a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) que tem por finalidade a avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto ou processo, compreendendo etapas que vão desde a retirada de insumos da natureza, passando pela produção e uso, até o descarte ou reutilização do produto final. Busca uma “compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida” (NBR ISO 14040, 2009). Além de permitir a identificação de quais estágios têm contribuição mais significativa para o impacto ambiental do processo ou produto estudado (PONTES, 2010).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), membro fundador da ISO, internalizou as normas referentes à criação de sistemas de gestão ambiental e a ferramenta de ACV. Atualmente, dispõe da NBR ISO 14040 e 14044. Enquanto a primeira descreve os princípios e a estrutura de uma ACV, a segunda especifica os requisitos e fornece outras orientações.

A ACV pode contribuir para a identificação de oportunidades de melhorias dos aspectos ambientais, considerando várias fases de um sistema de produção; o estabelecimento de prioridades nos projetos e produção industrial levando-se em conta as questões ambientais e, como parte do processo, a avaliação e seleção de componentes feitos de diferentes materiais (NBR ISO 14044, 2009).

O enfoque da ACV constitui uma importante ferramenta estratégica para a integração da qualidade tecnológica do produto com a qualidade ambiental, em atendimento a demandas sociais. Processos produtivos com essa perspectiva têm sido cada vez mais estimulados por legislações ambientais oriundas de pressões sociais, visto que grande parcela da sociedade encontra-se cada vez mais predisposta a pagar por produtos que sejam considerados “verdes/limpos ambientalmente”, ou seja, aqueles que, além de possuírem qualidade, possuem uma linha de produção que degrade menos o meio ambiente (MACEDO, 2000).

A ACV trata de forma clara as questões ambientais, auxiliando na redução dos resíduos poluentes e dos desperdícios de materiais e energia, conservando os recursos

naturais, além de aperfeiçoar a produção e torná-la mais limpa, ao tempo em que se tem oportunidade de refletir e aprofundar a compreensão de conceitos relacionados à sustentabilidade em múltiplas perspectivas do desempenho (CHEHEBE, 1997).

É uma ferramenta bastante útil na geração de informações que orientam o gerenciamento de resíduos por toda a cadeia produtiva, evidenciando pontos de melhorias para emissão mínima de rejeitos industriais, o que se traduz em vantagens para a organização, consumidor e meio ambiente (PEIXOTO *et al*, 2009).

2. Revisão da Literatura

2.1 A Industrialização e Preocupação Ambiental: Breve Histórico

A industrialização se desenvolveu acompanhada do avanço da poluição. As últimas décadas foram marcadas por uma série de acontecimentos ambientais, principalmente nas indústrias químicas. O tema meio ambiente gradativamente ganhou importância entre os diversos segmentos da sociedade, deixando de ser assunto apenas dos ecologistas. Desde então, começaram movimentos com o objetivo de manter as atividades industriais em equilíbrio com o meio ambiente (BATALHA, 2005; SANTOS, 2001).

Com vistas à manutenção e preservação do meio ambiente, desencadearam-se mudanças de paradigmas que acarretaram reflexões sobre diversos assuntos relacionados à industrialização e desenvolvimento. A crise do petróleo na década de 60 motivou os países desenvolvidos a refletir sobre a necessidade de utilizar melhor os recursos naturais. Data dessa época os primeiros estudos em busca de fontes alternativas de energia com menor dependência do combustível fóssil e conseqüentemente menor impacto econômico no caso de uma nova crise. Nesse período, vários estudos foram realizados buscando a otimização e racionalização do consumo de fontes energéticas, que mais tarde iria se estender também no processo produtivo e consumo (CHEHEBE, 1997; FORNACIARI, 2008).

Em 1968, profissionais das áreas da diplomacia, indústria, academia e sociedade civil fundaram o 'Clube de Roma' com o intuito de discutir assuntos relacionados ao ambiente, política internacional e economia, buscando sensibilizar líderes mundiais e tomadores de decisão sobre as questões cruciais para o futuro global. Seu primeiro relatório "*The Limits to Growth*" (1972) explorou as opções para a sociedade de

conciliar o progresso com as restrições ambientais. Atualmente, é uma organização sem fins lucrativos, independente de quaisquer interesses políticos, ideológicos ou religiosos, cujo escritório internacional está localizado na Suíça. Toda a organização conta com cerca de 1500 colaboradores da comunidade científica, política, empresarial, financeira, acadêmica, religiosa, cultural e sociedade civil de mais de 30 países pelo mundo. Sua missão é promover mudanças globais como forma de resolver problemas cruciais enfrentados pela humanidade tendo como força impulsionadora a participação e os esforços de seus membros (TCR, 2011; TCR , 2011a).

A capital da Suécia, Estocolmo, em junho de 1972, sediou o primeiro evento voltado para o tema: a ‘Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente’, coordenado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), com a participação de representantes de 113 países e 250 organizações não-governamentais, além dos setores da Organização das Nações Unidas (ONU). O objetivo central foi o debate na busca de soluções para os problemas globais relacionados ao meio ambiente. Neste momento foi lançada a idéia de efeito global para uma ação local, ou seja, uma atividade poluidora localizada em determinada parte do globo pode causar um desequilíbrio em qualquer parte do planeta ou todo ele. Os resultados da conferência foram a Declaração sobre o Meio Ambiente Humano contendo as responsabilidades básicas que devem governar as decisões concernentes aos problemas ambientais e o Plano de Ação na busca de soluções para esses problemas (BATALHA, 2005; PNUMA, 2011).

Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Comissão Brundtland, da ONU, elaborou o documento ‘Nosso Futuro Comum’ o qual conceitua o Desenvolvimento Sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas necessidades” e propõe uma mobilização mundial para planejar um futuro onde haja o desenvolvimento econômico sem o esgotamento dos recursos naturais e o comprometimento do meio ambiente, respeitando o direito de oportunidade para todos (WCED, 1987).

O segundo momento de debate na busca de soluções para os problemas ambientais com coordenação da ONU ocorreu em 1992, no Rio de Janeiro, com a participação de representantes de mais de 170 países. A Conferência Mundial sobre

Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como RIO-92, ECO-92, Cúpula ou Cimeira da Terra, foi palco de apresentação da crise global por conta da fragilidade dos sistemas naturais do planeta. Neste evento, foi determinada a criação de um grupo responsável pela elaboração de normas de gestão ambiental junto à *International Organization for Standardization* (ISO). Outro produto do encontro foi a Agenda 21, documento que explicita a preocupação em minimizar os efeitos da globalização sobre o meio ambiente, apresentando estratégias para uma convivência equilibrada, reconhecendo diferentes temas como crescimento populacional, pobreza, desperdício, degradação ambiental e saúde, entre outros (ABNT, 2010; BATALHA, 2005; HASWANI, 2008).

Embora as organizações avancem na questão da preservação do planeta, estão avançando também no aperfeiçoamento das tecnologias produtivas. Novos produtos são criados com maior velocidade, diminuindo o ciclo de vida¹ destes tanto do ponto de vista da obsolescência tecnológica quanto do tempo de utilização (SARAIVA, 2007). Os complexos sistemas industriais mundiais ainda são as principais forças de poluição e degradação ambiental e, segundo CAPRA (2002), a eles também podem ser associados à desintegração social, o surgimento de novas doenças, pobreza e alienação.

A inserção da questão ambiental nas indústrias vai além da deliberação de memorandos, passa por uma mudança organizacional. A cultura, o comportamento, a mentalidade e os valores corporativos da empresa precisam ser repensados com vistas à questão da sustentabilidade (BIDO, 2007). Além disso, para alcançar o desenvolvimento sustentável, a realidade impõe de maneira contundente o envolvimento das diversas organizações, a cooperação internacional em longo prazo, o apoio do conhecimento científico que contribui para a melhoria da qualidade de vida no planeta e o respeito pela capacidade diferenciada de cada país agir em favor destas atitudes (BARATA, 2011; PEREZ, 2011).

2.2 Os Resíduos e o Meio Ambiente

Antes da revolução industrial, matéria orgânica era o principal componente do lixo. Como as concentrações de população eram pequenas, o destino dos resíduos sólidos produzidos era facilmente solucionado. Com a expansão do desenvolvimento

¹ Neste caso, o conceito de “ciclo de vida” difere daquele utilizado nas normas sobre ACV. Trata-se do ciclo de vida de um produto no mercado, sob a ótica do Marketing, o qual se refere às fases de lançamento, crescimento, maturidade e declínio.

industrial pelo mundo, em meados do século XIX, houve o aumento populacional, as modificações econômicas e o acréscimo acelerado da produção de resíduos. A composição do lixo também foi modificada, a matéria orgânica foi substituída por materiais que não se decompõem facilmente na natureza (MARTINS, 2004 *apud* FORNACIARI, 2008).

Para a população mundial, a estimativa é de cerca de 30 bilhões de toneladas de lixo por ano e sua disposição é hoje problema mundial. Segundo dados do IBGE, em 50,8% dos municípios brasileiros, os resíduos sólidos são despejados em lixões a céu aberto sem os cuidados necessários para a proteção do meio ambiente, contaminando solo e lençol freático, e contribuindo para a disseminação de doenças como leishmaniose, cólera, difteria, leptospirose. Além disso, a disposição inadequada dos resíduos libera gás carbônico e metano na atmosfera por conta da decomposição de matéria-orgânica, a queima, natural ou provocada, desse material libera grande volume de CO₂ e o chorume (líquido que escorre do lixo) pode contaminar os mananciais (FORNACIARI, 2008; MACHADO e DOMINGUEZ, 2011).

Com a questão ambiental em destaque, o modelo de desenvolvimento é questionado, uma vez que os recursos naturais não são infinitos e o aumento de resíduos representa desperdício de matérias-primas e energia. Para conduzir a produção à sustentabilidade, surgiram sistemas de gestão ambiental como estratégia de negócios, pois a adoção, por parte das empresas, de políticas estruturadas visando diminuir os impactos ambientais, passou a ser identificada como oportunidades competitivas. Atualmente as organizações buscam agregar a consciência ecológica à sua estratégia, organizando o consumo de recursos, diminuindo o gasto energético, antecipando às auditorias ambientais públicas e reduzindo os riscos de multas e responsabilização por causar problemas ambientais (FARIAS, 2007; SARAIVA, 2007; FORNACIARI, 2008).

Para atender as exigências legais e minimizar os riscos associados aos resíduos, é fortemente aconselhável às organizações a implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos integrado a sua política ambiental, onde os resíduos devem ser claramente definidos e os riscos associados descritos. Segundo a OMS (1999), a gestão de resíduos consiste em todas as atividades administrativas e operacionais envolvidas no manuseio, tratamento, acondicionamento, armazenamento e eliminação de resíduos, incluindo transporte.

A Lei nº 12.305 de 2010 que define a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em agosto de 2010, é considerada um marco relevante para a proteção da saúde pública e do meio ambiente, além de ser um importante passo para a alteração dos padrões de produção e consumo em busca do desenvolvimento sustentável.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contém os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo aqueles perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. São considerados geradores de resíduos sólidos as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, incluindo o consumo (BRASIL, 2010).

Os resíduos sólidos são definidos como (BRASIL, 2010):

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.”

O texto apresenta inovações como a logística reversa para produtos como agrotóxicos, pilhas, baterias, pneus, óleos lubrificantes e todos os tipos de lâmpadas e eletroeletrônicos, incentiva os estudos envolvendo ciclo de vida dos produtos e introduz o termo de responsabilidade compartilhada no qual sociedade, empresas, prefeituras e governos estaduais e federal são igualmente responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

O termo logística reversa está associado ao gerenciamento do fluxo de materiais do ponto de consumo até o ponto de origem, materiais estes que podem ser embalagens ou outras partes do produto, o produto em si devolvido pelo cliente ou aquele cuja vida útil esgotou, como lâmpadas e baterias. VELAGALETI e BURNS (2007) destacam a logística reversa como atividade de importância também para as indústrias farmacêuticas, pois irá garantir o destino correto dos produtos vencidos ou impróprios

para o consumo, a diminuição das perdas durante os processos produtivos e utilização de insumos de menor impacto ambiental.

Com a inserção do novo paradigma da sustentabilidade ambiental, as indústrias estão revisando os processos em toda cadeia produtiva, desde a produção de bens e serviços até o pós-consumo, com vistas à redução da geração de resíduos. Em âmbito mundial, a produção de bens com alta durabilidade e integralmente recicláveis é incentivada, objetivando a diminuição do aporte de matérias-primas e energia para a criação de novos produtos e novas tecnologias. Esta abordagem requer do setor produtivo uma redefinição e uma nova postura quanto às matérias-primas utilizadas e quanto ao perfil de produtos oferecidos no mercado, representando não só a preocupação com o consumo de recursos, mas também com o destino de seus produtos após o uso e as conseqüências geradas por eles no meio ambiente (GRIMBERG, 2005; SARAIVA, 2007).

Assim, um dos objetivos da PNRS não é apenas induzir a diminuição do volume de resíduos gerados, mas a redução da quantidade produzida, fazendo o princípio da redução preceder o da reutilização ou reciclagem, ou mesmo da incineração (método de tratamento consiste na queima dos resíduos). Vale lembrar que o processo de incineração não elimina os resíduos, eles apenas são transformados em cinzas, líquidos e gases contaminantes (GRIMBERG, 2005).

Os materiais reciclados não devem ser destinados à aterros sanitários, pois além da perda de recursos, sua queima pode ser prejudicial ao meio ambiente. O mais adequado é a implantação de uma política social que gere trabalho e renda. Reside nesse fato, outro ponto relevante da lei, o de definir um papel para o Estado na direção de um desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente sustentável. Ao proibir a criação de “lixões” (locais sem infraestrutura onde os resíduos são despejados sem tratamento a céu aberto) afirma a necessidade da construção de aterros sanitários adequados ambientalmente, onde só poderão ser depositados os resíduos sem qualquer possibilidade de reaproveitamento ou compostagem. A proibição de catar lixo, morar ou criar animais em aterros sanitários, junto ao incentivo à coleta seletiva busca reduzir as desigualdades sociais, através da inclusão dos catadores de material reciclável e incentivos às indústrias de reciclagem, e preservar o meio ambiente (GRIMBERG, 2005; BRASIL, 2011).

É importante destacar que a Constituição Federal considera como direito fundamental das pessoas o tripé do desenvolvimento sustentável: o meio ambiente em equilíbrio, o desenvolvimento econômico e o social. Dessa forma, as legislações ambientais brasileiras buscam minimizar os impactos poluidores das indústrias, as agressões à fauna e flora, o desmatamento e uso indevido do solo e da água, objetivando envolver as diversas organizações na responsabilidade por todo o ciclo de vida dos seus produtos (SARAIVA, 2007).

2.3 A Questão Ambiental na Indústria Farmacêutica

Os sérios problemas ambientais que afetavam o mundo são frutos das atividades das inúmeras indústrias, incluindo as farmacêuticas. Levando-se em consideração a ameaça que a degradação ambiental representa à saúde e ao bem estar social, o meio ambiente deve estar entre as preocupações das organizações e normalizadas por políticas governamentais cada vez mais rígidas. Dentre as medidas para minimizar os impactos ambientais podem ser destacados o adequado gerenciamento dos resíduos e o aumento do uso de materiais recicláveis.

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) têm um papel de destaque no cenário da saúde pública, pois apresentam características de periculosidade intrínseca à presença de organismos patogênicos e à sua composição, já que podem conter substâncias tóxicas, radioativas, perfurantes e cortantes. Representam apenas 1 a 3% do total de resíduos sólidos urbanos gerados, porém são parte importante, dado o potencial de risco que apresentam (ANVISA, 2006).

Até a década de 80, este tipo de gerenciamento tinha como foco principal apenas hospitais, quando ocorreu uma mudança cultural no que se refere ao manejo, controle e destinação destes resíduos. A terminologia "lixo hospitalar", até então utilizada mesmo para resíduos que não eram gerados em unidades hospitalares, foi substituída por Resíduos de Serviços de Saúde (NAZÁRIO *et al*, 2005).

O Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde é uma alternativa para minimizar os impactos oriundos do descarte de materiais utilizados nas mais variadas organizações ligadas à área de saúde, incluindo hospitais, ambulatórios, consultórios médicos e odontológicos, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, entre outros. Além de diminuir os riscos que cercam os funcionários durante seu manejo (NAZÁRIO *et al*, 2005).

Os órgãos normalizadores são a ANVISA e o Conselho Nacional do Meio-Ambiente (CONAMA), cujas resoluções, RDC nº 306/2004 e Resolução nº 358/2005, respectivamente, são o principal material disponível sobre gerenciamento desses tipos de resíduos. Antes da publicação destas legislações, havia divergências entre os critérios apresentados. Com a revogação das resoluções anteriores que tratavam do mesmo tema (RDC nº 33/2003 da ANVISA e Resolução nº 283/2001 do CONAMA), as incongruências foram sanadas novas resoluções que alinham os critérios de classificação.

A RDC nº 306/2004 dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. De acordo com este documento, são considerados RSS provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico - assistencial humana ou animal; provenientes de centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde, provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; provenientes de barreiras sanitárias, e medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados (BRASIL, 2004).

A Resolução do CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005, define que o gerador do RSS é o responsável legal, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais, de saúde pública e saúde ocupacional, sem prejuízo de responsabilização solidária de todos aqueles, pessoas físicas e jurídicas que, direta ou indiretamente, causem ou possam causar degradação ambiental, em especial os transportadores e operadores das instalações de tratamento e disposição final. Desta forma, Gerenciamento de RSS pode ser uma alternativa para o estabelecimento de uma conduta ambientalmente correta, que sem dúvida, trará benefícios para toda a sociedade.

Os geradores de RSS devem ser responsáveis pela minimização da geração de resíduos, pelo correto manuseio nas fases de segregação, acondicionamento, identificação e armazenamento para coleta externa; pelo manuseio diferenciado de resíduos que necessitem de tratamento específico prévio a sua disposição. Para tanto a ANVISA determina que deve ser elaborado um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), que é um documento integrante do processo de licenciamento ambiental. Deve apontar e descrever as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos, observadas suas características e riscos, no âmbito dos estabelecimentos, contemplando os aspectos referentes a geração, segregação,

acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações de proteção a saúde pública e ao meio ambiente. Este plano deve obedecer a critérios técnicos, a legislação ambiental e as normas de coleta e transporte dos serviços locais de limpeza urbana (BRASIL, 2005).

Para a elaboração de um PGRSS é necessário avaliar os processos produtivos quanto aos resíduos gerados, identificando as fontes geradoras e classificando-os (AZEVEDO e SPALDING, 2009). As vantagens da implantação do PGRSS são redução de riscos ambientais, do número de acidentes de trabalho, dos custos de manejo dos resíduos e do número de infecções hospitalares resultantes do manejo incorreto, além do incremento da reciclagem (SILVA e HOPPE, 2005).

MATTOS *et al.* (1998) descreveram a implantação do PGRSS nas unidades de internação e cirúrgicas da Santa Casa de Londrina/PR, e concluíram que após a implementação, apenas 13% dos resíduos gerados apresentavam características infectantes, 87% apresentavam características de resíduos comuns, podendo ter tratamento semelhante aos resíduos domésticos, dos quais cerca de 20% poderiam ser reciclados. Ainda nesta cidade, no Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná, após a segregação na fonte, a venda dos resíduos recicláveis como caixa de soro, papel dos setores administrativos, vidros e plásticos, estabeleceu-se uma projeção anual de US\$ 2.100,00 de lucro, além da instituição estar exercendo a responsabilidade social e contribuindo para a preservação do meio ambiente (BELEI *et al.*, 2004).

Os resíduos devem ser classificados em grupos e subgrupos para facilitar a execução da atividade e dar o correto tratamento para cada grupo. A classificação dos RSS objetiva destacar a composição desses resíduos visando seu manejo seguro, segundo suas características biológicas, físicas, químicas, o estado da matéria e sua origem, e os riscos de transmitir doenças, provocar acidentes ocupacionais ou promover danos ao meio ambiente.

Tanto a ANVISA quanto a CONAMA, apresentam os seguintes parâmetros de classificação destacados na tabela II.1 (BRASIL, 2005):

Tabela II.1 – Classificação de RSS segundo ANVISA e CONAMA (Fonte: elaboração própria)

Grupo		Parâmetros
A	Resíduos biológicos	Apresenta risco a saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos
B	Resíduos químicos	Apresenta risco a saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas, como de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade
C	Resíduos radioativos	Materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo limites especificados nas normas da CNEN
D	Resíduos comuns	Aqueles que não se enquadram nos outros grupos e que não oferecem risco adicional a saúde pública ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares
E	Materiais perfurocortantes ou escarificantes	agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâmina de bisturi, tubos capilares e outros similares

Para as indústrias farmacêuticas produtoras de medicamentos, a ANVISA adota ainda a Resolução RDC 17/2010 que dispõe sobre as Boas Práticas de Fabricação de Medicamentos. Embora este documento assuma que não abrange todos os aspectos de proteção ambiental, afirma que os fabricantes devem tomar as medidas necessárias para sua proteção de acordo com as legislações específicas (BRASIL, 2010a).

Na seção referente aos materiais residuais, que é abordada na parte de Gerenciamento da Qualidade na Indústria de Medicamentos: Filosofia e Elementos Essenciais, está descrito que resíduos devem ser coletados em recipientes adequados, mantidos em local específico e eliminados de forma segura em intervalos regulares de maneira frequente para não gerar acúmulo. Além disso, substâncias tóxicas e materiais inflamáveis devem ser guardados em locais de acesso restrito. Trata ainda das

Instalações para os animais no Capítulo V, na área dedicada aos Produtos Biológicos dos resíduos gerados por animais, inclusive dejetos e cadáveres, e especifica que toda sua gestão (acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final) deve ser realizada de forma segura e seguir a regulamentação específica (BRASIL, 2010a).

2.4 Gestão Ambiental: As Normas ISO Série 14000

A *International Organization for Standardization* (ISO) é uma organização não-governamental, fundada em 1947, com sede na Suíça. Tem a participação de aproximadamente 100 países membros. Sua principal função é a proposição de normas que representem o consenso de diversos países, padronizando métodos, medidas, materiais e seus usos, em diversos setores, por isso é estruturada em Comitês Técnicos (TC's), cada qual responsável por um tema (MOREIRA, 2006 *apud* SOUZA, 2010).

O comitê técnico ISO/TC 207, criado em 1993, é responsável pela elaboração das normas ISO série 14000 como resposta à demanda mundial por uma gestão ambiental mais confiável. Uma parte dessa série de normas está focada nas organizações empresariais e a outra, nos produtos e serviços. Para as organizações, o objetivo é orientar a implantação de uma gestão ambiental verificável, com qualidade e consistência, para reduzir os riscos nas suas atividades e facilitar o comércio internacional. As normas tratam do Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA), das auditorias ambientais e da avaliação de *performance* ambiental através do uso de indicadores. O outro foco, produtos e serviços, objetiva a construção de uma base comum e racional aos vários esquemas, privados, nacionais e regionais de avaliações de produtos, como a rotulagem ambiental e ACV (IBICT, 2010; SOUZA, 2010).

A Gestão Ambiental é uma estrutura organizacional que agrega atividades de planejamento, responsabilidades, prática, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental da organização. Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é, então, um conjunto de procedimentos sistematizados, desenvolvidos para que as questões ambientais sejam integradas à administração global de um empreendimento (BRAGA *et al*, 2006; FARIAS *et al*, 2007)

O SGA contemplado nas Normas ISO tem como objetivo fornecer assistência às organizações para resolver, mitigar e/ou prevenir problemas de caráter ambiental,

coerente com o conceito de desenvolvimento sustentável, através de técnicas e ferramentas integradas e fortemente vinculadas às políticas ambientais, para que seja possível, para as organizações, explorar suas combinações de acordo com sua política ambiental (IBICT, 2010; SOUZA, 2010).

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) da ISO, através da norma ABNT NBR ISO 14001, é um dos padrões certificáveis existentes, de caráter voluntário, sendo o mais utilizado pelas organizações no Brasil. Esta norma contém as diretrizes gerais, princípios, sistemas e técnicas de apoio, além de apresentar de forma global os SGA, estimulando o planejamento ambiental ao longo do ciclo de vida do produto ou do processo (IBICT, 2010; SOUZA, 2010).

Para a implantação e apoio de um SGA não é impositivo a utilização da ferramenta de ACV, embora seja aconselhável devido às muitas vantagens e aplicações, que serão descritas mais adiante neste capítulo. É importante lembrar que a certificação da norma ISO 14001 é para processos e não produtos (IBICT, 2010).

2.5 Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

ACV é uma das técnicas em desenvolvimento para facilitar a compreensão dos impactos ambientais e facilitar sua gestão (NBR ISO 14040, 2009).

O Ciclo de Vida é definido como “estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração a partir de recursos naturais até a disposição final”. Ou seja, engloba o conjunto de processos desde as matérias-primas, passando pela produção, uso, tratamento pós-uso até a disposição final. O ciclo de vida de um produto pode ser ainda otimizado quando ocorre o seu reuso, reciclagem ou remanufaturamento (NBR ISO 14040, 2009).

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma das metodologias aplicadas à gestão ambiental utilizada para avaliar de maneira sistemática o impacto ambiental de bens e serviços através da quantificação dos fluxos de energia e de materiais no ciclo de vida do produto. Sua definição, segundo a ABNT (2009), é “compilação e avaliação das entradas, saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida”.

A figura II.1 exemplifica as etapas do ciclo de vida de um produto com um exemplo de limite dos sistemas para a ACV:

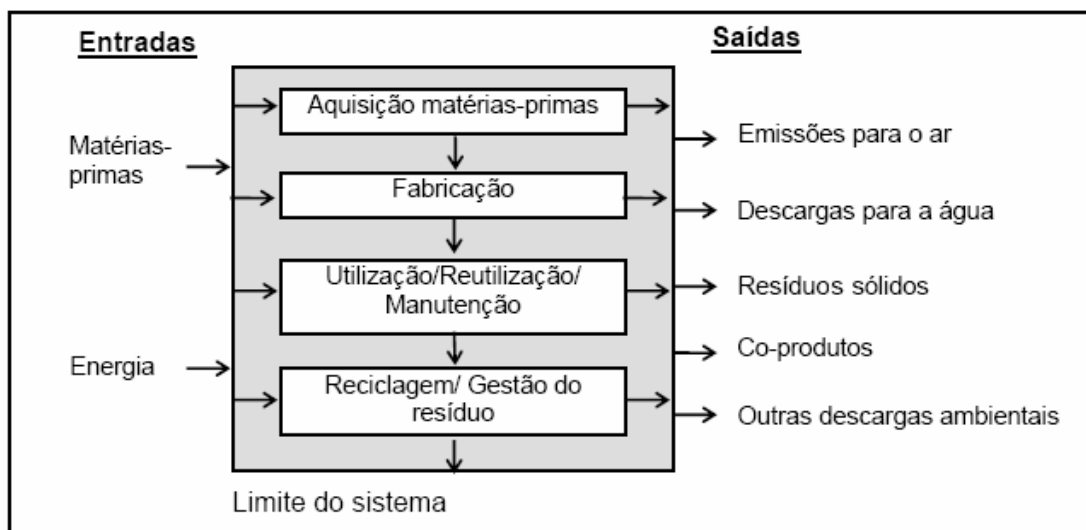


Figura II.1 - Exemplo de um sistema de produto para ACV (Fonte: Adaptado de EPA, 2001)

Os balanços de massa e energia de um determinado sistema podem ser chamados de balanços ambientais quando os aspectos ambientais associados às entradas e saídas são enfatizados. Mesmo a análise de um sistema que não inclua todos os fluxos elementares² (de materiais e energia) ou todos os estágios do ciclo de vida pode gerar resultados significativos, considerados como ACV de produto ou processo. Para tanto, o sistema deve ser construído com base na figura II.2, onde a quantidade na entrada deve ser igual à quantidade na saída. Para isto é primordial o conhecimento do que ocorre no sistema em estudo, seja pela medida dos fluxos de entrada e saída ou por relações estequiométricas dos processos (MONDARDO e FRANK, 2000).

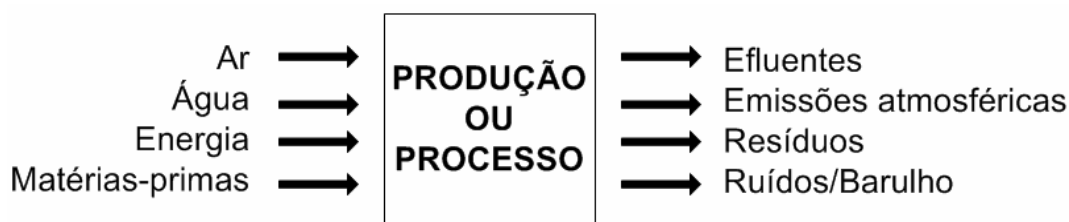


Figura II.2 - Entradas e saídas de um sistema para ACV (Fonte: adaptado de MONDARDO e FRANK, 2000)

² Fluxo elementar trata-se de "material ou energia retirado do meio ambiente e que entra no sistema em estudo sem sofrer transformação prévia por interferência humana, ou material ou energia que é liberado no meio ambiente pelo sistema em estudo sem sofrer transformação subsequente por interferência humana". Por exemplo, petróleo bruto extraído do solo, radiação solar, emissões para o ar e descargas para a água (NBR ISO 14040, 2009).

Processos (ou produção) elementares compõem o sistema de produto e podem se ligar a: outro processo intermediário, através de fluxos intermediários; a outro sistema de produto, por fluxos de produtos e; ao meio ambiente, por fluxos elementares (NBR ISO 14040, 2009). O conjunto de processos elementares para um determinado sistema é, então, construído segundo a figura II.3:

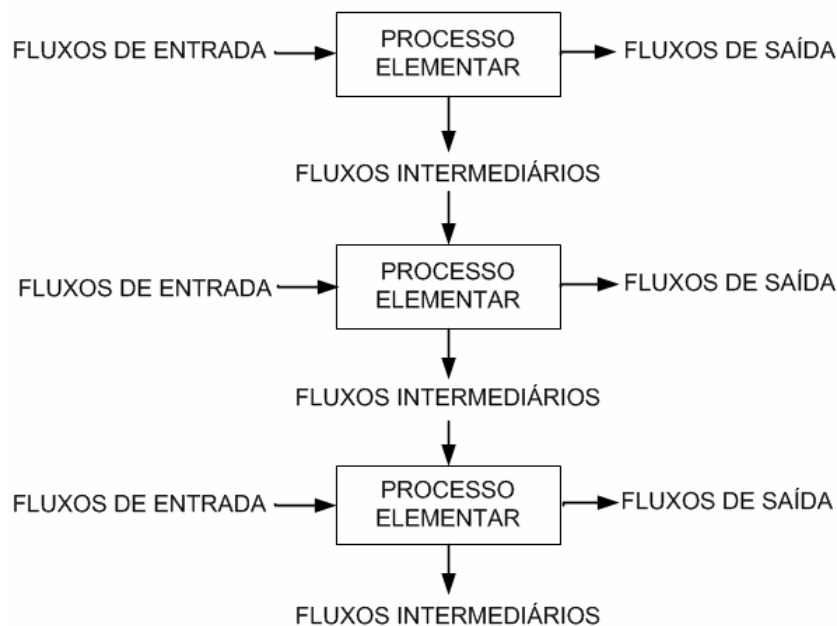


Figura II.3 - Conjunto de processos elementares dentro de um sistema de produto (Fonte: Adaptado de NBR ISO 14040, 2009)

A ACV é considerada uma abordagem relativa, pois é estruturada em torno de uma unidade funcional³, a qual define o estudo, ou seja, todas as entradas e saídas estão relacionados à ela, servindo de referência para as análises subseqüentes. Vale ainda lembrar que a ACV, normalmente, não objetiva aspectos econômicos ou sociais de um produto ou serviço, embora a metodologia possa ser aplicada considerando esses aspectos (NBR ISO 14040, 2009).

2.6 ACV: Histórico

Os primeiros estudos que antecedem o ACV tiveram como motivação a crise do petróleo em 1960, a qual propiciou a busca por alternativas para o consumo energético com menor dependência ao combustível fóssil. Nesse período, vários estudos foram

³ Segundo ABNT (2009), unidade funcional é desempenho quantificado de um sistema de produto para utilização como referência à qual as entradas e saídas são relacionadas.

realizados, buscando a otimização e racionalização de energia, que mais tarde iria se estender também no processo produtivo e consumo (CHEHEBE, 1997).

No final da década de 60, destaca-se o caso da Coca-Cola, que custeou junto à *Midwest Research Institute (MRI)*, uma pesquisa para estimar os diferentes impactos ambientais da produção de dois tipos de embalagens de refrigerantes, privilegiando o processo com melhor desempenho em relação à preservação dos recursos naturais. Estudos anteriores visavam prioritariamente estimar o consumo energético dos processos e produtos em questão, este estudo quantificou também matérias-primas e a carga ambiental do processo de manufatura de cada tipo de recipiente (ABCV, 2011; CHEHEBE, 1997).

Posteriormente, em 1974, o MRI aprimorou tal metodologia para a *Environmental Protection Agency (EPA)*, gerando o primeiro modelo do que hoje se conhece como ACV, denominado *Resource and Environmental Profile Analysis (REPA)*. Em 1985, na Europa, foi criado o Ecobalance, com procedimento similar ao REPA e que tornou-se referência para as empresas da área alimentar com o monitoramento do consumo de matérias-primas e energia e geração de resíduos no processo (ABCV, 2011; CHEHEBE, 1997).

Nos anos 80, com o aumento dos resíduos industriais e domésticos e com os novos conhecimentos sobre a importância da avaliação dos impactos ambientais, muitos estudos de ACV foram realizados, mas com bases de dados diferentes e a falta de uma metodologia padronizada, os resultados obtidos eram distintos. A validade da metodologia era questionada, pois pesquisas envolvendo os mesmos processos proporcionavam resultados diferentes e inferências subjetivas. Em 1991, a *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*, fez publicações a respeito da padronização dos termos e critérios da ACV (ABCV, 2011; CHEHEBE, 1997).

Também em 1991, na Suíça, o Ministério do Meio Ambiente, protagonizou um amplo estudo sobre materiais para embalagens, gerando um banco de dados referencial para outros estudos e para o primeiro software para ACV, o *Ökobase I* (ABCV, 2011).

Após publicações da SETAC, a *International Organization for Standardization (ISO)* iniciou a elaboração de padrões para a ACV, criando em 1993 o comitê TC207 para elaborar normas de sistemas de gestão ambiental e suas ferramentas. O trabalho deste comitê resultou em diversas normas da família ISO 14000, que inclui as normas

de ACV na subsérie ISO 14040. Em 1997 é publicada a norma ISO 14040, com os princípios gerais e procedimentos. A norma ISO 14041 contendo definição de objetivo e escopo foi lançada em 1998 e seguida pelas normas ISO 14042 e 14043, tratando respectivamente, da avaliação do impacto do ciclo de vida e da interpretação do ciclo de vida em 2000 (ABNT, 2010; CHEHEBE, 1997).

Em 2002, o PNUMA e a SETAC, com apoio de governos, associações industriais e outras organizações, lançaram a Iniciativa do Ciclo de Vida (InCV) com o objetivo de aprimorar e disseminar a metodologia de ACV (UGAYA, 2007).

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), uma das fundadoras da ISO, internalizou as normas referentes à criação de sistemas de gestão ambiental e a ferramenta de ACV, através do comitê CB-38. Em 2001, foi publicada a tradução da norma ISO 14040. Atualmente, a ABNT dispõe da NBR ISO 14040:2009 e 14044:2009. Enquanto a primeira descreve os princípios e a estrutura de uma ACV, a NBR ISO 14044 especifica os requisitos e fornece outras orientações. Esta última consiste na compilação das normas NBR ISO 14041:2004, NBR ISO 14042:2004 e NBR ISO 14043:2005, anteriormente vigentes (ABNT, 2010).

2.7 ACV: Fases

Um estudo de ACV é composto por quatro fases: Definição de objetivo e escopo, Análise de inventário, Avaliação de impactos e Interpretação (descritas na figura II.4). A técnica é iterativa, ou seja, cada fase utiliza os resultados das outras fases, contribuindo para a completeza dos resultados do estudo (NBR ISO 14040, 2009).

A 1ª fase, definição do objetivo e do escopo, direciona a motivação da ACV sobre o sistema a ser pesquisado. O objetivo está relacionado com a aplicação pretendida do estudo, sua profundidade e abrangência, justificativas para execução, público alvo (NBR ISO 14040, 2009).

O escopo do estudo deve ser cuidadosamente definido para que atenda aos objetivos. Revela o sistema em estudo com suas funções de produtos, unidade funcional, requisitos da qualidade dos dados e procedimentos de alocação, nível de detalhamento do estudo com seu tempo de execução e fronteiras, além das limitações e categorias de impactos selecionadas para a 3ª e 4ª fases (NBR ISO 14040, 2009).

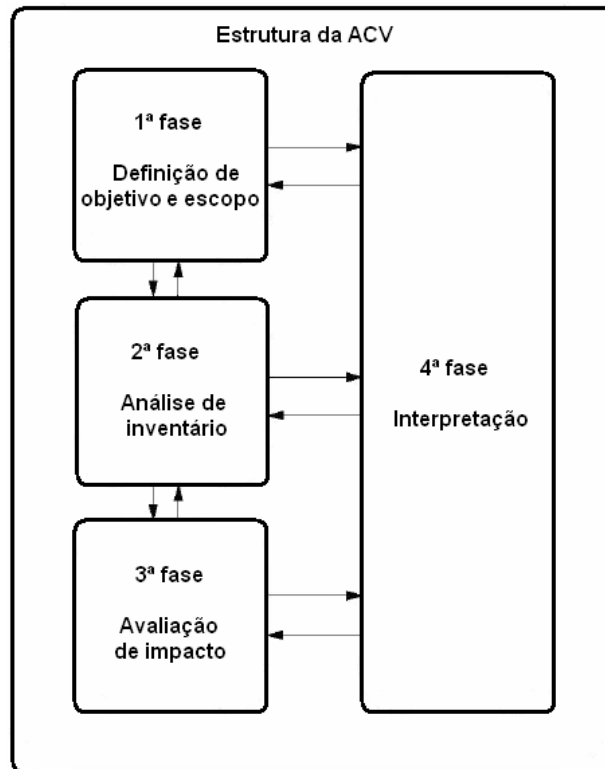


Figura II.4 - Fases da ACV (Fonte: Adaptado de NBR ISO 14040, 2009)

É importante notar que quanto maior o detalhamento do sistema, mais facilmente os pontos responsáveis pelos potenciais impactos ambientais são identificados, fornecendo dados mais claros para o Sistema de Gestão Ambiental. Porém, dependendo da aplicação desejada para uma ACV, o objetivo pode ser alcançado realizando apenas a análise de inventário (2ª fase) e uma interpretação. Esse procedimento é usualmente denominado 'Estudo de Inventário de Ciclo de Vida (ICV)' (NBR ISO 14040, 2009; MONDARDO e FRANK, 2000).

Na segunda fase do estudo, análise de ICV, é realizado o levantamento do inventário dos dados de entrada/saída associados ao sistema em estudo, ou em outras palavras, são estabelecidos os fluxos, suas interrelações e o cálculo do balanço propriamente dito (NBR ISO 14040, 2009; MONDARDO e FRANK, 2000).

Os dados podem ser obtidos a partir de medições diretas, informações internas da organização, literatura técnica, publicações de associações de classe, fornecedores e bancos de dados de ACV. Assim, a coleta de dados pode variar de acordo com as características do estudo e seus objetivos (CHEHEBE, 1998; BASTOS, 2002).

A etapa de Avaliação de Impacto do ciclo de vida (AICV) tem como objetivo avaliar os resultados da fase anterior. Em síntese, trata da modelagem das questões ambientais selecionadas, associando os dados do ICV com categorias de impacto⁴. Para cada categoria, um indicador de categoria é selecionado e seu resultado calculado para condensar e explicar os impactos ambientais. A seleção de categorias de impacto deve ter como base conhecimento científico dos mecanismos ambientais e processos analisados. O conjunto dos resultados dos indicadores é o resultado da AICV. Dentre as categorias de impacto utilizadas em métodos existentes, pode-se citar o aquecimento global, a redução da camada de ozônio, a acidificação, a utilização de recursos naturais e o uso do solo. Não existe nenhuma obrigação em considerar uma ou outra categoria de impacto (NBR ISO 14040, 2009; CHEHEBE, 1997; UGAYA, 2007).

Existem diferentes metodologias para correlacionar, de forma consistente, os dados do ICV com categorias de impacto. Por conta disso, a abordagem dos resultados de AICV é relativa, indicando efeitos ambientais potenciais e não impactos reais (NBR ISO 14040, 2009).

Os principais modelos de avaliação de impacto ambiental são: Ecoindicator 99, CML 2000, EDIP, TRACI. Existem outros e muitos estão em fase de desenvolvimento. A tabela II.2 mostra as categorias de impacto utilizadas em cada um deles. Embora consagrados, os principais modelos foram desenvolvidos refletindo a realidade dos países de origem, porém, pela falta de modelos locais, são utilizados em outras regiões do mundo (UGAYA, 2007).

A última fase da ACV, a Interpretação, estabelece conexões com as etapas anteriores, pois nesse momento os resultados do ICV e/ou da AICV são discutidos para explicar limitações, gerar conclusões, recomendações e tomadas de decisão de acordo com a definição de objetivo e escopo. Como nas etapas anteriores, pode envolver o processo iterativo de rever e revisar o escopo da ACV, assim como a natureza e qualidade dos dados coletados (NBR ISO 14040, 2009).

⁴ Categoria de impacto corresponde a uma classe de questões ambientais relevantes e Indicador de categoria de impacto é a representação quantificável de uma categoria de impacto (NBR ISO 14040, 2009).

Tabela II.2 – Categorias consideradas nos modelos de AICV (Fonte: Adaptado de UGAYA, 2007)

Categoria de Impacto	Eco-indicator 99	CML 2000	EDIP	TRACI
Mudança climática	X	X	X	X
Destruição da camada de ozônio	X	X	X	X
Acidificação	X	X	X	X
Eutrofização	X	X	X	X
Ecotoxicidade	X			X
Ecotoxicidade águas doces		X	X	
Ecotoxicidade marinha		X	X	
Ecotoxicidade terrestre		X	X	
Toxicidade humana		X	X	
Cancerígenos	X			X
Não cancerígenos				X
Respirações orgânicos	X			
Respirações inorgânicos	X			
Uso do solo	X			
Minerais	X			
Combustíveis fósseis	X			
Exaustão abiótica		X		
Uso de recursos			X	
Smog fotoquímico			X	X
Água doce		X		
Água marinha		X		
Radiação	X			
Resíduos sólidos			X	
Resíduos perigosos			X	
Resíduos radioativos			X	
Escória / cinzas			X	

2.8 ACV: Aplicações e Limitações

A ACV tem diferentes aplicações de acordo com o nível de gestão ambiental da organização e sua visão estratégica. Através da reunião de informações ambientais pode ser subsídio para muitos processos decisórios, por exemplo (NBR ISO 14040, 2009; SILVA, 2010):

- a) Identificar oportunidades de melhoria no desempenho ambiental de produtos em diversos pontos de seus ciclos de vida;
- b) Gerar informação para os tomadores de decisão no planejamento estratégico ou na definição de prioridades;
- c) Auxiliar na seleção de indicadores relevantes para o desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição;
- d) Criar conteúdo para estratégias de *marketing*, por exemplo, na elaboração de uma declaração ambiental visando uma rotulagem ambiental, além de fornecer informações para processos de auditorias;
- e) Fornecer informações de bens e serviços para os consumidores e órgãos reguladores com relação ao uso de materiais, conservação de recursos, geração de resíduos e redução de impactos;
- f) Comparar materiais genéricos, produtos ou processos funcionalmente equivalentes, auxiliando na escolha do menos impactante;
- g) Auxiliar no planejamento e projetos de novos produtos; entre outras.

As principais limitações são a indisponibilidade, dificuldade de acesso ou qualidade inadequada das informações necessárias, levando a uma possível subjetividade dos resultados, e o imenso volume de dados requeridos. As limitações das metodologias descritas quanto a descrição dos passos a seguir pode gerar interpretações distintas do método. A norma ABNT NBR ISO 14040:2009 cita que “não existe um método único para se conduzir uma ACV”. Por conta dos fatos apresentados é de extrema importância que as informações em um estudo de ACV sejam expostas de forma clara, abrangente e compreensível. Os países europeus como a Holanda, Dinamarca e Suíça, têm forte tradição na realização desses estudos, porém países em estágio inicial sofrem ainda com a falta de recursos humanos capacitados e a ausência de banco de dados (NBR ISO 14040, 2009; SILVA, 2010)

A ACV pode ser utilizada pelas organizações governamentais e não-governamentais e pelas indústrias dos mais diversos ramos com propósitos variados dentre as aplicações acima descritas. A ACV também é importante para os consumidores para auxiliar nas suas escolhas de bens de consumo e serviços.

2.9 Banco de Dados Brasileiro para Estudos de ACV

Uma das principais limitações da ACV é a imensa necessidade de dados para a etapa de análise de inventário do ciclo de vida, pois um ICV abrange um complexo conjunto de outros inventários de diversos sistemas e subsistemas técnicos. Na tentativa de resolução deste impasse foram criados bancos de dados nos quais é possível a captação de inventários para determinados processos produtivos, como, por exemplo, o transporte ou a produção de energia, entre outros (LOPES, 2009; SARAIVA, 2007).

A disponibilização pública desses inventários, além de incentivar novos estudos, garante a manutenção do segredo de produção, uma vez que as empresas não precisam expor detalhes dos seus processos e podem comparar seus inventários com os genéricos objetivando um incremento na sua ecoeficiência. Outro fator importante é a redução das incertezas na obtenção de dados muito específicos, difíceis de verificar com precisão (SARAIVA, 2007).

No Brasil, o banco de dados genérico está em construção, através do projeto Inventário do Ciclo de Vida para Competitividade Ambiental da Indústria Brasileira (SICV Brasil). Coordenado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), conta com os seguintes participantes: Associação brasileira de ciclo de vida (ABCV), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (ABIPTI), Universidade de Brasília (UnB), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPr) e a empresa alemã *PE international* (LAMB, 2010).

O SICV Brasil teve como data oficial de início o ano de 2006 e tem como objetivo principal certificar ambientalmente produtos, serviços e atividades industriais, além de disponibilizar um sistema com informações de casos específicos de insumos

indispensáveis para a realização de ICVs de produtos brasileiros relevantes (LAMB, 2010; IBICT, 2011).

A existência de um banco de dados genérico, com qualidade, consistência, padronização e com a preservação das características nacionais sobre os elementos estudados certamente levarão a resultados mais fiéis da ACV de produtos no Brasil, possibilitando a melhor demonstração do desempenho ambiental, além de promover reconhecimento internacional (LAMB, 2010; SARAIVA, 2007).

3. Objetivos

3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho propõe-se a realizar uma revisão bibliográfica de caráter exploratório a respeito da utilização da metodologia de ACV nos setores farmacêuticos considerando as publicações científicas disponíveis nas bibliotecas virtuais do Scielo, CAPES e IBICT até o mês de agosto de 2011.

3.2 Objetivos Específicos

Quantificar e avaliar as publicações (artigos, monografias, dissertações e teses) referentes a metodologia de ACV nos setores farmacêuticos nas bibliotecas citadas.

Analisar a utilização desta ferramenta como parte da gestão ambiental nas organizações farmacêuticas.

4. Metodologia

No processo de elaboração deste trabalho foi realizada pesquisa bibliográfica de caráter exploratório, a respeito da utilização da metodologia de ACV nos setores farmacêuticos, considerando as publicações científicas disponíveis nas seguintes bibliotecas virtuais até o mês de agosto de 2011:

1. *Scientific Electronic Library Online* (Scielo) – produto da parceria entre Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), o Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq);

2. Banco de teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES);

3. Portal de ACV do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT).

Estes bancos de dados foram escolhidos pelos seguintes motivos: houve treinamento para utilização do portal Scielo durante o período de aulas deste curso, o Banco de Teses da CAPES é o de referência para acesso e divulgação da produção científica no Brasil e, o portal ACV.IBICT é específico para a integração entre indústria, governo, instituições de pesquisa e academia, interessados em Avaliação do Ciclo de Vida no Brasil.

Os endereços eletrônicos consultados, as bases de dados utilizadas e as palavras-chaves buscadas encontram-se na tabela IV.1.

Tabela IV.1 – Informações da pesquisa exploratória (Fonte: elaboração própria)

Biblioteca virtual	Endereço eletrônico	Base de dados	Palavras-chaves
Scielo	www.scielo.br www.scielo.org	Artigos	Avaliação Ciclo Vida; ACV; <i>Life Cycle Assessment</i> ; LCA
CAPES	capesdw.capes.gov.br/capesdw	Banco de Teses	
ACV.IBICT	acv.ibict.br/publicacoes	Artigos; Teses e Dissertações	

A Scielo apenas disponibiliza artigos, não são encontrados monografias, dissertações e teses. Na CAPES, o levantamento foi feito apenas no banco de teses, não compreendendo artigos. Já na plataforma IBICT, específica para disseminação de assuntos relacionados à ACV, a procura foi realizada nos dois blocos de publicação: artigos e banco de teses, como observado na tabela IV.2.

Tabela IV.2 – Base de dados em cada biblioteca virtual (Fonte: elaboração própria)

BASE DE DADOS	BIBLIOTECA VIRTUAL		
	SCIELO	CAPES	IBICT
Artigos	X		X
Monografia, dissertação, tese		X	X

Os dados encontrados na pesquisa foram tabelados no programa de planilhas da Microsoft®, Excel 2003®, identificados e quantificados por ano, tipo (artigo, monografia, dissertação ou tese) e área de publicação. Com exceção dos artigos, as demais publicações foram ainda tabeladas quanto à instituição de publicação. Este tratamento não foi aplicado aos artigos devido ao fato recorrente de autores do mesmo trabalho pertencer a intuições distintas.

É importante informar que na base de dados do IBICT, além das teses, estão também incluídas as monografias e dissertações.

Dentre as publicações encontradas, aquelas referentes à área farmacêutica foram destacadas e, após análise crítica, obteve-se como e quanto a metodologia de ACV está sendo utilizada em pesquisas nos setores farmacêuticos.

4.1 Limitações do Estudo

Não foi utilizada nenhuma base de dados exclusivamente internacional, embora um dos endereços eletrônicos da Scielo (www.scielo.org) e o IBICT considerem artigos publicados em revistas e eventos internacionais.

O banco de teses da CAPES não disponibilizou resultados para o ano de 2011, mesmo que até o mês de agosto, apenas até o ano de 2010.

5. Resultados e Discussão

5.1 Análise Geral

As pesquisas realizadas nas bibliotecas virtuais Scielo, CAPES e IBICT, utilizando as palavras-chaves ‘Avaliação Ciclo Vida’ e ‘*Life Cycle Assessment*’ e suas siglas ‘ACV’ e ‘LCA’, resultaram, em conjunto, em 259 entradas que foram separados quanto ao tipo de publicação (artigo, monografia, dissertação ou tese) para cada uma das fontes (tabela V.1).

Todas as entradas duplicadas foram identificadas, totalizando 204 publicações. Os valores separados por tipo de publicação podem ser vistos na tabela V.2 a seguir.

Tabela V.1 – Tipos de publicação por biblioteca virtual (Fonte: elaboração própria)

TIPO DE PUBLICAÇÃO	BIBLIOTECA VIRTUAL		
	SCIELO	CAPES	IBICT
Artigo	10	N/A	41
Monografia	N/A	13	8
Dissertação	N/A	85	59
Teses	N/A	25	18
<i>Total de publicações</i>	10	123	126

(Legenda: N/A = não se aplica)

Tabela V.2 – Número de publicações por tipo (Fonte: elaboração própria)

TIPO DE PUBLICAÇÃO	Nº TOTAL DE PUBLICAÇÕES
Artigo	Scielo + IBICT
	47
TIPO DE PUBLICAÇÃO	CAPES + IBICT
Monografia	15
Dissertação	109
Teses	33
<i>Total de publicações</i>	204

Para CAPES e IBICT, não considerando os artigos, observa-se que o maior volume de publicação é devido aos cursos de mestrado (as dissertações – 69,4% em ambos), seguido dos doutorados (as teses – 21,0%) e, por fim, as monografias de pós-graduação em nível de especialização (9,6%).

Quanto ao ano de publicação, os resultados, apresentados na tabela V.3, obtidos são descontínuos, mas podemos observar na figura V.1 um aumento nas publicações, embora com oscilações. O ano de maior publicação é 2007 com 27 trabalhos (2 artigos e 25 trabalhos de conclusão de cursos de pós-graduação).

Tabela V.3 – Quantidade de publicações por ano (Fonte: elaboração própria)

ANO DE PUBLICAÇÃO	ARTIGOS	BANCO DE TESES
1997	0	1
1998	0	3
1999	1	3
2000	0	8
2001	0	5
2002	2	8
2003	4	17
2004	4	21
2005	6	15
2006	3	9
2007	2	25
2008	3	22
2009	5	16
2010	14	4
Até agosto de 2011	3	0
<i>Total de publicações</i>	47	157

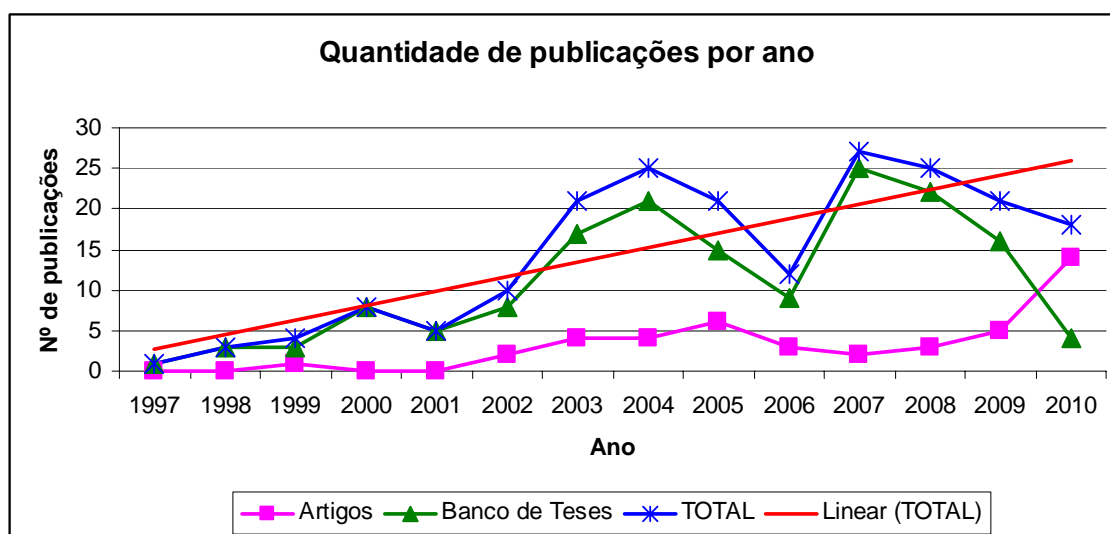


Figura V.1 – Número de publicações por ano (Fonte: elaboração própria)

É importante destacar que para este trabalho foram considerados os dados levantados até o mês de agosto de 2011, por esse motivo, este ano (com dados incompletos) não está sendo considerado no gráfico da figura V.1.

Também foi considerada a instituição de publicação para os trabalhos de conclusão de curso (monografia, dissertação e tese). Os artigos não foram incluídos, pois é recorrente o fato de autores do mesmo trabalho pertencerem a instituições distintas. O resultado desta avaliação está na tabela V.4, onde se observa a Universidade de São Paulo (USP) com significativo destaque no número de publicações (24,2%). As demais instituições com volume em destaque são a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP – 8,3%), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC – 5,7%), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS – 5,1%), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade de Brasília (UnB), ambas com 4,6% das publicações.

O departamento de engenharia química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), com o objetivo de contribuir para a minimização dos impactos ambientais negativos causados por indústrias químicas e pelas demais atividades antrópicas, criou o Grupo de Prevenção da Poluição (GP2), coordenado pelo professor e atual presidente da Associação Brasileira de Ciclo de Vida (ABCV) Gil Anderi. O fato da principal linha de pesquisa do GP2 ser a ACV justifica a posição da USP como principal instituição em números de publicações na área (EPUSP, 2011).

Tabela V.4 – Quantidade de publicações por instituição (Fonte: elaboração própria)

INSTITUIÇÃO DE PUBLICAÇÃO	Nº DE PUBLICAÇÕES
USP/SP	38
UNICAMP/SP	13
UFSC/SC	9
UFRGS/RS	8
UFRJ/RJ	7
UnB/DF	7
UTFPR	6
UFSM/RS	5
UNIFEI/MG	5
FURB/SC	4
IPT/SP	4
UFBA/BA	4
UFF/RJ	4
UFPR/PR	4
UNESP/SP	4
CEFET/RJ	3
UNISC/SC	3
IMT/SP	2
PUC/RJ	2
UFMG/MG	2
UFPA/PA	2
UFSCAR/SP	2
UNIMEP/SP	2
UNIVILLE/SC	2
EESC/SC	1
PUC/RS	1
UCS/RS	1
UDESC/SC	1
UESC/SC	1
UFES/ES	1
UFOP/MG	1
UFU/MG	1
UFV/MG	1
UNIARA/SP	1
UNIDERP/MS	1
UNIP/SP	1
UNITAU/SP	1
UNIVATES/RS	1
UP/PR	1
<i>Total</i>	<i>157</i>

A tabela V.5 mostra a quantidade de trabalhos reunidos por estado onde as instituições de publicação estão localizadas e a figura V.2, por região brasileira.

Tabela V.5 – Quantidade de publicações por estado de localização das instituições (Fonte: elaboração própria)

ESTADO DE PUBLICAÇÃO		Nº DE PUBLICAÇÕES
1º	SP	68
2º	SC	21
3º	RJ	16
4º	RS	16
5º	PR	11
6º	MG	10
7º	DF	7
8º	BA	4
9º	PA	2
10º	ES	1
11º	MS	1
<i>Total</i>		<i>157</i>

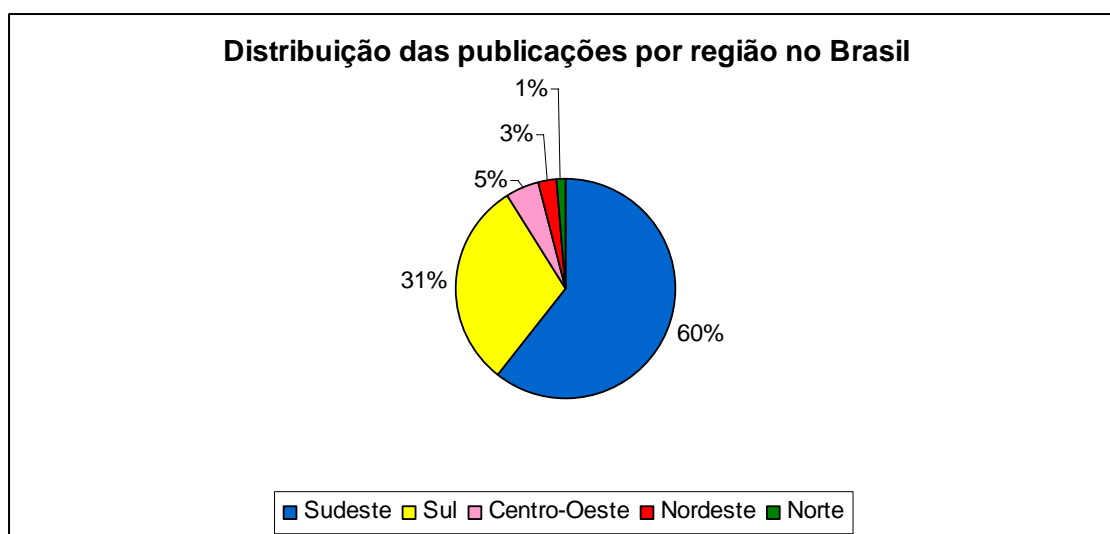


Figura V.2 – Quantidade de publicações por região brasileira de localização das instituições (Fonte: elaboração própria)

A caracterização dos resultados mais significativa para este trabalho é a classificação por área de publicação, na tabela V.6. As publicações em sua maioria são da área ambiental (ciências e engenharia ambiental), com 23,0%, e das engenharias

(48,0%), com destaques para Engenharia química (15,7%), Engenharia mecânica, de materiais ou metalúrgica (14,2%) e Engenharia de produção (13,2%).

Tabela V.6 – Área temática de publicação por biblioteca virtual (Fonte: elaboração própria)

ÁREA TEMÁTICA DE PUBLICAÇÃO	ARTIGOS	BANCO DE TESES	TOTAL
Ciências e engenharia ambiental	14	33	47
Engenharia química	9	23	32
Engenharia mecânica, de materiais, metalúrgica	7	22	29
Engenharia de produção	3	24	27
Interdisciplinar/Outras	2	23	25
Energia	5	9	14
Engenharia civil	1	9	10
Alimentos	3	3	6
Administração	0	5	5
Arquitetura e urbanismo	0	3	3
Ciências da informação	2	1	3
Desenho industrial	1	2	3
<i>Total</i>	<i>47</i>	<i>157</i>	<i>204</i>

Entre os 47 artigos encontrados, a maior parte (27 artigos ou 57,4%) foi publicada em periódicos ou eventos internacionais.

Em 2007, Lima *et al*, publicou na 2ª Conferência Internacional sobre Avaliação do Ciclo de Vida, um artigo a respeito da evolução dos trabalhos de ACV nas instituições acadêmicas brasileiras. A presente monografia corrobora com os dados apresentados por Lima *et al* de que houve um elevado número de trabalhos de conclusão de cursos, no caso, dissertações e teses, publicados no ano de 2004. As áreas com maior participação foram as engenharias, com destaque para a engenharia química na época do estudo, e a predominância da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) como instituições que mais publicaram.

Atualmente, como já destacado, as áreas de ciências e engenharia ambiental detém a maior parte dos trabalhos publicados, ficando a engenharia química em segundo lugar seguida de outras engenharias. A metodologia de ACV é uma ferramenta da gestão ambiental, o que explica os cursos na primeira colocação, porém como é facilmente dominada por engenheiros e aplicada aos mais diferentes sistemas de produtos, seu uso é justificado nas demais áreas da engenharia.

5.2 Publicações de ACV na Área Farmacêutica

Nenhum trabalho foi encontrado publicado especificamente na área farmacêutica, mas existem dois com assuntos relacionados à indústria farmacêutica, ambos publicados na área de engenharia química.

No IBICT, o artigo de CAROLE *et. al.* (2008) intitulado “*Use of Life Cycle Assessment in Evaluating Solvent Recovery Alternatives in Pharmaceutical Manufacture*”, na área de engenharia química, foi publicado na 8ª Conferência Internacional sobre Balanço Ecológico no Japão em 2008.

Ainda no IBICT, no banco de teses, foi encontrada a monografia de conclusão de curso profissionalizante de BIDO (2007) com o título “Aplicação da Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida no Setor Farmoquímico: Comparação dos Processos Produtivos da Heparina de Origem Suína e Bovina”, publicado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), na área de Engenharia Química. Este trabalho também foi encontrado na CAPES.

Tabela V.7 – Publicações relacionadas à área farmacêutica (Fonte: elaboração própria)

Publicação	Tipo	Ano	Instituição	Área
CAROLE W.A., et. al.	artigo	2008	Rowan University/ New Jersey	Engenharia química
BIDO, C.M.	monografia	2007	IPT/SP	Engenharia química

A primeira publicação, de Carole *et al* (2008), trata-se de um estudo dentro de uma indústria farmacêutica multinacional, cujo objetivo foi comparar várias opções de tratamento dos resíduos gerados na fabricação de uma matéria-prima para um medicamento. A aplicação da ferramenta de ACV permitiu definir o desempenho ambiental de cada opção de tratamento, permitindo a escolha do melhor método, segundo critérios da indústria. A técnica escolhida diminuiu o gasto com matéria-prima em 43% pois permitiu, através de um sistema de recaptação, separação e purificação, o reuso do componente na produção. Esta etapa no processo evitou que o componente fosse incinerado como resíduo, reduzindo o custo total da produção em 72%. As emissões totais foram reduzidas em 91,9% e a de dióxido de carbono (CO₂) em 94,7%.

O trabalho de Bido (2007) consistiu na comparação da ACV de dois processos produtivos de uma matéria-prima farmacêutica com origem animal, uma de origem

bovina e outra, suína. Através do levantamento comparativo das conseqüências ambientais associadas à geração de resíduos e emissões, consumo de recursos naturais (principalmente água) e energia, o processo com origem suína se mostrou menos impactante ambientalmente, embora os dois processos também causem impactos positivos como a captação de dióxido de carbono (CO₂). Bido destaca ainda as limitações de sua pesquisa como a falta de dados para este tipo de estudo, o que torna seus resultados preliminares.

6. Considerações Gerais

Por meio da pesquisa realizada, foi possível atender aos objetivos específicos propostos inicialmente no trabalho de quantificar e avaliar as publicações científicas disponíveis nas bibliotecas virtuais do Scielo, CAPES e IBICT até o mês de agosto de 2011.

O levantamento dos trabalhos publicados de ACV no setor farmacêutico, nas bases de dados citadas, indicando um reduzido número de estudos, explicita a necessidade de maior disseminação da metodologia na área, uma vez que a mesma é fortemente cobrada quanto ao cuidado com o meio ambiente.

Para as organizações ligadas à cadeia de medicamentos, o sistema de gestão ambiental integrado ao sistema de gestão da qualidade fornecerá dados e informações para a aplicação da ferramenta de ACV nos processos ou produtos. A gestão integrada de materiais e resíduos revelará oportunidades na busca pelo aumento da produtividade, redução de perdas e aumento da eficiência produtiva, aliados à preservação ambiental.

Por fim, destaca-se a importância para a difusão do pensamento de ciclo de vida nos laboratórios farmacêuticos, público e privados, e a discussão das questões relacionadas à preservação e recuperação do meio ambiente por parte das organizações de saúde no Brasil.

Referências Bibliográficas

- ABCV. Associação Brasileira de Ciclo de Vida. Histórico do desenvolvimento da ACV. Disponível em: <<http://www.abcvbrasil.org.br/historiadaacv.php>>, acesso em: 04 mai 2011.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040: Gestão ambiental 1 - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura: Rio de Janeiro, 2009.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14044: Gestão ambiental 1 - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações: Rio de Janeiro, 2009a.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Institucional. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/cb38/quemsomos.asp>>, acesso em 10 mar 2010.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 182p.
- AZEVEDO, Sandra Maria Zulian de; SPALDING, Silvia Maria. Gerenciamento de Resíduos em Laboratório Oficial Farmacêutico. Porto Alegre: UFRS, 2009.
- BARATA, Martha Macedo de Lima. Risco Climático, Saúde Humana e Convenção do Clima. Radis Comunicação em Saúde. Vol. 103. p 23, 2011.
- BASTOS, André Luis Almeida. Modelo de Apoio à Seleção de Produtos para a Fabricação Baseado na Performance Ambiental e nos Objetivos Estratégicos da Organização. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- BATALHA, Alice Aurora; LIGIÉRO, Simone Dornellas; FUKASE, Lucia Toshie. Planejamento para implantação do Sistema de Gestão Ambiental em um laboratório de análise de água de pequeno porte: o estudo de caso da Aqualar Análise Laboratorial. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre. Anais... Rio Grande do Sul: ENEGEP, 2005.
- BELEI, Renata Aparecida; TAVARES, Marcelo de Souza; PAIVA, Neuza da Silva. Lixo hospitalar: Viabilidade Econômica de uma Fonte Alternativa de Recursos em um Hospital Universitário. Revista Espaço para a Saúde. Londrina. Vol. 3, pp. 20-25, 2004.

- BELLEN, H. M. V. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2006.
- BIDO, Fernanda Cristina Milanin. Aplicação da metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida no Setor Farmoquímico: Comparação dos Processos Produtivos da Heparina de Origem Suína e Bovina. 72f. Dissertação (Mestrado em Habitação: Processos Industriais) – Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo, São Paulo, 2007.
- BRAGA, Benedito, et al. Introdução à Engenharia Ambiental: o Desafio do Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 ago. 2010.
- BRASIL. Governo Federal. Blog do Planalto. Política Nacional de Resíduos Sólidos une proteção ambiental à inclusão social. Disponível em: <<http://blog.planalto.gov.br/politica-nacional-de-residuos-solidos-une-protecao-ambiental-e-inclusao-social/>>, acesso em: 26 abr 2011.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre Tratamento e a Disposição Final dos Resíduos dos Serviços de Saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 maio 2005.
- BRASIL. Resolução RDC nº 17, de 16 de abril de 2010. Dispõe sobre as Boas Práticas de Fabricação de Medicamentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 abr. 2010a.
- BRASIL. Resolução RDC nº 306, de 7 DE DEZEMBRO DE 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 dez. 2004.
- CAPRA, Fritjof. As conexões ocultas: Ciência para uma vida sustentável. 4ª Ed. São Paulo: Cultrix, 2002.
- CAROLE, W.A., et al. Use of Life Cycle Assessment in Evaluating Solvent Recovery Alternatives in Pharmaceutical Manufacture. In: 8th International Conference on EcoBalance. Tokyo, Japan, 2008.

- CESAR, T. Marketing de relacionamento e a indústria farmacêutica. Dissertação de mestrado. Administração Estratégica/Universidade de Salvador, Salvador, BA, Brasil, 2005.
- CHEHEBE, J. R. Análise do ciclo de vida de produto: ferramenta gerencial ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, CNI, 1997.
- COSTA, A. M.; CARVALHO, J. L. F. Legitimando papéis ou conciliando interesses? A reprodução discursiva da responsabilidade social empresarial. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 2005, Brasília. Anais... Brasília DF: 2005.
- EPUSP. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. Grupo de Prevenção da Poluição - GP2. Sobre o Grupo. Disponível em: <http://gnmd.lme.usp.br/old/pol/i/?grupo_id=21&mod=gs>, acesso em: 22 nov 2011.
- FARIAS, Egenilton Rodolfo de; et al. A influência da certificação ISO 14001 nas empresas: gestão ambiental empresarial. Disponível em: <http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/ga_art_24.doc>, acesso em 30 ago 2007.
- FORNACIARI, Karla Volponi. Avaliação das práticas de manejo de resíduos de serviços de saúde (RSS) na Faculdade de Odontologia/UERJ. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- GRIMBERG, Elizabeth. A Política Nacional de Resíduos Sólidos: a responsabilidade das empresas e a inclusão social. In: CAMPOS, Jayme de Oliveira; BRAGA, Roberto. Gestão de resíduos: valorização e participação. Rio Claro: LPM/IGCE/UNESP, 2005. pp 11-16.
- HASWANI, Mariângela. A comunicação do Estado democrático de direito na mobilização para a sustentabilidade. In: II Congresso Brasileiro Científico de Comunicação Organizacional e de Relações Públicas. Minas Gerais. Anais. Belo Horizonte: Abrapcorp, 2008.
- IBICT. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Normalização: Série ISO. Disponível em: <<http://acv.ibict.br/normas>>, acesso em: 05 jun 2010.

- LAMB, Celina Rosa. Projeto Brasileiro Inventário do Ciclo de Vida para Competitividade Ambiental da Indústria Brasileira (SICV Brasil). Palestra apresentada na Mesa Redonda Disseminação do ciclo de vida no Brasil e a base de dados brasileira. In: II Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida de Produtos e Serviços: Colaborando com Decisões Sustentáveis. Florianópolis. Anais... Santa Catarina: CBGCV, 2010.
- LIMA, Ângela Maria Ferreira; CALDEIRA-PIRES, Armando; KIPERSTOK, Asher. Evolução dos trabalhos de avaliação do ciclo de vida nas instituições acadêmicas brasileiras. In: Conferência Internacional Ciclo de Vida. São Paulo. Anais... São Paulo: CILCA, 2007.
- LOPES, Rodrigo José Ferreira; OLIVEIRA, Ivanir Luis de; MATOS, Simone Nasser. Tecnologia da Informação como Ferramenta Empresarial para a Gestão Ambiental. In: Congresso Internacional de Administração. Ponta Grossa. Anais... Paraná: ADM, 2009.
- MACHADO, Kátia; DOMINGUEZ, Bruno. Lixo: o 'Primo Pobre' do Saneamento Básico. Radis Comunicação em Saúde. Vol. 102. p 8-14, 2011.
- MACEDO, J. A.B. As indústrias farmacêuticas e o sistema de gestão ambiental. Revista FÁRMACOS & MEDICAMENTOS Vol.1, n.4, p. 46-50, mai/jun 2000.
- MATTOS, E. D.; SILVA, S. A.; CARRILHO, C. M. D. M. Lixo Reciclável: uma experiência aplicada no ambiente hospitalar. In: VI Congresso Brasileiro de Controle de Infecção e Epidemiologia Hospitalar. Campos do Jordão. Anais. São Paulo: ABIH, 1998.
- MONDARDO, Milton, Filho; FRANK, Beate. Balanço ambiental de processos como ferramenta de gestão ambiental. In: XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2000, São Paulo. XX Encontro Nacional de Engenharia da Produção. Livro de Resumos. São Paulo: USP, pp. 111-112, 2000.
- NAZARIO, Tatiane Gomes; VIANA, Ednilson; GONÇALVES, Teresinha Maria. Gestão dos Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde na cidade de Criciúma/SC In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre. Anais... Rio Grande do Sul: ENEGEP, 2005.

- PEIXOTO, José Antônio; XAVIER; et al. A avaliação de ciclo de vida como instrumento didático na formação do engenheiro. In: Congresso Brasileiro de Engenharia. Recife. Anais... Pernambuco: Cobenge, 2009.
- PEREZ, Angélica. Nosso Futuro Comum, 20 Anos. Disponível em: <http://sustentabilidade.bancoreal.com.br/cursos/Documents/artigo_Gro.pdf>, acesso em: 08 maio 2011.
- PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=43>>, acesso em: 12 abr 2011.
- PONTES, André Teixeira. Representação e análise da cadeia de suprimentos do Laboratório Farmacêutico da Marinha. 140f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2010.
- SANTOS, Claudia Fátima Moraes. Gestão ambiental nas indústrias de laticínios e de embalagens longa vida: a importância da interação universidade/empresa. Produto e Produção. Vol. 5 (2), pp 1-15, 2001.
- SARAIVA, Gabriela Delgado Ibrahim. Aplicação da metodologia de ACV como apoio para avaliação do desempenho operacional na produção de sacos plásticos usando material reciclado: um estudo de caso. 164 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2007.
- SILVA, Carlos Ernando; HOPPE, Alessandro Eduardo. Diagnostico dos Resíduos do Sistema de Saúde no Interior do Rio Grande do Sul. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 10, pp.146-155. 2005.
- SOUZA, Sabrina Rodrigues; et al. A utilização da avaliação do ciclo de vida em sistemas de gestão ambiental: Modelos de aplicação. INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção. Vol. 2, pp. 90-98, 2010.
- TCR. The Club of Rome. Organisation. Disponível em: <<http://www.clubofrome.org/eng/about/3/>>, acesso em: 12 abr 2011.
- TCR. The Club of Rome. The Story of the Club of Rome. Disponível em: <<http://www.clubofrome.org/eng/about/4/>>, acesso em: 12 abr 2011a.

UGAYA, Cássia. Análise de Ciclo de Vida de Produtos / Software SIMAPRO. Rio de Janeiro: INT, 2007.

VELAGALETI, Ranga; BURNS, Philip. A review of the industrial ecology of particulate pharmaceuticals and waste minimizations approaches. Particulate Science and technology. Vol. 25, pp. 117-127, 2007.

WCED. World Commission on Environment and Development. Our Common Future: The World Commission on Environment and Development. Oxford, Oxford University Press, 1987.