

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/321058197>

GESTÃO DA QUALIDADE APLICADA AO PROCESSO DE PROJETO DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) PARA EDIFICAÇÕES

Conference Paper · November 2017

CITATION

1

READS

5,230

2 authors:



Lucas Caldas

Federal University of Rio de Janeiro

117 PUBLICATIONS 677 CITATIONS

SEE PROFILE



Monica Santos Salgado

Federal University of Rio de Janeiro

103 PUBLICATIONS 152 CITATIONS

SEE PROFILE



Simpósio Brasileiro de Qualidade do
Projeto no Ambiente Construído

GESTÃO DA QUALIDADE APLICADA AO PROCESSO DE PROJETO DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) PARA EDIFICAÇÕES¹

CALDAS, Lucas Rosse

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU/UFRJ, e-mail: lrc.ambiental@gmail.com

SALGADO, Mônica Santos

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura PROARQ/FAU/UFRJ, e-mail:
monicassalgado@ufrj.br

RESUMO

Tendo em vista a necessidade de um desenvolvimento mais sustentável, espera-se que os projetos das edificações considerem os impactos ambientais. A metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) vem ao encontro desse momento, e pode ser uma importante ferramenta a ser adotada pelos profissionais. Naturalmente, a adoção dessa ferramenta requer adequada gestão e organização do processo de projeto. Parece coerente buscar, nos requisitos estabelecidos pelas normas de Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ), a orientação para a organização de procedimentos visando à sistematização na metodologia de ACV aplicada às edificações. Nesse sentido, a gestão e organização do processo de projeto devem ser revistas. Desta forma, o presente estudo apresenta duas propostas: a discussão da adoção da ACV durante o processo de projeto; A integração da rotina proposta com os requisitos da norma de gestão da qualidade NBR ISO 9001 (ABNT, 2015). A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica e documental. Também é apresentada uma proposta que associa a Análise de Preliminar de Risco (APR) como ferramenta interessante para a gestão e controle do processo de projeto considerando metas ambientais. Os resultados indicam o potencial da associação SGQ / ACV / APR e a facilidade do método.

Palavras-chave: Gestão da qualidade, Avaliação do ciclo de vida, Projeto de edificações.

ABSTRACT

Considering the urgent necessity to review procedures towards sustainable development, it is necessary to consider environmental impacts - particularly in civil construction industry. The Life Cycle Assessment (LCA) methodology is an important tool to be adopted by professionals. However, it is known that to achieve best design solutions (particularly considering the environmental goals) it is necessary to integrate the design solutions and also the professionals and the requirements set in standards of Quality Management Systems (QMS), could be adopted as a guideline for the systematization of the LCA. In this sense, the management and organization of the design process should be reviewed. Thus, the present study presents two proposals: the discussion of the adoption of LCA during design process, and the integration of the proposed routine with the requirements of the quality management standard NBR ISO 9001 (ABNT, 2015). The methodology used was the bibliographic and documentary review. It is also presented a proposal that associates Hazard Risk Analysis (HRA) as interesting tool for the management and control of the design process considering environmental targets. Results indicates the potential of the association QMS/LCA/HRA and the facility of the method.

Keywords: *Quality management, Life cycle assessment, Building design.*

¹ CALDAS, L. R.; SALGADO, M. M. Gestão da Qualidade Aplicada ao Processo de Projeto de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para Edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2017 - João Pessoa-PB; Anais...PortoAlegre: ANTAC.p x-y

1 INTRODUÇÃO

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) tem sido considerada internacionalmente como a ferramenta (ou metodologia) mais confiável para avaliação dos impactos ambientais de produtos ou processos, com crescente demanda no setor da construção civil e de edificações (CABEZA et al., 2014; ANAND e AMOR, 2017).

No entanto, a maior parte desses estudos, principalmente aqueles voltados para edificações, ainda estão restritos ao ambiente acadêmico. Entretanto, tendo em vista o aumento da pressão direcionada à avaliação e quantificação dos impactos ambientais e à necessidade de um desenvolvimento mais sustentável desse setor, espera-se que os projetos de edificações incorporem os indicadores de seus potenciais impactos ambientais (SILVA e SILVA 2015). Neste sentido, a utilização da ACV para a mensuração desses impactos tende a ser a ferramenta mais adequada.

Uma novidade que mostra a tendência da utilização da ACV no setor de edificações, foi a recente atualização do selo de certificação americano *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que em sua versão 4 incorporou a necessidade de se realizar ACV dos componentes da edificação. Neste sentido, espera-se que essa tendência também seja difundida entre outros selos de certificação ambiental de edificações.

Dessa forma, pensando em futuro próximo, acredita-se que a ACV das edificações tornar-se-á um modelo complementar a ser perseguido pelos construtores.

Salgado (2011) afirma que a interoperabilidade entre os profissionais é um pré-requisito para o projeto sustentável e exige a organização de procedimentos para garantir o intercâmbio de informações entre os profissionais durante o processo de projeto, bem como um processo de gestão documentado. Dessa forma, entende-se a necessidade de pensar em um sistema de gestão da qualidade voltada ao processo de projeto, principalmente aplicada ao setor de edificações que considere a incorporação dos requisitos de sustentabilidade ambiental.

Neste contexto, é necessário incorporar requisitos (qualitativos) e critérios (quantitativos) relacionados à qualidade no processo de projeto, por meio de uma organização, de forma sistematizada, passível de rastreabilidade e com menor probabilidade de ocorrência de falhas ou erros.

A preocupação por uma melhor qualidade de seus processos e produtos, seja por valores internos da empresa ou pressão das partes interessadas (*stakeholders*), como financiadores, clientes, entre outros, levou e tem levado diversas empresas, de diferentes setores, a elaborarem e implantarem seus sistemas de gestão da qualidade, sendo que muitas deles baseadas na norma internacional da série ISO 9000 (CASADESÚS, MARIMON e HERAS, 2008).

O presente estudo teve dois objetivos: discutir uma rotina para elaboração de projetos de ACV para edificações, com base nas normas de ACV e normas europeias específicas para edificações; integração da rotina proposta com os requisitos da norma de gestão da qualidade a NBR ISO 9001 (ABNT, 2015), apresentando em quais pontos essa norma pode auxiliar e melhorar a qualidade desse tipo de projeto.

2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A primeira etapa consistiu na pesquisa bibliográfica em livros, dissertações, teses e artigos científicos (nacionais e internacionais publicados em periódicos e anais de eventos) para a obtenção de parte do referencial teórico apresentado neste estudo, como também contextualizar sobre o objeto de estudo e qual sua importância em relação a contribuição no setor da construção civil.

A segunda etapa para a definição da metodologia foi pesquisar quais as principais normas para a elaboração de um projeto de ACV voltada para edificações e posteriormente relacionar com a última versão da norma de gestão da qualidade, a NBR ISO 9001 (ABNT, 2015), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Construção do guia metodológico para elaboração de projetos de ACV para edificações



Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Optou-se por seguir as normas europeias EN 15978 (CEN, 2011) e EN 15804 (CEN, 2013) pelo fato de utilizarem a abordagem da ACV aplicada de forma específica para as edificações, além de serem bastante difundidas em muitos países europeus e possibilitar, em caso de ser seguida, a elaboração de Declarações Ambientais de Produtos (DAPs). Pretende-se aqui propor um modelo de projeto de ACV que pode ser entendido como um produto contendo um perfil ambiental. Neste sentido, essas três normas foram pesquisadas e avaliadas a fim de propor um guia metodológico para a elaboração de projetos de ACV para edificações.

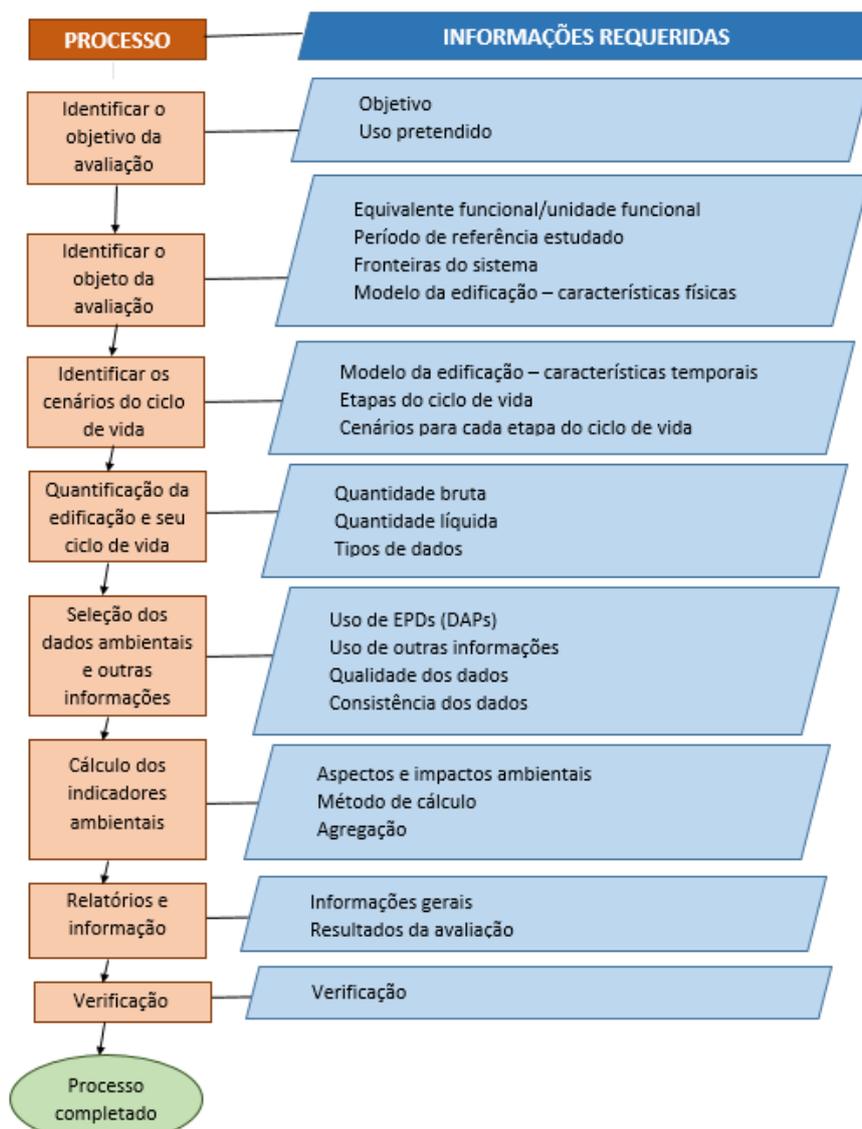
A partir da análise das referidas normas foram cruzadas informações a fim de se evidenciar o que pode ser aproveitado de cada uma e ao final chegar a um resultado final, melhorado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Processo de projeto de ACV para edificações

De acordo com a NBR ISO 14040 (ABNT, 2009), a metodologia de ACV é dividida em quatro etapas: (1) Definição do objetivo e escopo; (2) Análise de inventário; (3) Avaliação de impacto do ciclo de vida e (4) Interpretação. Na Figura 2 é apresentado o processo de projeto que deve ser seguido caso se deseje atender a EN 15978 (CEN, 2011) e a EN 15804 (CEN, 2013).

Figura 2 – Fluxograma do processo de avaliação de edificações utilizando a ACV



Fonte: EN 15978 (CEN, 2011), tradução nossa (2017)

Uma das etapas mais importantes é a análise do inventário, é nesta etapa que serão escolhidos quais os dados irão compor o projeto. Existem diversos bancos de dados no mundo, sendo que um dos mais utilizados é o suíço Ecoinvent (SILVA e MASONI, 2016). Como relatado anteriormente, o Brasil, ainda encontra-se em estágio embrionário no assunto ACV e ainda não possui um banco de dados específico e consolidado para o setor da construção civil, apenas alguns casos isolados.

Normalmente, nos bancos de dados existentes, como o Ecoinvent, a maioria dos materiais de construção possuem como dados de entrada e saída a unidade funcional em massa (em kg) e assim, a forma mais fácil de compatibilizar com os dados da edificação é convertê-los em massa. Essa conversão pode ser feita utilizando normas técnicas, fichas técnicas dos produtos, entre outros. A partir do objetivo e escopo definidos, materiais quantificados e análise do inventário é possível calcular o perfil ambiental da edificação.

As normas EN 15978 (CEN, 2011) e a EN 15804 (CEN, 2013) dividem o ciclo de vida de edificações em módulos (A, B e C), como apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Etapas do ciclo de vida da edificação considerados nas normas EN 15978 (CEN, 2011) e a EN 15804 (CEN, 2013)

Etapas do ciclo de vida	Produto			Construção		Uso							Fim de vida				Benefícios e cargas além das fronteiras	
	Módulos	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3		C4
		Extração Matérias primas	Transporte das matérias primas	Manufatura	Transporte até o canteiro de obras	Construção	Uso	Manutenção	Reparo	Substituição	Reforma	Uso de energia operacional	Uso de água operacional	Demolição/Desconstrução	Transporte até a destinação final	Processamento dos resíduos	Disposição final	Retuso/Recuperação/Reciclagem
Berço ao portão	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Berço ao portão com opções	M	M	M	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Berço ao túmulo	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	O

M- Mandatório. O - Optativo.

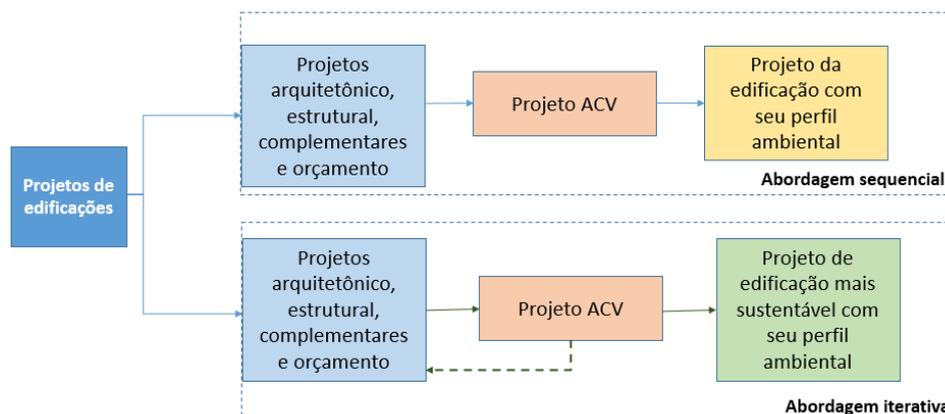
Fonte: EN 15804 (CEN, 2013)

Neste sentido, o projeto pode ter diferentes escopos, podendo ser do tipo “berço ao portão”, “berço ao portão com opções” e “berço ao túmulo”. Sendo que para cada escopo existem etapas mandatórias (M) e optativas (O).

As normas citadas anteriormente também trazem a lista de impactos ambientais a serem considerados neste tipo de projeto, sendo eles: potencial de aquecimento global para 100 anos (GWP), depleção da camada de ozônio (ODP), acidificação (AP), eutrofização (EP), formação de foto oxidantes (POCP), depleção abiótica de elementos (ADP-e) e depleção abiótica de combustíveis fósseis (APD-ff). Foram considerados esses impactos no presente estudo.

Pensando no processo de projeto de ACV para edificações ele pode ser usado para duas funções, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Processo de projeto da ACV para edificações



Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

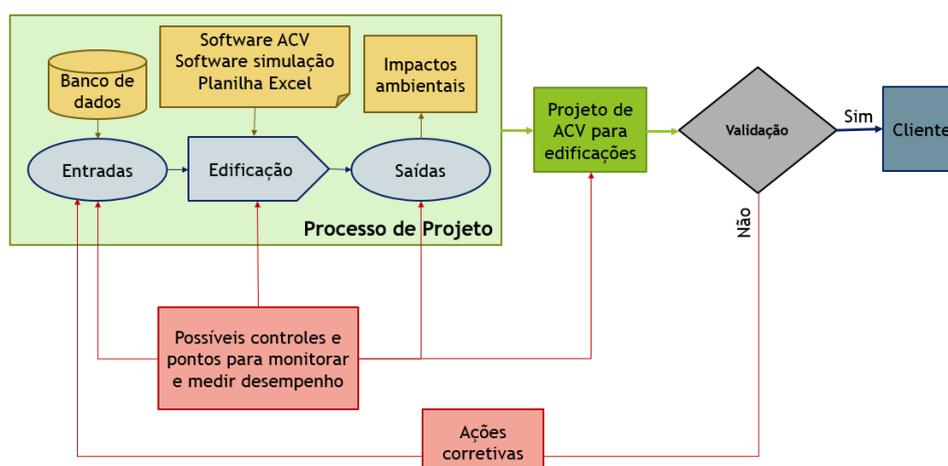
Observam-se duas abordagens possíveis a partir da elaboração de projetos de ACV. A primeira, denominada de abordagem sequencial, refere-se a um modelo em que o projeto de ACV começa a ser iniciado a partir da finalização dos projetos arquitetônico, estrutural, complementares e orçamento, obtendo como resultado final um perfil ambiental do projeto de edificação proposto. Enquanto o segundo, chamado de abordagem iterativa, o processo de projeto de ACV ocorre de forma simultânea aos outros projetos, tendo como principal objetivo a produção de um projeto mais sustentável em termos ambientais, pois a partir do momento que os impactos ambientais de diferentes soluções são avaliados, pode-se optar por aquela solução mais interessante do ponto de vista técnico, ambiental e econômica. Espera-se que a segunda abordagem seja mais complexa, no entanto, dependendo do objetivo a ser atingido e dependendo do grau de maturidade dos projetistas ou empresas de projetos envolvidos pode ser mais interessante.

Do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, a segunda abordagem é a mais interessante, especialmente porque muitos aspectos que levam aos impactos ambientais negativos ocorrerem pela inadequada compatibilização entre as diferentes soluções de projeto. Nesse sentido, a adoção da plataforma BIM (*Building Information Modeling*) cria a oportunidade para auxiliar nessa abordagem, possibilitando a realização do projeto integrado.

3.2 Aplicação do sistema de gestão da qualidade (SGQ) no processo de projeto de ACV para edificações

Buscou-se idealizar como o processo de projeto de ACV para edificações, em conjunto com um SGQ (com base na ABNT NBR ISO 9001:2015), pode ser entendido (Figura 5).

Figura 5- Fluxograma do processo de projeto de ACV com base no SGQ



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da NBR ISO 9001 (ABNT, 2015) e NBR ISO 14040 (ABNT, 2009)

A seguir são apresentados alguns exemplos de como um SGQ aplicado ao processo de projeto de ACV para edificações pode auxiliar.

3.2.1 Proposição de procedimentos operacionais e de fichas de verificação de serviços

Procedimentos operacionais são informações devidamente documentadas que descrevem como certa atividade deve ser realizada. Neste sentido, foi pensado em Procedimentos Operacionais (denominados como POs) específicos para o processo de projeto de ACV para edificações, de acordo com a Figura 6.

Figura 6 – Lista de procedimentos operacionais e fichas de verificação de serviço

PO 1	Extração matérias primas	FVS 1	Extração matérias primas
PO 2	Transporte matérias primas	FVS 2	Transporte matérias primas
PO 3	Manufatura material/componente	FVS 3	Manufatura material/componente
PO 4	Transporte até o canteiro	FVS 4	Transporte até o canteiro
PO 5	Construção	FVS 5	Construção
PO 6	Uso	FVS 6	Uso
PO 7	Manutenção	FVS 7	Manutenção
PO 8	Reparo	FVS 8	Reparo
PO 9	Substituição	FVS 9	Substituição
PO 10	Reforma	FVS 10	Reforma
PO 11	Uso de energia operacional	FVS 11	Uso de energia operacional
PO 12	Uso de água operacional	FVS 12	Uso de água operacional
PO 13	Demolição/Desconstrução	FVS 13	Demolição/Desconstrução
PO 14	Transporte até a destinação final	FVS 14	Transporte até a destinação final
PO 15	Processamento dos resíduos	FVS 15	Processamento dos resíduos
PO 16	Disposição final	FVS 16	Disposição final
PO 17	Resúso/Recuperação/Reciclagem	FVS 17	Resúso/Recuperação/Reciclagem
PO 18	Conferência final de projeto	FVS 18	Conferência final de projeto
PO 19	Apresentação gráfica de projeto	FVS 19	Apresentação gráfica de projeto

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Foi criado um PO específico para cada etapa (módulo do ciclo de vida), sendo que cada PO tem de forma agregada uma ficha de verificação de serviço (FVS), que foram pensadas de forma a verificar se os pontos mais importantes (críticos) de dado PO foram verificados. Espera-se que a partir da conferência desses pontos críticos os erros e riscos sejam minimizados, resultando na melhoria da qualidade do processo de projeto. Optou-se pela divisão a partir dos módulos (A1 até C4) pelo fato de cada um possuir uma metodologia específica de quantificação dos impactos ambientais, de acordo com a EN 15978 (CEN, 2011) e a EN 15804 (CEN, 2013). Foram criados dois POs para junção dos diferentes módulos no projeto (PO 18) e como deve ser a apresentação gráfica do projeto (PO 19). Na Figura 7 é apresentado um exemplo de FVS (FVS 18) aplicada ao processo de projeto de ACV de edificações.

Figura 7 – Exemplo de ficha de verificação de serviço aplicada ao processo projeto de ACV de edificações: conferência final de projeto

Identificação do Projeto: Fundação (projeto E1601 - código projeto)										Revisão: R00/E1601								
Responsável: Fulano xxxx										Data: 05/12/16								
Marcar: A - aprovado. R: Reprovado. - : não se aplica.																		
Etapas do ciclo de vida	Produto				Construção				Uso				Fim de vida		Benefícios e cargas além das fronteiras			
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2		C3	C4	D
Sistemas Edificação	Extração	Matérias primas	Transporte	Manufatura	Transporte	Construção	Uso	Manutenção	Reparo	Substituição	Reforma	Uso de energia operacional	Uso de água operacional	Demolição	Transporte	Processamento dos resíduos	Disposição final	Reuso/Recuperação/Reciclagem
Sistema: Fundação																		
Mudanças climáticas	A	A	A	A	R1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depleção da camada de ozônio	A	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidificação do solo e da água	A	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

R1 - valor muito alto para essa etapa, conferir novamente.
R2 - Anomalia. Dificilmente ocorrerá impactos nesta etapa, conferir novamente.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Um dos requisitos do SGQ, segundo a NBR 9001 (ABNT, 2015) é a necessidade de evidências e rastreabilidade do processo. Neste sentido, a FVS proposta pode atender esses requisitos, pois propicia a quem estiver interessado que o processo de projeto foi verificado e quais as pendências apresentadas e como elas foram sanadas ao longo do processo. Deve ser atribuída a letra A de "aprovado" e R de "reprovado", sendo que quando reprovado, o responsável pela revisão deverá explicitar no local apropriado, os motivos da reprovação e o que deve ser feito para se obter a aprovação.

3.2.2 Tabela de conferência de impactos ambientais

Uma ferramenta interessante e importante que pode ser pensada é um tipo de quadro com valores das sete categorias de impacto ambiental avaliadas para diferentes tipologias de edificação e etapas do ciclo de vida, servindo como uma espécie de gabarito ou valores de referência, ou seja, um tipo de benchmarking (Figura 8).

Figura 8 – Modelo de quadro de conferência dos resultados de impactos ambientais

Categorias	Tipologia: Edificações residenciais unifamiliares														Área: xxx m ²													
	GWP (kgCO ₂ e/m ²)				ODP (kgCFGeq/m ²)				AP (kgSO ₂ /m ²)				EP (kgPO ₄ /m ²)				POCP (kgC ₂ H ₄ /m ²)		ADP-e (Sb)		ADP-ff (MJ)							
	Fundação	Estrutura	Alvenaria	Piso	Cobertura	Esquadrias	Acabamento	Fundação	Estrutura	Alvenaria	Piso	Cobertura	Esquadrias	Acabamento	Fundação	Estrutura	Alvenaria	Piso	Cobertura	Esquadrias	Acabamento	Fundação	Estrutura	Alvenaria	Piso	Cobertura	Esquadrias	Acabamento
A1																												
A2																												
A3																												
A4																												
A5																												
B1																												
B2																												
B3																												
B4																												
B5																												
B6																												
B7																												
C1																												
C2																												
C3																												
C4																												
D																												

Aquecimento global para 100 anos (GWP), depleção da camada de ozônio (ODP), acidificação (AP), eutrofização (EP), formação de foto oxidantes (POCP), depleção abiótica de elementos (ADP-e) e depleção abiótica de combustíveis fósseis (ADP-ff)

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Ao final de um projeto, ou partes do projeto, o profissional, poderá consultar esse quadro e saber se os resultados que ele encontrou estão próximos ou dentro do esperado para dada característica do sistema, etapa e edificação avaliada. Se os resultados estiverem muito distantes, provavelmente algum erro foi cometido, necessitando de revisão do projeto.

Ao decorrer do tempo, com a elaboração de projetos de diversas tipologias, a empresa acabará de forma natural, criando uma sensibilidade desses valores e deverá ir atualizando esses valores com resultados médios. Esses valores podem ser utilizados como um tipo de indicador de qualidade. No modelo apresentado pensou-se nos sistemas da edificação mais importantes, como fundações, estrutura, alvenaria, até o acabamento, mas podem ser pensados em uma forma de organização que atenda a realidade da empresa.

3.2.3 Análise de risco

Em uma análise de riscos primeiramente é necessário mapear os riscos existentes ao longo do processo de projeto, por meio da identificação, localização (onde está ocorrendo), responsabilização (quem são os responsáveis) e hierarquização. A partir desse mapeamento é necessário classificar os riscos de acordo com seu grau de impacto no processo de projeto. Após o processo de mapeamento dos riscos é necessário pensar nas medidas preventivas a serem tomadas para a não ocorrência dos problemas causados por eles.

Nesse sentido, parece pertinente adotar a técnica da APR – Análise Preliminar de Riscos - que auxilia na identificação dos riscos inerentes à realização do trabalho. Pode ser adotada na concepção de projetos, permitindo a classificação dos cenários em categorias de severidade e frequência, que indicam o risco para cada um dos cenários identificados. Barretto (2008) acrescenta que a técnica permite, ainda, rever e comparar os problemas conhecidos por meio de análise de sistemas similares, além de reconhecer e classificar previamente os riscos, priorizando as ações mitigadoras. Associada à ACV, pode permitir classificar as atividades conforme a frequência e o grau de severidade, conforme indica a Figura 9.

Figura 9 – Modelo de análise preliminar de riscos

		FREQUÊNCIA				
		A	B	C	D	E
SEVERIDADE	IV	2	3			
	III	1	2	3		
	II	1	1	2	3	
	I	1	1	1	2	3
SEVERIDADE		FREQUÊNCIA			RISCO	
I. Desprezível		A. Extremamente remota			1. Desprezível	
II. Marginal		B. Remota			2. Menor	
III. Crítica		C. Improvável			3. Moderado	
IV. Catastrófica		D. Provável			4. Sério	
		E. Frequente			5. Crítico	

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

A associação das duas técnicas no sistema de gestão da qualidade auxilia na elaboração de um Plano de Ação visando ao atendimento dos requisitos ambientais. O Quadro 1 apresenta uma proposta dessa associação.

Quadro 1 – APR aplicada aos requisitos de gestão ambiental

Evento	Causa	Consequências	Avaliação do Risco			Providências
			Prob.	Sev.	Risco	
Falta material de construção	Inexistência de controle eficiente	Atraso no cronograma da obra Risco de adquirir material que não atenda aos parâmetros ambientais	E	III	3	Rever PO referente à compra e controle de materiais e instituir treinamento
Inventário ambiental não reflete o contexto real	Falta de qualificação profissional Falta de controle na contratação do prestador de serviço	O projeto foi realizado tomando por base dados equivocados.	C	III	4	Rever PO seleção e contratação de profissionais Rever PO recebimento de serviços prestados
Simulação do desempenho energético não corresponde à realidade	Dados de entrada incompletos ou incorretos. Erro na modelagem do ensaio.	O projeto foi realizado tomando por base dados equivocados.	C	III	4	Rever procedimento de levantamento de dados ambientais. Estabelecer treinamento

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

4 CONCLUSÕES

A partir do que foi discutido ao longo do texto, apresenta-se a proposta de adoção dos requisitos de um SGQ no processo de projeto de ACV para edificações:

- Padronização do processo de projeto por meio dos POs por etapa do ciclo de vida da edificação dentro da empresa que desenvolve projetos para que as questões próprias da sustentabilidade ambiental – especificamente para a aplicação da ACV sejam consideradas;
- Rastreabilidade do processo por meio das FVSs;
- Facilidade de encontrar o local e os motivos que levaram aos eventuais erros, possibilitando ações corretivas;
- Mapeamento dos riscos em termos de probabilidade de ocorrência e grau de impacto, mostrando que erros relacionados à etapa de uso possuem um maior risco de ocorrerem. Sugere-se trabalhar com cenários nesta etapa do ciclo de vida da edificação.

No presente estudo buscou-se relacionar requisitos de um sistema de gestão da qualidade (SGQ), com base na NBR ISO 9001 (ABNT, 2015) no processo de projeto de ACV para edificações, visando apresentar como ocorre esse processo e como um SGQ pode ser inserido e auxiliar nesse procedimento.

Foram apresentadas as etapas do processo de projeto de ACV para edificações, conforme as normas europeias EN 15978 (CEN, 2011) e a EN 15804 (CEN, 2013) e como uma empresa hipotética pode se organizar para a elaboração desses projetos.

Foram apresentados alguns exemplos da aplicação de um SGQ aplicado nesse processo, como: proposição de procedimentos operacionais e fichas de verificação de serviço, aferição dos resultados e análise de riscos.

Conclui-se que a elaboração de um SQG, voltado para o processo de projeto de ACV para edificações, pode auxiliar nas diversas etapas envolvidas, possibilitando a rastreabilidade e padronização do processo e melhorando a qualidade do projeto final. Nesse sentido, entende-se que a adoção da ferramenta APR pode auxiliar na medida que indicaria os pontos-chave na manutenção de um sistema de gestão que possa garantir o atendimento aos requisitos de sustentabilidade ambiental.

Como estudo futuro recomenda-se a pesquisa em alguma empresa/escritório que esteja desenvolvendo projetos e que utilizem ACV voltada para o setor de edificações para a aplicação dos exemplos pensados.

Por fim, os autores apontam a necessidade de se pensar nas implicações setoriais para a inserção da ACV no processo de projeto das edificações brasileiras, com ênfase para o papel desempenhado pelos fornecedores de materiais de construção e projetistas.

Atualmente nações em desenvolvimento já possuem a disposição informações referentes à ACV de alguns dos materiais e componentes de construção civil. No Brasil, foi criado o Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV), coordenado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Esse programa tem como objetivo principal a disseminação das práticas da ACV nos diversos setores produtivos existentes no país, por meio de palestras, cursos, eventos científicos, publicações, e, recentemente com a criação do Banco Nacional de Inventários do Ciclo de Vida (SICV), que traz informações ambientais de diversos produtos, entre eles o cimento Portland (IBICT, 2017).

Outra iniciativa importante, em termos de ferramentas de apoio, cita-se o OpenLCA, um software de código aberto que visa tornar a ACV e a avaliação da sustentabilidade de produtos e processos mais acessível (OPENLCA, 2017).

Dessa forma, a construção de mecanismos desse tipo no Brasil depende do interesse da cadeia produtiva e somente será possível se contar com o empenho e incentivo dos arquitetos, engenheiros e construtores levando os fornecedores de materiais de construção a investirem na divulgação de seus produtos através do próprio PBACV e softwares dessa natureza.

REFERÊNCIAS

ANAND, C. K., AMOR, B. Recent developments, future challenges and new research directions in LCA of buildings: A critical review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 67. n. 1. p. 408-416. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR ISO 14040**: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009.

BARRETTO, R. **Análise Preliminar de Perigos (APP) em projetos de arquitetura. Aplicação e teste de viabilidade da ferramenta de análise de risco.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) FAUUSP, 2008

CABEZA, L. F.; RINCÓN, L.; VILARIÑO, V.; PÉREZ, G.; CASTELL, A. Life cycle assessment(LCA) and life cycle energy analysis(LCEA) of buildings and the building sector : A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 29. p. 394-416. 2014.

CASADESÚS, M., MARIMON, F., HERAS, I. ISO 14001 diffusion after the success of the ISO 9001 model. **Journal of Cleaner Production**. v. 16. p. 1741-1754. 2008.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **CEN EN 15804**: sustainability of construction works: environmental product declarations: core rules for the product category of construction products. Brussels, 2013.

_____. **CEN EN 15978**: sustainability of construction works: assessment of environmental performance of buildings – calculation method. Brussels, 2011.

IBICT 2017. Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida. Disponível em:< <http://acv.ibict.br/pbacv/>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

OPENLCA 2017. Life Cycle Assessment software. Disponível em: <<http://www.openlca.org/>> acesso em julho de 2017>. Acesso em: 02 ago. 2017.

SALGADO, M. S. Implementation of Quality Management System on architecture offices as a requirement for sustainable design. CIBW096 Architectural Management in the Digital Arena. In: **Proceedings of CIB-W096...**Viena, 2011

SILVA, D. A. L.; MASONI, P. **Análise crítica das principais políticas de gestão, manutenção e uso de banco de dados internacionais de inventários do ciclo de vida de produto.** IBCT: Brasília, 2016.

SILVA, V. G.; SILVA, M. G. Seleção de materiais e edifícios de alto desempenho ambiental. In: GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. **Edifício Ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Cap. 5. p. 129-151.