



LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Lucas Broggio (UFSCar) E-mail: lbroggio@hotmail.com
Sheyla Mara Baptista Serra (UFSCar) E-mail: sheylabs@ufscar.br

Resumo

O mercado vem buscando empreendimentos mais sustentáveis, devido à exigência nos financiamentos e na adesão aos contratos públicos, além de beneficiar as empresas, reduzindo custos na produção e aumentando seu potencial em atingir novos consumidores, mediante a sua maior credibilidade. Os maiores benefícios que a certificação proporciona no âmbito ambiental são: redução no consumo de energia, água, recursos naturais e diminuição dos acidentes ambientais. Os mecanismos de avaliação utilizados para etiquetagem de edifícios podem ser utilizados como ferramenta para produzir uma metodologia eficiente que consiga mensurar a eficiência das edificações. Os certificados utilizados no Brasil são: LEED, AQUA, INMETRO PROCEL, BREEAM e Selo Casa Azul. Esta pesquisa busca levantar e comparar o desempenho dos indicadores de sustentabilidade ambiental, visando trazer o conhecimento sobre os benefícios e as desvantagens oferecidas por cada um.

Palavras-Chaves: Indicadores de sustentabilidade, Construção Sustentável, Selos Verdes.

1. Introdução

A construção civil é a indústria que mais gera resíduo e consome cerca de 75% de recursos naturais (JOHN, 2000) e os resíduos gerados somam cerca de 50 a 60% da massa total (IPEA, 2012), tornando-se um dos maiores causadores da poluição ambiental. Além desse fato, pouco se aplica, na prática, soluções sustentáveis, reciclagem de resíduos ou implantação de tecnologias mais eficientes.

Como forma de promover formas de incentivar a sustentabilidade no setor da construção civil foram criados selos de certificação ambiental, sendo os mais usados no Brasil: LEED, AQUA, Procel Edifica, BREEAM e Selo Casa Azul.



1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é realizar um levantamento comparativo e fazer uma análise simplificada das principais certificações verdes implementadas no Brasil. Espera-se com a pesquisa desenvolver uma base de dados de boas práticas de fácil acesso ao mercado. Deve-se identificar os elementos que facilitem a etiquetagem verde de edifícios e recomendações para a diminuição da geração de resíduos e do consumo de água e energia.

2. Revisão de literatura

Os maiores benefícios que a certificação proporciona no âmbito ambiental são: redução no consumo de energia, água, recursos naturais e diminuição dos acidentes ambientais. A seguir será detalhado os principais certificados ambientais existentes no Brasil.

2.1 LEED

A certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é um selo verde que serve para edificações de vários tipos e segue padrões internacionais com o objetivo de avaliar o desempenho do empreendimento além de criar um sistema mais competitivo e sustentável no âmbito da construção civil no mundo (LEITE, 2011).

Se o empreendimento possuir o certificado, significa que ele foi construído utilizando medidas socioambientais. Portanto, esse projeto uniu ações para a comunidade em que está inserido, o bem-estar de seus funcionários e especialmente a diminuição dos impactos no meio ambiente. Há uma análise prévia, concomitante e final, pois para a emissão da certificação LEED será necessário que sejam respeitados todos os processos da construção civil (LEITE, 2011).

A emissão dessa certificação é de responsabilidade da GBC (*Green Building Council*). As atividades, no Brasil, iniciaram-se em 2007 e existem certificações LEED em outras 21 nações, todas gerenciadas pela *World Green Building Council*, que é a responsável por regular e incentivar a criação de conselhos nacionais para a geração de tecnologia, iniciativas, debates de projetos sustentáveis nas edificações civis do mundo (GBC BRASIL, 2021).

Para obter esse certificado primeiramente deve-se realizar o pedido de certificação. Em 2018, o Brasil estava em 4º lugar no ranking mundial, com 531 prédios certificados (GBC Brasil, 2019). No total existem oito dimensões de avaliação diferentes, cada qual relacionado ao caso



específico da edificação, como: localização e transporte, espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos, créditos de prioridade regional (GBC BRASIL, 2021).

2.2 AQUA

A certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é uma adaptação da certificação francesa HQE (*Haute Qualité Environnementale*). A certificação foi lançada no Brasil em 2008 e emitiu 376 certificados até 2021 (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2021). O processo de certificação foi elaborado pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini, no entanto é administrada pelo Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (INOVATECH, 2015). A AQUA busca oferecer, a qualidade ambiental de um empreendimento ou sua reabilitação, sendo um processo de gestão para adquirir maior qualidade nas construções (LEITE, 2011).

2.3 Selo de eficiência térmica em edifícios Procel Edifica

Com intuito de compreender a metodologia de análise de eficiência térmica de um sistema ou tecnologia, foi feita um estudo do processo de etiquetagem da Procel Edifica, que é um selo de eficiência energética para edifícios criado em 2003, pela Eletrobras/Procel em conjunto com o Ministério de Minas e Energia, o Ministério das Cidades, as universidades, os centros de pesquisa e as entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de desenvolvimento, além do setor da construção civil (PROCEL, 2021).

Tem a finalidade de classificar o nível de eficiência energética em uma edificação, variando de “A” (mais eficiente) até “B” (menos eficiente) (PROCEL, 2021). Essa classificação pode ser feita de dois métodos, segundo Eletrobras/Procel et al. (2014), que são: método prescritivo (por equações, tabelas e parâmetros, calcula-se a pontuação que indica o nível de eficiência do sistema e da edificação); método de simulação (por simulação computacional, o desempenho do edifício é comparado ao desempenho de edifícios referenciais de acordo com o nível de eficiência).

Segundo Lamberts (2010), o método prescritivo viabiliza a determinação simplificada do nível de eficiência. Simplificações estas, que implicam em algumas limitações deste sistema. As que apresentam maior grau de dispersão, devido à inviabilidade de prescrevê-las de maneira satisfatória, são: a necessidade de simulação da ventilação natural, os valores



máximos e mínimos de uso em volumetrias variadas para avaliação da envoltória e a pequena precisão de vidros de elevado desempenho em grandes aberturas envidraçadas. Tornando assim o método de simulação computacional mais preciso, embora não seja o mais viável.

2.4 BREEAM

A certificação BREEAM foi desenvolvida por uma parceria entre o grupo de cientistas do BRE (*Building Research Establishment*) e o setor privado no Reino Unido no ano de 1990, essa colaboração teve o propósito de estabelecer parâmetros de mensuração e caracterização da sustentabilidade na construção civil. O selo BREEAM significa *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (em português: Método de Avaliação Ambiental do BRE) e proporciona um método formal de avaliação com base em uma auditoria externa (SANTO, 2010).

2.5 Selo Casa Azul

Desenvolvido pela Caixa Econômica Federal e lançado em 2010, o Selo Casa Azul foi idealizado com o propósito de, segundo Caixa (2020), promover a racionalização de recursos no setor da construção, diminuir o custo operacional de manutenções e despesas mensais dos usuários e disseminar as vantagens da construção sustentável para empreendedores e usuários.

Para John e Prado (2010), a certificação Casa Azul é um mecanismo de avaliação socioambiental das edificações habitacionais, que tem a finalidade de classificar os projetos de construção que incorporam sistemas mais eficientes em relação ao uso, à ocupação e a manutenção das edificações, com o objetivo de fomentar a preservação de recursos naturais e o aperfeiçoamento na qualidade da obra e do espaço que está inserido.

3. Método de pesquisa

A pesquisa foi fundamentada na revisão bibliográfica, logo, os materiais utilizados foram: livros, relatórios, artigos e trabalhos acadêmicos disponíveis online na internet.

O principal desenvolvimento da pesquisa foi na determinação de critérios por meio da análise dos selos de qualidade, artigos e estudos realizados nesta área. Foi realizado o levantamento das características dos indicadores ambientais: LEED, AQUA, Procel Edifica, BREEAM e



Selo Casa Azul, avaliando os critérios ambientais propostos, o método de avaliação, o contexto de sua criação e o intuito da sua implementação.

4. Resultados alcançados

Como resultado foi proposto uma análise teórica e comparativa dos sistemas de avaliação dos condicionantes de sustentabilidade nos edifícios, onde foi possível verificar a diferença entre os parâmetros e dados coletados para obter as diferentes certificações ambientais, expostos a seguir.

4.1 LEED

Para obter esse certificado primeiramente deve-se realizar o pedido de certificação. O segundo passo, é obedecer aos critérios que são utilizados para avaliar a empresa para que esta possa receber sua certificação. São eles:

- Uso racional da água;
- Eficiência energética;
- Redução, reutilização e reciclagem de materiais e recursos;
- Qualidade dos ambientes internos da edificação;
- Espaço sustentável;
- Inovação e tecnologia;
- Atendimento as necessidades locais, definidas pelos próprios profissionais da GBC, que variam quanto ao empreendimento.

Os critérios citados anteriormente possuem pontuação própria quem se somam para atingir os seguintes níveis: básico (26 a 32 pontos), prata (33 a 38 pontos), ouro (39 a 51, pontos) e platina (52 a 69 pontos) (LEITE, 2011). A Figura 1 apresenta os níveis de pontuação do selo LEED.

Uma consequência do processo seletivo para a obtenção da LEED é a diminuição de 30% da energia gasta pela empresa, pois para esta obter a certificação é necessário adotar um processo específico, sendo um deles a redução dos índices de consumo energético. Devido ao modo de utilização da água, a economia é de 50% e o despejo de resíduos é reduzido em 80% (GBC BRASIL, 2021).

Figura 1 – Níveis de pontuação para obtenção da certificação LEED



Fonte: GBC BRASIL (2017).

4.2 AQUA

Os critérios de avaliações para obter o certificado são, conforme Fundação Vanzoli (2010):

- Relação do seu edifício com seu entorno;
- Escolha integrada de produtos e de processos construtivos;
- Canteiro de obra de baixo custo ambiental;
- Gestão da Energia;
- Gestão da Água;
- Gestão de resíduos e uso de operação do edifício;
- Manutenção permanente do desempenho ambiental;
- Conforto Hidrotérmico;
- Conforto Acústico;
- Conforto Visual;
- Conforto Olfativo;
- Qualidade Sanitária dos Ambientes;
- Qualidade Sanitária do Ar;
- Qualidade Sanitária da Água.

Mediante a análise dos certificados, é possível concluir que seus critérios de adesão são úteis para tomada de decisão em relação aos materiais e modos de construção. Além de, influenciarem diretamente para melhora do meio ambiente e sua conservação.

4.3 Selo de eficiência térmica em edifícios Procel Edifica

O certificado Procel Edifica, concedido para imóveis que estão dentro dos requisitos mais exigentes, cumprindo os níveis de eficiência energética (classificação AAA) nas categorias iluminação, envoltória e condicionamento de ar, comprovará o nível mínimo de eficiência energética para edificações, exigido pelo LEED.

Contudo, estes mecanismos de avaliação utilizados para etiquetagem de edifícios podem ser utilizados como ferramenta para produzir uma metodologia eficiente que consiga mensurar a eficiência energética dos sistemas de coberturas analisados nesta pesquisa. Um exemplo de edificação que possuiu tecnologias sustentáveis e possui a classificação máxima do certificado Procel de eficiência energética é o Hangar Business Park Salvador, projetado pelo grupo Odebrecht (SOUZA, 2014).

4.4 Certificação BREEAM

Para receber o certificado de BREEAM os edifícios são avaliados com pontos baseados em atributos distribuídos em dez categorias de acordo com a eficiência desempenhada, conforme ilustrado na Figura 2. Esses pontos são somados e classificam a construção em quatro categorias Pass (Aprovado), Good (Bom), Very Good (Muito Bom), Excellent (Excelente) e Outstanding (Excepcional). Essa classificação do BREEAM é feita com a fiscalização de um conselho de sustentabilidade independente, que represente uma grande parcela das partes interessadas no setor da construção civil (BREEAM, 2009).

Figura 2 – Categorias avaliadas na certificação BREEAM.



Fonte: BREEAM (2020).

4.5 SELO CASA AZUL

A certificação contempla seis categorias, cada uma com seus critérios, alguns deles obrigatórios e outros de livre escolha, perfazendo um total de 53 critérios; são três os tipos de classificação do selo passíveis de serem concedidos, conforme Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Critérios para obtenção do Selo Casa Azul

NÍVEIS DE GRADAÇÃO SELO AZUL:

Gradação	Atendimento mínimo
BRONZE	Critérios obrigatórios
PRATA	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha
OURO	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha



CRITÉRIOS/CATEGORIAS DE CLASSIFICAÇÃO:



Fonte: Caixa (2020).

4.6 Comparativo dos critérios avaliados

Após a análise das certificações apresentadas, pode-se perceber ambas possuem finalidades semelhantes de incentivar o desenvolvimento e aplicação de sistemas e princípios da sustentabilidade no setor. Entretanto, possuem diferenças nos critérios avaliados para caracterização do nível de comprometimento e preservação, observados no Quadro 1 a apresentado a seguir.

Quadro 1 – Características das certificações ambientais

	LEED	AQUA	INMETRO PROCEL	BREEAM	Casa Azul
Critérios	1. Sítios sustentáveis; 2. Uso racional da água; 3. Energia e atmosfera; 4. Materiais e recursos; 5. Qualidade ambiental interna.	1. Sítio e Construção; 2. Gestão; 3. Conforto; 4. Saúde	1. Envoltória; 2. Iluminação; 3. Condicionamento de ar.	1. Gestão; 2. Resíduos; 3. Saúde e Bem Estar; 4. Poluição; 5. Energia; 6. Uso do solo e Ecologia; 7. Transporte; 8. Materiais; 9. Água.	1. Qualidade urbana; 2. Projeto e conforto; 3. Eficiência energética; 4. Conservação de recursos e materiais; 5. Gestão da água; 6. Práticas sociais
Método	Lista de pré-requisitos a serem atribuídos ao edifício de acordo com uma lista de objetivos.	Classificação em categorias e subcategorias avaliadas pelos conceitos atingidos.	O projeto é analisado e contemplado com etiqueta de A a E, de acordo com o consumo de energia.	Avaliados por pontuação de zero a dez, com base nos critérios exigidos.	Verificado na análise de viabilidade técnica do projeto, classificado de acordo com os critérios cumpridos.
Criação	Criado para o mercado norte-americano.	Foi adaptado para as características do mercado brasileiro.	Foi feito pela Eletrobrás em conjunto com o Inmetro para incentivar a iluminação e a ventilação naturais, reduzindo o consumo de energia elétrica	Criado pela parceria entre pesquisadores e empresas do ramo	Criado pela Caixa Econômica Federal para incentivar a sustentabilidade nas construções.

Fonte: os autores (2021).

Ainda que as certificações possuam métodos diferentes, todos apresentam uma forma de classificação por pontuação, por objetivos, ou outro menos explícito, que são adquiridos por intermédio de questionários nas empresas interessadas do ramo, analisando as características do projeto, do método construtivo, tecnologias empregadas e práticas sustentáveis.

5. Considerações finais

No decorrer da pesquisa foram apresentados parâmetros e conceitos necessários para o entendimento dos indicadores de sustentabilidade na construção, diferença entre os parâmetros e dados de análise ambientais. Após a compreensão destes conceitos foi possível apresentar os principais fatores influenciadores e as empresas responsáveis por diferentes



tipos de etiquetagem verde no país. Foi percebido que a certificação LEED mede fatores como a utilização de recursos, otimização dos ambientes e emprego de tecnologias. Para o selo AQUA são avaliados parâmetros relacionados à qualidade e ao conforto ambiental, além de gestão de recursos, modo construtivo e manutenção desses requisitos. Observa-se que o certificado Procel Edifica tem o enfoque na qualificação e quantificação dos níveis de eficiência energética das edificações. A certificação BREEAM possui um conjunto de critérios que abrange uma maior quantidade de fatores. No Selo Casa Azul se avalia os parâmetros ambientais na fase de projeto para certificar sua viabilidade.

Pode-se concluir que as certificações ambientais estão cada vez mais presentes no mercado da construção civil brasileira e são valorizadas pelos benefícios que proporcionam em garantir o desenvolvimento das tecnologias e práticas relacionadas à eficiência energética, desempenho do produto, diminuição dos resíduos gerados na construção e melhoria da manutenção e operação de edifícios.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. São Paulo: Blucher, 2011. 141p. ISBN 978-85-212-0610-1.

BREEAM. Europe Commercial 2009 Assessor. **Manual**. BRE Global Ltda, 2009. 346p.

BREEAM. **Como funciona a certificação BREEAM**. 2020. Disponível em: <<https://www.breeam.com/discover/technical-standards/newconstruction/>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

CAIXA. **Selo Casa Azul: boas práticas para habitação mais sustentável**. Coordenadores Vanderley Moacyr John, Racine Tadeu Araújo Prado. São Paulo: Páginas & Letras. Editora e Gráfica, 2010.

Disponível em:

<https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/Selo_Casa_Azul_CAIXA_versao_web.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2021.

ELETROBRAS/PROCEL et al. **Manual para etiquetagem de edificações públicas: gestor público**. 2014. 121p. Disponível em:

<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Manual_Etiquetagem_Edificacoes_Publicas.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2021.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Certificação AQUA-HQE: Indicadores**. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

GREEN BUILDING COUNCIL (GBC) BRASIL. **Certificação LEED**. 2021. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

INOVATECH. **Certificação AQUA-HQE**. 2008. Disponível em:

<<https://inovatech engenharia.com.br/atuacao/certificacoes/aqua-hqe/>>. Acesso em: 28 mai. 2021.



IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília: Governo Federal. 2012. 82p. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2021.

LAMBERTS, R. et al. **Casa Eficiente: Bioclimatologia e Desempenho Térmico**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2010. 123p. ISBN 978-85-7426-098-3. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_I_WEB.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2021.

LEITE, V. F. **Certificação ambiental na construção civil – Sistemas LEED e AQUA**. 2011. Monografia de Graduação (Curso de Engenharia Civil). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<https://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/certificacoes-leed-e-aqua-trabalho-final-graduacao.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre Docência). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2000. 113p. Disponível em: <https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_-_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2021.

JOHN, V. M.; PRADO, R. T. A. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

PROCEL. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Disponível em <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

SANTO, H. M. I. D. E. **Procedimentos para uma certificação da construção sustentável. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)**. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 128p. 2010. Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/4045>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

SOUZA, N. **Hangar Business Park é campeão em eficiência energética**. 2014. Disponível em: <<https://www.orealizacoes.com.br/blog/hangar-business-park-e-campeao-em-eficiencia-energetica/>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio à pesquisa e publicação.