

# AVALIAÇÃO DE EDIFICAÇÃO CERTIFICADA A PARTIR DOS CONCEITOS DE ECO-EFICIÊNCIA E ECO-EFICÁCIA

Camila Copello Canazaro ([camilacanazaro@gmail.com](mailto:camilacanazaro@gmail.com)); Andrea Kern ([apkern@unisin.br](mailto:apkern@unisin.br))

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) - Brazil

**Palavras chave:** eco-eficiência, eco-eficácia, certificações, LEED.

*O uso racional de materiais na indústria da construção e a responsabilidade que esse setor tem com o meio ambiente tem sido objeto de pesquisa na academia nas últimas décadas. Nesse contexto, surgiram as certificações ambientais para orientar os envolvidos nos processos, buscando reduzir os impactos ambientais causados por esse setor. A análise realizada neste estudo baseia-se nas diferentes abordagens trazidas aos conceitos de ecoeficiência e eco-eficácia relacionadas a certificação de prédios. O principal objetivo desta pesquisa é analisar a evolução dos critérios de um programa de certificação ambiental projetado para edifícios (LEED) ao longo do tempo, em relação aos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia. A pesquisa avaliou a relação dos aspectos de ecoeficiência e eco-eficácia, a fim de verificar se a geração de impactos positivos no meio ambiente é levada em consideração ou se eles dependem exclusivamente da redução de impactos negativos. O estudo revelou que a certificação analisada busca a geração de bons impactos e inovação tecnológica, embora esses conceitos ainda sejam verificados em poucos créditos.*

## 1. INTRODUÇÃO

Na construção civil, o conceito de desenvolvimento sustentável pode ser entendido como um processo que leva a mudanças na exploração de recursos, na orientação do desenvolvimento tecnológico e nas instituições, considerando as aspirações e necessidades humanas do presente e das gerações futuras. Destaca-se a visão sistêmica que esse conceito implica, envolvendo diversos setores para seu êxito (ÂNGULO, ZORDAN e JOHN, 2001).

A construção civil já é responsável por cerca de 50% da taxa de consumo de recursos naturais do planeta, sendo, por este motivo, objeto de pesquisas em um ritmo crescente. Considerando a escassez de recursos naturais que se observa atualmente, é incerto afirmar até quando esta alta demanda poderá ser suprida. Ao longo de todo o seu ciclo de vida, as atividades de construção estão conectadas a problemas que afetam o meio ambiente, como aquecimento global, mudanças climáticas, erosão do solo, desertificação, desmatamento, eutrofização, acidificação, perda de diversidade, poluição e consumo de recursos valiosos (AHN HAN et. al., 2016).

A partir desta perspectiva, as edificações sustentáveis possuem papel importante, pois são concebidas para fazer o uso racional de recursos naturais, utilizar materiais ecologicamente corretos e alterar o mínimo possível o ambiente no qual estão inseridas (YUDELSON, 2013).

### 1.1. 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 do projeto, obra e operação das edificações, com foco na sustentabilidade.

Considerando seu foco na construção sustentável, o sistema de certificação LEED avalia

oito categorias nas edificações: localização e transportes, espaço sustentável, eficiência no uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental, inovação e prioridades regionais (CAMPOS; CAMPOS, 2014).

O LEED possui 4 tipologias, que consideram diferentes atributos do empreendimento:

- BD+C – Novas Construções: projeto e construção;
- ID+C – Projeto de Interiores: projeto e construção;
- O+M – Edifícios Existentes: operação e manutenção;
- ND – Desenvolvimento de Bairros: projeto e construção.

As 4 tipologias avaliam 8 categorias, conforme a figura 1, elaborada pelo GBC Brasil (2016). Todas elas possuem pré-requisitos (práticas obrigatórias) e créditos a escolher. Cada pré-requisito e crédito atendido garante pontos para a certificação. A categoria obtida por cada empreendimento é definida conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos, nível certificado, a 110 pontos, nível platina (GBC Brasil, 2016). Através de cada crédito, o sistema avalia o desempenho e concede os pontos se os requisitos foram atingidos (WU et al., 2017).



Figura 1: Categorias do sistema de certificação LEED

## 1.2. Eco-eficiência x Eco-eficácia

A consciência a respeito da redução dos impactos ambientais no setor da construção civil tem aumentado nos últimos anos. A discussão dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia contribui para este estudo. Para tal foram coletadas diferentes abordagens dos conceitos, os quais são apresentados a seguir.

Os autores McDonough e Braungart (2002) já avaliavam em suas pesquisas os conceitos bases para eco-eficiência e eco-eficácia, como o “triple bottom line” e “triple top line”. Para os autores, o conceito de “triple bottom line” representa uma importante ferramenta para integrar a sustentabilidade com economia, equilibrando objetivos econômicos, sociais e ambientais. Porém, os autores já relatam que uma estratégia focada apenas no “triple bottom line” pode ocultar a inovação no processo. Uma nova perspectiva de projeto aborda o conceito de “triple top line” o qual neste sistema, os materiais tornam-se alimento para o solo ou retornam para a indústria para sempre. Valor e qualidade são incorporados nos produtos, processos e instalações ecologicamente inteligentes, de maneira que deixem impactos positivos no meio ambiente. A eco-eficiência prevê um fluxo unidirecional de matérias: matérias-primas são extraídas do meio ambiente, transformadas em produtos e eventualmente eliminadas. Nesse sistema, técnicas com eco-eficiência procuram apenas minimizar o volume, a velocidade e a toxicidade do sistema de fluxo de material, porém não alteram sua progressão linear. Alguns materiais podem ser reciclados, mas, geralmente, como uma solução de fim de tubo, uma vez que os materiais não foram projetados para

serem reciclados (SIMON et al., 2017). Nesse contexto, a eco-eficiência caracteriza-se pela capacidade de produzir mais e melhores produtos usando menos recursos e minimizando o desperdício (SIMON et al., 2017).

Em contrapartida ao conceito de minimização e desmaterialização, o conceito de eco-eficácia propõe a transformação dos produtos e seus materiais associados. O objetivo principal não é minimizar o fluxo de materiais do “berço ao túmulo”, mas gerar um processo cíclico, de “berço ao berço”, que permite que os materiais se mantenham como recursos e acumulem inteligência ao longo do tempo (BRAUNGART et al. 2007).

Segundo Mc Donough e Braungart (2002) a tabela 1 mostra a comparação entre os conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia.

Tabela 1: Conceitos de Eco-eficiência x Eco-eficácia

ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA
Minimização da toxicidade dos produtos químicos utilizados	Saúde para as pessoas e planetas
Diminuição da geração de resíduos	Todo desperdício é nutriente para a indústria ou natureza
Redução da pegada de carbono	Sem emissões, sequestro de carbono, ar limpo
Redução da água utilizada e emissões	Filtros e recuperação dos sistemas de água
Prevenção da violação de direitos humanos	Comunidades prósperas

O conceito de eco-eficácia transcende a principal falha da eco-eficiência: sua incapacidade de abordar a necessidade de redesenho fundamental dos fluxos de materiais, seus inerentes antagonismos em relação ao crescimento econômico a longo prazo e à inovação, e sua insuficiência no tratamento de toxicidade. (BRAUNGART et al. 2007).

## 2. OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar um prédio com certificação LEED a partir dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia. a atualização dos critérios e versões de um programa de certificação ambiental de prédios (LEED) a partir dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia.

Dada a crescente popularização da certificação LEED em muitos países, diversos estudos têm sido realizados sobre créditos obtidos pelos projetos certificados de modo a refinar as práticas e orientar o desenvolvimento futuro (WU et al., 2017).

A preocupação com a redução dos impactos ambientais nas empresas vem aumentando nos últimos anos. Diversas empresas de diferentes setores vêm buscado alternativas para reduzir ou eliminar os seus impactos no meio ambiente, como é o caso dos sistemas de certificação ambiental de prédios na construção civil. Neste contexto, eco-eficiência e eco-eficácia (também denominado eco efetividade) são dois conceitos que apresentam diferentes abordagens a este tema, e fundamentam as análises da certificação LEED realizada neste trabalho.

Estes argumentos justificam a realização do presente trabalho, visto a crescente importância que as certificações ambientais possuem no setor da construção civil.

### 3.1. METODOLOGIA

O método de pesquisa adotado neste trabalho é o estudo de caso. Yin (2001) define o método como uma investigação empírica que analisa um elemento contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, principalmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

#### 3.1.2. Descrição do objeto de estudo

O objeto de estudo consiste em uma edificação corporativa de uma empresa multinacional que atua no ramo de softwares empresariais, localizada no campus da Unisinos, em São Leopoldo, RS. O prédio foi construído em duas fases, sendo ambas certificadas pelo sistema LEED, com classificação ouro.

A empresa conquistou a certificação LEED Ouro para Novas Construções no ano de 2010 para a Fase 1 e no ano de 2016 para a Fase 2. A certificação LEED NC (Novas Construções) contempla ações de sustentabilidade para a fase de projeto e obra.

#### 3.1.3. Delineamento de pesquisa

O delineamento da pesquisa está na figura 2, onde são apresentadas as etapas de pesquisas, respectivos objetivos, questões e elementos de informações.

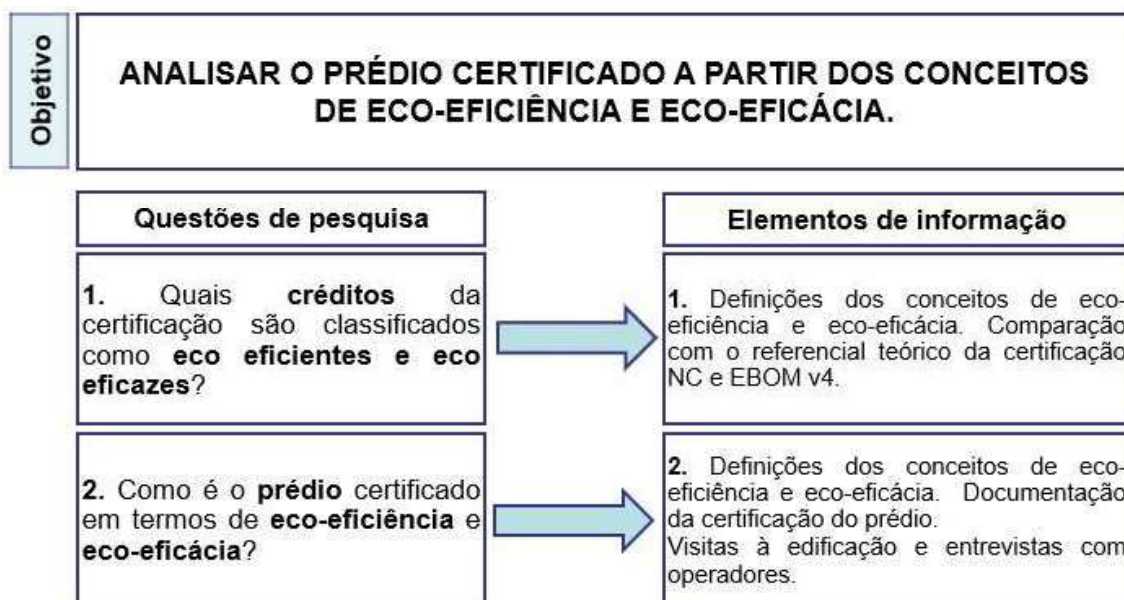


Figura 2: Delineamento de pesquisa

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Avaliação do prédio certificado no sistema LEED v4 (2016) a partir dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia

A avaliação da certificação LEED NC v4 (2016) para os critérios de eco-eficiência e eco-eficácia foi realizada através da análise dos requisitos estipulados em cada crédito. Foram verificados se os requisitos buscavam apenas a redução dos impactos ambientais, ou se além disso, buscavam impactos positivos no meio ambiente ou uso de inovação tecnológica. Verificou-se qual a porcentagem de créditos que possuem ações com eco-eficiência e eco-eficácia.

A análise foi realizada em todas as categorias, como mostra o exemplo da tabela 2 a seguir, elaborada pela autora.

**Tabela 2:** Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria WE – Eficiência no Uso da Água NC v4 (2016)

	CRÉDITO	PONTOS OBTIDOS	PONTOS POSSÍVEIS	ECO- EFICIÊNCIA	ECO- EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
WEp1	Redução do Uso da Água do Exterior	PR	PR	PR	PR	Redução no uso de recursos naturais e incentivo ao uso de fontes alternativas.
WEp2	Redução do Uso de Água do Interior	PR	PR	PR	-	Redução no uso de recursos naturais e incentivo ao uso de fontes alternativas.
WEp3	Medição de Água do Edifício	PR	PR	PR	PR	Apoiar a gestão da água e incentivar oportunidades adicionais de economia e localização de problemas.
WEc1	Redução do Uso da Água do Exterior	2	2	1	1	Redução no uso de recursos naturais e incentivo ao uso de fontes alternativas no paisagismo.
WEc2	Redução do Uso de Água do Interior	6	6	6	-	Redução no uso de recursos naturais e incentivo ao uso de fontes alternativas.
WEc3	Uso de Água na Torre de Resfriamento	0	2	0	-	Redução no uso de água.
WEc4	Medição do Consumo de Água	1	1	0.5	0.5	Apoiar a gestão da água e incentivar oportunidades adicionais de economia e localização de problemas.

Após a análise geral dos créditos da certificação de projeto e obra, conclui-se uma predominância de créditos que buscam apenas a redução de impactos e não buscam gerar impactos positivos no meio ambiente, conforme mostra a figura 3. A avaliação dos créditos resultou em 64% de créditos classificados como eco-eficiência e 36% de créditos como eco-eficácia.

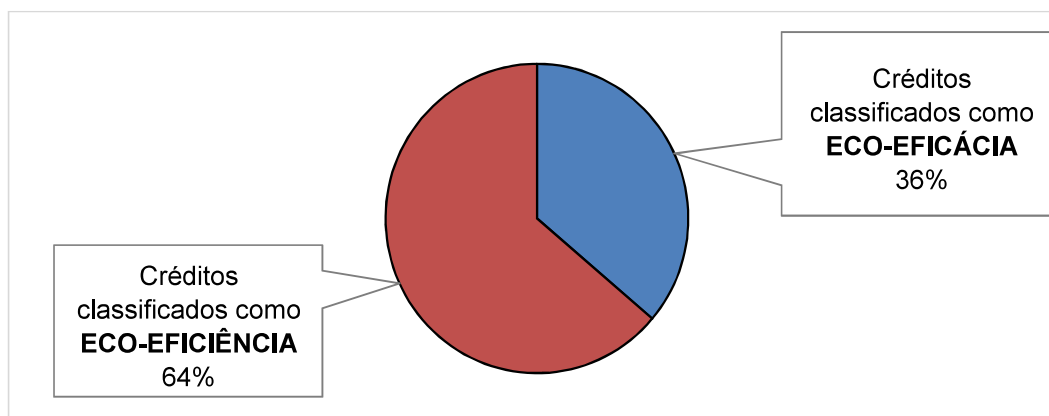


Figura 3: Porcentagem de classificação dos créditos eco-eficientes e eco-eficazes para certificação NC v4 (2016)

A análise da pontuação da certificação atual no prédio, revela que o prédio atinge 38 pontos eco-eficientes e 18 pontos eco-eficazes, como mostra a tabela 3. Conclui-se que o prédio

atualmente possui mais ações que buscam diminuir os impactos no meio ambiente. Apenas observa-se que 32 % da pontuação se refere a ações que buscam inovações tecnológicas e por consequência causam impactos positivos no meio ambiente.

Tabela 3: Pontuação do prédio com a classificação dos créditos segundo eco-eficiência e eco-eficácia

Classificação:	Eco- Eficiência	Eco-eficácia
Pontuação:	38 pontos	18 pontos

#### 4.2. Avaliação do prédio certificado no sistema LEED EBOM v4 (2016) a partir dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia

A avaliação dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia na certificação de uso e operação foi realizada através da análise do guia de referência da certificação. Foram verificadas a aplicação dos conceitos em cada crédito referente à operação e manutenção da mesma e posteriormente aplicado nos créditos que a edificação em estudo atingiria.

A análise foi realizada em todas categorias, como mostra o exemplo da tabela 4, elaborada pela autora.

Tabela 4: Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria WE – Eficiência no Uso da Água EBOM v4 (2016)

	CRÉDITOS	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
WEp1	Redução do Uso de Água no interior da Edificação	PR	PR	PR	-	Redução no uso dos recursos naturais.
WEp2	Medição do Desempenho de Água	PR	PR	PR	PR	Apoiar a gestão da água e incentivar oportunidades adicionais de economia e localização setorizada de problemas.
WEc1	Redução do Consumo de Água no Exterior da Edificação	2	2	1	1	Redução no uso de recursos naturais e incentivo ao uso de fontes alternativas no paisagismo.
WEc2	Redução do Consumo de Água no Interior da Edificação	5	5	1	-	Redução no uso de recursos naturais.
WEc3	Gestão da Água para Sistemas de Resfriamento	3	3	1	-	Redução no uso de recursos naturais.
WEc4	Medição do Consumo de Água	1	2	.5	.5	Apoiar a gestão da água e incentivar oportunidades de economia do sistema e localização setorizada de problemas.

A avaliação dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia na certificação de operação e manutenção EBOM v4 (2016) revela uma porcentagem de 35% de créditos que se

classificam no conceito de eco-eficácia, os quais buscam inovações tecnológicas e causam impactos positivos no meio ambiente. Os demais créditos avaliados, resultaram em uma porcentagem de 65% de créditos que procuram reduzir os impactos no meio ambiente, os quais se classificam no conceito de eco-eficiência, resultando como predomínio da certificação, conforme mostra a figura 26.

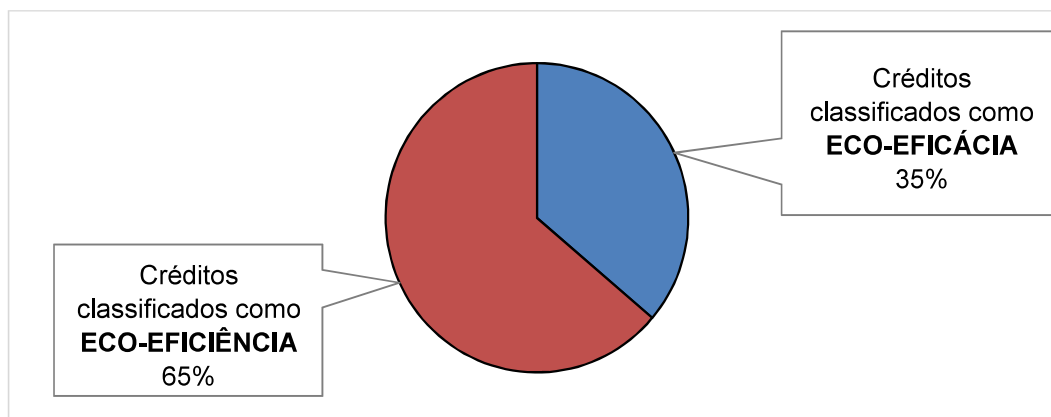


Figura 4: Porcentagem de classificação dos créditos eco-eficientes e eco-eficazes para certificação EBOM

Por fim, a análise da pontuação possível de ser obtida para certificação LEED EBOM v4 (2016) revela que o prédio atingiria 34 pontos de créditos classificados no conceito de eco-eficácia e 41 pontos de créditos classificados no conceito de eco-eficiência, como mostra a tabela 5.

Tabela 5: Pontuação do prédio com a classificação dos créditos segundo eco-eficiência e eco-eficácia Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria WE – Eficiência no Uso da Água EBOM v4 (2016)

Classificação:	Eco- eficiência	Eco- eficácia
Pontuação:	41 pontos	34 pontos

A análise revela que, apesar da certificação possuir maior porcentagem de créditos no conceito de eco-eficiência, a pontuação que a edificação obteria demonstra maior regularidade entre os dois conceitos nos créditos obtidos. A diferença quantitativa dos créditos pontuados não demonstra grande diferença entre a porcentagem de créditos classificados como eco-eficiência e eco-eficácia. Isso deve-se ao fato de a operação da edificação já ser engajada na realização de ações que buscam inovações tecnológicas e impactos positivos para o meio ambiente, como medições setorizadas de consumo, uso de materiais inovadores, reutilização da água da chuva e uso de plantas nativas que não necessitem de irrigação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia na certificação de projeto LEED NC v4 (2016) revelou uma predominância de 64% de créditos classificados no conceito de eco-eficiência, ou seja, que objetivam reduzir os impactos ambientais. A inovação tecnológica e a geração de impactos positivos no meio ambiente, apesar de presentes em 36% dos créditos, ainda sim é significativa na certificação.

Os conceitos avaliados na certificação de operação e manutenção LEED EBOM v4 (2016) também possuem resultados semelhantes, com 35% de créditos que buscam criar impactos positivos no meio ambiente e não apenas reduzi-los.

O estudo revelou que a certificação LEED vem aumentando o rigor para os critérios ambientais ao longo do tempo. A pesquisa mostrou que a certificação está em busca de não apenas reduzir os danos causados pela construção e pelos usuários no meio ambiente, mas também na criação de novas tecnologias, com a valorização da reciclagem e reutilização de materiais, utilização de fontes renováveis de água e energia.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *AHN HAN, Y.; JUNG, C. W.; SUH, M.; JEON H.M. Integrated Construction Process for Green Building. Procedia Engineering. USA. v. 145, p. 670-676, 2016. Disponível em < h <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.065> >. Acesso em 27 de junho de 2017.*
- *ÂNGULO, S.C.; ZORDAN, S.E; JOHN, V.M. Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil. In: Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil – Materiais Reciclados e suas Aplicações, 4. 2001. São Paulo. Anais... São Paulo: CT206 – IBRACON, 2001. Disponível em: h [tp://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/artigo%20iv\\_ct206\\_2001.pdf](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/artigo%20iv_ct206_2001.pdf). Acesso em 20 de junho de 2017.*
- *BRAUNGART, M.; McDONOUGH, W.; BOLLINGER, A. Cradle-to-Cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. Journal of Cleaner Production. USA. v. 15, p. 1337-1348, 2007. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003%20>>. Acesso em 23 de junho de 2017.*
- *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.*
- *Mc DONOUGH, W.; BRAUNGART, M. Design for the Triple Top Line: New Tools for Sustainable Commerce. Corporate Environmental Strategy. United States. v. 3, P. 251-258, 2002. Disponível em <[https://doi.org/10.1016/S1066-7938\(02\)00069-6](https://doi.org/10.1016/S1066-7938(02)00069-6)>. Acesso em 01 de fevereiro de 2018.*
- *Mc DONOUGH, Willian; BRAUNGART, Michael. Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. 1. Ed. United States. North Point Press, 2002.*
- *SIMON, L.; MORAES, C. A. M., MODOLO, R. C. E., VARGAS, M., CALHEIRO, D., BHREM, F. A. Recycling of contaminated metallic chip based on eco-Efficiency and eco-effectiveness approaches. Journal of Cleaner Production. USA. v. 153, p. 417-424, 2017. Disponível em < h <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.058> >. Acesso em 23 de outubro de 2017.*
- *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 < h <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.007>>. Acesso em 12 janeiro 2017.*
- *YIN, Robert K. Estudo de caso – planejamento e métodos. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.*
- *YUDELSON, Jerry. Projeto Integrado e Construções Sustentáveis. Tradução de Alexandre Salvaterra. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.*