

**UNIVERSIDADE BRASIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CAMPUS SÃO PAULO**

**ANA PAULA MORI CAPUANO LARA**

**ESTUDO COMPARATIVO DAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS  
LEED, AQUA-HQE E CASA AZUL CAIXA: CONTRIBUIÇÕES PARA A  
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**COMPARATIVE STUDY OF LEED, AQUA-HQE AND CASA AZUL  
CAIXA CERTIFICATIONS: CONTRIBUTIONS TO CIVIL  
CONSTRUCTION**

São Paulo - SP

2021

ANA PAULA MORI CAPUANO LARA

**ESTUDO COMPARATIVO DAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS  
LEED, AQUA-HQE E CASA AZUL CAIXA: CONTRIBUIÇÕES PARA A  
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais.

Profa. Dra. Gisele Herbst Vazquez  
**Orientadora**

São Paulo - SP  
2021

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,  
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

L325e LARA, Ana Paula Mori Capuano

Estudo comparativo das certificações ambientais Leed, Aqua-Hqe e Casa Azul Caixa: contribuições para a construção civil / Ana Paula Mori Capuano Lara. -- São Paulo: Universidade Brasil, 2021.

70 f.: il. color.

Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-graduação do Curso de Ciências Ambientais da Universidade Brasil.

Orientação: Profa. Dra. Gisele Herbst Vazquez.

1. Sustentabilidade. 2. Meio Ambiente. 3. Métodos Construtivos. 4. Construções Sustentáveis. I. Vazquez, Gisele Herbst. II. Título.

CDD 372.357



## TERMO DE APROVAÇÃO

**ANA PAULA MORI CAPUANO LARA**

### **"ESTUDO COMPARATIVO DAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS LEED, AQUA-HQE e CASA AZUL CAIXA: CONTRIBUIÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL"**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil**, pela seguinte banca examinadora:

Prof(a). Dr(a) Gisele Herbst Vazquez (presidente-orientadora)

Prof(a). Dr(a). Leonice Domingos dos Santos Cintra Lima (Universidade Brasil)

Prof(a). Dr(a). Mara Regina Pagliuso Rodrigues (Instituto Federal de São Paulo)

São Paulo, 31 de março de 2021  
Presidente da Banca Prof.(a) Dr.(a) Gisele Herbst Vazquez



### Termo de Autorização

#### Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

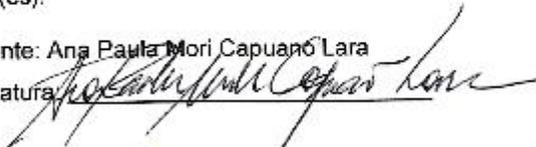
Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

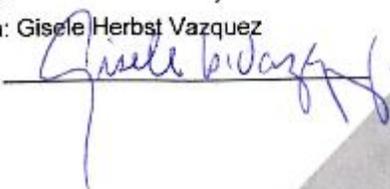
Título do Trabalho: "ESTUDO COMPARATIVO DAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS LEED, AQUA-HQE e CASA AZUL CAIXA: CONTRIBUIÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL"

Autor(es):

Discente: Ana Paula Mori Capuano Lara

Assinatura: 

Orientadora: Gisele Herbst Vazquez

Assinatura: 

Data: 31/março/2021

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus sempre.*

*Agradeço imensamente a Profa. Dra. Gisele Herbst Vazquez, pela paciência, dedicação e companheirismo e por ter sido, além de professora e orientadora, educadora.*

*Meus agradecimentos também a Profa. Dra. Leonice Domingos dos Santos Cintra Lima e a Profa. Dra. Denise Regina da Costa Aguiar e a todos os colegas e amigos que me incentivaram nesta trajetória.*

*E ao meu marido William por estar sempre ao meu lado.*

*“O que ocorrer com a terra, recairá sobre os filhos da terra.  
Há uma ligação em tudo”  
Chefe Seattle*

## RESUMO

A construção civil é uma atividade que causa grande impacto ambiental, social e econômico, o que torna este setor um dos focos do desenvolvimento sustentável na atualidade. Na tentativa de reduzir sua interferência negativa e integrar as dimensões mencionadas, foram consolidadas diversas certificações de construção sustentável por todo o mundo, que buscam padronizar critérios ligados à qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais. No entanto, não há consenso em relação a construção efetivamente sustentável; cada certificação aborda a questão à sua maneira. Assim, este estudo apresenta um estudo comparativo das certificações ambientais LEED, AQUA-HQE e Selo Casa Azul Caixa, sua aplicabilidade e ganhos baseados no tripé da sustentabilidade, com vistas a apontar a mais adequada às necessidades brasileiras. Trata-se de pesquisa em fontes secundárias formada pelo estudo documental e revisão bibliográfica e de natureza comparativa. Como referência analítica foram abordados os conceitos da avaliação do ciclo de vida e a análise de custos do ciclo de vida, estabelecendo-se uma comparação conceitual entre as certificações. Foram identificados parâmetros e premissas, vantagens e desvantagens, facilidades e/ou restrições. Os resultados confirmam que o setor tem buscado o entendimento dos conceitos das certificações ambientais, sua viabilidade e aplicabilidade, trazendo oportunidades de melhorias e que, embora o Selo Casa Azul Caixa apresente um menor número de empreendimentos certificados em comparação aos demais, o seu uso já se destaca em segmentos de alto padrão em São Paulo, indicando sua crescente aceitabilidade no país.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Meio Ambiente. Métodos Construtivos. Construções Sustentáveis

## ABSTRACT

Civil construction is one of the activities that most cause environmental, social and economic impacts, which makes this sector one of the focuses of sustainable development nowadays. In an attempt to reduce the impacts and integrate the three dimensions previously mentioned, several sustainable construction certifications have been created around the world, which seek to standardize some criteria related to urban quality, design and comfort, energy efficiency, material resources conservation, water management and social practices. However, because there is no consensus regarding an effectively sustainable construction, each certification addresses the issue in its own way, and is influenced by different factors. Thus, this article presents a comparative study of LEED, AQUA-HQE, and Selo Casa Azul Caixa environmental certifications, their applicability and gains based on the sustainability tripod, with a view to pointing out the most adequate to the Brazilian needs. It is a research in secondary sources formed by the documentary study and bibliographic review, of comparative nature and non-experimental character. As an analytical reference, the life cycle concepts evaluation and the analysis of its costs were approached, a conceptual comparison between the certifications was established, their parameters and assumptions, advantages and disadvantages, facilities and/or restrictions were identified. The results confirm that the sector has sought to understand the concepts of environmental certifications, their viability and applicability, and it brings opportunities for improvement. Although Selo Casa Azul Caixa presents a smaller number of certified enterprises in comparison to others, it already has drawn attention even in high-end segments in São Paulo.

**Keywords:** Sustainability. Environment. Constructive Methods. Sustainable Constructions.

## **DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO**

A construção civil é uma das atividades que mais causam impactos ambientais, tornando este setor um dos focos do desenvolvimento sustentável na atualidade. Assim, este artigo apresenta um estudo comparativo das certificações ambientais LEED, AQUA-HQE e Selo Casa Azul Caixa, suas aplicabilidades e ganhos baseados no tripé da sustentabilidade. Os resultados confirmaram que a construção civil tem buscado o entendimento e a aplicação das certificações ambientais, e que embora o Selo Casa Azul Caixa apresente um número menor de construções, já chama a atenção das empresas que constroem edifícios de alto padrão em São Paulo, principalmente quanto aos menores custos e por atender à realidade brasileira.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tripé da Sustentabilidade .....	21
Figure 2 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro .....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Principais eventos que interferiram na evolução da indústria da construção civil no Brasil .....	23
Tabela 2 - Principais leis ambientais brasileiras.....	27
Tabela 3 - Ranking de certificação LEED em 2018.....	34
Tabela 4 - Critérios de avaliação LEED, AQUA-HDE e SELO CASA AZUL CAIXA	55
Tabela 5 - Critérios de avaliação da certificação LEED.....	57
Tabela 6 - Critérios de avaliação da certificação AQUA-HQE: categoria conforto higrotérmico.....	58
Tabela 7 - Critérios de avaliação da certificação CASA AZUL CAIXA .....	59

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACV	Avaliação do ciclo de vida
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
CBCS	Conselho Brasileiro de construção Sustentável
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
COP	Conferência das Partes
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
FV	Fundação Vanzolini
GBC	Green Building Council Brasil
HIS	Habitação de Interesse Social
HQE	Haute Qualité Environnementale
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LCCA	Life cycle cost analysis ou Análise de custos do ciclo de vida
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RTQ-R	Regulamento Técnico da Qualidade Residencial
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGQ	Sistema de gestão da qualidade
SINDUSCON-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	19
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	20
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>20</b>
3.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	20
3.2 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	24
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
4.1 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL - LEED, AQUA-HQE E SELO CASA AZUL CAIXA.....	32
<b>4.1.1 Certificação Leadership in Energy and Environmental Design - LEED</b>	<b>33</b>
<b>4.1.1.1 Tipologia da Certificação LEED</b> .....	<b>36</b>
<b>4.2.1 Certificação Alta Qualidade Ambiental - AQUA-HQE</b> .....	<b>39</b>
<b>4.2.1.1 Tipologia da certificação AQUA-HQE</b> .....	<b>42</b>
<b>4.3.1 Certificação Selo Casa Azul Caixa</b> .....	<b>44</b>
<b>4.3.1.1 Tipologia da certificação Selo Casa Azul Caixa</b> .....	<b>46</b>
4.2 CUSTOS DO CICLO DE VIDA.....	<b>52</b>
4.2.1 Avaliação do Ciclo de Vida - ACV.....	52
4.2.2 Análise de Custos do Ciclo de Vida – LCCA .....	53
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

É fato que a engenharia de produção está, em termos de processos produtivos e procedimentos de qualidade, muito à frente da engenharia civil. A produção enxuta trouxe procedimentos e conceitos gerenciais introduzidos na década de 1970, nos setores aeroespacial e automobilístico pelo sistema Toyota de produção, tendo como principal objetivo uma maior competitividade, qualidade e menos desperdício (SEVERO, 2006).

Infelizmente a realidade na indústria da construção civil é bem diferente. Apesar deste panorama, o setor inicia uma nova trajetória deixando seus métodos empíricos e pouco sustentáveis para trás e começa a ter uma preocupação com aspectos antes praticamente inexistente, como a competitividade e a sustentabilidade (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Diante do tema sustentabilidade o setor construtivo necessita adotar critérios inovadores tanto para os projetos como para os seus métodos. E neste contexto deve ser considerado, além do desenvolvimento sustentável, o direito ao usufruto da vida em ambiente saudável (DEGANI; CARDOSO, 2002).

No entanto, para incorporar os conceitos de sustentabilidade o setor da construção civil reconhece que inovação é inerente apenas às indústrias que utilizam recursos tecnológicos sofisticados e mão de obra altamente qualificada (AGOPYAN; JOHN, 2011), desconhecendo, porém, que inovar, também é um dos critérios de avaliação nas certificações ambientais. Ainda segundo estes autores, a busca por um ambiente construtivo sustentável, principalmente o nacional, surgiu no Brasil, no início da década de 90, com as primeiras iniciativas de uma construção mais sustentável, com estudos mais sistemáticos e resultados mensuráveis.

A preocupação com a sustentabilidade no setor, também, vem sendo impulsionada pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP), por meio do Comitê de Tecnologia e Qualidade e do Comitê do Meio Ambiente. Para a construção civil, a sustentabilidade é muito mais que uma consciência ambiental ou ações de responsabilidade social, na verdade é um assunto estratégico e primordial para a competitividade das empresas (SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020).

Neste sentido a construção civil começa a se preocupar com o

conhecimento do conceito de empreendimento sustentável e a aplicabilidade dos critérios das certificações ambientais nacionais e internacionais que vão além dos selos, mas se estendem nas iniciativas nacionais como a série NBR ISO 14000, o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações PROCEL EDIFICA e do Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal, entre outros materiais e tecnologias sustentáveis (GRUNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014).

Dados publicados pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS desde o ano de 2007, mostram que as certificações sustentáveis internacionais ganharam peso importante no setor de construção civil influenciando inclusive a área de construções no Brasil.

No ano de 2012, somente na cidade de São Paulo, a inclusão dos selos internacionais como o LEED e o AQUA-HQE, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC, totalizou cerca de 33.199 unidades residenciais construídas, estimulando o segmento da construção civil na busca de uma maior qualidade dos seus processos construtivos e na certificação de empreendimentos sustentáveis.

As certificações ambientais, trazem, além da melhoria da qualidade em seus processos produtivos, um novo conceito de projeto integrativo.

O Processo de Projeto Integrativo inicia na fase de projeto fornecendo uma estrutura que explore todas as oportunidades de melhorias no setor, integrando técnicos, projetistas e fornecedores, reduzindo os custos através do gerenciamento do orçamento e com o alcance dos objetivos em atender o cronograma da obra (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL - GBCB, 2015).

Para Barbieri (2011) “as preocupações ambientais dos empresários são influenciadas por três grandes conjuntos de forças que se interagem reciprocamente: o governo, a sociedade e o mercado”.

Para Franco e Filipim (2007), as empresas do setor já consideram os investimentos em gestão ambiental como uma estratégia de negócio, entendendo que essa atitude não só agrega valor, mas é primordial para tornar-se sustentável num mercado altamente competitivo.

É fundamental que o setor não considere a viabilidade econômica a curto prazo, principalmente quanto aos custos iniciais, mas que identifique que os investimentos em gestão e certificações são resultados de longo prazo, pois edifícios certificados LEED podem custar entre 1% e 7% mais do que os

convencionais. Porém, poderão apresentar custos menores de manutenção (JOHN, 2007).

Para que o setor da construção civil contribua, mitigando sua parcela negativa no meio ambiente, é necessário que os conceitos das certificações ambientais sejam assimilados, pois empreendimentos certificados ambientalmente são submetidos a avaliações de desempenho, atestando níveis mínimos de eficiência (AMBROZEWICZ, 2013).

Este nível de eficiência deverá ocorrer num período médio de 30 a 50 anos, atestando os melhores resultados de desempenho ambiental. Da execução da obra, fase da gestão, até a fase de pós-ocupação (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Diante do panorama nacional e apesar das dificuldades que a indústria da construção civil possa vir a ter quanto à obtenção de uma certificação ambiental, este estudo identificou alguns dos critérios mais comuns entre os selos e comparou os conceitos das certificações ambientais Leadership in Energy and Environmental Design - LEED, Alta Qualidade Ambiental – AQUA-HQE e Selo Casa Azul Caixa na construção civil e sua aplicabilidade, abordando os conceitos da avaliação do ciclo de vida (ACV) e da análise de custos do ciclo de vida (LCCA), identificando os seus ganhos baseados no tripé da sustentabilidade.

Atualmente, na sociedade moderna, em todo o mundo, o modelo de desenvolvimento baseia-se no tripé da sustentabilidade, ou seja, relacionando aspectos ambientais (atmosfera, terra, água, energia etc.), econômicos (desempenho macroeconômico e financeiro etc.) e sociais (trabalho e renda, saúde, educação, habitação e segurança) em qualquer atividade.

Com isso, na construção civil, o grande desafio do desenvolvimento sustentável gira em torno da diminuição do impacto ambiental, aumentando a justiça social dentro de um orçamento disponível, chamando a atenção para um entendimento não apenas da certificação ambiental em si, mas para as mudanças que ele possa provocar na arquitetura convencional, na direção de projetos mais flexíveis e por soluções que potencializem o uso racional de energia e de materiais.

De uma maneira geral, o mercado nacional, por pressão da sociedade, sensibilizou e começa a adotar as boas práticas de desenvolvimento sustentável, tendo o crescimento econômico aliado à qualidade da vida humana e à preservação do meio ambiente (JOHN, 2007).

Atualmente no Brasil, os mais requeridos modelos internacionais de

certificação ambiental destinados para a construção civil são o LEED - Leadership in Energy and Environmental Design (Green Building Council Brasil - GBCB) e o AQUA-HQE (Fundação Vanzolini, 2018).

A certificação LEED, presente no Brasil desde 2007, mantém o país na 5ª posição no ranking mundial de certificações LEED, atrás apenas dos Estados Unidos, China, Canadá e Índia, com um acumulado total de 1.555 registros em 2020, sendo 641 empreendimentos certificados e os demais em vias de certificação distribuídas pelos estados brasileiros e Distrito Federal. São Paulo concentra a maioria, com 842 registros de construções sustentáveis e 364 certificações de casas, indústrias, hospitais e até bairros (GBC BRASIL, 2020).

Já o processo AQUA-HQE certificou, até 2018, 553 edificações no país desde o seu lançamento em 2008, com mais de 9,5 milhões de m<sup>2</sup> de área construída (FV, 2018). Apesar da referência dos selos LEED e AQUA - HQE atualmente serem os mais solicitados no Brasil, não retratam precisamente a realidade nacional, principalmente quanto ao tipo de avaliação ambiental.

Com isso, esta pesquisa acrescentou a certificação Selo Casa Azul Caixa, por se tratar de uma certificação desenvolvida para a realidade nacional e que considera o zoneamento bioclimático brasileiro definido pela NBR 15220-3 (ABNT, 2005), determinando oito zonas com diferentes necessidades em relação ao clima local de implantação (CAIXA, 2013).

Segundo Silva (2003), o Selo Casa Azul Caixa adota critérios de avaliação de desempenho da edificação de uma forma holística. Em países da Europa já existem instrumentos legais que fiscalizam e avaliam o desempenho dos sistemas das edificações da mesma maneira.

Apesar dos números apontados acima, ainda não está claro se e o quanto o segmento está preparado para incorporar novos conceitos e transformá-los em negócios em prol da sociedade (CBCS, 2014).

Desta forma, este estudo procura contribuir para o entendimento da implantação da certificação ambiental na construção civil no Brasil e se justifica em razão de um número crescente de projetos registrados em um universo que aponta para uma certa ausência de conhecimento e dos benefícios que tais certificações trazem aos profissionais e empresas do setor.

Pretende-se, ainda, chamar atenção para quais aspectos podem ser decisivos para que construtoras, incorporadoras e todos os envolvidos decidam por

adotar ou não uma certificação. Pois, no contexto do desenvolvimento sustentável “o conceito transcende a sustentabilidade ambiental, para abraçar a sustentabilidade econômica e social que enfatiza a adição de valor à qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades” (AGOPYAN; JOHN, 2011).

O aspecto social, aplicado à construção civil, pede por uma sociedade mais justa em relação ao desenvolvimento humano e a qualidade de vida. Quanto ao aspecto ambiental, estabelece o equilíbrio entre a utilização e proteção dos recursos naturais, o crescimento econômico e a equidade social (ALMEIDA, 2009).

No campo econômico, a melhoria e gestão ambiental nos processos produtivos, redução de custos ao longo do ciclo de vida, acesso a financiamentos especiais, alterações de leis e regulamentações, são aspectos que podem ser considerados como oportunidades para novas atividades econômicas (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2016).

Com isso os governos definiram um programa com o objetivo de modificar o modelo insustentável de crescimento econômico, possibilitando que as atividades produtivas protejam e renovem os recursos ambientais, considerando: a proteção da atmosfera, o combate ao desmatamento, a perda de solo e a desertificação, prevenir a poluição da água e do ar, deter a destruição das populações de peixes e promover uma gestão segura dos resíduos tóxicos (ONU, 2020).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar alguns dos critérios e a aplicação das certificações ambientais *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), o processo Alta Qualidade Ambiental com referência ao sistema de certificação francês *Démarche Haute Qualité Environnementale* (AQUA- HQE) e o Selo Casa Azul Caixa na construção civil no Brasil, com vistas a apontar a melhor certificação para o país.

## 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Levantar e comparar os conceitos das certificações LEED, AQUA-HQE e Selo Casa Azul Caixa identificando os parâmetros e premissas de cada uma, suas vantagens e desvantagens, bem como as facilidades e/ou restrições para a obtenção de uma certificação ambiental que atenda às necessidades brasileiras.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A inovação para o setor da construção civil favorece a ideia de um setor mais sustentável, ao mesmo tempo em que traz novas tecnologias e novos nichos de mercado, incentivando um novo modelo de gestão empresarial (CBIC, 2015).

Para os empresários, este novo modelo é influenciado por três grandes conjuntos de forças: o governo, a sociedade e o mercado. Com isso, as empresas de um modo geral, pensam em investir em uma nova gestão ambiental e em estratégias de competitividade, principalmente para o setor da construção civil, que busca agregar valor e uma oportunidade de se diferenciar dos concorrentes (Barbieri, 2011).

Por outro lado, apesar do comprometimento do empresariado com a sustentabilidade, não somente como uma oportunidade de negócio, é importante, neste processo, considerar o envolvimento, também, da sociedade e do governo (PEREIRA *et.al.*, 2013).

Até meados da década de 1970, o Brasil não tinha uma gestão ambiental definida com o propósito de integrar as políticas com o homem e o meio ambiente (ALMEIDA, 2009).

A crise energética na década de 1970, trouxe um exemplo deste envolvimento, quando começaram a ser desenvolvidas soluções para a economia de energia de edifícios em países desenvolvidos, levando a avaliação de materiais pelo conceito de energia incorporada (AGOPYAN; JOHN, 2011).

O conceito de energia incorporada, segundo Kibert (2020, p. 61) “se refere ao total energético na aquisição e no processamento de matéria-prima, incluindo a

fabricação, o transporte e a instalação final”.

A Conferência de Copenhague<sup>1</sup>, em 1987, representou uma mudança importante para a construção civil, principalmente com referência a sustentabilidade do setor, com a definição de desenvolvimento sustentável do Relatório "Nosso Futuro Comum" da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU. Esta publicação criticou o modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e em desenvolvimento, enfatizando os riscos da utilização indiscriminada dos recursos naturais sem considerar a capacidade dos ecossistemas.

Outro evento importante foi a Agenda 21 de 1992, conhecida como ECO92 ou Rio-92, que trouxe a proposta de uma política ambiental mundial e os conceitos do tripé da sustentabilidade (Figura 1) (ONU, 2020).

Figura 1 - Tripé da Sustentabilidade



Fonte: <http://www.bioseta.com.br/wp-content/uploads/2014/10/triple.jpg>

A Conferência Rio-92, desenhou os desafios do tripé da sustentabilidade, enfatizando os três temas, o social, o econômico e o ambiental, interagindo de forma mais ampla, abordando assuntos como a mudança climática, o combate à desertificação e a proteção à biodiversidade e a criação de estruturas político-institucionais que viabilizem a implementação dos instrumentos de políticas ambientais (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2016).

Com uma política ambiental focada na eficiência energética do edifício, o

---

<sup>1</sup> Conferência das Nações Unidas - Mudanças Climáticas de 2009 ou Conferência de Copenhague (ONU,2020).

GBC Brasil traz a certificação zero energia, em cumprimento a meta de atingir a autossuficiência energética de novos projetos até 2030 e, principalmente para atender aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS (GBCB, 2015).

Em 2016, a ONU propôs aos líderes mundiais 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para que, coletivamente, a humanidade pudesse dissociar o crescimento econômico da pobreza, da desigualdade e das mudanças climáticas (ONU, 2020).

Relacionando-se os 17 ODS e a forma como as construções sustentáveis podem contribuir, destaca-se no objetivo 3 – Saúde e Bem-Estar, onde o uso de uma iluminação aprimorada e a melhor qualidade do ar e vegetação podem impactar positivamente neste quesito. No objetivo 7 – Energia Limpa e Acessível, ter um consumo eficiente de energia é de extrema importância, visto que além da economia, os edifícios verdes também usam energia renovável, que pode ser mais barata que a proveniente de combustíveis fósseis. No objetivo 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico, relata que à medida que a demanda por construções sustentáveis cresce ao redor do mundo, o mesmo acontece com a força de trabalho, proporcionando mais oportunidades de emprego. O objetivo 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura, destaca que as edificações sustentáveis devem ser projetadas para garantir sua resiliência e adaptabilidade em meio às mudanças climáticas (GBCB, 2020).

Por sua vez, no objetivo 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, atualmente 55% da população mundial vive em áreas urbanas e a expectativa é de que esta proporção aumente para 70% até 2050. No Objetivo 12 – Consumo e Produção Responsáveis, sabe-se a indústria de construção civil é um setor importante na prevenção de resíduos por meio da redução, reciclagem e reutilização (princípios de “economia circular”). No objetivo 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, os edifícios são responsáveis por mais de 30% das emissões globais de gases de efeito estufa e conseqüentemente das mudanças climáticas. Por essa razão, as construções sustentáveis têm um enorme potencial para combatê-las. O objetivo 15 – Vida Terrestre, relata que a indústria da construção impacta o uso de materiais de origem responsável, como a madeira, sendo também importante garantir a manutenção da biodiversidade nos projetos de paisagismo. E por fim, no objetivo 17 – Parcerias e Meios de Implementação, para uma construção de um ambiente sustentável, apenas soluções técnicas não bastam,

mas sim a colaboração mútua, garantindo um impacto muito maior (GBCB, 2020).

A Tabela 1 descreve de forma cronológica, alguns eventos que exerceram forte influência na evolução da indústria da construção civil no Brasil.

Tabela 1- Principais eventos que interferiram na evolução da indústria da construção civil no Brasil

<b>CRONOLOGIA</b>	
<b>1913</b>	Início das discussões pelo botânico Alberto Loefgren para a criação do primeiro parque nacional.
<b>1931</b>	Sociedade dos Amigos das Árvores - Primeira Conferência Brasileira de Proteção à Natureza.
<b>1933</b>	Rio de Janeiro, primeira reunião nacional para discutir políticas de proteção ao patrimônio natural que resultou na elaboração do Código Florestal.
<b>1937</b>	Criação do primeiro Parque Nacional Brasileiro, o de Itatiaia, na divisa do Estado do Rio e Minas Gerais.
<b>1958</b>	Criada no Rio de Janeiro a Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN).
<b>1962</b>	Primavera silenciosa de Rachel Carson.
<b>1966</b>	José Cândido de Mello Carvalho traz o debate sobre a floresta amazônica.
<b>1968</b>	Criação do Clube de Roma propor soluções para os problemas da explosão demográfica.
<b>1971</b>	Surgimento da Greenpeace no Canadá.
<b>1972</b>	Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, Estocolmo (Suécia).
<b>1973</b>	Brasil cria a SEMA Secretaria Especial do Meio Ambiente.
<b>1981</b>	Lei 6938/81, Criação da Política Nacional de Meio Ambiente.
<b>1985</b>	Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio.
<b>1987</b>	Protocolo de Montreal compromisso de cortes de 50% da produção e consumo de substâncias que danificam a camada de ozônio.
<b>1989</b>	Brasil, entra em vigor o Protocolo de Montreal impondo a redução da produção e do consumo das substâncias que destroem a camada de Ozônio.
<b>1992</b>	A Agenda 21 constitui um dos documentos aprovados na Rio-92 ou Cúpula da Terra.
<b>1997</b>	Protocolo de Quioto tratado complementar à Convenção das Nações Unidas sobre Mudança Climática (MMA, 2020). Fórum Rio+5 avaliou os resultados da Conferência Rio-92 quanto aos progressos e dificuldades na implantação dos acordos.

<b>1998</b>	Integração do Tripé da Sustentabilidade.
<b>2002</b>	Rio+10 ou Word Summit on Sustainable Development realizada em Johannesburgo (África do Sul) para a revisão das metas da Agenda 21 e se concentraram em áreas carentes de maior esforço para implementação.
<b>2009</b>	Conferência do Clima uma revisão do Protocolo de Quioto.
<b>2010</b>	Protocolo de Nagoya para o compartilhamento das pesquisas genéticas; Criação do Fundo Verde para o Clima, Cancún.
<b>2012</b>	Rio+20, Rio de Janeiro, renovação e reafirmação da participação dos líderes dos países com relação ao desenvolvimento sustentável.
<b>2015</b>	Conferência das Partes (COP-21) em Paris um novo acordo global para reduzir as emissões de gases de efeito estufa; A Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).
<b>2016</b>	COP22 Marraquexe, Marrocos implementação dos compromissos para alcançar os fluxos financeiros, uma nova estrutura de tecnologia, apoio aos países em desenvolvimento.
<b>2017</b>	COP23 Bonn, Alemanha, cada nação deverá fazer sua parte para frear o aumento da temperatura média do planeta e, assim, evitar os prejuízos associados como secas e enchentes.
<b>2018</b>	COP24 Katowice, Polônia, o aumento da consciência dos crescentes sinais de impactos climáticos - desde os trágicos incêndios na Califórnia aos ferozes tufões no Pacífico.
<b>2019</b>	COP25 Madri, Espanha, com o objetivo de ampliar a ambição dos países no combate às mudanças climáticas.
<b>2020</b>	COP26 realizada em Glasgow, Reino Unido.

Fonte: Adaptado da ONU (2020)

Por fim, além desses fatores e eventos, também pode-se destacar o surgimento de novos desafios para a construção civil na atualidade, como: o processo de gestão, de execução da obra, a redução no consumo de materiais, energia e água, os impactos positivos e/ou negativos no ambiente urbano e no meio ambiente natural e as questões sociais, culturais e econômicas (AGOPYAN; JOHN, 2011). Os resultados devem considerar não somente as questões ambientais e sociais, mas também a análise de custos do ciclo de vida (LCCA) e a avaliação do ciclo de vida (ACV), de forma a contribuir para tornar as edificações mais sustentáveis.

### 3.2 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

“O que é uma cidade? Como foi que ela começou a existir? Que processos promove? Que funções desempenha? Que finalidades preenche? Não há definição

que se aplique sozinha a todas as suas manifestações” (MUNFORD, 1982, p. 9). A narrativa do século XX, se encaixa nas indagações que fazemos no século XXI.

A grande questão, portanto, “sobre a tão almejada qualidade de vida está muito mais relacionada a como vamos viver nas cidades e como elas vão se desenvolver, do que atrelar qualidade de vida apenas à vida no campo” (CBIC, 2017, p. 10).

No Brasil, assim como nos países desenvolvidos, pode-se verificar algumas diretrizes urbanísticas que têm e são necessárias para o desenvolvimento de uma maior qualidade de vida nas cidades. O projeto urbanístico sustentável implica num caráter interativo entre a esfera pública e a privada, que exige um grau de detalhamento que deveria sempre estar em sintonia com as diretrizes gerais estabelecidas pelo planejamento urbano (PADOVANO, 2012).

A construção civil é um setor altamente degradante e os impactos ambientais causados podem ser observados em todas as etapas de sua cadeia produtiva (John, 2007). Segundo Ekincioglu et al. (2013), três bilhões de t/ano de matérias-primas, o que corresponde a 40-50% do fluxo total na economia global, são utilizados na fabricação de produtos de construção e seus componentes em nível mundial. E a cada ano existe um aumento da demanda de recursos naturais para a fabricação de bens e serviços que está atrelado a diferentes fatores, tais como: o crescimento populacional e suas mudanças no padrão de vida, ao qual exigiram mudanças na cadeia produtiva para suprir às suas novas necessidades (CONDEIXA; HADDAD; BOER, 2014).

Com isso, a construção civil constitui um importante componente da economia nacional, apresentando impactos positivos e negativos, onde é importante que o empreendimento não seja dissociado do meio em que será implantado (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Nenhuma atividade humana é realizada sem o suporte de um ambiente construído com materiais. Mesmo assim, não são percebidos no dia a dia, mas para o setor da construção os materiais constituem a essência da cadeia de valor (JOHN, 2017).

A cadeia de valor no setor construtivo constitui uma ferramenta de gestão, reconhecendo que a empresa é parte de uma entidade econômica mais ampla. Essa visão global leva a uma análise da cadeia produtiva, considerando desde os insumos básicos até o produto final (SOUZA; RODRIGUES; KROMBAUER, 2010).

Com isso a cadeia produtiva, inserida numa agenda brasileira, aborda os seguintes temas: eficiência energética e conforto, uso racional de água, urbanização de favelas, perdas de materiais e reciclagem dos resíduos. Estes temas estabelecem importantes critérios para a sustentabilidade do setor contribuindo com a agenda brasileira (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Além dos itens que compõem esta agenda, outro grande desafio é o cumprimento às legislações urbana e ambiental. O não cumprimento às leis atinge cada elo da cadeia da construção, ou seja, da extração da matéria prima a destinação dos resíduos, degradando a qualidade de vida, restringindo a capacidade de investimento do Estado e reduzindo a oportunidade de novos negócios (CBCS, 2007).

A legislação ambiental brasileira é considerada uma das mais completas e avançadas do mundo. Em 1981, a lei da Política Nacional do Meio Ambiente instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA e o Sistema Nacional do Meio Ambiente no Brasil - Sisnama, estipulando e definindo que o poluidor é obrigado a indenizar os danos ambientais que causar, independentemente da culpa.

A PNMA tem como um de seus principais instrumentos o licenciamento ambiental, que é um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que possam causar degradação ambiental (FERREIRA; SALLES, 2016).

A partir da PNMA, outras leis foram surgindo, em 1996, a Resolução Conama dispõe sobre o ressarcimento de danos ambientais causados por obras de grande porte entre outras. Em 1997, a lei de Recursos Hídricos define a água como recurso natural limitado, dotado de valor econômico e com múltiplos usos. Em 1998, a lei de Crimes Ambientais, dentre várias determinações, possibilita a penalização das pessoas jurídicas no caso de ocorrência de crimes ambientais.

Em 2010 é instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece diretrizes à gestão integrada e ao gerenciamento ambiental adequado dos resíduos sólidos, instituindo uma responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e sociedade e em 2012, o Novo Código Florestal Brasileiro, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, tendo revogado o Código Florestal Brasileiro de 1965 (BRASIL, 2012).

No ramo da Construção Civil, inúmeras atividades necessitam de ser licenciadas, tais como a construção de condomínios verticais e horizontais, prédios industriais, rodovias e barragens. Assim, as leis ambientais precisam ser conhecidas, entendidas e praticadas. Afinal, há um processo de mudança de comportamento na sociedade civil e no mundo empresarial, que não está associado apenas às eventuais penalidades legais, mas à adoção de uma postura de responsabilidade compartilhada entre todos para vencer os desafios ambientais, que já estão sendo vivenciados (TERA AMBIENTAL, 2015).

A Tabela 2 apresenta algumas importantes leis ambientais brasileiras e resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que segundo o INBS, embora não sejam leis, integram o ordenamento jurídico nacional – compreendido por diversos instrumentos normativos, como as Leis, decretos e resoluções.

Tabela 2– Principais leis ambientais brasileiras

LEI	DESCRIÇÃO
<b>Lei da Política Nacional do Meio Ambiente – Número 6.938 de 17/01/1981.</b>	Instituí a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA e o Sistema Nacional do Meio Ambiente no Brasil - Sisnama, estipulando e definindo, dentre outros preceitos, que o poluidor é obrigado a indenizar danos ambientais que causar.
<b>Código de Defesa do Consumidor – Lei 8078/90</b>	Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Art. 2º Consumidor é toda pessoa física ou jurídica que adquire ou utiliza produto ou serviço como destinatário final.
<b>Lei dos Crimes Ambientais – Número 9.605 de 12/02/1998</b>	Responsável pela reordenação da legislação ambiental brasileira no que se refere às infrações e punições. Dentre várias inovações e determinações, destaca-se a possibilidade de penalização das pessoas jurídicas no caso de ocorrência de crimes ambientais estipulados pela própria lei.
<b>Lei de Recursos Hídricos – Número 9.433 de 08/01/1997</b>	Instituí a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Define a água como recurso natural limitado, dotado de valor econômico e com múltiplos usos.
<b>Novo Código Florestal Brasileiro – Número 12.651 de 25/05/2012.</b>	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Desde a década de 1990, a proposta de reforma do Código Florestal suscitou polêmica entre ruralistas e ambientalistas.
<b>Lei do Parcelamento do Solo Urbano – Número 6.766 de 19/12/1979.</b>	Estabelece as regras para loteamentos urbanos, proibidos em áreas de preservação ecológicas, naquelas onde a poluição representa perigo à saúde e em terrenos alagadiços.
<b>Lei da Ação Civil Pública – Número 7.347 de 24/07/1985.</b>	Lei de interesses difusos, trata da ação civil pública de responsabilidades por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor e ao patrimônio artístico, turístico ou paisagístico, de responsabilidade do Ministério Público Brasileiro.

<b>Lei 12.305/2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e altera a Lei 9.605/1998</b>	Estabelece diretrizes à gestão integrada e ao gerenciamento ambiental adequado dos resíduos sólidos. Propõe regras para o cumprimento de seus objetivos em amplitude nacional e interpreta a responsabilidade como compartilhada entre governo, empresas e sociedade. Define que todo resíduo deverá ter destinação final e que o infrator está sujeito a penas passivas, inclusive, de prisão.
<b>Resolução Conama nº 237/97</b>	Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.
<b>Resolução Conama nº 2/96</b>	Dispõe sobre o ressarcimento de danos ambientais causados por obras de grande porte.
<b>Resolução Conama nº 1/86</b>	Dispõe sobre procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental.
<b>Resolução Conama nº 378/06</b>	Define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional para fins do disposto no inciso III, § 1o, art. 19 da Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências.
<b>Resolução Conama nº 377/06</b>	Dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário.
<b>Resolução CONAMA Nº 448 de 18/01/2012</b>	Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10, 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.
<b>Resolução CONAMA Nº 431 16/08/2004</b>	Altera o art. 3o da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.
<b>Resolução CONAMA Nº 348 de 16/08/2004</b>	Altera a Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos
<b>Resolução CONAMA Nº 307 de 05/07/2002</b>	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
<b>Decreto nº 7.746 de 5 de junho de 2012</b>	Regulamenta o artigo 3º da Lei nº 8.666 de 1993; estabelece critérios, práticas e diretrizes gerais para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável por meio das contratações públicas; institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública – CISAP.

Fonte: Adaptado do INBS (2020)

Assim, em meio as normas, leis e decretos encontra-se o edifício sustentável ou o edifício verde que contribui ao meio ambiente por meio das certificações ambientais, estando relacionada a algumas estratégias que vão além do *design*, mas que consideram práticas operacionais e de construção que reduzam e/ou eliminam significativamente o impacto negativo no meio ambiente durante todo o seu ciclo de vida (CBCS, 2007).

As estratégias que explanam o conceito de edifício verde são:

- a) Eficiência energética;
- b) Redução das emissões de gases de efeito estufa;
- c) Conservação de água;

- d) Redução de resíduos, reutilização e reciclagem;
- e) Redução da poluição – ruído, água, ar, solo e luz;
- f) Reconhecimento da biodiversidade;
- g) Consumo reduzido dos recursos naturais;
- h) Ambientes produtivos e saudáveis;
- i) Espaços flexíveis e adaptáveis.

Construir ou não um edifício sustentável é uma decisão a ser definida por todos os envolvidos, pois um empreendimento certificado ambientalmente não garante por si só ao longo do seu ciclo de vida resultados positivos, ou seja, um edifício “[...] certificado não significa ótimo. Não basta ter o produto, sistema ou serviço certificado, é necessário compreender o seu alcance” (AGOPYAN; JOHN, 2011, p. 45).

Certamente estes e outros fatores apresentam um peso decisório e importante quanto a uma construção ser sustentável ou não, contribuindo para que o setor nacional da construção confirme que, apesar do fator financeiro ter importância quanto a decisão de construir um edifício verde, as organizações precisam estar mais atentas quando o assunto é impacto de edifícios verdes (GBCB, 2020).

Na cidade de São Paulo, em 2017, empreendimentos certificados registraram uma taxa de vacância<sup>2</sup> de 20,6% no terceiro trimestre do mesmo ano, sendo que a mesma taxa registrou cerca de 32% dos edifícios convencionais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FACILITIES - ABRAFAC, 2019).

A viabilidade econômica é uma das três condições para a sustentabilidade. As outras duas, não menos importantes, são as dimensões ambiental (*green*) e a social (marrom) (JOHN, 2007).

A dimensão *green* diz respeito a agenda verde e a agenda marrom ao social, apontando para uma cidade ser ou crescer sustentável. Neste contexto, a atuação do setor da construção civil busca adotar modelos técnicos que integre cidade e natureza em direção a cidades mais sustentáveis (PESTANA, 2006).

Com isso, algumas empresas começam a tratar a sustentabilidade como uma oportunidade de negócio, abrindo caminho para a diminuição de custos e riscos, ou até mesmo elevando seus rendimentos e sua participação de mercado por meio da inovação (HART; MILSTEIN, 2004).

---

<sup>2</sup> Espaço não locado

Em meio a estes conceitos encontram-se os edifícios sustentáveis disseminados pelas certificações ambientais. O conceito de edifício sustentável, consiste numa “vasta gama de práticas e técnicas para reduzir ou eliminar o impacto dos edifícios no meio ambiente, [...] projetar um edifício que está em harmonia com as características e recursos naturais do local” (LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES - LABEEE, 2020).

Um empreendimento certificado ambientalmente não garante por si só ao longo do seu ciclo de vida resultados positivos, ou seja, um edifício “[...] certificado não significa ótimo. Não basta ter o produto, sistema ou serviço certificado, é necessário compreender o seu alcance” (AGOPYAN; JOHN, 2011, p. 45).

Os conceitos de ciclo de vida, são facilmente entendidos por meio dos conceitos de análise dos custos do ciclo de vida ou LCCA de uma edificação. No LCCA, podemos destacar os custos de construção, de operação, de manutenção preventiva e corretiva, também associados ao processo construtivo, à qualidade do projeto, do material empregado e ao uso da edificação (POLITO, 2015).

Os sistemas de certificações internacionais são norteadores para estimular o setor da construção civil a construir com menos empirismo. De acordo Silva (2003), “[...] não é possível copiar, traduzir ou simplesmente aplicar um método estrangeiro no contexto brasileiro, sendo fundamental desenvolver um método à luz das prioridades, condições e limitações brasileiras”.

Já segundo Ambrozewicz (2013), se para incorporar a qualidade no seu processo produtivo, uma empresa deve criar, em todos os níveis, o que chamamos de uma cultura da qualidade, pode-se dizer que para construir uma edificação sustentável, os conceitos de sustentabilidade também devem fazer parte, em todos os níveis, da cultura da empresa.

Com isso, na atualidade, os empreendimentos devem ser construídos em observância às normas e leis vigentes. Empresas que não atendem a estes requisitos estão em descumprimento a Lei 8078/90 - Código de Defesa do Consumidor - CDC (CBCS, 2007).

Para Lamberts et al. (2011, p. 2), edificações sustentáveis 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”.

É importante ressaltar que alguns desses selos internacionais estão alinhados

com *players* de mercado em que estes direcionam determinados produtos, sem que sejam apresentados inventários claros com relação a durabilidade e, portanto, a vida útil do produto (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Assim, no contexto desta pesquisa, foi tomado como objeto de análise as certificações LEED, AQUA-HQE e o Selo Casa Azul Caixa, por expressarem no âmbito nacional maior prevalência.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho, realizado no período de janeiro a novembro de 2020, apresentou como método de pesquisa um estudo descritivo analítico, posto que buscou descrever, explicar, classificar, esclarecer e interpretar três certificações ambientais.

A pesquisa bibliográfica foi realizada por intermédio de livros, revistas, publicações especializadas, artigos e dados oficiais publicados na Internet. Utilizou-se a abordagem qualitativa, que se caracteriza, a princípio, pela não utilização de instrumental estatístico na análise dos dados. O resultado de uma pesquisa qualitativa compreende o entendimento mais profundo de uma realidade, sem o objetivo de alcançar a generalização, mas de fornecer exemplos situacionais à experiência do leitor (STAKE, 2011).

Assim, foi realizada uma análise comparativa entre alguns critérios das certificações ambientais LEED, AQUA-HQE e Selo Casa Azul Caixa e a análise de custos no ciclo de vida na construção civil no Brasil. Essas certificações foram escolhidas por serem as mais conhecidas e utilizadas no Brasil, buscando-se identificar a que possui melhor desempenho no setor da construção, além de esclarecer o real conceito e significado do que é se obter um certificado ambiental.

Com relação à ACV e à LCCA, os selos analisados contemplam estes conceitos em seus referências teóricos por meio das categorias apresentadas. Em atendimento às normas nacionais e para que o empreendimento alcance os padrões de qualidade, estes conceitos são abordados no manual do proprietário, garantindo a continuidade dos critérios estabelecidos no período da certificação, permanecendo durante todo o ciclo de vida da edificação.

#### 4.1 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL - LEED, AQUA-HQE E SELO CASA AZUL CAIXA

Desde 2007, as certificações sustentáveis internacionais ganharam um peso importante no setor da construção civil no Brasil, sobretudo em projetos comerciais e de alto padrão (CBCS, 2014).

Com iniciativas focadas na avaliação da eficiência energética de edifícios, os primeiros projetos ecológicos ou *green design* surgiram na década de 90 trazendo importantes conceitos da análise do ciclo de vida para as metodologias de avaliação ambiental de edifícios. Estes projetos englobam as construções que utilizam recursos de maneira eficiente, tenham longevidade, proporcionam adaptações conforme as necessidades dos usuários e consideram a desmontagem ao final do ciclo de vida do edifício, aumentando a vida útil dos componentes através de sua reutilização ou reciclagem (SILVA, 2003).

O conceito do ciclo de vida trouxe para as certificações ambientais o desenvolvimento de metodologias para avaliação ambiental de edifícios, contribuindo para a formação de um mercado fornecedor por níveis superiores de desempenho ambiental (SILVA, 2003).

Um edifício com um bom desempenho ambiental caracteriza-se por minimizar os impactos negativos no meio ambiente e também para os seus usuários (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Os primeiros projetos nacionais começaram a ser certificados em 2007 pelo Leadership in Energy and Environmental Design – LEED, um selo norte-americano trazido para o Brasil pelo Green Building Council Brasil – GBCB. Outra certificação, o Alta Qualidade Ambiental (AQUA-HQE), da Fundação Vanzolini, é baseado na metodologia francesa Démarche HQE lançada em 2008 no Brasil (GBCB, 2015).

Em 2010, a Caixa Econômica Federal lançou o Selo Casa Azul Caixa de Construção Sustentável e o Regulamento Técnico da Qualidade Residencial - RTQ-R. O selo foi desenvolvido especialmente para o mercado nacional, baseado numa metodologia própria, e possui o primeiro sistema de avaliação da sustentabilidade voltado para a construção habitacional brasileira (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Existem várias ferramentas para medir o desempenho ambiental de uma edificação, como as metodologias de avaliação ambiental LEED e AQUA-HQE adaptadas para o mercado nacional, com critérios prescritivos em forma de *checklist*.

O Selo Casa Azul Caixa também apresenta a mesma metodologia de *checklist* e critérios prescritivos, porém feitas para o mercado nacional (OLIVEIRA, 2014).

Em 2018, o LEED apresentou 1.555 edificações nacionais certificadas, o AQUA-HQE certificou 553 edificações e o Selo Casa Azul Caixa 31 empreendimentos.

No entanto, atender a uma lista não significa garantir que o desempenho do edifício seja alcançado, não refletindo os efeitos ambientais ao longo do ciclo de vida da edificação. Assim, de uma forma geral os selos começam a adequar as suas metodologias para atender a agenda local (SILVA, 2003).

#### **4.1.1 Certificação Leadership in Energy and Environmental Design - LEED**

No Brasil, a certificação LEED surgiu no Sul, destacando o comprometimento das empresas com a incorporação dos princípios da sustentabilidade em seus projetos. A certificação LEED trouxe conceitos para a redução de energia, água e das emissões de carbono e economia dos recursos financeiros para famílias e empresas (GBCB, 2015). O Brasil desde 2007 totalizou mais de 16,74 milhões de metros quadrados de espaço certificado LEED (GBCG, 2018).

De uma forma simplificada, os sistemas de avaliação de edifícios se baseiam em critérios alocados em um conjunto de categorias, aos quais são atrelados valores mínimos e máximos a serem somados em uma pontuação final, que determina a classificação alcançada na escala da edificação (GONÇALVES; BODE, 2015).

A primeira versão internacional foi lançada em janeiro de 1999, estabelecendo alguns critérios de pontuação para a obtenção da certificação. Porém, sua criação data do ano 2000 pelo USGBC (Conselho de Green Building dos Estados Unidos) ou Conselho Americano de Edifícios Verdes.

O selo LEED chegou em 2007 ao Brasil através do Green Building Council Brasil (GBC Brasil), que é a instituição responsável por disseminar a certificação no país (INOVATECH, 2020).

A certificação LEED, presente no Brasil desde 2007, mantém o país na 4ª posição no ranking mundial de certificações LEED, atrás apenas dos Estados Unidos, China, Canadá e Índia, com um acumulado total de 1.555 registros em

2020, sendo 641 empreendimentos certificados e os demais em vias de certificação distribuídas pelos estados brasileiros e Distrito Federal. São Paulo concentra a maioria, com 842 registros de construções sustentáveis e 364 certificações de casas, indústrias, hospitais e até bairros (GBCB, 2020). Na Tabela 3 encontra-se o ranking dos países com o maior número de projetos com a certificação LEED em 2018.

Tabela 3- Ranking de certificação LEED em 2018

Ranking	País/Região	Projetos certificados	m <sup>2</sup> certificados em milhões
1	China	1.494	68.83
2	Canadá	3.254	46.81
3	Índia	899	24.81
4	Brasil	531	16.74
**	<i>Estados Unidos</i>	33,632	441.60

Fonte: Adaptado do GBCB (2018)

No Brasil, de acordo com a certificadora LEED, os empreendimentos certificados estão entre os vários segmentos econômicos da sociedade, como por exemplo, a Sede Serasa - SP, o Colégio Cruzeiro - RJ, o Banco Real Agência Bancária Granja Viana - SP, Rochavera Corporate Towers - Torre B - SP, Delboni Auriemo - Dumont Villares – SP, entre outros.

Embora os empreendimentos certificados LEED apresentem números crescentes, essas iniciativas estão relacionadas a empreendimentos privados, com estratégias de *marketing* para vendas e publicidade, sem considerar, talvez, uma preocupação em minimizar os impactos socioambientais (SOBREIRA et al., 2017).

A abrangência global do LEED se estabelece na proposta de um conjunto normativo padrão para um novo nível de edifícios de qualidade. Os profissionais envolvidos em qualquer país facilmente entendem a questão da ventilação ou do consumo de água nos créditos do LEED e o entendimento destas e todas as demais questões que ultrapassa as fronteiras (GBCB, 2018).

O LEED apresenta quatro níveis de certificação: (1) Certificado - 40 a 49 pontos; (2) Prata - 50 a 59 pontos; (3) Ouro - 60 a 79 pontos e (4) Platina - 80 a 110. Para o empreendimento atingir um dos níveis, é necessário alcançar a pontuação por meio do cumprimento de pré-requisitos obrigatórios que são divididos em nove categorias, e quanto mais pontos, melhor será a certificação e, por consequência,

mais práticas sustentáveis foram adotadas e menos impacto o projeto causará ao meio ambiente (GBCB, 2020).

A grande quantidade de pontos possíveis para a certificação e a complexidade de dados que são necessários para comprovar cada um desses pontos pode resultar em profissionais *experts* na certificação LEED, em vez de promover de fato uma abordagem integrada para melhor desempenho ambiental (GONÇALVES; BODE, 2015).

Para Agopyan e John (2011), os critérios para obter a certificação possuem uma complexa estruturação com pré-requisitos e determinado número de créditos a serem cumpridos.

Outro aspecto importante é com relação as auditorias e aos custos para o empreendimento ser certificado. No selo LEED as auditorias são documentais, ou seja, a documentação é enviada pela plataforma LEED Online e submetida a uma avaliação técnica nos Estados Unidos. Os custos para que o empreendimento seja certificado são em dólar americano com alterações de acordo com o tipo de certificação e tamanho da obra (INOVATECH, 2020).

Baseado num programa de adesão voluntaria, visando a avaliação do desempenho ambiental do empreendimento, a certificação consiste em um sistema flexível, não apresentando uma solução pronta para todos os casos. O sistema leva em consideração o ciclo de vida, podendo ser aplicado em 4 tipologias distintas, ou seja, em diferentes tipos de edificações (GBCB, 2020).

De acordo com o GBCB (2020), nestas tipologias são analisadas nove categorias distintas ou critérios:

1. Projeto Integrado – Incentiva que o projeto seja desenvolvido por uma equipe multidisciplinar de profissionais, desde a concepção da ideia do projeto;
2. Localização e Transporte – Incentiva a escolha de terrenos localizados em áreas urbanas já bem desenvolvidas e adensadas, que oferecem variedade de comércio e transporte alternativos aos carros, como ônibus e ciclovias;
3. Espaço Sustentável – Encoraja estratégias que minimizam o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação, abordando questões de grandes centros urbanos, como permeabilidade do solo e das ilhas de calor;
4. Eficiência do uso da água – Promove inovações para o uso racional da água, com foco na redução do consumo de água potável e alternativas de tratamento e reuso dos recursos;

5. Energia e atmosfera – Promove eficiência energética por meio de estratégias simples e inovadoras, como por exemplo: simulações energéticas, medições, comissionamento de sistemas e utilização de equipamentos e sistemas eficientes;
6. Materiais e Recursos – Encoraja o uso de materiais de baixo impacto ambiental e a redução na geração de resíduos, além de promover o descarte consciente, desviando o volume de resíduos gerados dos aterros sanitários;
7. Qualidade Ambiental Interna – Promove a qualidade ambiental interna do ar, com foco na escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, controlabilidade de sistemas, conforto térmico e priorização de espaços com vista externa e luz natural;
8. Inovação e Processos – Incentiva a busca de conhecimento sobre Green Buildings, assim como, a criação de medidas projetuais não descritas nas categorias do LEED;
9. Créditos de Prioridade Regional – Incentiva os créditos definidos como prioridade regional para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e econômicas existentes em cada local. Quatro pontos estão disponíveis para esta categoria.

A estrutura da certificação LEED apresenta metas para que o desempenho do edifício seja alcançado. Através das categorias e dos créditos, são estabelecidas as estratégias focando o desenvolvimento sustentável local, aproveitamento de água, eficiência energética, seleção de materiais e a qualidade ambiental interna (GOULART, 2019).

Todos os critérios são importantes principalmente com relação aos créditos regionais. No entanto, itens como eficiência energética e redução da emissão de CO<sub>2</sub> são considerados de maior importância neste sistema de avaliação (GRÜNBERG et al., 2014).

Para Lamberts et al. (2011), o primeiro ponto a se considerar na busca deste tipo de edificação é que as preocupações devem começar desde o projeto, prosseguirem durante a construção e participarem da etapa de utilização.

#### **4.1.1.1 Tipologia da Certificação LEED**

Independente da categoria, a certificação LEED funciona para todos os edifícios e pode ser aplicada a qualquer momento no empreendimento, porém

recomenda-se que o edifício seja projetado considerando os conceitos LEED desde o início. Os projetos são analisados em diversas categorias, com práticas obrigatórias e recomendações que, à medida que são atendidas, garantem pontos à edificação. O LEED possui 4 tipologias, que consideram as diferentes necessidades para cada tipo de empreendimento, ou seja (GBCB, 2020):

1. LEED BD+C para novas construções e grandes reformas, possui adaptações específicas para se adequar às tipologias de projeto, como hospitais, fábricas, showrooms e prédios de escritórios, fornecendo parâmetros para a construção ou grande reforma de um edifício sustentável, avaliando o projeto e a obra;
2. LEED ID+C para interiores, permite que as equipes de projeto tenham a oportunidade de desenvolver espaços internos que sejam melhores para o planeta e para as pessoas;
3. LEED O+M para operação e manutenção, oferece aos edifícios existentes uma oportunidade de melhorar suas operações;
4. LEED ND para desenvolvimento de bairros, inspirando e ajudando a criar bairros melhores, mais sustentáveis e bem conectados. Vai além da escala dos edifícios e considera comunidades inteiras.

Em 2012, foi lançada a Certificação GBC Brasil Casa® e Certificação GBC Brasil Condomínio® “abordando as questões de sustentabilidade em projetos de residências unifamiliares e multifamiliares que demonstram liderança, inovação, gestão ambiental e responsabilidade social” (GBCB, 2019, p. 1).

Segundo o GBC Brasil (2019), além das questões de sustentabilidade a certificação no Brasil oferece custos operacionais mais baixos, aumento do valor patrimonial, redução de resíduos enviados para aterros sanitários, conservação de energia e água, ambientes mais saudáveis e produtivos para ocupantes, resultando em um aumento da qualidade de vida, saúde e bem estar, redução das emissões de gases de efeito estufa e qualificação para descontos fiscais, subsídios de zoneamento e outros incentivos financeiros por parte do poder público.

Uma nova revisão dos parâmetros de sustentabilidade foi iniciada em 2016 para os condomínios e edifícios residenciais, que foram a base para o lançamento em 2017 da Certificação GBC Brasil Condomínio® e a versão 2 da Certificação GBC Brasil Casa®, trazendo outros critérios de sustentabilidade também para as residências multifamiliares.

A versão LEED adaptada para o Brasil, conhecida como LEED® Brasil, é

frequentemente atualizada por um Comitê de Adaptação do GBC Brasil, focando itens importantes também com relação à eficiência energética e às diretrizes da NBR 15.575:2003 - Norma de Desempenho (GONÇALVES; BODE, 2015).

Em 2017 foi lançada a Certificação GBC Brasil Zero Energy que se destaca como importante ferramenta, com o objetivo de estabelecer o equilíbrio entre o consumo e a geração de energia em qualquer tipo de edificação, comprovando que o consumo de energia local da operação anual pode ser zerado através de uma combinação de alta eficiência energética e geração de energia por fontes renováveis (GBCB, 2020).

A falta de chuva prejudica o abastecimento de água e coloca em risco a geração de energia elétrica. Com isso, novas tecnologias para o abastecimento de água através de energias renováveis e energia zero surgem como item de inovação na busca por soluções mais sustentáveis. Neste contexto, o conceito de energia zero torna-se importante tema para as pesquisas no desenvolvimento de tecnologias eficientes para a produção e o consumo deste tipo de energia (GRÜNBERG et al., 2014).

De acordo com Goulart (2019, p. 25), “o desempenho energético de edifícios está se tornando um aspecto de extrema importância do edifício em operação. [...] também há que se considerar a análise da energia embutida nos materiais”.

Com isso, uma construção sustentável contribui para que o poder público estimule as boas práticas por meio da legislação urbanística e do código de edificações, apresentando incentivos tributários e convênios com as concessionárias dos serviços públicos de água, esgoto e energia (DANTAS et al., 2015).

Tornando-se mais flexível aos padrões locais, a certificação LEED apresenta nas diversas tipologias de edificação, reduções médias de consumo entre 24% a 50% no uso de energia, 33% a 39% das emissões de CO<sub>2</sub>, 40% de água e 70% de resíduos sólidos (GBCB, 2020).

As edificações no Brasil apresentam no mínimo uma quarta parte da parcela de emissão de CO<sub>2</sub>, sendo este composto químico um importante subproduto na fabricação de vários materiais do setor construtivo (GRÜNBERG et al., 2014).

De acordo com o GBC Brasil (2020), são apresentados alguns benefícios como: (1) Econômicos: diminuição dos custos operacionais; diminuição dos riscos regulatórios; valorização do imóvel para revenda ou arrendamento; (2) Ambientais: uso racional e redução da extração dos recursos naturais; redução do consumo de

água e energia; uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental; (3) Sociais: melhoria na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes; inclusão social e aumento do senso de comunidade; estímulo a políticas públicas de fomento a construção sustentável.

#### **4.2.1 Certificação Alta Qualidade Ambiental - AQUA-HQE**

Vinculada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o processo AQUA-HQE é uma certificação desenvolvida a partir da certificação francesa *Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale)* e aplicado no país pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini. Seus referenciais técnicos foram adaptados, considerando a cultura, o clima, as normas técnicas e a regulamentação nacional, buscando sempre uma melhoria contínua de seus desempenhos com foco principalmente nas análises de ciclo de vida (FV, 2020).

A Fundação Carlos Alberto Vanzolini - FV, desde 2007, adaptou e desenvolveu a certificação AQUA-HQ que garante elevados níveis de sustentabilidade, sendo totalmente apropriada ao meio ambiente e à evolução da cultura e regulamentação do Brasil. O selo é resultado da preocupação devido aos recursos consumidos, das emissões, efluentes e resíduos produzidos pela construção civil que causam impactos durante a realização, uso e operação, adaptação e desconstrução (FV, 2020).

É imprescindível que na transferência das características de um selo internacional para um país como o Brasil as adaptações ocorram, uma vez que existem características diferentes em cada nação (GRÜNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014).

O processo AQUA-HQE, até 2018, certificou 276 empreendimentos de uso residencial e 227 não residenciais (hospitais, bairros, escolas, edifícios corporativos etc.), totalizando 553 edificações no país, conquistando mais de 9,5 milhões de m<sup>2</sup> de área construída (FV, 2020).

De acordo com a certificadora (2018), “com o crescimento da construção habitação social, vários empreendimentos em São Paulo receberam o selo AQUA-HQE. Esta iniciativa incentivou o mercado nacional na busca pelas certificações ambientais”.

Também o setor de gás e petróleo “tem desenvolvido os seus projetos para

novas edificações com o objetivo de obter certificações internacionais de ecoeficiência, como o selo francês Haute Qualité Environnementale (HQE)” (SOBREIRA et al., 2017, p. 5).

Assim como o LEED, o selo AQUA também apresenta uma metodologia baseada em *checklist* com critérios prescritivos que deverão ser atendidos para que o empreendimento alcance um nível de certificação ambiental (CONTO; OLIVEIRA; RUPPENTHAL, 2016).

Na certificação AQUA-HQ não há pontuação a ser alcançada, o que se avalia é o desempenho do empreendimento. Para alcançar o nível necessário para que o empreendimento seja certificado, de acordo Fundação Vanzolini (2020), a avaliação de desempenho do empreendimento deverá atingir: (1) Melhores práticas (MP), (2) Boas práticas (BP) e (3) Base (B).

O selo também aborda todas as tipologias de edifícios residenciais em construção, edifícios não residenciais em construção ou edifícios comerciais, administrativos e de serviços, este processo estrutura-se em torno dos seguintes aspectos: (1) implementação, pelos empreendedores, de um sistema de gestão ambiental; (2) adaptação do edifício habitacional à sua envolvente e ambiente imediato; (3) informação transmitida pelo empreendedor aos compradores e usuários das habitações (OLIVEIRA, 2014).

O desempenho ambiental de uma construção envolve a gestão ambiental e a sua conceituação arquitetônica e técnica. Com isso o processo AQUA-HQE considera dois instrumentos que permitem avaliar os desempenhos alcançados: (1) o referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), para avaliar o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor; (2) o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da construção (FV, 2017).

Estes dois aspectos do selo consideram a avaliação do desempenho de um edifício, verificado do processo de concepção até a conclusão da obra ou em uma reforma, caracterizando o sistema de gestão do empreendimento. (GONÇALVES; BODE, 2015).

O SGE define a qualidade ambiental do edifício, permitindo ao empreendedor o controle dos processos operacionais nas diversas fases de avaliação. A QAE avalia o desempenho arquitetônico e técnico da construção assegurando o controle dos impactos no ambiente externo e a criação de um

ambiente interno confortável e saudável (OLIVEIRA, 2014).

A Fundação Vanzolini (2013) recomenda que o empreendedor deve estar comprometido com o desenvolvimento sustentável desde o início do projeto, atendendo as catorze categorias ou conjuntos de exigências, agrupadas em 4 temas: (1) Energia, (2) Ambiente, (3) Saúde e (4) Conforto. Estas são subdivididas em subcategorias, que se decompõem em exigências:

1. Edifício e seu entorno - coerência entre a implantação do empreendimento no terreno e o desenvolvimento urbano sustentável do território;
2. Produtos, sistemas e processos construtivos - escolhas construtivas que integram produtos, sistemas e processos construtivos refletindo na adaptabilidade da edificação ao longo do tempo, na conservação e manutenção, na durabilidade e desmontagem;
3. Canteiro de obras - otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras e limitação dos incômodos e da poluição no canteiro de obras;
4. Energia - desempenho ambiental da edificação com relação à gestão da energia, considerando também o desempenho dos equipamentos;
5. Água - gestão da água visando o não esgotamento, a não poluição e os riscos de inundação;
6. Resíduos - a qualidade ambiental da edificação com relação à gestão dos resíduos de uso e operação;
7. Conservação/Manutenção - manutenção e desempenho de equipamentos para tornar mais confortável o uso e a operação da edificação para os futuros ocupantes;
8. Conforto higrotérmico - otimização dos diferentes parâmetros que condicionam um conforto agradável para os ocupantes, como: temperatura, higrometria<sup>3</sup>, velocidade do ar e máximo de horas de desconforto nos espaços não climatizados;
9. Conforto acústico - características do meio sonoro de um local, bem como o conforto que ele proporciona aos usuários;
10. Conforto visual - qualidade luminosa de um ambiente, bem como a percepção visual desse ambiente pelo olho humano;
11. Conforto olfativo - qualidade ambiental de uma edificação com relação ao conforto olfativo; sistema de ventilação implantado;
12. Qualidade dos espaços - qualidade ambiental de uma edificação existente no

---

<sup>3</sup> Ciência que analisa a umidade atmosférica e sua medição.

que se refere à qualidade sanitária dos espaços;

13. Qualidade do ar - conhecimento dos efeitos dos poluentes nos indivíduos limitando os riscos sanitário com relação a qualidade do ar interno;

14. Qualidade da água - qualidade sanitária da água destinada ao consumo humano e critérios de potabilidade.

O selo AQUA-HQE apresenta uma aplicação mais detalhada em atendimento as todas as 14 categorias, verificadas através de auditorias presenciais do projeto à ocupação do empreendimento (GONÇALVES; BODE, 2015).

Esta aplicação mais detalhada torna o selo AQUA-HQE não tão clara e menos explicativa, apresentando objetivos que deverão ser alcançados e não a forma como podem ser realizados. O selo apresenta categorias mais subdivididas em subcategorias. Estas categorias originaram o referencial técnico, propondo um empreendimento de elevado desempenho ambiental identificando meios de avaliá-los (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Todas as categorias deverão ser atendidas, tendo em cada uma delas o desempenho correspondente: (1) Bom: nível de desempenho mínimo; (2) superior: nível boas práticas e (3) Excelente: nível de desempenho máximo (OLIVEIRA, 2014).

Em cada uma das 14 categorias do AQUA-HQE poderão ser obtidas as seguintes classificações correspondentes ao perfil mínimo de desempenho, sendo: (1) 3 categorias no nível MELHORES PRÁTICAS; (2) 4 categorias no nível BOAS PRÁTICAS e (3) 7 categorias para o nível BASE (FV, 2020).

#### **4.2.1.1 Tipologia da certificação AQUA-HQE**

Para cada fase do projeto e construção há um Referencial Técnico - RT de Certificação AQUA-HQE que analisará cada uma das quatro categorias e suas respectivas subdivisões, sendo dividido em quatro tipologias:

1. Edifícios em construção - RT para Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Não Residenciais em Construção, Edifícios Residenciais em Construção, Edifícios do setor de serviços para escritórios e escolas e RT para o Sistema de Gestão do Empreendimento - SGE para Edifícios em Construção;

2. Edifícios em operação - Esta tipologia está subdividida em: Edifício sustentável: Proprietário; Gestão sustentável: Operadores e Utilização sustentável: Usuários.

Podendo ser aplicada de forma independente ou em conjunto por um proprietário, um operador (gestor) ou por um usuário (FV, 2013);

3. Bairros novos, reabilitados e existentes - visa a realização de empreendimentos integrados em seus territórios e com impactos controlados sobre o meio ambiente. Considerando o ciclo de vida da edificação, favorecendo o desenvolvimento econômico e social, bem como a qualidade de vida. A interação do edifício com o meio ocorre em momentos diferentes do ciclo de vida do edifício, envolvendo toda a cadeia produtiva, desde projetistas, planejamento, implantação, uso, manutenção até a demolição (DEGANI; CARDOSO, 2002);

4. Loteamentos novos, reabilitados e existentes - bairros e loteamentos é um processo que se apoia nas normas de qualidade ISO 14001 e ISO 9001, com a proposta de conciliar o desenvolvimento sustentável e a construção de um bairro sustentável.

O desafio aqui é conseguir conciliar os imperativos do desenvolvimento sustentável e a construção de um bairro sustentável, levando em consideração todas as interações entre essas duas dimensões, para desenhar um projeto coerente desde as primeiras análises até a definição do programa de ações do bairro sustentável, além de inserir, em sua análise, os pilares econômicos, sociais e ambientais (FV, 2020).

Como o selo tem uma metodologia de Gestão do Empreendimento, importantes informações deverão ser repassadas para o proprietário ou gerenciador, como: (1) o plano de conservação e de manutenção - deverá ser transmitido ao proprietário ou ao gerenciamento e (2) o manual de uso e operação do edifício, pois a fase de uso e operação da edificação não está contemplada pela certificação. O Processo AQUA-HQE também contempla elementos que facilitam o desempenho ambiental após a entrega da obra (GRUNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014).

De acordo com a Fundação Vanzolini (2020), estas providências poderão assegurar a melhoria contínua do empreendimento pós-obra, na etapa de ocupação do empreendimento e garantindo que os critérios atendidos no período de certificação do edifício permaneçam durante o ciclo de vida da edificação, facilitando a efetivação do seu desempenho após a sua entrega, destacando alguns benefícios, como: (1) Empreendedor: Comprovar a Alta Qualidade Ambiental das suas construções; Diferenciar seu portfólio no mercado; Melhorar o relacionamento com órgãos ambientais e comunidades; (2) Usuário: Economia direta no consumo de

água e de energia elétrica; Menores despesas condominiais gerais; Melhores condições de conforto e saúde; (3) Sociedade e Meio Ambiente: Menor demanda sobre as infraestruturas urbanas; Menor demanda de recursos hídricos; Melhores condições de saúde nas edificações.

A análise do local do empreendimento e de seu programa de necessidades é fundamental para dar aos futuros usuários as condições de conforto e saúde. Com isso a certificação AQUA-HQE atende às normas e à legislação vigente nacional (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Assim como o selo LEED, o AQUA-HQE atualiza constantemente o seu Referencial Técnico – RT. De acordo com a certificadora seu primeiro RT publicado em fevereiro de 2010, passou por alterações relevantes, principalmente com a publicação da ABNT NBR 15575:2013 - Norma de Desempenho, fazendo importantes considerações quanto a qualidade e desempenho das edificações. Sendo considerado, a partir de 2013, o referencial técnico - Edifícios habitacionais 2013 - versão 2 (FV, 2020).

Um diferencial do selo são os custos em reais por metro quadrado, o AQUA-HQE considera a análise do pré-projeto, projeto e execução, incluindo análise do processo, avaliação e uso da marca, onde todo o processo é realizado por auditorias presenciais, sendo o referencial teórico acessado na plataforma da certificadora. Estes aspectos podem ser considerados como um fator decisório para o incorporador no momento da escolha da certificação (FV, 2020).

#### **4.3.1 Certificação Selo Casa Azul Caixa**

Em 2010, a Caixa Econômica Federal firmou uma parceria com pesquisadores da Escola Politécnica de São Paulo, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Como resultado da experiência da equipe técnica em projetos habitacionais e gestão para a sustentabilidade, foi elaborado o guia Selo Casa Azul Caixa: Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável (OLIVEIRA, 2014).

O Selo Casa Azul Caixa é o primeiro sistema de classificação de sustentabilidade nacional, buscando reconhecer empreendimentos que apresentam soluções mais eficientes aplicadas à construção, incentivando o uso racional de recursos naturais, a melhoria da qualidade da habitação e seu entorno e destacando

os benefícios sociais através de projetos como o HIS - Habitação de Interesse Social (CAIXA, 2010).

Em quantidade de empreendimentos certificados, diferente dos selos LEED e AQUA-HQE, o Selo Casa Azul CAIXA apresenta apenas 31 empreendimentos, que corresponde a mais de 9.100 unidades no Brasil. Talvez este resultado seja porque a instituição não é uma empresa certificadora, apresentando um *ranking* com um maior número de empreendimentos certificados do mercado, mas porque o Selo Casa Azul Caixa tem o objetivo de reconhecer as obras que adotam medidas sustentáveis, atuando na promoção da cidadania e melhorando de forma progressiva e contínua projetos e construções sustentáveis (ALMEIDA, 2009).

Os selos internacionais de certificação ambiental têm o objetivo de impulsionar o mercado, principalmente nacional, no sentido do melhoramento ambiental, por razões de comprometimento com o tema ou por questões mercadológicas, como a competitividade (GRÜNBERG et al., 2014).

Segundo Piccoli, Kern, González e Hirota (2010), em alguns países, a proposta de “certificação verde” das edificações deixou de ser meramente estratégia de mercado e passou a ser condição para a legalização do edifício.

No entanto, construtoras e arquitetos que tradicionalmente eram voltados para o segmento de alto padrão principalmente em São Paulo e no exterior, estão diversificando seus projetos para empreendimentos do tipo Habitação de Interesse Social - HIS, financiado pelo programa Minha Casa Minha Vida da Caixa Econômica Federal (ANGIOLILLO, 2019).

Embora apresentando uma metodologia baseada também num *checklist* e critérios prescritivos, o selo torna-se mais flexível e acessível, as construtoras e todos os que compõem a cadeia da construção civil, com o objetivo de disseminar os seus conceitos quanto aos aspectos ambientais, mas principalmente quanto aos econômicos e sociais (GRUNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014).

Com a proposta de um melhoramento ambiental, a Caixa, com um custo bastante acessível, proporciona aos interessados certificar o empreendimento. Oferecendo vistorias presenciais, da compra do terreno à construção, conscientizando empreendedores e moradores sobre os conceitos das construções sustentáveis, com o uso racional dos recursos naturais e a redução nos custos com manutenção dos edifícios (CAIXA, 2010).

#### 4.3.1.1 Tipologia da certificação Selo Casa Azul Caixa

O Selo estabelecido sob os critérios da Caixa Econômica Federal tem aplicabilidade para todas as tipologias de projetos, estimulando a adoção de práticas voltadas à sustentabilidade. Acessível para construtoras, Poder Público, empresas públicas de habitação, através do HIS, viabiliza o acesso à moradia adequada aos segmentos populacionais com renda familiar mensal de até três salários-mínimos em localidades urbanas e rurais (CAIXA, 2010).

O referencial de Zoneamento Bioclimático (Figura 2) é uma importante ferramenta para a concepção dos projetos, não somente para as habitações HIS, mas para todos os projetos que consideram as diretrizes conforme as oito zonas com macroclima e microclima distintos da região do projeto (GONÇALVES; BODE, 2015).

No contexto das práticas voltadas à sustentabilidade o Selo Casa Azul Caixa apresenta o foco também na eficiência energética e no uso racional da energia, fazendo referência a NBR 15220:2003 - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro com diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social e a NBR 15575:2013 - Norma de Desempenho, importantes normas que alicerçaram as diretrizes do Selo Casa Azul da Caixa (LAMBERTS et al., 2011).

Figure 2 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro



Fonte: CAIXA (2020).

A estrutura do selo Casa Azul Caixa é composta de seis categoriais e 53 critérios de avaliação, sendo 19 obrigatórios e 34 facultativos considerando as viabilidades ambientais, econômicas e sociais de acordo com a realidade brasileira. Diferente das certificações apresentadas anteriormente, LEED e AQUA-HQE, o selo Casa Azul Caixa não possui um sistema de pontuação para cada critério ou categoria. São definidos apenas critérios obrigatórios e de livre escolha (COSENTINO, 2017).

Na metodologia do selo, seis categorias deverão ser consideradas na avaliação do empreendimento habitacional: (1) Qualidade Urbana; (2) Projeto e Conforto; (3) Eficiência Energética; (4) Conservação de Recursos Materiais; (5) Gestão da Água e (6) Práticas Sociais (OLIVEIRA, 2014). Nestas categorias as ações deverão ser orientadas para a redução dos custos globais do empreendimento, considerando todo o seu ciclo de vida (CAIXA, 2010).

Os 53 critérios estabelecidos nas seis categorias são orientados a uma avaliação ambiental prescritiva e vistos como ações importantes para promover a sustentabilidade do empreendimento. Entre estes alguns são considerados fundamentais e obrigatórios para a obtenção da classificação mínima, ou seja, bronze. Este tipo de metodologia apresenta uma maior flexibilidade na fase de viabilidade técnica podendo o empreendimento alcançar os níveis: Bronze, Prata e Ouro (CONTO; OLIVEIRA; RUPPENTHAL, 2016).

Segundo a Caixa (2010), o empreendimento alcançará a categoria bronze caso todos os dezenove critérios obrigatórios sejam atendidos. Para o nível prata deverão ser atendidos os critérios obrigatórios mais seis itens de livre escolha e para o nível ouro os critérios obrigatórios mais doze de livre escolha. Os critérios de livre escolha são discriminados no Manual de Boas Práticas da Caixa Econômica Federal, correspondendo aos trinta e quatro critérios das seis categorias.

O nível bronze do Selo será concedido somente aos empreendimentos cujo valor de avaliação da unidade habitacional não ultrapasse os limites de até R\$ 130.000,00 para Distrito Federal, cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. Os projetos com valores de avaliação superiores deverão se enquadrar no nível prata (CAIXA, 2010).

A conceituação das seis categorias e a classificação dos dezenove critérios obrigatórios são as seguintes:

1. Qualidade Urbana - Qualidade do Entorno/Infraestrutura e Impactos - Comunidades mais sustentáveis buscam prover espaços para as pessoas viverem, de modo que considerem, respeitem e protejam o ambiente agora e no futuro.

2. Projeto e Conforto - Paisagismo; Local para Coleta Seletiva; Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos; Desempenho Térmico – Vedações e Orientação ao Sol e Ventos - Esta categoria trata dos aspectos relacionados ao planejamento e à concepção do projeto do empreendimento, considerando-se, principalmente, as ações relativas à adaptação da edificação às condições climáticas e às características físicas e geográficas locais, considerando os fatores do zoneamento bioclimático.

Para Lamberts et. al. (2011), “[...] conhecer os dados climáticos de um local permite identificar os períodos de maior probabilidade de desconforto e, conseqüentemente, definir as estratégias que devem ser incluídas no projeto para compensar essas condições”.

3. Eficiência Energética - Lâmpadas de Baixo Consumo; Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns; Medição Individualizada – Gás - Uma das maneiras mais utilizadas no mundo para conter a expansão do consumo sem comprometer qualidade de vida e desenvolvimento econômico tem sido o estímulo ao uso eficiente. No Brasil esse estímulo tem sido aplicado de maneira sistemática desde 1985, quando o Ministério de Minas e Energia (MME) criou o Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), de âmbito nacional e coordenado pela Eletrobrás (ANEEL, 2020).

De acordo com dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2018) o setor residencial apresentou um consumo de 25,5%, enquanto outros setores tiveram sua participação em: 37,7% industrial, 17,1% comercial, público 8,2%, setor energético 5,6%, agropecuário 5,5% e transporte 0,4%. Considerando este panorama, torna-se essencial a redução no consumo de eletricidade, principalmente, no setor residencial. Para o critério Eficiência Energética as ações de redução do consumo devem ser efetivas, principalmente com relação ao gasto com eletrodomésticos, cujo maior índice de consumo é o chuveiro com 24%, precedido em 22% para geladeiras e 20% para ar-condicionado, de acordo com dados da Eletrobrás (ANEEL, 2020).

A Caixa Econômica intensifica a adoção de aquecimento solar de água em habitações de interesse social, lâmpadas de baixo consumo em áreas privativas,

dispositivos economizadores em áreas comuns, sistema de aquecimento solar, sistemas de aquecimento a gás, medição individualizada – gás, elevadores eficientes, eletrodomésticos eficientes, e fontes alternativas de energia.

4. Conservação de Recursos Materiais - Qualidade de Materiais e Componentes; Formas e Escoras reutilizáveis; Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) - O exercício da construção depende de um fluxo constante de materiais, da atividade de preparação do terreno com sua limpeza, seus cortes e aterros, passando pelas inevitáveis atividades de uso, limpeza e manutenção, pelas evitáveis operações de correção de patologias, até o fim da vida útil do edifício ou de suas partes, onde grandes quantidades de resíduos serão gerados (CAIXA, 2010, p. 129).

5. Gestão da Água - Medição Individualizada - Água; Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga; Áreas Permeáveis - Gestão da água do empreendimento deverá considerar: o suprimento de água potável, a gestão de águas pluviais e o esgotamento sanitário.

6. Práticas Sociais - Educação para a Gestão de RCD; Educação Ambiental dos Empregados; Orientação aos Moradores - Esta categoria busca promover a sustentabilidade do empreendimento por meio de ações que abrangem os diversos agentes envolvidos na elaboração do projeto, construção e ocupação das edificações.

Para os critérios de desempenho mínimo de eficiência do sistema construtivo, é possível a criação de novos sistemas de construção, desde que este mínimo atenda a satisfação do usuário (PICCOLI *et. al.*, 2010). Para os critérios facultativos a seleção deve ser justificada por meio da elaboração da agenda do empreendimento. Este documento tem o objetivo de identificar os aspectos socioambientais relevantes para o empreendimento (GONÇALVES; BODE, 2015).

A decisão final sobre as ações a serem adotadas para a promoção da sustentabilidade deve estar embasada na agenda do empreendimento. O empreendedor se compromete a executar todos os itens mencionados no projeto. A análise não se restringe somente ao projeto, mas também na avaliação ambiental do terreno. A Caixa apresenta em seu caderno - Avaliação Ambiental de Terrenos com Potencial de Contaminação, a preocupação da instituição em classificar empreendimentos que justifiquem ser sustentáveis em itens antes da concepção do projeto (CAIXA, 2010).

Da compra do terreno a ocupação do empreendimento, o manual do

proprietário será entregue ao final da obra em atendimento ao critério “Orientações aos moradores”, Categoria Práticas Sociais, com isso a Caixa está alterando o modelo de gerenciamento dos empreendimentos habitacionais no Brasil, indo além da expansão de estratégias construtivas sustentáveis (CONTO *et. al.*, 2017).

De acordo com a Caixa (2010), são apresentados alguns benefícios da agenda: (1) Prioridades socioambiental: a solicitação de adesão do selo é um indicativo de que o construtor possui responsabilidade socioambiental; Condições sociais e ambientais regionais e do empreendimento; Características funcionais do empreendimento; (2) Para o Construtor: redução das taxas de juros para construções de baixo impacto ambiental; (3) Para a Sociedade: empreendimentos habitacionais com o uso racional de recursos naturais; construções com soluções urbanísticas e arquitetônicas de qualidade e promoção do desenvolvimento social.

Para o setor da construção civil é importante considerar o critério de escolha entre as certificações, pois nem sempre essa escolha aponta para uma certificação internacional, mas para uma certificação adequada à realidade e integrada às políticas públicas locais (AGOPYAN *et. al.*, 2011).

Um ponto relevante do selo Casa Azul Caixa é o custo baixo para a sua adesão. Há uma taxa de análise de projeto para o empreendedor que tiver interesse em certificar seu edifício dentro de um contexto de financiamento. A instituição também realiza uma consultoria técnica da compra do terreno a construção do empreendimento (CAIXA, 2010).

Apesar de apresentar um custo acessível, a instituição não oferece uma certificação inferior aos selos LEED e AQUA. Além de oferecer vistorias presenciais da compra do terreno a construção, o selo da Caixa Econômica Federal por apresentar critérios baseados em normas nacionais apresenta uma fácil compreensão dos conceitos e sua aplicabilidade.

O Selo Casa Azul Caixa apresenta uma metodologia mais simplificada e de fácil compreensão para que construtoras e empresas comecem a adotar os critérios de sustentabilidade, possibilitando a redução dos impactos ambientais, bem como o aumento dos benefícios sociais (OLIVEIRA, 2014).

Com isso, aos poucos, os conceitos estão sendo disseminados através das certificações internacionais, mas principalmente redescobertos por meio de selos nacionais presentes desde 1984, pelo Instituto Nacional de Metrologia – INMETRO, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE e o Selo Casa Azul Caixa.

O PBE informa ao consumidor, por meio da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), a eficiência energética de aparelhos e equipamentos. Com essa iniciativa, surgiram outros dois selos com o mesmo objetivo: o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), lançado em 1985, pela Eletrobrás e, em 1991, pela Petrobras, o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET. Com a Lei nº 10.295 de 2001, a Política Nacional de Conservação e Uso de Energia e com a necessidade de estabelecer níveis de eficiência energética para edificações, baseados numa regulamentação específica, foi instituído em 2003, o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL EDIFICA) (CONTO et al., 2017).

Porém, não é suficiente apenas o lançamento desses selos sem o conhecimento dos conceitos e do motivo pelo qual usá-los: “As empresas estão se defrontando com um ambiente externo em grande transformação [...] observa-se o crescimento de uma nítida consciência por parte dos consumidores” (LEITE, 2009, p. 123).

A partir desta consciência é que o compromisso com os valores do Cliente, seja ele o contratante, o usuário ou a comunidade, torna-se importante para o entendimento do projeto, resultando em uma obra mais sustentável (GOULART, 2019).

Em cumprindo ao eixo social a Caixa, através, do HIS, que recebe aporte dos recursos do Orçamento Geral da União, por intermédio do extinto Ministério das Cidades, atual Ministério do Desenvolvimento Regional, contempla as famílias em localidades urbanas e rurais dando-lhes acesso à moradia (CAIXA, 2020).

Esta gestão tem o propósito de instituir uma política de desenvolvimento urbano e habitacional de longo prazo, propondo diretrizes para uma formulação e implementação da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU), também contribuindo para a implementação da Política Nacional de Habitação de Interesse Social (PADOVANO; NAMUR; SALA, 2012).

“As políticas de desenvolvimento sustentável já criaram um novo vocabulário – responsabilidade social empresarial, [...] com implicações práticas em toda e qualquer atividade, inclusive na construção brasileira” (AGOPYAN; JOHN, 2011, p. 20).

Comparativamente aos selos LEED e AQUA-HQE, o selo Casa Azul Caixa

apresenta categorias e critérios baseados nas necessidades nacionais, trazendo conceitos importantes sobre as desigualdades sociais da população, uma das grandes problemáticas para a sustentabilidade no Brasil (GRUNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014).

O desafio é a busca de um equilíbrio entre proteção ambiental, justiça social e viabilidade econômica. Trata-se de “relações entre as empresas e os que estão ao seu redor – acionistas, empregados, consumidores, fornecedores, vizinhos de bairro, de cidade, de país” (ALMEIDA, 2009, p. 27).

## 4.2 CUSTOS DO CICLO DE VIDA

### 4.2.1 Avaliação do Ciclo de Vida - ACV

De acordo com Degani e Cardoso (2002, p. 1) “para conhecer o desempenho ambiental dos edifícios, há de se analisar a interação entre as atividades desenvolvidas durante todo o seu ciclo de vida e o meio ambiente”.

Os conceitos de Ciclo de Vida e Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) são: “Ciclo de Vida são as etapas sucessivas de um sistema de produto, ou seja, da matéria-prima à disposição final e Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)”, [...] são os impactos ambientais que este sistema de produção pode causar (NBR ISO 14040:2001).

A metodologia da norma ISO 14000, possibilita a tomada de decisões analisando o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida através das declarações ambientais, permitindo que o fornecedor apresente as emissões associadas ao ciclo de vida do seu produto (AGOPYAN *et. al.*, 2011).

Com isso os resultados de qualidade num empreendimento tornam-se mensuráveis, principalmente, quando todos consideram que os conceitos do ciclo de vida, também estabelecidos na Norma de Desempenho - NBR 15575:2013 que mede o desempenho das edificações, recomenda aos projetistas a avaliação dos resultados de inventários do ciclo de vida dos produtos, de forma a subsidiar a tomada de decisão na avaliação do impacto provocado ao meio ambiente (CBIC, 2019).

Todos os envolvidos no processo produtivo, mesmo que este resulte num edifício, têm uma participação relevante quanto ao desempenho da edificação, ou seja, da compra do terreno, no período da construção, durante a sua ocupação até o

desmonte (POLITO, 2015).

A Associação Francesa HQE (2001) identifica cinco etapas de interação do edifício com o meio ambiente que ocorre em fases distintas do ciclo de vida do edifício, sendo: (1) Planejamento; (2) Implantação; (3) Uso; (4) Manutenção e (5) Demolição (FV, 2020).

Estas etapas devem ser consideradas para que os impactos negativos possam ser minimizados. Nesse sentido, a sustentabilidade no ciclo de vida garante que cada etapa seja realizada dentro das normas, com qualidade e sem desperdício (JOHN,2007).

A Caixa considera a Avaliação do Ciclo de Vida no Selo Casa Azul Caixa com o objetivo de incorporar, primeiramente, as diretrizes das normas nacionais, mas principalmente estabelecer critérios mínimos para que o empreendimento alcance padrões de qualidade.

O selo AQUA-HQE também destaca a importância de o empreendedor considerar a vida útil do edifício, uma vez que as escolhas construtivas estão relacionadas com esse ciclo, podendo impactar no meio, positiva ou negativamente (FV, 2020).

De acordo com o GBCB (2020, p. 30) “os projetos integrativos facilitam e encorajam as equipes a utilizar uma abordagem holística e a mensurar o progresso, [...] garantindo que a construção tenha um baixo impacto ao longo do ciclo de vida do edifício”.

#### **4.2.2 Análise de Custos do Ciclo de Vida – LCCA**

O conceito surgiu sob a denominação de cálculo do ciclo pelo Instituto de Gestão de Logística nos Estados Unidos na década de 60. Como a construção civil, geralmente, aborda a redução nos custos do empreendimento como uma estratégia de negócio, o seu uso no segmento ainda é restrito (CBIC, 2015).

Considerado como uma ferramenta de gestão, ganhou flexibilidade, sendo utilizado também no setor da construção civil. No entanto, devido ao pouco conhecimento por parte dos profissionais, o seu uso ainda não é amplamente divulgado pelas empresas (Neto, 2018).

O objetivo econômico, que é parte indissociável da sustentabilidade, se traduz por custos globais otimizados, tomando-se decisões de concepção e projeto

voltadas à minimização de custos ao longo da vida útil do edifício. Não cabendo nas práticas sustentáveis materiais e componentes ou condições de projeto, que gerem a deterioração precoce do edifício. Pois, dessa forma, “se transfere para o usuário custos que representarão o comprometimento do desempenho econômico que faz parte do tripé da sustentabilidade” (ASBEA, 2012, p. 16).

O entendimento dos conceitos de vida útil, que estão relacionados ao ciclo de vida, são facilmente entendidos por meio dos conceitos de Análise dos Custos do Ciclo de Vida ou LCCA de uma edificação, onde podemos destacar os custos de construção, operação e manutenção, a qualidade do projeto, do material empregado e o uso da edificação (POLITO, 2015).

Para todos os envolvidos no setor da construção civil, o uso do LCCA torna-se imprescindível, pois ajuda a calcular o período de retorno do investimento (ROI), fornecendo um contexto para tomar decisões sobre investimentos iniciais (GBCB, 2015).

Quanto à Avaliação do Ciclo de Vida e à Análise de Custos do Ciclo de Vida, os três selos consideram a importância de incorporar estes conceitos em atendimento às normas nacionais e, principalmente, para que o empreendimento alcance padrões de qualidade.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os critérios de avaliação entre os selos, principalmente quanto à análise do desempenho ambiental, vieram da necessidade de verificar o quão “verde” é um empreendimento.

Esses sistemas avaliam basicamente o desempenho da construção e funcionamento dos edifícios, de modo a fornecer indicações aos especialistas sobre as diversas áreas analisadas, tais como a sua localização, o seu uso eficiente da água e da energia, a sua qualidade ambiental interna, entre outras (SILVA, 2003).

Os critérios se apresentam como indicadores de medição do desempenho ambiental, possibilitando obter informações sobre uma realidade, por meio da qual seus processos podem ser monitorados com o objetivo de atingir metas ou padrões mínimos de desempenho (CBCS, 2014).

Assim, após a análise comparativa entre alguns dos critérios das certificações

e dos conceitos da ACV e LCCA, foi possível identificar as facilidades, vantagens e/ou restrições para a obtenção de uma certificação ambiental.

A Tabela 4 apresenta os critérios de avaliação de desempenho ambiental comum aos selos LEED, AQUA-HQE e Casa Azul Caixa.

Tabela 4- Critérios de avaliação LEED, AQUA-HQE e SELO CASA AZUL CAIXA

<b>CERTIFICAÇÃO</b>	<b>CARACTERÍSTICA DA AVALIAÇÃO</b>
<b>LEED</b>	Avaliação de desempenho ambiental do edifício
<b>AQUA-HQE</b>	Sistema de Gestão do Empreendimento – SGE Qualidade Ambiental do Edifício – QAE
<b>CASA AZUL</b>	Avaliação de desempenho do edifício e ambiental

Fonte: Adaptado de GBCB, FV, CEF (2020)

Com adaptações e atualizações constantes para atender as necessidades nacionais, as certificações LEED e AQUA-HQE buscam cumprir uma agenda local, assim como o Selo Casa Azul Caixa, onde as três certificações apresentam critérios de avaliação semelhantes.

As características de avaliação de desempenho ambiental ou de qualidade ambiental entre as certificações são características importantes, principalmente quando os itens como a vida útil e o consumo dos recursos do edifício são considerados. Os edifícios tendem a durar mais de 50 anos e as infraestruturas viárias e ferroviárias até mais de 100 anos (GRÜNBERG et al.,2014).

O sistema de certificação LEED avalia o desempenho ambiental do edifício baseado na harmonização, ponderação de créditos (em função do impacto ambiental e da saúde humana) e regionalização. A eficiência energética e redução da emissão de CO<sub>2</sub> são itens considerados de maior importância neste sistema de avaliação (USGBC, 2012).

O processo AQUA-HQE avalia o desempenho ambiental de uma construção por sua natureza arquitetônica e técnica, bem como pela gestão. Estrutura-se em dois instrumentos principais: o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) e o referencial de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE).

Na visão deste selo verde, a gestão da edificação permite definir as vertentes de projeto que irão atingir e manter os níveis de qualidade ambiental (FV, 2020).

Com o Processo AQUA-HQE o empreendedor passará a receber dois

certificados: um da Fundação Vanzolini Processo AQUA<sup>TM</sup> e outro do Cerway HQE<sup>TM</sup>, com todos os elementos padronizados internacionalmente, fundamentado na certificação Processo AQUA<sup>TM</sup> da Fundação Vanzolini (FV, 2020).

O Selo Casa Azul Caixa não faz este destaque, mas igualmente ao AQUA-HQE recomenda que a empresa implante um SGE para que os objetivos socioambientais sejam alcançados, já a certificação LEED será obtida conforme o sistema de gestão adotado pela empresa.

A partir da aplicação do sistema de gestão ambiental (SGA) pode ser obtido um selo de certificação.

O SGA pode ser definido como a parte do sistema de gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar sua política ambiental e para gerenciar seus aspectos ambientais.

O SGA é, portanto, um conjunto de atividades administrativas (ou de planejamento) e operacionais inter-relacionadas para o enfrentamento dos problemas ambientais atuais e para o monitoramento e a prevenção de novos impactos ambientais.

A certificação ambiental mais conhecida e difundida é a ISO 14.000. A família ISO 14000 aborda vários aspectos da gestão ambiental. As primeiras duas normas, ISO 14001:2004 e ISO 14004:2005 lidam com Sistemas de Gestão Ambiental (SGA).

A ISO 14001:2004 fornece os requisitos para um SGA e a ISO 14004:2005 fornece orientações gerais para um SGA.

O termo tipologia da edificação, comum aos selos analisados, é referente aos diferentes tipos construtivos.

Atualmente o selo AQUA-HQE conta com referenciais para certificar as seguintes tipologias de empreendimentos: edifícios em construção, edifícios residenciais, edifícios não-residenciais, organizações de saúde e hospitais, edifícios em operação, bairros e loteamentos.

Com relação ao LEED (Tabela 5), as tipologias são divididas em: LEED BD+C novas construções e reformas, LEED ID+C interiores, LEED O+M operação e manutenção, LEED ND desenvolvimento de bairros, casa e condomínios e zero energia, destacando-se o critério 5. Energia e atmosfera.

Tabela 5- Critérios de avaliação da certificação LEED

CERTIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICA DA AVALIAÇÃO
<b>LEED</b>	<p style="text-align: center;"><b>Categorias e critérios analisados</b></p> <p><b>LEED BD+C - Novas Construções e Grandes Reformas; ID+C - Novos Interiores; O+M - Operação e Manutenção e ND - Desenvolvimento de Bairros</b>            1. Projeto Integrado; 2. Localização e Transporte; 3. Espaço Sustentável; 4. Eficiência do uso da água; 5. Energia e atmosfera; 6. Materiais e Recursos; 7. Qualidade Ambiental Interna; 8. Inovação e Processos; 9. Créditos de Prioridade Regional</p> <p><b>LEED Brasil Casa e LEED Brasil Condomínio</b> 1. Implantação; 2. Energia e Atmosfera; 3. Uso Eficiente da Água; 4. Materiais e Recursos; 5. Qualidade Ambiental Interna; 6. Requisitos Sociais; 7. Inovação e Projeto; 8. Créditos Regionais</p> <p><b>GBC BRASIL ZERO ENERGIA</b> 1. Eficiência Energética para Geração on site e off site; 2. Geração de Energia Renovável on site; 3. Geração de Energia Renovável off site.</p>

Fonte: Adaptado de GBCB (2020)

Já o Selo Casa Azul Caixa tem aplicabilidade para todas as tipologias, não apresentando as subdivisões descritas nos selos LEED e AQUA-HQE. Pelo fato de ser promovido pela Caixa, instituição promotora de ações de enfrentamento ao déficit habitacional brasileiro, bem como por promover iniciativas que envolvam práticas sociais, incorporando a sustentabilidade em seu sentido mais amplo, o Selo Casa Azul Caixa encontra-se mais direcionado à habitação de interesse social - HIS.

Independente da certificação, um ponto importante a se destacar é o da temática energia. O desempenho energético, comum aos três selos aqui analisados, é um relevante critério de avaliação. Essa categoria analisa condições confortáveis nas unidades habitacionais com a adoção de alternativas, como os ganhos solares, adequados a cada zona bioclimática nacional (OLIVEIRA, 2014).

No selo LEED, a eficiência energética é o item que mais pesa na pontuação, e pode ser conquistada com estratégias simples, como simulações energéticas, medições, comissionamento de sistemas e utilização de equipamentos e sistemas mais eficientes. Dada a relevância, essa categoria responde por algo em torno de 30% dos 110 pontos possíveis na certificação. Outras estratégias que contam positivamente para a soma de pontos: uso de equipamentos que otimizem o consumo de energia (elevadores inteligentes e sensores de presença para iluminação, por exemplo) e geração local de energia renovável.

Na certificação AQUA-HQE, a eficiência energética corresponde a categoria

*Conforto*, critério *Conforto Higrotérmico* (Tabela 6). O desempenho energético no selo AQUA-HQE estabelece um importante critério de avaliação, considerando as condições confortáveis nas edificações adequados a cada zona bioclimática nacional (OLIVEIRA, 2014).

Tabela 6- Critérios de avaliação da certificação AQUA-HQE: categoria conforto higrotérmico

CERTIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICA DA AVALIAÇÃO
<b>Categorias e critérios analisados</b>	
<b>AQUA-HQE</b>	<b>ENERGIA</b> 1. Energia <b>AMBIENTE</b> 2. Edifício e seu entorno; 3. Produtos, sistemas e processos construtivos; 4. Canteiro de obras; 5. Água; 6. Resíduos; 7. Manutenção <b>SAÚDE</b> 8. Qualidade do espaço; 9. Qualidade do ar; 10. Qualidade da água <b>CONFORTO</b> 11. Conforto higrotérmico; 12. Conforto acústico; 13. Conforto visual; 14. Conforto olfativo

Fonte: Adaptado de AQUA-HQE (2020)

Do ponto de vista ambiental, a energia se destaca como o critério mais importante na avaliação de eficiência energética de um edifício, considerando as diretrizes da Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia<sup>4</sup>, que estabelece os níveis mínimos de consumo de energia e máximos de eficiência energética (LAMBERTS et al., 2011).

O Selo Casa Azul Caixa em relação a eficiência energética, também traz as práticas voltadas à sustentabilidade, referenciadas na NBR 15220:2003, que comenta sobre o zoneamento bioclimático nacional e a NBR 15575:2013 - Norma de Desempenho, em relação ao conceito de eficiência energética, na categoria *Projeto e Conforto* - critério *desempenho térmico* e na categoria *Eficiência Energética* (Tabela 7). Este selo “tem por objetivo incentivar a construção de edificações residenciais com critérios de sustentabilidade, incluindo critérios de [...] conforto e eficiência” (GONÇALVES; BODE, 2015, p. 546). Conferindo uma importante relação com o clima regional que segundo Martins, Bittencourt & Krause (2012, p. 60), é “indispensável pensar o projeto de arquitetura com respostas construtivas adequadas às características climáticas do sítio”.

<sup>4</sup> Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, visa a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente.

Tabela 7- Critérios de avaliação da certificação CASA AZUL CAIXA

CERTIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICA DA AVALIAÇÃO
CASA AZUL CAIXA	<b>Categorias e critérios analisados</b>
	<p><b>QUALIDADE URBANA</b> 1. Qualidade do Entorno – Infraestrutura; 2. Qualidade do Entorno;</p> <p><b>PROJETO E CONFORTO</b> 3. Paisagismo; 4. Local para Coleta Seletiva; 5. Equipamentos de Lazer, sociais e Esportivos; 6. Desempenho Térmico – Vedações; 7. Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos;</p> <p><b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b> 8. Lâmpadas de Baixo Consumo; 9. Dispositivos Economizadores Medição 10. Individualizada – Gás;</p> <p><b>CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS</b> 11. Qualidade de Materiais e Componentes; 12. Formas e Escoras reutilizáveis; 13. Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD);</p> <p><b>GESTÃO DA ÁGUA</b> 14. Medição Individualizada – Água; 15. Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga; 16. Áreas permeáveis;</p> <p><b>PRÁTICAS SOCIAIS</b> 17. Educação para a Gestão de RCD; 18. Educação Ambiental dos Empregados; 19. Orientação aos Moradores.</p>
Fonte: Adaptado da CEF (2020)	

Outra categoria que o selo da Caixa enfatiza, de forma diferente dos selos LEED e AQUA-HQE, é a importância com relação a educação ambiental de funcionários e dos futuros moradores, descrito na categoria *Práticas Sociais*. Para o Selo Casa Azul Caixa, a educação ambiental constitui um aspecto importante, devendo ser divulgado para todos os envolvidos. É incoerente investir em um selo ambiental e, principalmente, no pós-obra e na ocupação, se os envolvidos desconhecem os conceitos e as vantagens de um empreendimento certificado (CEF, 2013).

No caso do selo AQUA-HQE, a educação está vinculada ao canteiro de obras, na categoria *Ambiente* (Tabela 6). “Os operários e prestadores de serviços da indústria da construção civil necessitam de formação técnica e formalidade fiscal e trabalhista” (FV, 2020). Por outro lado, a educação não faz parte do conteúdo do selo LEED, exceto no LEED *Schools*, que procura criar ambientes escolares mais saudáveis e confortáveis, possibilitando melhor desempenho dos alunos e corpo docente.

Com relação a ACV e o LCCA, os selos destacam a importância do uso de produtos e materiais que possuam informações sobre o seu ciclo de vida, estabelecendo um conjunto de ações que resulte na redução dos custos globais do empreendimento. Cada selo aqui analisado apresenta características específicas baseada na sua metodologia e como visto nas tabelas, algumas destas com diferentes critérios avaliativos.

Segundo a NBR ISO 14040 (2001), a ACV é uma técnica que visa fazer uma avaliação dos impactos ambientais associados a um produto ao longo de seu Ciclo de Vida, fazendo uma compilação de todas as entradas (energias necessárias) e saídas (emissões). Tal ciclo é intitulado pela mesma norma como “do berço ao túmulo”, ou seja, desde a extração e uso das matérias-primas, produção, uso e descarte do produto, ao final de sua vida útil.

O selo LEED vem exigindo estudos de ACV para as suas edificações a alguns anos. Foi introduzido pela primeira vez no sistema em 2009, como um item opcional de avaliação de certificação. Alguns anos depois, na versão v4 de 2014, a ACV recebeu um crédito próprio, o qual deve ser conquistado por meio de redução do impacto do ciclo de vida de materiais e recursos (GBCB, 2020).

Dentro de uma das categorias do selo LEED, há uma que aborda especificamente a ACV, que é o *Materiais e Recursos*. É dentro dessa categoria onde são cobrados os estudos de ACV para os materiais e a edificação como um todo. As principais subcategorias relacionadas ao assunto são *Redução do impacto do ciclo de vida da edificação* e *Divulgação e otimização de produtos de construção - Uso de declarações ambientais de produto*, pois são as que tratam da redução de impacto ambiental por meio de um ACV e a utilização de materiais EPD na edificação (USGBC, 2012). Porém as outras subcategorias também devem ser atendidas para que a edificação reduza os impactos causados ao longo do ciclo de vida.

Apesar da ACV ser de grande relevância para a Certificação LEED, o seu atendimento não é um pré-requisito. Um estudo de ACV é opcional na conquista do Selo, e é avaliado como forma de créditos e pontuações, as quais auxiliam na busca de uma maior posição no sistema de classificação da certificação.

Embora a 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).

De acordo com Canazaro, Moraes & Kern (2017), 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, havendo a necessidade da elaboração de softwares específicos para a integração entre os dois sistemas.

A certificação AQUA-HQE não possui nenhuma categoria ou subcategorias que contemplem especificamente a ACV para edificação com um todo, assim como existe nos outros selos. A ACV, contudo, é indiretamente exigida para os materiais e a redução do impacto ambiental é abordada em todas as subcategorias da Certificação. Dentro das categorias do AQUA-HQE, a *Produtos, sistemas e processos construtivos*, subcategoria *Escolhas de produtos visando a limitar os impactos socioambientais da construção* é a única que menciona a ACV, porém de maneira indireta, por meio de Fichas EPDs (Declaração Ambiental de Produto) (KFOURI, 2018).

Um elemento importante relacionado à ACV dentro das certificações ambientais é a Declaração Ambiental de Produtos (EPD). A EPD é uma forma de garantir a sustentabilidade dos materiais aplicados nas construções e, por esse motivo, se tornou um pré-requisito para a obtenção dos pontos relacionados a ACV nos Selos para edifício, principalmente nas categorias de *Materiais*. Assim, como nas outras certificações, a ACV no selo AQUA-HQE é cobrada por meio de materiais tenham menos pegada ecológica ou que tenham EPD (KFOURI, 2018).

Por fim, o Selo Casa Azul Caixa, quanto à conservação dos recursos materiais, não faz exigências de uma ACV dos materiais, bem como não faz exigências quanto ao uso de materiais locais.

Outro aspecto importante entre os selos Casa Azul Caixa e o AQUA-HQE são as auditorias presenciais, realizadas durante as fases Programa, Concepção de Projetos e Realização da Obra. Este perfil de auditoria contribui para que em todas as fases sejam asseguradas, principalmente, as diretrizes da norma de desempenho, a NBR 15575:2013.

De uma forma geral, as certificações pesquisadas LEED, AQUA-HQE e Selo Casa Azul Caixa são sistemas que, através de suas metodologias e conceitos, estão sendo introduzidos no setor construtivo. A análise comparativa das categorias conforto, eficiência energética e prática social, comuns entre os três selos pesquisados, mostra que o setor tem buscado o entendimento destes conceitos para definir a sua aplicação em empreendimentos mais sustentáveis.

Aplicar o conceito de desenvolvimento sustentável é buscar, em cada atividade, formas de diminuir o impacto ambiental e de aumentar a justiça social e

não a introdução dos conceitos como um marketing imediato. Não se podem omitir os aspectos sociais que são bem complexos pela predominância da informalidade (AGOPYAN; JOHN, 2011).

## **6 CONCLUSÃO**

O estudo permite concluir que as certificações ambientais, LEED, AQUA-HQE e Selo Casa Azul Caixa, bem como o conhecimento da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e da Análise de Custos do Ciclo de Vida (LCCA) estão sendo disseminadas e compreendidas pela indústria da construção civil no Brasil.

O crescente número de empreendimentos certificados desde a implantação da primeira certificação internacional no Brasil, mostra que independente de tipologia, público ou órgão certificador, o setor construtivo está revendo seus conceitos quanto à aplicabilidade e escolha da melhor certificação, e não somente em atendimento aos requisitos mínimos de desempenho e qualidade, mas, principalmente, quanto as questões socioeconômicas.

A certificação LEED traz critérios e categorias do país de origem e que apesar de terem sido adaptados para o Brasil, não representam a realidade nacional. O AQUA-HQE, embora seja um selo internacional, apresenta uma estrutura de avaliação mais voltada para a problemática nacional, principalmente a social.

Já o selo da Casa Azul Caixa, desenvolvido para atender as necessidades nacionais, apresenta uma estrutura mais simplificada com diretrizes baseadas em normas nacionais e uma proposta mais flexível que atende aos problemas locais. Suas diretrizes poderiam ser exportadas a exemplo do LEED e do AQUA-HQE que exportaram seus selos para países da Europa, Canadá e também para o Brasil.

Embora o Selo Casa Azul Caixa apresente um número menor de empreendimentos certificados em comparação a LEED e AQUA-HQE, esta certificação já chama a atenção de um mercado tradicionalmente voltado para o segmento de alto padrão, principalmente em relação aos menores custos e por atender à necessidade brasileira.

Os selos internacionais são importantes e continuarão sendo, não somente para o setor da construção civil, mas também para todos os componentes do seu ciclo de vida, contribuindo para que o setor alcance a excelência em seus processos produtivos e a melhoria contínua de sua qualidade.

Para isso, o setor deverá contar com profissionais comprometidos e com ações conjuntas entre empresas, fornecedores e órgãos públicos, por meio de suas políticas públicas, de modo que tais iniciativas resultarão em vantagens competitivas em relação a seus concorrentes.

Esta pesquisa mostrou que é necessário para a construção civil uma visão mais ampla do seu processo produtivo, ou seja, do projeto ao desmonte da edificação ao final do seu ciclo de vida, considerando, não somente a aplicabilidade destes conceitos ou a obrigatoriedade em adotar um selo para o empreendimento, mas a obrigatoriedade quanto ao atendimento dos fatores socioeconômicos e ambientais do Brasil. Mesmo que o setor construtivo tenha apresentado números crescentes de empreendimentos certificados.

O estudo também contribuiu para uma reflexão do setor no que se refere a qualidade das habitações ao longo da vida útil e que atendam às exigências dos usuários, além de abrir espaço para empreendimentos que atinjam todas as classes sociais.

## REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA - ANEEL. **Energia no Brasil e no mundo**. Disponível em :

[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par1\\_cap2.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf). Acesso em: 23 mar. 2020.

AGOPYAN, V.; JOHN, V.M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**, vol. 5. São Paulo: Blucher, 2011. 141 p.

ALMEIDA, F. O. **Bom Negócio da Sustentabilidade**. Disponível em:

<http://www.fernandoalmeida.com.br/livros/livro-fernando-almeida-sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

AMBROZEWICZ, P.H.L. **Qualidade na indústria da construção: manual de processos, materiais e indicadores**. São Paulo: Editora Mackenzie, 2013.

ANGIOLILLO, F. **Conhecido no segmento luxo, Isay Weinfeld projeta Minha Casa Minha Vida em SP**. Folha de São Paulo, São Paulo. Disponível em:

<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/09/conhecido-no-segmento-luxo-isay-weinfeld-projeta-minha-casa-minha-vida-em-sp.shtml>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITORIOS DE ARQUITETURA - ASBEA. **Guia de sustentabilidade para arquitetura: diretrizes de escopo para projetos**.

Disponível em:  
<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d4067859bc53891dfce5e6b282485fb4.pdf>

Acesso em: 07 jan. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FACILITIES - ABRAFAC. **Edifícios Sustentáveis: o mercado imobiliário em transformação.** Disponível em: <https://www.abrafac.org.br/?s=edif%C3%ADcios+sustent%C3%A1veis+>. Acesso em: 19 fev. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO - ABRAMAT. **Apresenta informações sobre o Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e Indústria de Materiais e Equipamentos.** Disponível em: <http://www.abramat.org.br>. Acesso em: 07 fev. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674:** Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. São Paulo: ABNT, 1999. 6p.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 9001:** Sistema de gestão da qualidade - Requisitos. São Paulo: ABNT, 2015. 44p.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14040:** Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2001, 10p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15220:** Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social: Definições, símbolos, unidades. São Paulo: ABNT, 2003, 23p.

BARBIERI, J.C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos.** São Paulo: Saraiva, 201.

BORGES, C.A.M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** São Paulo: EPUSP, 2008. 19 p. - (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/515).

BUILDIN CONSTRUÇÃO & INFORMAÇÃO. **Plataforma Bim exigência pelo governo federal inicia em 2021.** Disponível em: <https://www.buildin.com.br/plataforma-bim/>. Acesso em: 24 fev. 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo casa azul: boas práticas para habitação mais sustentável.** Caixa econômica federal, São Paulo, v. 1, p. 1-204, jan. 2010. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 03 fev. 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Desenvolvimento com sustentabilidade.** Disponível em: <https://cbic.org.br/publicacoes/page/6/>. Acesso em: 23 fev. 2020.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - CBCS. **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas.**

Disponível em:

file:///C:/Users/User/Downloads/CBCS\_PT\_Aspectos%20da%20Construcao%20Sustentavel\_2014-web%20(2).pdf. Acesso em: 20 dez.2019.

CONTO V.; OLIVEIRA M. L., RUPPENTHAL J. E. **Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 12, nº 4, out-dez/2017, p. 100-127. DOI: 10.15675/gepros. v12i4.1749. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1749>. Acesso em: 04 fev. 2020.

COSENTINO, L. T. **Sustentabilidade na Construção Civil: Proposta de diretrizes baseadas nos selos de certificação ambiental**. Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, 2017.

DANTAS, M.B., SCHMITT, G.B., FREITAS, M.D.G.F., FERRÚA, L, SOUZA, M.D.E. **Mapeamento de incentivos econômicos para a construção sustentável**. São Paulo: Serviço Nacional da Indústria (Senai); 2015.

DEGANI C. M.; CARDOSO F. F. **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico**. In: NUTAU 2002. Disponível em: [http://www.pcc.usp.br/files/text/personal\\_files/francisco\\_cardoso/Nutau%202002%20Degani%20Cardoso.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/personal_files/francisco_cardoso/Nutau%202002%20Degani%20Cardoso.pdf). Acesso em: 10 abr. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanco Energético Nacional**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-bem>. Acesso em: 10 fev. 2020.

FRANCO, C. E.; FILIPIIM, M. **Produção Verde: Administração da Produção com ênfase em ferramentas ambientais**. Disponível em: [https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/1187\\_Artigo%20Ambiental%20-%20Versao%20SEGET.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/1187_Artigo%20Ambiental%20-%20Versao%20SEGET.pdf). Acesso em: 22 abr. 2020.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Certificação AQUA-HQE**. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>. Acesso em: 20 mar. 2020.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Referencial técnico de certificação “Edifícios habitacionais - Processo AQUA”**. Disponível em: [https://www.vanzolini.org.br/download/RT\\_Edificios\\_habitacionais\\_v2\\_2013.pdf](https://www.vanzolini.org.br/download/RT_Edificios_habitacionais_v2_2013.pdf). Acesso em: 20 mar. 2020.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Certificação AQUA-HQE**. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/aqua/wp-content/uploads/sites/9/2018/08/GP-AQUA-HQE-NR-QAE-emConstruc%CC%A7a%CC%83o-ad-2018-08-03.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

GOULART, S. **Sustentabilidade nas Edificações e no Espaço Urbano**. Disponível

em:

[https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161\\_Sustentabilidade\\_apostila\\_0\\_0.pdf](https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161_Sustentabilidade_apostila_0_0.pdf). Acesso em: 26 abr. 2020.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Conheça a Certificação**. Disponível em: LEED. <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacoes/>. Acesso em: 14 mar. 2020.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Como se tornar um LEED GA®**. Curso realizado no GBCBrasil. São Paulo, mai.2015.

GREEN BUILDING MARKET. **2014 Green Building Market Barometer**

Disponível em:

Barometerfile:///C:/Users/User/Downloads/turner2014greenbuildingmarketbarometer%20(2).pdf. Acesso em: 14 mar. 2020.

GRÜNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. Certificação Ambiental de habitações: Comparação entre Leed For Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul. Universidade Federal do Paraná (UFPR). **Ambient. Soc.**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 195-214, jun 2014. .

HART, S.L.; MILSTEIN, M.B. Fundação Getúlio Vargas. Criando valor sustentável. Artigo originalmente publicado na **Academy os Management Executive**, v. 17, n. 2, p. 56-69, mai. 2003. Disponível em: <https://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/3363.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2020.

INOVATECH ENGENHARIA. **Certificação LEED**. Disponível em:<https://inovatechengenharia.com.br/atuacao/certificacoes/leed/>. Acesso em: 15 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE - INBS. **Principais leis ambientais brasileiras**. Disponível em: <https://www.inbs.com.br/principais-leis-ambientais-brasileiras/> . Acesso em: 03 mar. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Análise de Ciclo de vida: conceitos e função**. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade\\_soci al/apresentacoes/3.pdf](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade_soci al/apresentacoes/3.pdf). Acesso em: 20 mar. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas / Organizadora: Adriana Maria Magalhães** de Moura. – Brasília: Ipea, 2016. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160719\\_governanca\\_ambiental.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160719_governanca_ambiental.pdf). Acesso em: 27 abr. 2020.

JOHN, V. M. Sustentável custa mais? **Revista Notícias da Construção**. 2007. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/website/comite-tematico/links-referencias.asp?cctCode=719F109C-F0B8-4A02-9D29-5654F6C8EAF5>. Acesso em 22 fev. 2020.

KIBERT, C. J. **Edificações sustentáveis: Projeto, Construção e Operação**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2020. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=MnCrDwAAQBAJ&pg=PA61&lpg=PA61&dq=a+avalia%C3%A7%C3%A3o+de+materiais+pelo+conceito+de+energia+incorporada&source=bl&ots=10Phs\\_XQ9n&sig=ACfU3U3BNKY\\_7E8dY3-0ZKyorYsZahg10A&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwjXvaGO5annAhUHELkGHSvNADcQ6AEwB3oEAgQAQ#v=onepage&q=avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20materiais%20pelo%20conceito%20de%20energia%20incorporada&f=false](https://books.google.com.br/books?id=MnCrDwAAQBAJ&pg=PA61&lpg=PA61&dq=a+avalia%C3%A7%C3%A3o+de+materiais+pelo+conceito+de+energia+incorporada&source=bl&ots=10Phs_XQ9n&sig=ACfU3U3BNKY_7E8dY3-0ZKyorYsZahg10A&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwjXvaGO5annAhUHELkGHSvNADcQ6AEwB3oEAgQAQ#v=onepage&q=avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20materiais%20pelo%20conceito%20de%20energia%20incorporada&f=false). Acesso em: 29 jan. 2020.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES - LabEEE. **Sustentabilidade nas edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área**. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/sustentabilidade>. Acesso em: 06 jan. 2020.

LAMBERTS, R., TRIANA, M. A., FOSSATI, M., BATISTA, J. O. **Sustentabilidade nas edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2008. Disponível em: [http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/documents/sustentabilidade\\_nas\\_edificacoes\\_contexto\\_internacional\\_e\\_algumas\\_referencias\\_brasileiras\\_na\\_areasustentabilidade\\_nas\\_edificacoes\\_contexto\\_internacional\\_e\\_algumas\\_referencias\\_brasileiras\\_na\\_area.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/documents/sustentabilidade_nas_edificacoes_contexto_internacional_e_algumas_referencias_brasileiras_na_areasustentabilidade_nas_edificacoes_contexto_internacional_e_algumas_referencias_brasileiras_na_area.pdf). Acesso em: 23 fev. 2020.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LICENCIADOR AMBIENTAL. **Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. NBR ISO 14040**. Disponível em: [/http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-14.040-Gest%C3%A3o-Ambiental-avaliac%C3%A3o-do-ciclo-de-vida-principios-e-estrutura.pdf](http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-14.040-Gest%C3%A3o-Ambiental-avaliac%C3%A3o-do-ciclo-de-vida-principios-e-estrutura.pdf). Acesso em: 03 fev. 2020.

LOPES, A. A. **Construção Sustentável: Medidas Construtivas Sustentáveis que Buscam Aumentar a Eficiência no Uso dos Recursos e Minimizar os Impactos ao Meio Ambiente**. 2013. 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MARCONI, M. A; LAKATOS E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991. p.183.

MARTINS, T. A. L.; BITTENCOURT, L. S.; KRAUSE, C. M. L. **Contribuição ao 'zoneamento bioclimático brasileiro: reflexões sobre o semiárido nordestino**. Porto Alegre: Ambiente Construído, v. 12, n. 2, p. 59-75, abr./jun. 2012. Scielo Brasil.

MUNFORD, L. A. **Cidade na história: suas origens, desenvolvimento e perspectivas**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1982. p.67-108.

NETO, T.C.M. **Aplicação da Análise do Custo do Ciclo de Vida em uma Indústria de Mineração com base na Gestão de Ativos**. Dissertação de mestrado,

Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, BA, Brasil.

OLIVEIRA, L. P; Romero M. B. **Análise dos Critérios Prescritivos e de Desempenho para Avaliação Qualitativa do Edifício quanto ao Conforto e ao Desempenho ambiental.** Disponível em:  
[https://www.usp.br/nutau/sem\\_nutau\\_2010/metodologias/oliveira\\_leonardo\\_pinto\\_de\\_1.pdf](https://www.usp.br/nutau/sem_nutau_2010/metodologias/oliveira_leonardo_pinto_de_1.pdf). Acesso em: 07 jan. 2020.

OLIVEIRA, V. M. **Sistemas de Certificação Ambiental e a Norma Brasileira de Desempenho.** Dissertação de mestrado. Juiz de Fora. Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora; 2014. 220p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em:  
<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 28 ago. 2020.

PADOVANO, R. B. et al. **São Paulo: em busca da sustentabilidade.** São Paulo: Pini, Editora da Universidade de São Paulo, 2012. p.260-275.

PEREIRA, A. L. et al. **Logística reversa e sustentabilidade.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

PESTANA, L. M. A Agenda Marrom: o planejamento urbano ambiental. **Revista de Direito da Cidade**, v. 1, n. 1. ISSN 2317-7721 p. 95-141.

PICCOLI, R. et al. A certificação de desempenho ambiental de prédios: exigências usuais e novas atividades na gestão da construção. **Ambient. constr.**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 69-79, Sept. 2010. Disponível em:  
 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212010000300005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212010000300005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 16 jan. 2020.

POLITO, G. **Gerenciamento de obras: boas práticas para a melhoria da qualidade e produtividade.** São Paulo: Pini, 2015.

SEVERO, F. J. **Administração de Logística Integrada: Materiais, PCP e Marketing.** 2ª Ed. ver. e atual – Rio de Janeiro: E-papers. 2006. Disponível em:  
[https://books.google.com.br/books?id=WVh06POvlc0C&pg=PA4&lpg=PA4&dq=SEVERO+Filho+%E2%80%93+Administra%C3%A7%C3%A3o+de+log%C3%ADstica+integrada:+materiais,+pcp+e+marketing.+Rio+de+Janeiro:+E-papers,+2006.&source=bl&ots=KPcUwbvNaG&sig=ACfU3U1Ew9Rpu7yaN2hKAsFO1JhVroTs6g&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwi7\\_M7PIZjnAhXyErkGHVhMCscQ6AEwA3oECAgQAQ#v=onepage&q=cep&f=true](https://books.google.com.br/books?id=WVh06POvlc0C&pg=PA4&lpg=PA4&dq=SEVERO+Filho+%E2%80%93+Administra%C3%A7%C3%A3o+de+log%C3%ADstica+integrada:+materiais,+pcp+e+marketing.+Rio+de+Janeiro:+E-papers,+2006.&source=bl&ots=KPcUwbvNaG&sig=ACfU3U1Ew9Rpu7yaN2hKAsFO1JhVroTs6g&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwi7_M7PIZjnAhXyErkGHVhMCscQ6AEwA3oECAgQAQ#v=onepage&q=cep&f=true). Acesso em: 22 jan.2020.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica.** Tese (Doutorado). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 2003. 210 p.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO - SINDUSCON/SP. **Apresenta informações sobre o Comitê de**

**Tecnologia e Qualidade do SindusCon-SP – CTQ e o Comitê de Meio Ambiente do Estado de São Paulo.** São Paulo. 2020. Disponível em: <https://sindusconsp.com.br/comite/comite-12/>. Acesso em: 23 jan. 2020.

SOBREIRA, F.J. A.; CARVALHO, V. M. A. F.; SILVA, E.G.; ARAÚJO, S. M. V. G.; MACHADO; J.G.; OLIVEIRA, L.P. **Sustentabilidade em edificações públicas: Entraves e Perspectivas.** Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/a-camara/estruturaadm/gestao-na-camara-dos-deputados/responsabilidade-social-e-ambiental/ecocamara/areas-tematicas/arquitetura-e-construcao-sustentavel-1/%28ELECS%202007%20-%20Artigo%20-%20Sustentabilidade%20em%20Edificacoes%20Pubicas.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2019.

SOUZA, M. A.; RODRIGUES, E. B.; KROMBAUER, C. A. **Análise da cadeia de valor: um estudo no âmbito da gestão estratégica de custos de empresas da construção civil da Grande Porto Alegre - RS.** Disponível em: [http://www.anpad.org.br/diversos/down\\_zips/53/con2285.pdf](http://www.anpad.org.br/diversos/down_zips/53/con2285.pdf). Acesso em: 20 mar. 2020.

TAVARES, S. F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras.** Tese (Doutorado). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2006. 225 p.

TERA AMBIENTAL. **As principais leis ambientais brasileiras.** Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/as-principais-leis-ambientais-brasileiras>. Acesso em: 03 mar. 2020.

VANDERLEY, M. J. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais.** G Isaia, editor. IBRACON 2017. Disponível em : <http://ppgec.poli.usp.br/wp-content/uploads/sites/277/2017/05/VMJOHN-Materiais-e-o-meio-ambiente-2017-09-30-1.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.