

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E A CERTIFICAÇÃO LEED

Camila Copello Canazaro¹ (camilacanazaro@gmail.com), Carlos Alberto Mendes Moraes¹ (cmoraes@unisinis.br), Andrea Parisi Kern¹ (apkern@unisinis.br)
¹ UNISINOS – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

RESUMO

A crescente preocupação com os recursos naturais tem inserido um novo foco no mercado da construção. Algumas ferramentas surgiram para auxiliar na medição de desempenho sustentável de edificações como a ACV e a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Este trabalho teve o intuito de abordar conceitos básicos dessas ferramentas e discutir como tem sido a integração das mesmas no cenário atual. Para realização deste trabalho foram analisadas pesquisas relacionadas ao tema, no período de 2014 a 2016. A associação entre as duas ferramentas ainda é complexa. Concluiu-se com o estudo que pesquisas aprimoradas da ACV, enriqueceriam ainda mais o sistema de certificação LEED.

Palavras-chave: ACV, LEED, Construções Sustentáveis.

LIFECYCLE EVALUATION AND LEED CERTIFICATION

ABSTRACT

The growing concern with natural resources has inserted a new focus on the construction market. Some tools have emerged to assist in measuring the sustainable performance of buildings such as LCA and LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) certification. This work aimed to address the basic concepts of these tools and discuss how they have been integrated in the current scenario. In order to carry out this work, we analyzed studies related to the theme, from 2014 to 2016. The association between the two tools is still complex. It was concluded from the study that improved LCA research would further enrich the LEED certification system.

Keywords: LCA, LEED, Sustainable Construction.

1. INTRODUÇÃO

A crescente conscientização sobre a proteção ao meio ambiente e aos impactos associados a produtos manufaturados e consumidos tem aumentado o empenho no desenvolvimento de ferramentas para avaliar e reduzir tais impactos.

Segundo Edwards (2005), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é utilizada para avaliar o desempenho ambiental das edificações ao longo de toda sua vida útil. Através desta é possível medir os custos ecológicos de recursos ou de produtos, como energia de tijolos, por exemplo. As edificações são responsáveis por relevantes impactos no meio ambiente em todas suas etapas, desde sua construção, uso e demolição. A ferramenta ambiental ACV pode ser utilizada por arquitetos como um guia afim de auxiliar durante a vida útil da edificação e para encontrar possíveis reduções de custos, estabelecendo padrões.

A crescente preocupação com os recursos naturais tem inserido um novo foco no mercado da construção. Clientes e usuários estão em busca de edificações que apresentem melhores desempenhos e que gerem menos impactos ambientais. Algumas ferramentas têm auxiliado engenheiros e arquitetos nessa nova etapa das construções. Embora a ACV e o LEED sirvam como instrumentos de medição da sustentabilidade, estudos mostram que a integração dos princípios de sustentabilidade com a ACV não se tornou uma prática comum (SUBHI; GALAL; ALKASS, 2014). Segundo Kuhn (2006), as ferramentas de avaliação ambiental buscam facilitar o processo de identificação e contabilização das diversas e complexas cadeias de causa e efeito, o que representa o maior desafio em avaliações ambientais de edificações.

2. OBJETIVO

Este trabalho trata de duas ferramentas relevantes: Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e a Certificação LEED. O objetivo deste estudo é abordar conceitos básicos das duas ferramentas e discutir como tem sido a integração das mesmas no cenário atual, através da revisão bibliográfica de duas pesquisas relacionadas.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foram avaliadas dissertações de mestrados e teses de doutorados construídas no período de 2014 a 2016. Também se utilizou pesquisa em banco de dados como portal de periódicos da CAPES e outros sites de grandes renomes como Science Direct, Scielo, Google Academic e ReserchGate. Foram utilizados os Guias de Referência do selo LEED e Referencial GBC Brasil Casa como método de pesquisa.

Serão avaliados os conceitos básicos de ACV e da Certificação LEED. Após serão discutidos os resultados obtidos em dois artigos que estudaram a integração da certificação LEED e a ACV. Por fim, será discutido como a certificação LEED aborda o tema da ACV atualmente.

3.1 CONCEITOS BÁSICOS DE ACV

Segundo Edwards (2005) a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) identifica o fluxo de materiais, energia e resíduos gerados pelas edificações ao longo de toda sua vida útil, de forma que os impactos ambientais possam ser determinados antecipadamente. As análises são realizadas de maneira a englobar desde a extração dos materiais e seu uso, o reuso e o descarte ou reciclagem. Essa ferramenta destaca três destinos finais das edificações: reuso de suas partes em novas construções, reciclagem de seus materiais, demolição e deposição dos entulhos em aterros sanitários. Edwards (2005) indica o reuso como o ideal entre as três opções, visto que a capacidade dos aterros é limitada e por vezes considera-se o gasto energético de práticas de reciclagem.

Pinheiro (2006) define a ACV como o procedimento que permite analisar formalmente a complexa interação de um sistema, o qual pode ser um material, um componente ou conjunto de componentes, com o ambiente, ao longo de todo o seu ciclo de vida, caracterizando o que se tornou conhecido como enfoque do *cradle-to-grave* (berço ao túmulo).

A ACV avalia impactos fora do local de implantação da edificação. A análise é realizada considerando todos fatores ecológicos ao longo do tempo de vida. O conceito de energia incorporada é utilizado na ACV, porém, ao longo de sua vida útil, a energia incorporada dos materiais representa uma pequena parcela de 10% de toda energia consumida pela edificação em uso (EDWARDS, 2005).

Segundo Edwards (2005), o grau de sustentabilidade da ferramenta pode ser definido segundo os critérios da tabela 1.

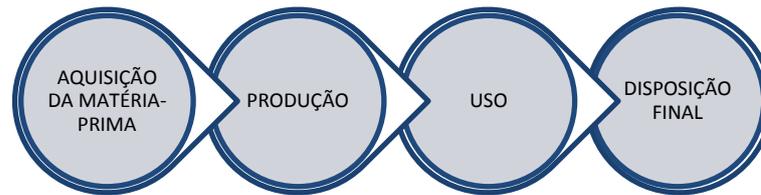
Tabela 1: Definição do grau de sustentabilidade (Fonte: O Autor, 2016).

Impactos considerados:	
1	Energia incorporada
2	Poluição do Ar
3	Poluição da Água
4	Danos ao patrimônio paisagístico, ecológico e cultural.
5	Esgotamento de reservas e recursos.

O USGBC (2016) define a ACV como uma compilação e avaliação dos dados de entrada e saída e dos potenciais impactos ambientais de um sistema de produtos durante todo seu ciclo de vida. O ciclo de vida completo de um produto (ou edifício) é examinado, seus processos identificados e seus efeitos ambientais avaliados desde a etapa de extração, fabricação, transporte, utilização, manutenção e fim de vida. Esse ciclo pode se chamar “berço ao túmulo” ou “berço ao berço”, quando há a reutilização no final de vida ao invés da eliminação.

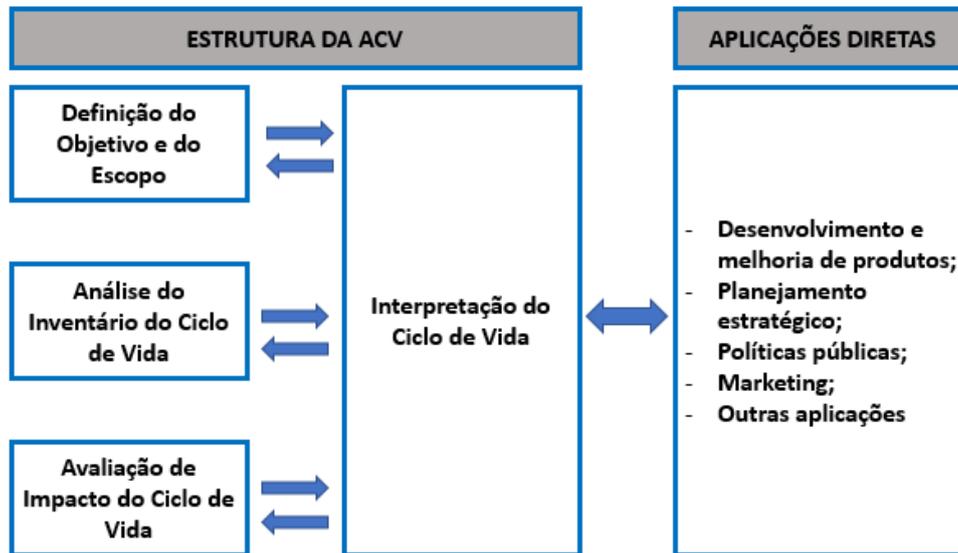
A norma internacional que aborda a ACV consiste na ISO 14040, a qual se refere à gestão ambiental e a avaliação do ciclo de vida. Esta Norma descreve os princípios e a estrutura para se conduzir e relatar estudos de ACV e inclui requisitos mínimos para as análises. Segundo a Norma, a ACV avalia os impactos e aspectos ambientais de um determinado produto através da compilação de um inventário de entradas e saídas de um sistema de produto, da avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a estas entradas e saídas e na interpretação dos resultados. A análise é feita ao longo de toda vida útil de um produto, conforme mostra a figura 1.

Figura 2: “Berço ao túmulo” (Fonte: Elaborado pelo autor, 2016).



A metodologia típica para a Análise do Ciclo de Vida estabelecida pela ISO 14.040. Compreendem em quatro etapas inter-relacionadas conforme mostra a figura 2.

Figura 2: Estrutura da ACV (Fonte: Adaptado de ISO 14040, 2009).



Ainda segundo a norma, os objetivos da ACV incluem a identificação de oportunidades para melhorar aspectos ambientais dos produtos, auxílio na tomada de decisões dos processos, seleção de indicadores pertinentes de desempenho ambiental e no marketing, através de rotulagens ecológicas ou declarações ambientais dos produtos. (ISO 14040, 2009).

John, Silva e Agopyan (2001) destacam a importância da ACV como uma ferramenta fundamental para medir o impacto ambiental de medidas que visem reduzir a quantidade de recursos naturais

incorporada à produção de bens e materiais; introdução de esquemas de certificação e rotulagem; identificação de oportunidades para reciclagem e redução de cargas ambientais no processo.

3.2 CERTIFICAÇÃO LEED

Segundo Campos e Santos (2014) o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é o sistema internacional de certificação e orientação ambiental direcionado para edificações mais reconhecido atualmente. O objetivo do mesmo consiste em incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, com foco na sustentabilidade.

A origem do selo LEED se deu nos Estados Unidos, com a versão 1.0 lançada no ano de 1998. Com a necessidade de revisão da sua base, o USGBC em parceria aos profissionais envolvidos lançou no ano 2000 a Versão 2.0. Na sequência, nos anos 2002 e 2005, foram lançadas as Versões 2.1 e 2.2 com algumas alterações burocráticas da certificação e atualizações de normas (HERNANDES; DUARTE, 2005).

A certificação LEED, a qual possui foco na construção sustentável, avalia sete dimensões nas edificações: espaços sustentável, eficiência no uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental, inovação e prioridades regionais (RIBEIRO CAMPOS; SANTOS, 2014).

O Selo LEED pode ser aspirado pela equipe de projeto em quatro principais sistemas: LEED NC (para novas construções), LEED CI (para interiores comerciais), LEED CS (para estruturas e envoltórias) e LEED EB (para edificações pré-existentes). Dentre essas categorias, somente o LEED EB considera os dados de saída, desempenho efetivo da edificação, o que contrapõe alguns pesquisadores que acreditam que o selo LEED avalia o desempenho da edificação.

O LEED incorpora uma série de boas práticas nos projetos da edificação. Yudelson (2013), acredita que o LEED se aproxima mais da avaliação do desempenho, e que as melhores práticas ficam mais claras se medidos os resultados (dados de saída) do que os prescritos em projeto (dados de entrada).

A classificação da certificação é obtida através da pontuação de créditos pré-estabelecidos, os quais podem ser alocados em seis categorias: Terrenos Sustentáveis; Eficiência de Água; Energia e Atmosfera; Materiais e Recursos; Qualidade Ambiental Interna e Inovação e Design. Através de cada crédito, o sistema avalia o desempenho do candidato e concede os pontos se os requisitos foram atingidos (WU et al., 2017).

As categorias avaliadas pelo sistema podem ser analisadas na Tabela 2.

Tabela 2: Categorias da Certificação LEED – NC 2009 (Fonte: Yudelson, 2013).

Categoria	Total de pontos	Questões avaliadas pelo sistema LEED-NC
SS-Terrenos Sustentáveis	14	Evitar terrenos sensíveis; evitar vazios urbanos; implantar a fim de facilitar o uso do transporte público; reduzir os impactos da construção no terreno; criar espaços abertos; melhor gestão de águas pluviais; diminuir o efeito de ilha térmica; controlar a poluição luminosa
EA-Eficiência no consumo de água	5	Incentivar a conservação de água na irrigação de jardins e aparelhos sanitários da edificação; promover o reaproveitamento de águas servidas a partir e tratamento do esgoto in loco.
EE-Redução do consumo de energia, energia sustentável e proteção atmosférica	17	Conservação de energia; utilizar sistemas de energia renovável; terceirização das instalações prediais; uso reduzido de produtos químicos que destroem a camada de ozônio nos sistemas de climatização; monitoramento de energia; e uso de energias sustentáveis.
MR-Conservação de materiais e recursos	13	Uso de edificações preexistentes; facilitar a reciclagem dos resíduos da construção; uso de materiais com conteúdo reciclado, materiais produzidos na região, materiais com base agrícola e produtos de madeira certificada.

QAI-Qualidade do ambiente interna	15	Melhor ventilação e qualidade do ar no interior; uso de acabamentos e móveis atóxicos; administração predial sustentável; iluminação natural e vistas do entorno; conforto térmico; controle individual da iluminação e dos sistemas de climatização.
IP-Inovação e processo de projeto	5	Desempenho exemplar ao exceder os padrões LEED; uso de abordagens inovadoras ao projeto e operações sustentáveis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e o LEED sirvam de instrumentos de medição de itens de sustentabilidade em projetos, estudos revelam que a integração dessas práticas não se tornou comum ainda. Métodos de avaliação ambiental integrada e indicadores globais de sustentabilidade são imprescindíveis para ponderar o desempenho de edifícios (SUBHI; GALAL; ALKASS, 2014). Suhbi, Galal e Alkass (2014) apresentam no seu estudo a análise de certificações LEED de escolas no Canadá as quais foram integradas a ACV com esta certificação. A análise foi realizada para avaliar níveis de sustentabilidade na estrutura e no envelope das edificações. As categorias da certificação relacionadas a esta avaliação foram: EA (Energia e Atmosfera), MR (Materiais e Recursos) e IP (Inovação e Processo). Neste estudo, foram estudadas várias opções para utilização dos materiais como concreto, aço, blocos cerâmicos e madeira e no envelope, painéis pré-fabricados, vigas de aço, vigas de madeira e paredes duplas. Foi realizada simulação computacional para análise da eficiência energética pelo software eQUEST® (versão 3.64) e análise da ACV no software ATHENA®. Os resultados mostraram que as edificações com concreto e blocos cerâmicos tiveram alto consumo energético e alto potencial de aquecimento global durante alguns estágios como fabricação, construção e demolição. Entretanto, houveram baixo consumo energético anual e baixos impactos ambientais durante a fase de operação. Edificações em concreto obtiveram o maior escore na certificação LEED(19) seguido de blocos cerâmicos (17) enquanto aço e aço-cerâmico obtiveram o pior escore (14).

Figura 2: Escores obtidos pelo estudo ACV – LEED (Fonte: Suhbi, Galal e Alkass, 2014).

LEED scores by LCA–LEED model (for Case 2).

Options	Individual LEED scores			Total LEED score
	EA	MR	LCA	
CC	10	6	3	19
CM	10	6	1	17
SS	9	5	0	14
WW	9	6	0	15
WM	9	5	1	15
SW	9	6	0	15
SM	9	5	0	14

Dekkiche e Taileb (2016) apresentaram em seu trabalho o caso de uma edificação LEED Gold, localizado em Toronto no Canadá. Foi realizado neste caso a ACV da edificação com diferentes soluções de envelope e materiais de construção as quais afetam os resultados de avaliação ambiental de um edifício inteiro ao longo do ciclo de vida da edificação de 60, 80 a 120 anos. A avaliação do impacto ambiental dos edifícios LEED é discutida e são sugeridos novos tópicos de investigação neste estudo, como também desenvolver ferramentas específicas de softwares para ACV e integrá-las no sistema de certificação LEED. Segundo os autores, quando a ACV é implementada, padrões mais altos de sustentabilidade podem ser alcançados, demonstrando a importância na integração das duas ferramentas.

A Certificação LEED bonifica o uso de produtos ambientalmente favoráveis através da categoria de Materiais e Recursos. Vários créditos recompensam o uso de determinados produtos, porém é difícil comparar dois produtos com atributos sustentáveis distintos. A ACV mais abrangente para o caso de materiais e produtos, permite que as equipes de projeto tomem decisões com maior benefício ao meio ambiente, para a saúde humana e para as comunidades, ao mesmo tempo que melhoram

os seus produtos através da inovação. Segundo o USGBC (2016), a certificação visa acelerar o uso da ferramenta do ACV e de tomadas de decisões baseadas na análise, estimulando a transformação e a melhoria da qualidade das bases de dados.

Ainda conforme o USGBC (2016) a Certificação LEED utiliza abordagens complementares à ACV nos créditos que abordam esse tema. Os créditos da categoria de Materiais e Recursos do LEED Novas Construções 2009 seguem na tabela 3.

Tabela 3: LEED NC v.9 Categoria Materiais e Recursos: Créditos (Fonte: Elaborado pelo autor, 2016).

Materiais e Recursos (MR)		15 Pontos
MR Prereq. 1	Depósito e Coleta de recicláveis	Obrigatório
MR Crédito 1.1	Manutenção de Paredes, Pisos e Telhados Existentes*	1-3
MR Crédito 1.2	Manutenção de Elementos não Estruturais	1
MR Crédito 2	Gerenciamento de Resíduos da Construção	1-2
MR Crédito 3	Reuso de Materiais	1-2
MR Crédito 4	Conteúdo Reciclado	1-2
MR Crédito 5	Materiais Regionais	1-2
MR Crédito 6	Materiais Rapidamente Renováveis	1
MR Crédito 7	Madeira Certificada	1

O crédito MRp1 tem como objetivo prover um espaço central e de fácil acesso dedicado para a coleta seletiva e armazenagem de materiais recicláveis de todo o edifício. O crédito MRc1.1 indica a manutenção de 55% a 95% da estrutura do edifício existente (incluindo componentes estruturais do piso e telhado) e das fachadas (excluindo esquadrias e partes não estruturais do telhado).

O crédito MRc1.2 também pontua a reutilização de materiais já existentes, como paredes, portas, pisos e forros. O crédito MRc2 pontua o desvio de resíduos de construção, demolição e embalagens de aterro sanitário e/ou depósito de lixo e incineradores. Indica reciclar ou dar novo uso para no mínimo 50% (1 ponto) ou 75% (2 pontos) dos resíduos da construção através de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

O reuso de materiais e a utilização de materiais recicláveis é pontuado através dos créditos MRc3 e MRc4. O uso de materiais regionais é apontado pelo crédito MRc5 e a utilização de materiais rapidamente renováveis é pontuada através do crédito MRc6. A madeira certificada é pontuada através do crédito MRc7, não sendo pré-requisito na versão 9 do LEED.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir, com a análise dos estudos, que a certificação LEED ainda aborda o tema da ACV de maneira complementar e não detalhada. Apesar da certificação LEED bonificar o uso de produtos ambientalmente favoráveis através da categoria de Materiais e Recursos, a integração entre as duas ferramentas ainda é uma questão complexa a ser tratada. Alguns estudos já citam sugestões para elaboração de softwares específicos para integração entre os dois sistemas. Estudos da ACV de maneira aprimorada, enriqueceria ainda mais o sistema de certificação LEED, o qual poderia ser escopo de estudos futuros.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, V. R., MATOS, N. S., & BERTIN, A. A. Sustentabilidade E Gestão Ambiental Na Construção Civil: Análise Dos Sistemas De Certificação Leed E Iso 14001. Revista Eletrônica Gestão & Saúde. Brasil. v 6, p. 1104–1118, 2009. Disponível em <<https://doi.org/10.4324/9780080455471>>. Acesso em 20 janeiro 2017.

DEKKICHE, H.; TAILEB, A. The Importance of Integrating LCA into the LEED Rating System . Procedia Engineering, v. 145, p. 844–851, 2016.

EDWARDS, B. O Guia Básico para Sustentabilidade. Tradução de Cláudia Ardións Espasandin. 5 ed. Londres, 2005.

HERNANDES, T. Z., & DUARTE, D. H. (2005). LEED-NC como Sistema de Avaliação da Sustentabilidade: Questionamentos para uma Aplicação Local. In: IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADE SUSTENTÁVEIS, Campo Grande. Anais eletrônicos...Campo Grande: Anais do evento. ANTAC, 2005.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR STANDARTIZATION. ISO 14040: Environmental management: life cycle assessment: Principles and framework. Genebra. 2009.

KUHN, E.A. Avaliação da sustentabilidade ambiental do protótipo de habitação de interesse social Alvorada. 2006. 177p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

PINHEIRO, Manuel Duarte. Ambiente e Construção Sustentável. 1 ed. Portugal: Instituto do Ambiente, 2006, 243 p.

SUHBI, O; GALAL, K; ALKASS,S. Integrated LCA and LEED sustainability assessment model for structure and envelope systems of school buildings. Building and Environment, v.80, p61-70, 2014.

U.S. Green Building Council. LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction: For the Design, Construction and Major Renovations of Commercial and Institutional Buildings Including Shell and terms K – 12, v4. Washington, DC. 2016.

WU, Peng. et.al. A comprehensive analysis of the credits obtained by LEED 2009 certified green buildings. China. v.68, p.370-379, 2017. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.007>>. Acesso em 12 janeiro 2017.

YUDELSON, Jerry. Projeto Integrado e construções sustentáveis. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.