

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade**

**LEED COMO INOVAÇÃO EM MÉTODOS CONSTRUTIVOS PARA UMA  
ECONOMIA DE BAIXO CARBONO - EBC**

**LEED AS INNOVATION IN CONSTRUCTIVE METHODS FOR A LOW CARBONO  
ECONOMY – EBC**

Marcos Lucas De Oliveira, Janis Elisa Ruppenthal e Lizandra Garcia Lupi Vergara

**RESUMO**

As construções sustentáveis apresentam uma migração de tecnologia que visa reduzir o impacto das edificações sobre o ambiente construído, gerações futuras e seu entorno. Nesse sentido, as certificações ambientais podem ser utilizadas como instrumentos políticos ou de marketing no desenvolvimento social, econômico e do meio ambiente. Diante disso, o presente estudo descreve sobre a relação do sistema de certificação LEED no incremento de tecnologia em edifícios sustentáveis, com foco no mercado brasileiro. A metodologia utilizada é de uma pesquisa descritiva. Como resultado, o estudo apresenta que no Brasil as estratégias corporativas para a construção sustentável de uma economia de baixo carbono estão concentradas aos empreendimentos de alto padrão. Conclui-se que no país ainda não há um entendimento do real valor da sustentabilidade no setor da construção civil, pois esse não deve ser apenas ambiental, tem que ser técnico e econômico.

**Palavras-chave:** Construção Civil, Sustentabilidade, Inovação, Certificação LEED.

**ABSTRACT**

Sustainable buildings present a technology migration that aims to reduce the impact of buildings on the built environment, future generations and their environment. In this sense, environmental certifications can be used as political or marketing instruments in social, economic and environmental development. Therefore, the present study describes the relationship of the LEED certification system in the increment of technology in sustainable buildings, focusing on the Brazilian market. The methodology used is a descriptive research. As a result, the study shows that in Brazil the corporate strategies for the sustainable construction of a low carbon economy are concentrated to the high standard projects. It is concluded that in the country there is still no understanding of the real value of sustainability in the construction sector, since this should not only be environmental, it must be technical and economic.

**Keywords:** Construction, Sustainability, Innovation, LEED certification.

## 1 INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil (ICC) tem grande participação no desenvolvimento econômico e social através da criação de infraestrutura, redução do déficit habitacional, geração de emprego e renda (COUTINHO; VIEIRA, 2014; GREEN BUILDING COUNCIL, 2016). Comparada com outros setores industriais, a ICC apresenta-se como uma das principais fontes de poluição ambiental mundial. Sendo responsável pelo consumo de 12% das reservas de água potável, 55% do desmatamento, 65% dos resíduos produzidos, e, de 48% das emissões de dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) (ZUTSHI; CREED, 2015). Para Coutinho e Vieira (2014), esses impactos relacionam-se com a perda de materiais, geração de resíduos e interferências nos meios de vizinhança e ambiente, tais como: (i) bióticos (flora e fauna), e; (ii) antrópicos (trabalhadores, bairros e sociedade). Assim, estima-se que aproximadamente 40% do total dos recursos globais naturais são consumidos pelo setor da construção civil (COUTINHO; VIEIRA, 2014; AKTAS; OZORHON, 2015).

Nesse contexto, revendo o desenvolvimento do século XXI, mais especificamente, para os métodos construtivos de casas, edifícios e estruturas. Nota-se que o avanço na inserção de tecnologias é relativamente menor do que a maioria dos setores industriais (MARJABA; CHIDIAC, 2016). Esse atraso da ICC passa a estar ligado a visão de que o setor privado e a comunidade ambiental são atores independentes, isto é, no pensamento cartesiano, as questões sustentáveis são um custo ao empreendimento (GREEN BUILDING COUNCIL, 2016).

Conforme Barba, Gomes e Lacerda (2015), as edificações podem ser consideradas sustentáveis quanto há coexistência de três fatores do desenvolvimento sustentável: (i) econômico, (ii) social, e; (iii) ambiental. Os aspectos sociais e econômicos são garantidos através da inserção ou incremento da inovação, passando a ser uma condição fundamental para a geração de vantagens competitivas. Segundo Iacono, Almeida e Nagano (2011), a evolução da ciência e tecnologia insere mudanças de forma radical nos produtos e processos dentro da organização do trabalho e, pode ser compreendida por dois modelos de inovação: (i) linear (crescimento e desenvolvimento econômico), e; (ii) interativo (independência sistêmica dos agentes econômicos).

Nesse sentido Marjaba e Chidiac (2016) relatam que o desenvolvimento sustentável precisa ser medido, quantificado e/ ou avaliado para determinar de forma eficiente qual sistema, técnica ou material de construção é eficaz para garantir a sustentabilidade de um empreendimento. Assim, foi através da necessidade de métricas de desempenho e de ferramentas publicitárias que ocorreu o desenvolvimento dos sistemas de certificações ambientais (MARJABA; CHIDIAC, 2016). Esses sistemas de certificação não são necessariamente métricas de sustentabilidade, uma vez que nem todos incluem ou avaliam os três aspectos da sustentabilidade.

A resposta da ICC aos sistemas de certificação foi uma "onda verde", que vem elevando a consciência ambiental ao nível estratégico das corporações (GREEN BUILDING COUNCIL, 2015). Nesse contexto, a *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) ou Liderança em Energia e Design Ambiental é um sistema de avaliação de sustentabilidade desenvolvido nos Estados Unidos pela *Green Building Council* (GBC) para o desenvolvimento de edifícios sustentáveis. Essa certificação tem por objetivo orientar e assegurar que uma edificação está comprometida com os princípios sustentáveis em toda a sua cadeia produtiva, ou seja, desde o planejamento da obra até sua conclusão, sem deixar de fora a avaliação da utilização e dos impactos no entorno do empreendimento (SPITZCOVSKY, 2012; GREEN BUILDING COUNCIL, 2016).

Os estudos de Kasai e Jabbour (2014), Wu et al. (2016), e da USGBC (2017b), descrevem que os investimentos em edificações sustentáveis geram benefícios globais, pois as edificações certificadas consomem até 30% menos em energia, e até 50% menos de água,

liberam 35% menos CO<sub>2</sub> e reduzem em até 80% a geração de resíduos. Para Silva et al. (2014) a utilização da certificação LEED na ICC altera os modelos tradicionais construtivos e resulta na utilização eficiente dos recursos naturais. Na concepção de Khashe et al. (2015) um edifício com certificação LEED pode motivar positivamente os ocupantes para adoção de comportamentos pró-ambientais. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo geral estudar a atuação da certificação LEED na sustentabilidade das edificações, com foco no mercado brasileiro.

## 2 SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A sustentabilidade tem como base três pilares que não se excluem mutualmente e que reforçam o compromisso das exigências ambientais, sociais e econômicas (PUSKAS; MOGA, 2015). Os autores Neto e Farias Filho (2013), esclarecem que a ICC é parte integrante do desenvolvimento econômico e social de uma região, devido a relação emprego, empregador e cadeia de suprimento. No entender de Marjaba e Chidiac (2016) os investimentos ambientais inseridos nas empresas da construção civil por meio de políticas, práticas, sistemas de gestão e relatórios de sustentabilidade, estão interligados com a finalidade de garanti-las competitivas no meio corporativo. Para a Green Building Council (2016) a inserção de inovações na ICC altera as ações para melhorar os resultados ao mesmo tempo que atuam na melhoria da qualidade de vida dos usuários.

Com base nesse argumento, a Green Building Council (2014) destaca que para as principais organizações da construção civil, nacionais e internacionais, a sustentabilidade é vista como um procedimento intrínseco aos processos. Dessa forma, a ação da sustentabilidade na construção civil está intimamente ligada a redução de desperdícios, a utilização de novos métodos construtivos para mitigar as emissões de CO<sub>2</sub> e as degradações ambientais. Estima-se que a ICC contribua com 30% das emissões de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera, sendo a maior parcela representada pelo uso de combustíveis fósseis, na fase operacional (CHOU e YEH, 2015; GIAMA; PAPAPOULOS, 2015). Além disso, há danos por meio do desmatamento e da fabricação de cimento (JIN; CHEN; SOBOYEJO, 2015).

Nessa linha de argumentação, o estudo de Marshall et al. (2013), revela que é pequena ou quase inexistente, na literatura científica, pesquisas sobre emissões de GEE dos equipamentos utilizados na ICC, reconhecendo que ao setor falta informações sobre os danos ambientais dos seus *stakeholders*. Para Tabassi et al. (2012), os equipamentos utilizados na ICC tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento não estão alinhados com o desenvolvimento sustentável, principalmente quando se analisa as emissões de CO<sub>2</sub> do setor. Sobre esse cenário, Wu et al. (2014) afirma que a ICC enfrenta uma crescente pressão para reduzir as emissões de GEE.

De acordo com Sarkis, Meade e Presley (2012), um dos principais desafios da ICC no século XXI é a redução dos impactos ambientais movidos pelo exercício da atividade e o desenvolvimento de materiais e processos sustentáveis que visem minimizar as emissões de CO<sub>2</sub>. Marshall et al. (2013) defende que as empresas voltadas a construção devem focalizar-se na melhoria de eficiência de seus equipamentos, sobre o objetivo de reduzir os custos e as emissões dos projetos de construção. Ruparathna e Hewage (2015), apontam que a indústria global da construção civil em 2020 representará 13,2% do PIB mundial, e Betts et al. (2011) revela que a despesa anual global do setor da construção civil deverá aumentar em 67% até 2020, representando para a década um gasto total, de aproximadamente, R\$ 304 trilhões de reais.

Sobre essa projeção, há uma provável intensificação de crescimento da ICC e conseqüentemente aumento das emissões de GEE, se não ocorrer mudanças nos padrões construtivos. Tsai e Chang (2012) enfatizam que as atividades causadoras da degradação

ambiental são intensificadas por três fatores: (i) ação humana; (ii) aceleração industrial; e; (iii) ocupações irregulares. Assim, para Zutshi e Creed (2015) as ascensões humanas devem interligar-se ao uso racional das matérias primas e da construção sustentável. Tsai e Chang (2012), e Tabassi et al. (2016), afirmam que em um contexto global o setor da construção é reconhecido internacionalmente como vital para incentivar a mudança social em direção ao desenvolvimento sustentável.

## 2.2 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E OS EDIFÍCIOS DE ALTO DESEMPENHO

Em um esforço para abordar as preocupações ambientais na ICC, o conceito de edifícios verdes ganhou reconhecimento rápido nos últimos anos (Wu et al., 2016). O mesmo autor ressalta que vem ocorrendo uma utilização frequente na literatura acadêmica e nos meios industriais, e sinaliza que até o presente momento não há uma definição exata para esclarecer o termo construção sustentável ou “*Green Building*” (edifícios verdes). No entender de TABASSI et al. (2016) como fatores que podem influenciar os critérios de sucesso de um edifício verde está a liderança transformacional dos líderes sustentáveis.

Para USBGC (2012), conforme descrito no documento “*Building Momentum*”, e para o autor Arif (2013), um edifício verde é um projeto construído e operado para alavancar o desenvolvimento da saúde, da economia e da produtividade nos canteiros de obras. Na posição de Kasai e Jabbour (2014), a construção sustentável traz mudanças significativas nos conceitos de projetos, nas compras de materiais e na gestão das edificações. Assim, a indústria de construção como catalizadora do desenvolvimento sustentável pode influenciar positivamente no desenvolvimento de projetos eficientes e impulsionar um plano futuro para um desempenho crescente, sustentável e efetivo dos setores da construção (TABASSI et al., 2012, TABASSI et al., 2016).

Nesse sentido, Kasai e Jabbour (2014) comentam que as construções sustentáveis apresentam uma migração de tecnologia que visa reduzir o impacto das edificações sobre o ambiente construído, gerações futuras e seu entorno. Para Khashe et al. (2015), os projetos de edificações verdes revelam a prática de criar estruturas e usar processos que são ambientalmente responsáveis e eficientes em termos de recursos durante todo o ciclo de vida de um edifício. Assim, sobre a perspectiva desses autores, uma edificação sustentável pode ser compreendida como aquele projeto que apresenta meios eficientes da utilização dos recursos físicos e naturais.

De acordo com Vazquez et al. (2013), os edifícios verdes devem ser concebidos e planejados através de cinco conceitos primordiais, os quais são: (i) projetos que suprimem áreas menores de vegetação; (ii) utilização de certificação e cumprimento de normas de desempenho; (iii) utilização de materiais com baixas emissões de CO<sub>2</sub>; (iv) redução de resíduos durante a fase de construção; e; (v) redução no consumo de água e energia durante a fase de construção e uso. Portanto, incorporar a sustentabilidade na construção pode resultar em atributos de construção desejáveis, como redução no consumo de recursos naturais, melhoria no desempenho ambiental (MONTROYA, 2011).

Conforme Zutshi e Creed (2015), as certificações de edificações sustentáveis estão mudando o mercado da construção, tornando-se um pré-requisito de sobrevivência para as construtoras, em vista do interesse dos clientes em obterem uma residência eficiente e eficaz quanto a sustentabilidade. Assim, pode-se inferir que as políticas para a certificação de edifícios verdes, passam a ser entendidas como um esforço para alinhar os custos privados dos edifícios com seus custos sociais. As melhorias podem advir no desempenho do edifício quanto a eficiência energética, a qualidade do ar interior ou dos processos de construção (FUERST; GRABIELI; MCALLISTER, 2017).

Na concepção de Fuerst, Grabieli e McAllister (2017) a preocupação com a preservação ambiental, bem como as aspirações dos consumidores e investidores tem alterado os padrões

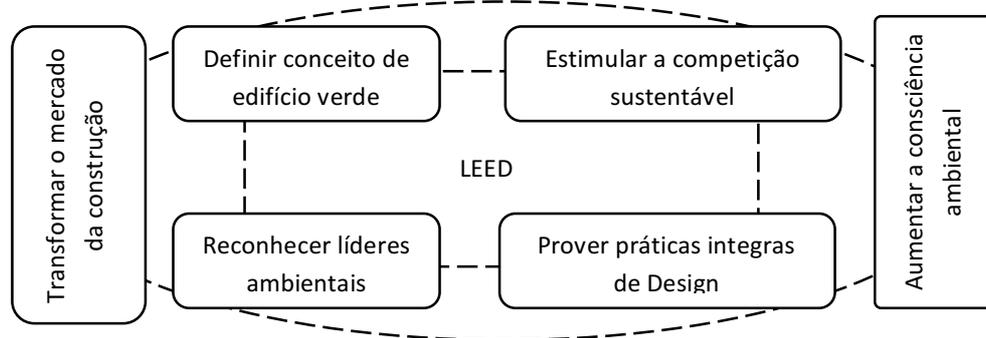
construtivos da ICC. Zhang et al. (2011), defende que a promoção de práticas sustentáveis no desenvolvimento de edifícios leva ao avanço das estratégias verdes, principalmente a do desempenho ambiental no processo de construção das edificações. Na visão de Khashe et al. (2015) é através dos programas de certificação e sistemas de classificação que a indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) obtém as ferramentas necessárias para projetar e construir edifícios verdes de alto desempenho com foco na promoção de práticas sustentáveis que reduzam ou eliminem os impactos ambientais negativos da construção.

### 2.3 CERTIFICAÇÃO LEED

O sistema de certificação LEED atua como um programa voluntário para classificação e medição do desempenho sustentável de uma edificação (CHOI et al., 2015; LAM; BISWAS; WANG, 2015; SUZER, 2015; e, WU et al., 2016), consiste em um conjunto de normas para a avaliação da construção ambientalmente sustentável (FUERST; GRABIELI; MCALLISTER, 2017). Assim, essa certificação fornece a verificação por terceiros de que um edifício ou comunidade foi concebido e construído utilizando estratégias destinadas a melhorar seu desempenho quanto a eficiência energética, consumo de água, redução de emissões de CO<sub>2</sub>, qualidade ambiental e gestão dos recursos e sensibilidade aos seus impactos (KHASHE et al., 2015; LIU; MENG; TAM, 2015).

Sendo considerado por Rashid, Spreckelmeyer e Angrisano (2012) como a certificação mais utilizada no mundo. O sistema de certificação LEED tem por objetivo fornecer a certificação de edifícios que utilizaram projetos mensuráveis de construção, operação e solução de manutenção, sobre aspectos de eliminação dos impactos ambientais da construção (KHASHE et al., 2015). Diante disso, os projetos que buscam a certificação LEED são altamente influenciados pelas decisões tomadas durante a fase de concepção dos empreendimentos (CHOI et al., 2015). Para a USGBC (2017a), a lista de objetivos a serem alcançados segue as dimensões e pesos de cada tipologia do sistema de certificação LEED. Dessa forma, evidencia-se que o sistema de certificação LEED é uma estrutura que permite que os proprietários e operadores de edifícios identifiquem e implementem soluções práticas e mensuráveis (CHOI et al., 2015). Na Figura 1 é apresentado os objetivos da certificação LEED.

Figura 1 – Objetivos para o desenvolvimento da certificação LEED

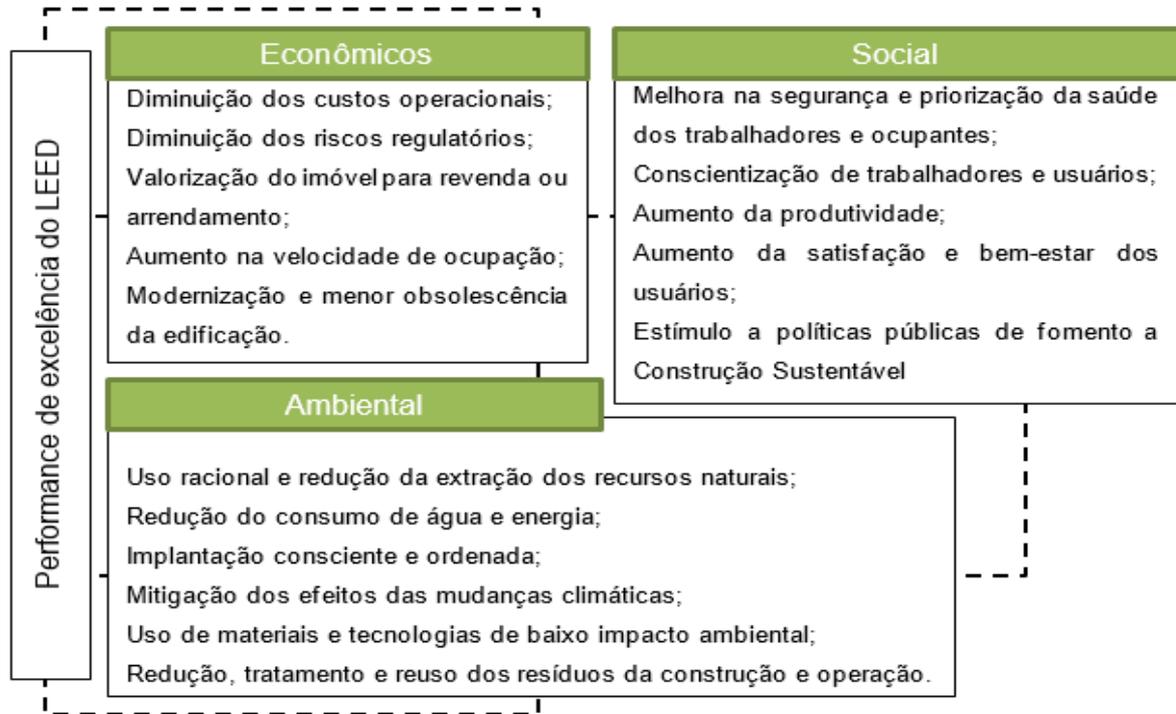


Fonte: Adaptado de USGBC (2017d).

Para Ofori-boadu et al. (2012), a ascensão do mercado verde, tem influenciado as empreiteiras a adotarem os princípios da certificação LEED como um mecanismo de entrada para as credenciais ambientais. Mediante a isso, as construtoras estão buscando a certificação LEED para atender as necessidades e requisitos de desempenho das edificações (ARIF, 2013). Nessa linha de argumentação, os desenvolvedores e certificadores têm desempenhado um papel significativo na condução da avaliação de desempenho em construções verdes através da

certificação LEED (COLE; VALDEBENITO, 2013). Na Figura 2 é apresentado a relação de benefícios da certificação LEED quando aos aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Figura 2 – Sistema de certificação LEED e suas relações.



Fonte: Adaptado de Green Building Council (2017a).

Marjaba e Chidiac, (2016), apontam que o sistema LEED é baseado no fornecimento de créditos como meio de avaliação de um empreendimento. Assim, conforme a Green Building Council (2017e), os projetos que buscam a certificação LEED podem ser concedidos em nove categorias diferentes, sendo essas: i) nova construção e grandes reformas; (ii) áreas comuns e envoltória; (iii) interiores comerciais; (iv) escolas; (v) hospitais e setor de saúde; (vi) varejo; (vii) edifícios existentes: operação e manutenção; (viii) casas; e; (ix) desenvolvimento de bairros. E para cada dimensão há pré-requisitos práticos e obrigatórios, e também créditos (recomendações).

A Green Building Council (2017a), defende que os créditos devem ser apresentados para avaliação dos auditores da certificação LEED através de três documentos, sendo esses: (i) Template ou declaração padrão LEED, assinada por projetista ou responsável; (ii) Plantas e memoriais descritivos de projetos e sistemas; e; (iii) Cálculos que comprovem o atendimento dos requisitos. Para obter a certificação LEED é necessário cumprir todos os pré-requisitos e receber uma quantidade mínima de créditos (USGBC, 2017a).

Nesse sentido, após o atendimento dos pré-requisitos há uma inferência de pontuações ao empreendimento e as edificações podem ser classificadas como: Certificado, Ouro, Prata e Bronze (GREEN BUILDING COUNCIL, 2017c). No Quadro 1 são apresentadas as pontuações e o níveis de certificação do sistema de certificação LEED. Essa certificação vem ganhando cada vez mais adeptos, nos EUA, por exemplo, o mercado de certificação LEED atingiu uma taxa de crescimento anual médio de 103% entre 2000 e 2011 (ZHAO; LAM, 2012).

Quadro 1 – Níveis de Certificação LEED

Pontuação	Nível de certificação
De 40 a 49 pontos	Certificado
De 50 a 59 pontos	Prata
De 60 a 79 pontos	Ouro
De 80 a 110 pontos	Platina

Fonte: Green Building Council (2017c).

No entender de Suzer (2015), a saída do processo de ponderação de crédito revela os máximos pontos possíveis que podem ser alcançados em cada categoria de crédito. Owens et al. (2013), afirma que as realocações de pontos de crédito são determinadas com base em como elas afetam as categorias de impacto. Para esse processo é realizado um estudo qualitativo e quantitativo (SUZER, 2015). Se não houver uma possível atribuição quantitativa de valor à relação entre crédito e categoria de impacto, o nível de associação é determinado como baixo, médio ou alto (OWENS et al., 2013).

#### 2.4 BRASIL E A CERTIFICAÇÃO LEED

A construção civil no Brasil apresenta-se em declínio desde o ano de 2013 (SINDUSCON, 2016). A última medição do déficit habitacional do país registrou mais de seis milhões de cidadãos sem habitações (CBIC, 2017a). E a participação relativa da construção civil na população ocupada total, em 2014, foi de 8,67% (CBIC, 2017b). Em relação ao último trimestre de 2016, a construção civil no país registrou uma queda de 1,7%, e uma retração de 4,4% em relação ao mesmo período de 2015 (SINDUSCON, 2016). As perspectivas para o setor conforme pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) é de um crescimento de 0,5% no ano de 2017 (SINDUSCON, 2016).

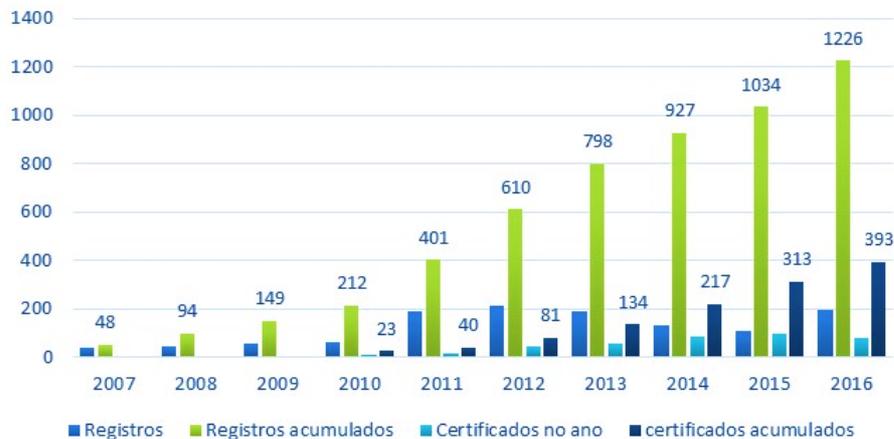
Assim a inserção de novos meios construtivos, através de tecnologias, inovações e projetos sustentáveis no país, torna-se relevante para alterar a retração do mercado da construção civil (CBIC, 2017a). Como mentora do desenvolvimento de práticas sustentáveis o sistema de certificação LEED foi implantado no Brasil no ano de 2004, e sua primeira certificação foi em 2007 (USGBC, 2017b). O sistema de certificação LEED está presente em todo território brasileiro, através dos escritórios de arquitetura e engenharia credenciados (GREEN BUILDING COUNCIL, 2016).

O sistema de certificação LEED é a certificação mais conhecida e utilizada no país (PATZLAFF; GONZÁLEZ; KERN, 2014). Diante disso, um estudo apresentado pela Green Building Council (2016), sobre a comparação entre empreendimentos certificados e não certificados no Brasil, aponta que a taxa de vacância dos empreendimentos certificados LEED no país é de 7% a 9,5% menor do que em empreendimentos não certificados. Além disso, o estudo evidenciou que o valor agregado a um edifício verde, quanto ao preço médio de locação, é de R\$ 10,4/m<sup>2</sup>/mês a R\$ 28,9/m<sup>2</sup>/mês mais altos que os empreendimentos não certificados no país.

A Green Building Council (2016), aponta que a implementação do LEED nos empreendimentos no Brasil representa uma redução média de 40% no consumo de água, 30% na utilização de energia, 35% nas emissões de CO<sub>2</sub> e 65% na geração de resíduos (GREEN BUILDING COUNCIL, 2017a). Em 2013, a média de empreendimentos certificados no país foi equivalente a 4,5 projetos por mês, e comparando os primeiros semestres de 2013 e 2014 ocorreu um crescimento de 55,55% no número de certificações (GREEN BUILDING COUNCIL, 2015). A Figura 3 apresenta a evolução da certificação LEED no Brasil nos

períodos de 2007 a 2016, ademais evidencia que no ano de 2016 o país obteve uma média acumulada de 1.226 empreendimentos registrados e 393 empreendimentos certificados.

Figura 3 – Registros das certificações LEED no Brasil



Fonte: Green Building Council (2017b).

Os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, e Paraná apresentam, respectivamente, o maior número de projetos registrados LEED no país. A média acumulada desses estados é de 645 registros, para São Paulo; 213 registros no Rio de Janeiro; e; 85 registros no Paraná (GREEN BUILDING COUNCIL, 2017b). Nesse contexto, quanto as categorias do sistema de certificação LEED utilizados no Brasil, as mais usuais, em número de registro, são: (i) categoria LEED Core & Shell, com 530 registros; (ii) categoria LEED New Construction (NC), com 443 registros; (iii) categoria LEED Existing Building (EB), com 108 registros; e; (iv) categoria LEED Commercial Interiors (CI), com 82 registros (GREEN BUILDING COUNCIL, 2017b).

### 3 METODOLOGIA

Essa etapa visa apresentar os aspectos pertinentes aos procedimentos metodológicos adotados para efetivação dessa pesquisa. O método é um conjunto de atividades sistemáticas que baseiam e permitem atingir os objetivos do trabalho com resultados coerentes (MARCONI; LAKATOS, 2010). Nesse aspecto, quanto a forma de estudo a pesquisa classifica-se como descritiva, pois tem como cerne a não interferência do pesquisador e sim sua descrição para desenvolver o objeto de pesquisa, procurando entender como o fenômeno ocorre, suas características e relações/interações com outros fenômenos. Quanto a sua finalidade o trabalho é de natureza aplicada porque busca investigar a atuação da certificação LEED na sustentabilidade das edificações, com foco nos aspectos relacionados a economia de baixo carbono (EBC) no mercado brasileiro.

Em relação ao método científico, a pesquisa é caracterizada como indutiva porque tem por objetivo levar a conclusões, cujo o conteúdo é mais amplo do que das premissas que se baseou (MARCONI; LAKATOS, 2010). A abordagem do estudo é classificada como qualitativa porque tem ênfase na obtenção de informações sobre o ambiente e a relação dos aspectos globais da certificação LEED. O levantamento sistemático da literatura foi realizado por meio da consulta em bases de dados, conforme os periódicos elencados no Quadro 2. A escolha dos artigos teve como limitação a disponibilidade de acesso da instituição de ensino a qual os pesquisadores estão vinculados. O ano de pesquisa limitou-se em 2012 a 2016.

Quadro 2 – Detalhes do mapeamento de termos na literatura

<b>Finalidade</b>	<b>Base de Dados</b>	<b>Strings de busca</b>
Contextualizar a pesquisa, analisar e formular indicadores	“Emerald”, “ScienceDirect”, “Scopus” e “Web of Science”.	“Civil Construction”, “Sustainability”, “Innovation”, “Environmental Certification”, “Leed” e “Brazil”.

Fonte: Autores (2017).

A varredura é caracterizada como teórico-conceitual (LOPES e CARVALHO, 2012). O escopo da revisão da literatura inclui artigos publicados em periódicos e revistas que tratam de questões que contemplam a inovação, sustentabilidade e certificações ambientais na construção civil. Neste sentido, a técnica inicialmente, adotará um estudo das ferramentas administrativas no tocante conceitual, e posteriormente apresentará o cenário da certificação LEED no Brasil.

#### 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O crescimento dos centros urbanos está continuamente em expansão, estendendo-se aos limites das cidades ou áreas metropolitanas. A utilização de espaços não regularizados ou sem um prévio estudo ambiental vem causando perda de terra, recursos naturais e alterando a paisagem. Nesse viés, com a crescente degradação do meio ambiente nas cidades e a mudança das exigências do mercado por edificações mais confortáveis, surge a necessidade de desenvolver tecnologias e soluções para reduzir os impactos gerados pela ICC.

Assim, fica claro que a cada novo projeto emerge uma necessidade de buscar soluções tecnológicas e inovações que garantam a gestão racional da energia, da água, dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos nas edificações. Posto isto, sobre a implementação de inovação e sustentabilidade na construção civil através do sistema de certificação LEED correlato a uma economia de baixo carbono, o Quadro 3 apresenta os estudos mais relevantes a essa temática, conforme pesquisa bibliográfica realizada pelos autores desse estudo.

Quadro 3 – Estudos de inovação e sustentabilidade na construção civil

<b>Autoria/ Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Periódico</b>	<b>Descrição</b>
Vazquez et al. (2013).	Sustainability in civil construction: Application of an environmental certification process (leed) during the construction phase of a hospital enterprise-rio de janeiro/Brazil.	International Journal of Sustainable Development and Planning	Este estudo avalia as características que interferem em um edifício sustentável diretamente na relação homem meio ambiente com as questões que podem ser minimizadas ao projetar um edifício.
Kasal e Jabbour (2014).	Barriers to green buildings at two Brazilian Engineering Schools.	International Journal of Sustainable Built Environment	Este estudo identifica e analisa as principais barreiras à adoção de edifícios ecológicos.
Coutinho e Vieira (2014).	Perceptions of Sustainability in Civil Construction Projects: Analysis of Brazilian Construction Sites.	The Journal of Modern Project Management	Este estudo evidencia o que uma sociedade consciente pode mudar para reduzir os impactos ambientais causados pelo setor da construção civil.

Zutshi e Creed (2015).	An international review of environmental initiatives in the construction sector.	Journal of Cleaner Production	Este estudo apresenta uma revisão abrangente das iniciativas ambientais no setor da construção.
Tabassi et al. (2016).	Leadership competences of sustainable construction project managers.	Journal of Cleaner Production	Este estudo apresenta uma avaliação sobre as perspectivas dos gerentes de projetos de construções sustentáveis e propõem um novo modelo para facilitar o processo de sustentabilidade no setor da construção civil.

Fonte: Autores (2017).

Através desses estudos é possível afirmar que as mudanças nos métodos construtivos passaram a ser inseridas na ICC por meio das certificações ambientais de edifícios verdes. Concomitantemente, pode-se compreender que a aplicação da certificação LEED nas edificações pode reduzir, em média, 3% das emissões de GEE; 2,87% no consumo de energia; e; 1,65% no consumo de água. Ademais evidenciam que a indústria da construção civil possui um grande desafio quanto ao desenvolvimento sustentável, pois é uma das atividades econômicas mais poluidoras do mundo.

Ao mercado Brasileiro, o sistema de certificação LEED é a certificação ambiental mais utilizada no país, sendo baseada em critérios e indicadores de desempenho. No país a certificação LEED está disponível em vinte duas tipologias. Dentre essas, as que possui maior número de projetos registrados são: (i) tipologia comercial, representa 42% dos projetos em registro; (ii) tipologia de centro de distribuição, representa 14,6% dos projetos em registro; (iii) tipologia de escritórios, representa 8% dos projetos em registro; e; (iv) tipologia industrial, representa 6,7% dos projetos em registro.

Os resultados expressivos do Brasil, o colocam em quanto lugar na lista mundial de certificações sustentáveis LEED. Embora por meio de pesquisas que basearam esse estudo, nota-se que são baixas as políticas públicas de incentivo a construção de edificações sustentáveis no país. Ademais, evidenciou-se que no país, tem-se uma elevada aceitação do sistema de certificação LEED pelas construtoras de alto padrão, pois para a maioria das construtoras nacionais, o processo de certificação é visto como uma burocracia a mais ou um custo nos processos construtivos. Para esses empresários, como aspecto positivo, a certificação de um edifício sustentável gera apenas um incremento no valor dos empreendimentos.

Diante disso, fica notório que vem se elevando a consciência ambiental ao nível estratégico das corporações do setor da construção civil no país, porém há alguns empresários do setor que ainda não entendeu o real valor da sustentabilidade, que não é apenas ambiental, tem que ser técnico e econômico. Dessa forma, revelasse que o sistema de certificação LEED no Brasil auxilia, aos proprietários, os empresários do setor da construção civil e os operadores de edifícios, no fornecimento de uma estrutura concisa para identificar e implementar soluções práticas e mensuráveis de construção, operação e manutenção de edifícios verdes no país.

## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento sustentável é o meio de transformação do consenso global que visa reforçar o potencial do presente e futuro, visando atender as suas necessidades e interesses. Assim os projetos de edificações verdes revelam a prática de criar estruturas e usar processos que são ambientalmente responsáveis e eficientes em termos de recursos durante todo o ciclo de vida de um edifício. Nesse sentido, os sistemas de avaliação de desempenho ambiental, ou

certificações foram criados para garantir a redução do impacto ambiental e melhorarias de performance nos sistemas construtivos.

Diante disso, o sistema de certificação LEED possui adesão voluntária e tem por objetivo fornecer a certificação de edifícios que utilizaram projetos mensuráveis de construção, operação e solução de manutenção, sobre aspectos de eliminação dos impactos ambientais da construção. Ao mercado brasileiro o sistema de certificação LEED é o mais utilizado, sendo a tipologia comercial a que possui maior número de projetos certificados. As estratégias cooperativas para a construção sustentável no país estão concentradas aos empreendimentos de alto padrão, em vista disso, conclui-se que o país ainda não entendeu o real valor da sustentabilidade, que não é apenas ambiental, tem que ser técnico e econômico.

Quanto a introdução de inovações e tecnologias no setor da construção civil por meio das certificações ambientais para uma economia de baixo carbono, conclui-se que as construções sustentáveis apresentam uma migração de tecnologia que visa reduzir o impacto das edificações sobre o ambiente construído, gerações futuras e seu entorno. Portanto um projeto com certificação ambiental analisa de forma sistêmica o planejamento da obra, a execução do projeto e a usabilidade do empreendimento quanto aos quesitos sustentáveis. Assim, como sugestões para trabalhos futuros sugere-se uma análise do mercado brasileiro através de uma aplicação prática, afim de investigar quais as maiores dificuldades, por partes dos empresários, na implementação do sistema de certificação LEED no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- AKTAS, B.; OZORHON, B. Green Building Certification Process of Existing Buildings in Developing Countries: Cases from Turkey. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 6, 2015.
- ARIF, Q. L. M. S. N. T. M. Constructors and innovation credits in green building projects. **Construction Innovation**, v. 13, p. 320–338, 2013.
- BARBA, D. J.; GOMES, J. O.; LACERDA, J. F. S. B. L. Sustainability Assessment in Conventional and Industrialized Systems Built in Brazil. **Procedia CIRP**, v. 29, p. 144–149, 2015.
- BETTS, M., et al. **Global Construction 2020: a Global Forecast for the Construction Industry over the Next Decade**. Global Construction Perspectives and Oxford Economics, London, 2011.
- CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Déficit habitacional total, relativo e por componentes – Brasil, regiões, uf e regiões metropolitanas**. 2017a. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>> Acesso em: 15, fev. 2017.
- CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Participação (%) da indústria da construção na população ocupada**. 2017b. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>> Acesso em: 15, fev. 2017.
- CHOI, J. O. et al. LEED Credit Review System and Optimization Model for Pursuing LEED Certification. *Sustainability*, p. 13351–13377, 2015.
- CHOU, J.-S.; YEH, K.-C. Life cycle carbon dioxide emissions simulation and environmental cost analysis for building construction. **Journal of Cleaner Production**, v. 101, p.137-147, 2015.

- COLE, R. J.; VALDEBENITO, M. J. The importation of building environmental certification systems : international usages of BREEAM and LEED. **Building Research & Information**, v. 41, p. 662–667, 2013.
- COUTINHO, S. M.; VIEIRA, D. R. Perceptions of Sustainability in Civil Construction Projects : Analysis of Brazilian Construction Sites. **The Journal of Modern Project Management**, n. August, p. 71–81, 2014.
- FUERST, F.; GABRIELI, T.; MCALLISTER, P. A green winner – is it a curse? Investor behavior in the market for eco-certified office buildings. **Economic Modelling**, v. 61, n. December 2016, p. 137–146, 2017.
- GBC. Green Building Council. **Anuário 2015: certificações**. Revista GBC Brasil, ano 2, n. 4, jul. 2015. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/revistas.php>> Acesso em: 01, fev. 2017.
- GBC. Green Building Council. **Anuário 2016: certificações**. Revista GBC Brasil, ano 3, n. 9, jul. 2016. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/revistas.php>> Acesso em: 30, jan. 2017.
- GBC. Green Building Council. **Pib da construção civil avança no Brasil**. Revista GBC Brasil, ano 1, n. 1, ago. 2014. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/revistas.php>> Acesso em: 08, fev. 2017.
- GBC. Green Building Council. **Certificação LEED**. 2017a. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>> Acesso em: 04, fev. 2017.
- GBC. Green Building Council. **Certificado LEED: gráficos de crescimento no Brasil**. 2017b. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/graficos-empresendimentos.php>> Acesso em: 04, fev. 2017.
- GBC. Green Building Council. **Perguntas frequentes**. 2017c. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/faq.php>>. Acesso: 18, mar. 2017.
- GBC. Green Building Council. **Tipologias LEED**. 2017e. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/tipologia-leed.php>>. Acesso em: 15, fev. 2017.
- GIAMA, E.; PAPADOPOULOS, A. M. Assessment tools for the environmental evaluation of concrete, plaster and brick elements production. **Journal of Cleaner Production**, v. 99, p. 75–85, 2015.
- IACONO, A.; ALMEIDA, C. A. S.; NAGANO, M. S. Interação e cooperação de empresas incubadas de base tecnológica: uma análise diante do novo paradigma de inovação. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 5, p. 1485-1516, 2011.
- JIN, R.; CHEN, Q.; SOBOYEJO, A. A survey of the current status of sustainable concrete production in the U.S. **Resources, Conservation and Recycling**, v.105, p. 148-159, 2015.
- KASAI, N.; JABBOUR, C. J. C. Barriers to green buildings at two Brazilian Engineering Schools. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 3, n. 1, p. 87–95, 2014.
- KHASHE, S. et al. Influence of LEED branding on building occupants' pro environmental behavior. **Building and Environment**, v. 94, p. 477–488, 2015.
- LAM, J. Z.; BISWAS, T.; WANG, H. Article information. **Construction Innovation**, v. 15, p. 313–332, 2015.

- LIU, S.; MENG, X.; TAM, C. Building information modeling based building design optimization for sustainability. **Energy Build**, v.105, p.139–153, 2015.
- LOPES, A. P. V. V.; CARVALHO, M. M. Evolução da literatura de inovação em relações de cooperação: um estudo bibliométrico num período de vinte anos. *Gestão & Produção*, v. 19, n. 1, p. 203-217, 2012.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos da metodologia científica. São Paulo: Atlas, 320 p., 2010.
- MARJABA, G. E.; CHIDIAC, S. E. Sustainability and resiliency metrics for buildings - Critical review. **Building and Environment**, v. 101, p. 116–125, 2016.
- MARSHALL, S. K. et al. Methodology for Estimating Emissions Inventories for Commercial Building Projects. **American Society of Civil Engineers**, p. 251–260, 2013.
- MONTOYA, M.P. **Green Building Fundamentals**. New Jersey, 2º Ed., 2011.
- NETO, J. V.; FARIAS FILHO, J. R. Sustainability in the civil construction industry : an exploratory study of life cycle analysis methods. **International Journal Environmental Technology and Management**, v. 16, p. 420–436, 2013.
- OFORI-BOADU, A. et al. Exploration of management practices for LEED projects Lessons from successful green building contractors Management of. **Structural Survey**, v. 30, p. 145–162, 2013.
- OWENS, B. et al. **LEED v4 Impact Category and Point Allocation Process**. Washington, 1º Ed. Green Building Council, p. 16, 2013.
- PATZLAFF, J.; GONZÁLEZ, M. A. S.; KERN, A. P. The assessment of building sustainability in micro and small building firms – Case study on southern Brazil Evaluación de la sustentabilidad de la construcción en micro empresas o empresas pequeñas de la construcción – Caso de estudio en el sur de Brasil. **Revista Ingeniería de Construcción**, v. 29, p. 151–158, 2014.
- PUSKAS, A.; MOGA, L. M. Sustainability of reinforced concrete frame structures - A case study. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v. 10, n. 2, p. 165–176, 2015.
- RASHID, M.; SPRECKELMEYER, K.; ANGRISANO, N. J. Green buildings, environmental awareness, and organizational image. **Journal of Corporate Real Estate**, v.14, p. 21-49, 2012.
- RUPARATHNA, R.; HEWAGE, K. Sustainable procurement in the Canadian construction industry : current practices, drivers and opportunities. **Journal of Cleaner Production**, v. 109, p. 305–314, 2015.
- SARKIS, J.; MEADE, L.; PRESLEY, A. Incorporating sustainability into contractor evaluation and team formation in the built environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 31, 2012.
- SILVA, A. T. et al. Novas exigências decorrentes de programas de certificação ambiental de prédios e de normas de desempenho na construção. **Arquitetura Revista**, v. 10, n. 2, p. 105–114, 2014.
- SINDUSCON. Sindicato da Indústria da Construção Civil. **Conjuntura da construção**, ano xiv, nº 4, dezembro de 2016. Disponível em:

<<http://www.sindusconsp.com.br/wpcontent/uploads/2016/12/ConjunturaConstrucaodez16.pdf>  
f> Acesso em: 10, fev. 2017.

SPITZCOVSKY, D. **Certificação LEED: tudo sobre o principal selo de construção sustentável do Brasil**, 2012. Disponível em:

<<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/certificacao-leed-o-que-e-como-funciona-o-que-representa-construcao-sustentavel-675353.shtml>>. Acesso em: 10, fev. 2017.

SUZER, O. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. **Journal of Environmental Management**, v. 154, p. 266–283, 2015.

TABASSI, A. A. et al. Leadership competences of sustainable construction project managers. **Journal of Cleaner Production**, v. 124, p. 339–349, 2016.

TABASSI, A. A.; RAMLI, M.; BAKAR; A. H. A. Effects of training and motivation practices on teamwork improvement and task efficiency: the case of construction firms. **International Journal Project Management**, v. 30, p. 213 – 224, 2012.

TSAI, C. Y.; CHANG, A. S. Framework for developing construction sustainability items: the example of highway design. **Journal of Cleaner Production**, v. 20, p.127-136, 2012.

USGBC. U.S Green Building Council. **About LEED**. 2017a. Disponível em:  
<<http://www.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 12, jan. 2017.

USGBC. U.S Green Building Council. **Sustainable buildings in Brazil**. 2017b. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/sistema/docsMembros/131114121106000005990.pdf>>  
Acesso em: 04, fev. 2017.

USGBC. U.S Green Building Council. **The Leadership in Energy and Environmental Design**. 2017d. Disponível em: <<http://environment-ecology.com/environment-and-architecture/81-the-leadership-in-energy-and-environmental-design-leed-.html>>. Acesso em: 8, fev. 2017.

VAZQUEZ, E. et al. Sustainability in civil construction: Application of an environmental certification process (leed) during the construction phase of a hospital enterprise-rio de janeiro/Brazil. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v. 8, n. 1, p. 1–19, 2013.

WU, P. et al. A decade review of the credits obtained by LEED v2.2 certified green building projects. **Building and Environment**, v. 102, p. 167–178, 2016.

WU, P. et al. The past, present and future of carbon labelling for construction materials e a review. **Building Environment**, v. 77, p.160-168, 2014.

ZHANG, X.; SHEN, L.; WU, Y. Green strategy for gaining competitive advantage in housing development: a China study. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, p.157-167, 2011.

ZHAO, J.; LAM, K. P. Influential factors analysis on LEED building markets in US east coast cities by using support vector regression. **Sustainable Cities and Society**, v. 5, p. 37-43, 2012.

ZUTSHI, A.; CREED, A. An international review of environmental initiatives in the construction sector. **Journal of Cleaner Production**, v. 98, p. 92–106, 2015.