

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção

Viviane Ribeiro Silva Marcelo

**SUSTENTABILIDADE E CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS DE EDIFÍCIOS:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, INICIATIVAS E CASES DE SUCESSO NO BRASIL**

Versão Final

Belo Horizonte 2023

Viviane Ribeiro Silva Marcelo

**SUSTENTABILIDADE E CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS DE EDIFÍCIOS:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, INICIATIVAS E CASES DE SUCESSO NO BRASIL**

Versão Final

Monografia de especialização apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão e Tecnologia na Construção Civil.

Orientador: Aldo Giuntini de Magalhães

Belo Horizonte 2023

M314s

Marcelo, Viviane Ribeiro Silva.

Sustentabilidade e certificações ambientais de edifícios [recurso eletrônico] : revisão bibliográfica, iniciativas e cases de sucesso no Brasil / Viviane Ribeiro Silva Marcelo. - 2023.

1 recurso online (50 f. : il., color.) : pdf.

Orientador: Aldo Giuntini de Magalhães.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Gestão e Tecnologia na Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.

Bibliografia: f. 48-50.

1. Construção civil. 2. Edifícios sustentáveis. 3. Sustentabilidade. 4. Desenvolvimento sustentável - Estudo de casos. 5. Certificação LEED.. 6. Certificação AQUA-HOE. I. Magalhães, Aldo Giuntini de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: VIVIANE RIBEIRO SILVA MARCELO

MATRÍCULA: 2020689949

RESULTADO

Aos 19 dias do mês de dezembro de 2023 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

"SUSTENTABILIDADE E CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS DE EDIFÍCIOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, INICIATIVAS E CASES DE SUCESSO NO BRASIL"

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 87

CONCEITO: B

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Prof. Dr. Aldo Giuntini de Magalhães

Nome

Prof.ª Dr.ª Danielle Meireles de Oliveira

Documento assinado digitalmente
ALDO GIUNTINI DE MAGALHAES
Data: 19/12/2023 15:05:35-0300
Verifique em <https://validar.id.gov.br>

Assinatura
Danielle Meireles de Oliveira:04897576695
Assinado de forma digital por
Danielle Meireles de
Oliveira:04897576695
Dados: 2023.12.19 15:25:47 -03'00'

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Belo Horizonte, 19 de dezembro de 2023

Antônio Neves de Carvalho Júnior
Assinado de forma digital por Antônio Neves de Carvalho Júnior
Dados: 2023.12.20 00:33:34 -03'00'

Coordenador do Curso

AGRADECIMENTOS

À Deus.

À minha família e amigos pelo afeto e apoio em todos os momentos.

Aos mestres e professores pelos conhecimentos transmitidos, em especial ao meu professor orientador Aldo Giuntini de Magalhães pelo apoio na elaboração deste trabalho.

Agradeço à SUDECAP pela busca contínua por inovação e pela valorização dos servidores e colaboradores.

Agradeço à Arcelor Mittal, patrocinadora do curso, por incentivar o aperfeiçoamento profissional de engenheiros que trabalham para a sociedade.

RESUMO

O presente estudo abordou de maneira abrangente o tema da sustentabilidade, destacando a importância desse tema no contexto global, apresentando seu conceito de sustentabilidade e uma breve linha do tempo. Em seguida, o trabalho explorou a relação entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações das Nações Unidas (ONU) e as construções de edifícios sustentáveis. Evidenciando como as construções sustentáveis contribuem para metas específicas, desde a promoção da saúde e bem-estar até o combate às alterações climáticas. Posteriormente foram listados os sistemas de certificação ambiental mais empregados no Brasil, como o Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), o AQUA-HQE™, e o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (Procel Edifica). Por fim, como exemplos de iniciativas e cases de sucesso no Brasil são abordados os edifícios Near Zero Energy Buildings (NZEB), e os resultados dos processos de certificação ambiental do Estádio Mineirão e do Edifício IDEA BAGÉ.

Palavras-chave: *certificações ambientais, objetivos de desenvolvimento sustentável, sistema brasileiro de certificação, sustentabilidade.*

ABSTRACT

This is the approach for an abbreviated approach to the topic of sustainability, removing the importance of this topic in the global context, presenting its concept of sustainability and a short period of time. We then explore the relationship between the United Nations (UN) Sustainable Development Objects (SDGs) and the construction of sustainable buildings. Evidently how buildings contribute in a sustainable way to specific metastases, to promoting health and combating climate change. We later list our environmental certification systems that are not registered in Brazil, such as Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), AQUA-HQE™ and the National Program for Energy Efficiency in Buildings (Procel Edifica). Here, as examples of initiatives and successful cases in Brazil, we address the construction of Almost Zero Energy Buildings (NZEB), and the results of the environmental certification process for the Mina Building and the IDEA BAGÉ Building.

Keywords: *environmental certifications, Sustainable Development Goals, brazilian certification system, sustainability.*

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Evolução dos eventos relacionados ao Desenvolvimento Sustentável..... | 17 |
| Figura 2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. | 18 |
| Figura 3 - Construções sustentáveis e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. | 19 |
| Figura 4 - Modelo de ENCE de projeto. | 28 |
| Figura 5 - Sistema AQUA-HQE™: perfil mínimo de certificação..... | 31 |
| Figura 6 - LEED: Tipologias e áreas chave..... | 34 |
| Figura 7 - LEED: Níveis de certificação..... | 34 |
| Figura 8 - IDEA BAGÉ..... | 40 |
| Figura 9 - IDEA BAGÉ: pontuação obtida. | 40 |
| Figura 10 - Estádio Mineirão: corte esquemático. | 45 |
| Figura 11 - O exemplo do Mineirão. | 46 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Organismos de Certificação Credenciado (OCC)..... | 24 |
| Quadro 2 – Sistema AQUA-HQE™: temas e categorias - edifícios residenciais..... | 30 |
| Quadro 3 – Sistema AQUA-HQE™: obtenção de estrelas por níveis | 31 |
| Quadro 4 – Sistema AQUA-HQE™: nível global alcançado | 32 |
| Quadro 5 – Soluções adotadas no IDEA BAGÉ..... | 41 |
| Quadro 6 – Diferenciais sustentáveis do Estádio Mineirão | 43 |

LISTA DE ABREVIATURAS

B – Nível base

BP - Boas práticas

CB3E - Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações

Cepel - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

CGIEE - Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética

Conmetro - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

CTE - Centro de Tecnologia de Edificações

EIFS - Isolamento Térmico de Fachadas pelo Exterior

ENBPar - Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional

ENCE - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

EUA - Estados Unidos da América

FAU/UFRJ - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro

FCAV – FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLIN

GBC - Green Building Councils

GBCB - Green Building Council Brasil

GT-Edificações - Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País

IAF – International Accreditation Forum

IAAC – Inter American Accreditation Cooperation

IATCA – International Auditor and Training Certification Association

Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IRENA - Agência Internacional para as Energias Renováveis

ISO - International Organization for Standardization

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

LINSE/UFPeI - Laboratório de Inspeção de Eficiência Energética em Edificações

MME - Ministério de Minas e Energia

MP – Melhores Práticas

NZEB - Near Zero Energy Buildings

OCA - Organismo de Certificação de Sistema de Gestão Ambiental

OCC - Organismos de Certificação Credenciado

OCP - Organismo de Certificação de Produto
OCS - Organismo de Certificação de Sistemas da Qualidade
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS - Organização Mundial da Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
OPC - Organismo de Certificação de Pessoas
Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
Procel Edifica - Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
QAE - Qualidade Ambiental do Edifício
RAC - Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações
RTQ-C - Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
RTQ-R - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais
SBC - Sistema Brasileiro de Certificação
SGA - Sistema de Gestão Ambiental
SGE - Sistema de Gestão do Empreendimento
UNCED - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
UFPel - Universidade Federal de Pelotas
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UNB - Universidade de Brasília
USGBC - U.S. Green Building Council

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. OBJETIVOS | 13 |
| 2.1. Objetivos específicos | 13 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 3.1. Construções sustentáveis e os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU | 17 |
| 3.2. Certificações Ambientais | 23 |
| 4. METODOLOGIA | 36 |
| 5. CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: INICIATIVAS E CASES DE SUCESSO NO BRASIL | 37 |
| 5.1. Edifícios Near Zero Energy Buildings (NZEB) | 37 |
| 5.2. IDEA BAGÉ: certificado GBC Brasil Condomínio® Platina | 39 |
| 5.3. Estádio Mineirão: selo LEED Platinum | 42 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 47 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 48 |

1. INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha um papel crucial na busca por um futuro sustentável. Este setor tem um impacto significativo no meio ambiente, na economia e na qualidade de vida das pessoas devido à grande utilização de recursos naturais, geração de resíduos e consumo de energia. É considerada uma das maiores consumidoras de recursos naturais, como água, madeira e minerais. Além de ser responsável por uma parcela significativa da emissão de gases de efeito estufa. Adotar práticas sustentáveis na construção ajuda a reduzir o impacto ambiental, conservando recursos e minimizando a poluição.

Nesse contexto, este trabalho aborda a questão da certificação ambiental de edificações, um tema de relevância crescente à medida que tanto os órgãos governamentais quanto os empreendedores privados em todo o mundo buscam liderar pelo exemplo na promoção da sustentabilidade.

A escolha do sistema de certificação ambiental a ser adotado em um prédio é uma decisão estratégica que envolve considerações técnicas, econômicas e ambientais. Diferentes sistemas de certificação, como o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), o AQUA-HQE™, e o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (Procel Edifica), oferecem abordagens distintas para a avaliação e classificação da sustentabilidade de edifícios. Compreender as diferenças entre esses sistemas é fundamental para tomadores de decisão, gestores de projetos e profissionais da construção civil.

Este trabalho faz uma pesquisa abrangente das características, critérios e requisitos de diferentes sistemas de certificação ambiental, bem como procura entender seu impacto na promoção da sustentabilidade das edificações, aliados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações das Nações Unidas (ONU). Por fim relata iniciativas governamentais e cases de implantação de construções sustentáveis no Brasil.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho consiste em apresentar os sistemas de certificação ambiental mais empregados no Brasil, e entender como são utilizados para promover a sustentabilidade no setor da construção.

2.1. Objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- Conhecer os principais sistemas de certificação ambiental utilizados no Brasil;
- Traçar um paralelo entre as construções sustentáveis e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações das Nações Unidas (ONU);
- Relatar iniciativas governamentais e cases de implantação de construções sustentáveis no Brasil.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Nos primórdios da civilização, na chamada idade das pedras, o ser humano vivia como nômade e se limitava a extrair do ambiente apenas o que era essencial para manutenção da sua vida. Não alterava de forma significativa o meio ambiente, apenas usava o que ele lhe oferecia para sua sobrevivência.

A vida em sociedade tal qual é conhecida hoje começou a se desenvolver com o avanço da agricultura e das técnicas construtivas que permitiram a substituição dos abrigos naturais por construídos pelo homem. A evolução do pensamento e da tecnologia culminaram com a Revolução Industrial no século XVIII. Nesse período se intensifica o êxodo rural e o crescimento desordenado das grandes cidades.

Esses fatores contribuíram para que o meio ambiente fosse impactado pelo aumento do consumo de recursos naturais e pelo descarte inadequado de resíduos, acarretando aumento da poluição e da degradação ambiental.

A partir da década de 60, intensificou-se a percepção de que a humanidade caminhava aceleradamente para o esgotamento ou a inviabilização de recursos indispensáveis à sua própria sobrevivência, colocando o tema da conservação da natureza no núcleo das discussões e debate público.

Em 1962, Rachel Carson, 1962, publicou o livro *Primavera Silenciosa*, que provou cientificamente os efeitos negativos da ação desordenada do homem sobre a natureza. Segundo Bonzi (2013), em linhas gerais, o livro explica como o uso desenfreado de pesticidas nos Estados Unidos da América (EUA) alterava os processos celulares das plantas, reduzindo as populações de pequenos animais e colocando em risco a saúde humana.

No final dos anos 60 e início dos anos 70 surgiram algumas organizações não governamentais ambientais como o *Greenpeace* e o *Friends of Earth*, cujos participantes foram vistos como fanáticos e extremistas na época (Gouvinhas R. P. et al).

Em 1972 foi realizada na Suécia a Conferência de Estocolmo ou Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano. Esse foi o primeiro evento organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU) para discutir questões ambientais de maneira global, e é considerada um marco na história da preservação do meio ambiente, pois pela primeira vez, dirigentes do mundo inteiro se reuniram para falar sobre o tema. Teve como objetivo discutir as

consequências da degradação do meio ambiente e também abordou as políticas de desenvolvimento humano e a busca por uma visão comum de preservação dos recursos naturais. Como desdobramentos houve a publicação da Declaração de Estocolmo e a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Em 1987 a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente produziu relatório conhecido como “Nosso Futuro Comum” ou “Relatório de Bruntland”, onde foram apresentados estudos baseados no equilíbrio entre o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente que apontavam para a incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes.

Neste documento surgiu o conceito de “desenvolvimento sustentável”, alicerçado na proteção ambiental, estabilidade econômica e responsabilidade social, sendo conceituado como:

*“... desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de encontrar as suas”
(Bruntland apud Lagerstedt, 2000)*

Em 1992 ocorreu a ECO-92 ou Conferência do Rio ou Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED). Ela foi responsável pela consagração do desenvolvimento sustentável, sendo à primeira vista, de grande interesse internacional, o que não se confirmou quando os Estados Unidos dificultaram a implantação do cronograma sobre emissão de CO₂ e não assinaram a convenção sobre a biodiversidade. A ECO-92 gerou como documentos oficiais a Carta da Terra, Declaração sobre Florestas, Convenção sobre a Diversidade Biológica, Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas e a Agenda 21.

Destaque para a Agenda 21 que é um amplo programa de ação com finalidade de dar efeito prático aos princípios estabelecidos e aprovados na Declaração do Rio, que foi dividida em quatro seções:

- Dimensões sociais e econômicas (políticas);
- Conservação e gestão dos recursos para o desenvolvimento (Manejo);
- Fortalecimento do papel dos principais grupos sociais (Participação);
- Meios de implantação (mecanismos financeiros e jurídicos).

Em 1997 foi assinado o Protocolo de Kyoto, acordo ambiental fechado durante a 3ª Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada em Kyoto, Japão. Foi o primeiro tratado internacional para controle da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, e inicialmente foi assinado por 84 países. Tendo sido estabelecidos níveis diferenciados nas metas de redução dos gases poluentes para cada país. Países que compõem a União Europeia, por exemplo, estabeleceram meta de 8% na redução dos gases do efeito estufa, enquanto o Japão fixou esse percentual em 6%. Quando os Estados Unidos aderiram ao acordo, comprometeram-se com a redução de 7% dos gases poluentes. Os países em desenvolvimento, como China, Brasil e Índia, não receberam metas e obrigações para reduzir suas emissões. Sendo assim, os esforços são medidas voluntárias de cada país.

Com o Protocolo de Kyoto, cresceu a possibilidade de o carbono tornar-se moeda de troca, a partir do momento em que países assinantes do acordo podem comprar e vender créditos de carbono. Obtidos em negociações internacionais, os créditos de carbono são adquiridos por países com emissão reduzida de CO₂, que fecham negócio com países poluidores. Para cada tonelada de carbono reduzida, o país recebe um crédito. A quantidade de créditos de carbono recebida varia, portanto, de acordo com o volume da redução de CO₂. Os países que mais negociam esses créditos são os da União Europeia e o Japão.

A Figura 1 traz resumidamente alguns dos mais importantes eventos relacionados a evolução do desenvolvimento sustentável.

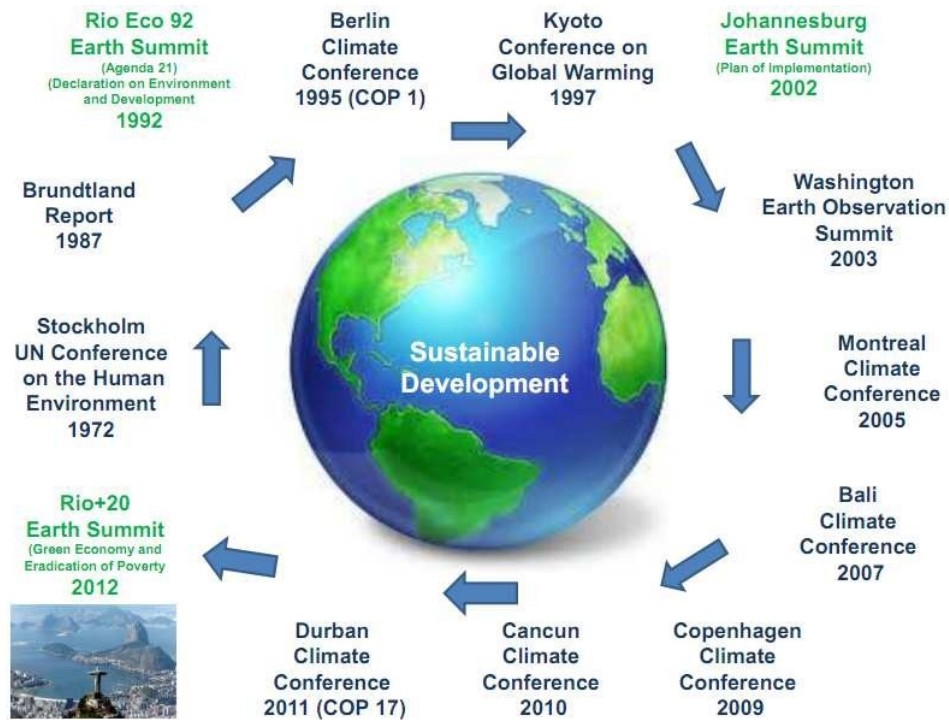


Figura 1 - Evolução dos eventos relacionados ao Desenvolvimento Sustentável.

Fonte: CORACINI M. C., 2011.

3.1. Construções sustentáveis e os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU são uma agenda global composta por 17 metas a serem alcançadas até 2030. Essas metas, que foram ilustradas na Figura 2, abrangem diversas áreas tais como erradicação da pobreza, fome zero e agricultura, saúde e bem estar, educação de qualidade, igualdade de gênero, água potável e saneamento, energia limpa e acessível, cidades e comunidades sustentáveis, consumo e produção responsáveis, e tem como objetivo promover um desenvolvimento equilibrado e sustentável para o planeta e as pessoas.



Figura 2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Fonte: GBC BRASIL, 2019.

Segundo a ONU, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um apelo universal à ação para acabar com a pobreza, proteger o planeta e melhorar a vida e as perspectivas de todos, em todo o lado. Em 2015 todos os Estados-Membros da ONU passaram a adotar os ODS como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que estabeleceu um plano de 15 anos para alcançar a meta.

A construção sustentável representa um ponto crucial na realização dos 17 objetivos estabelecidos pela ONU. Embora sejam abrangentes, desde a erradicação da fome até a promoção de sociedades impostas e inclusivas, a construção sustentável já contribui significativamente para várias metas específicas. Neste contexto, citaremos como os edifícios sustentáveis estão intrinsecamente ligados a alguns ODS-chave. Tais ODS-chave foram ilustrados na Figura 3.



Figura 3 - Construções sustentáveis e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Fonte: GBC BRASIL, 2019.

3.1.1 - Objetivo 3: boa saúde e bem-estar

O terceiro ODS visa garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades. O ambiente construído desempenha um papel fundamental na saúde e no bem-estar das pessoas. O projeto de um edifício sustentável enfoca a qualidade do ambiente interno, considerando a iluminação, a qualidade do ar e a presença de espaços verdes. Estudos da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que doenças pulmonares e respiratórias, muitas delas relacionadas à qualidade do ambiente interno, estão entre as principais causas de morte. Edifícios sustentáveis demonstraram resultados positivos na saúde, criando espaços saudáveis e desafiadores para seus ocupantes. A qualidade do ambiente construído também está fortemente ligada à saúde pública, já que a redução das emissões de edifícios contribui para a melhoria da qualidade das cidades, resultando em benefícios prejudiciais para a saúde da população.

3.1.2 - Objetivo 7: energia acessível e limpa

O sétimo ODS se concentra na energia para todos, de forma confiável, sustentável, moderna e com preço acessível. A indústria da construção sustentável é uma peça-chave no que diz respeito a essa meta, pois os edifícios são responsáveis por uma parcela substancial do consumo de energia global.

Os edifícios sustentáveis se destacam pela sua eficiência energética,

reduzindo o consumo de energia em comparação com as construções convencionais. Além disso, muitos edifícios verdes incorporam fontes de energia renovável, como painéis solares, para gerar eletricidade limpa e acessível. A Agência Internacional para as Energias Renováveis (IRENA) enfatiza que sistemas solares em residências podem fornecer eletricidade a um custo mais baixo do que alternativas baseadas em combustíveis fósseis. Ademais, a transição para fontes de energia mais limpas não beneficia apenas a saúde das pessoas, mas também contribui para a mitigação das mudanças climáticas devido à diminuição das emissões de carbono.

3.1.3 - Objetivo 8: emprego digno e crescimento econômico

O oitavo ODS promove o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos. A construção sustentável oferece oportunidades econômicas e de criação de emprego em diversas fases do ciclo de vida dos edifícios. A crescente demanda por construções sustentáveis gera oportunidades para uma força de trabalho diversificada. No Canadá, por exemplo, o setor de construção sustentável empregou quase 300.000 pessoas no tempo integral em 2014 (GBC BRASIL; 2019). Além disso, o ciclo de vida de um edifício, desde a concepção até a construção, operação e reforma, impacta muitas pessoas, criando mais oportunidades de emprego inclusivo. Alguns *Green Building Councils (GBCs)*, como o da África do Sul, incorporaram critérios socioeconômicos em seus sistemas de certificação, incentivando o setor da construção a considerar questões como o desemprego e a falta de habilidades. Assim, a construção sustentável contribui significativamente para a geração de empregos e o crescimento econômico.

3.1.4 - Objetivo 9: indústria, inovação e infraestrutura

O nono ODS foca na construção de infraestruturas resilientes, na promoção de uma industrialização inclusiva e sustentável e na promoção da inovação. Edifícios sustentáveis são projetados para garantir sua resiliência e adaptabilidade às mudanças climáticas globais. Isso é especialmente importante para os países em desenvolvimento, que são particularmente vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas. Além disso, o setor da construção é um campo de inovação e tecnologia em constante crescimento. A busca por edifícios que alcancem os

limites da sustentabilidade, como edifícios de emissões zero, impulsiona a inovação.

3.1.5 - Objetivo 11: cidades e comunidades sustentáveis

O décimo primeiro ODS destaca a importância de tornar cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. A maioria da população mundial viverá em áreas urbanas até 2030, tornando a sustentabilidade urbana uma prioridade. Edifícios sustentáveis são os pilares de comunidades sustentáveis, influenciando diretamente a qualidade de vida nas áreas urbanas.

O emprego de residências, escritórios e espaços públicos projetados com princípios de sustentabilidade são recomendados para o desenvolvimento de comunidades mais equitativas e resilientes.

Os *Green Building Councils* em diversos países desenvolvem ferramentas e estratégias para promover bairros e distritos sustentáveis, impulsionando uma abordagem holística para o planejamento urbano que considera não apenas os edifícios individuais, mas todo o contexto urbano.

3.1.6 - Objetivo 12: Consumo e Produção Responsável

O décimo segundo ODS concentra-se na promoção de padrões de produção e consumo sustentável, além da prevenção de resíduos. A redução, reciclagem e reutilização de materiais são princípios essenciais que promovem uma economia circular, na qual os recursos não são desperdiçados. Por meio de estratégias como a reciclagem de materiais de construção, o setor da construção contribui para a redução de resíduos gerados.

3.1.7 - Objetivo 13: combate às alterações climáticas

O décimo terceiro ODS visa a tomada de medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. Os edifícios são responsáveis por mais de 30% das emissões globais de gases de efeito estufa (GBC BRASIL, 2019). No entanto, os edifícios sustentáveis oferecem uma das soluções mais eficazes e econômicas para combater as mudanças climáticas através da eficiência energética, a redução das emissões de carbono e o uso de energias renováveis que são características comuns em edifícios verdes.

3.1.8 - Objetivo 15: vida sob a Terra

O décimo quinto ODS busca proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres. A escolha dos materiais de construção é fator determinante da sustentabilidade dos edifícios, sendo que as cadeias de suprimentos desempenham um papel importante no uso responsável de recursos naturais, como a madeira.

Além disso, a construção sustentável incorpora a proteção e promoção da biodiversidade em todo o ciclo de vida dos edifícios. Isso inclui a minimização de impactos ambientais e o desenvolvimento de práticas de paisagismo que promovam a biodiversidade, criando espaços que coexistam de forma harmoniosa com a natureza.

3.1.9 - Objetivo 17: parcerias em prol das metas

O décimo sétimo ODS trata da necessidade de fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável. O setor de construção sustentável compreende que os desafios que enfrentam não podem ser superados apenas por esforços isolados, e é por isso que uma colaboração eficaz é essencial. Além disso, é necessário enfatizar que as barreiras para um ambiente construído verdadeiramente sustentável não são apenas desafios técnicos, mas também a implementação de políticas e ações que priorizem uma colaboração eficaz e estratégica entre o Estado, a comunidade e os empreendedores do ramo da construção.

3.2. Certificações Ambientais

A crescente preocupação com as questões ambientais e a sustentabilidade no contexto da construção civil tem levado a uma demanda crescente por prédios mais sustentáveis e eficientes em termos de recursos. Isso é especialmente evidente em prédios governamentais, que não apenas representam um grande segmento do setor de construção, mas também desempenham um papel fundamental na promoção de práticas ambientais responsáveis. A busca por estruturas públicas mais amigáveis ao meio ambiente e socialmente responsáveis tem levado à adoção de sistemas de certificação ambiental.

Certificações ambientais são uma grande forma de mensurar o quanto um empreendimento possui características sustentáveis. Portanto, estes selos demonstram que as empresas respeitam os dispositivos legais referentes às questões ambientais nos processos de geração de seus produtos e serviços, desde a matéria-prima até a disposição de resíduos.

As certificações podem ser de todos os tipos e para diferentes áreas. A seguir serão listados os principais selos de sustentabilidade adotados no mercado brasileiro e internacional.

3.2.1 - Sistema Brasileiro de Certificação (SBC)

O Sistema Brasileiro de Certificação (SBC) foi instituído pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO) - pela Resolução O8/92 (revista pela Resolução O2/97) - para estabelecer uma estrutura de certificação de conformidade adequada às necessidades do Brasil. O SBC é um sistema reconhecido pelo Estado Brasileiro e possui suas próprias regras e procedimentos de gestão.

O organismo de Acreditação do SBC é o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), que através das entidades por ele credenciadas emite a certificação de conformidade. Sendo possível certificar qualquer material, componente, equipamento, interface, protocolo, procedimento, função, método e atividade de organismos ou pessoas.

Os Organismos de Certificação Credenciado (OCC) são as entidades que conduzem e concedem a certificação de conformidade e estão divididos em quatro categorias conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Organismos de Certificação Credenciado (OCC)

| Organismos de Certificação Credenciado (OCC) | Principais características |
|--|--|
| Organismo de Certificação de Sistemas da Qualidade - OCS | <p>São organismos que conduzem e concedem a certificação de conformidade com base nas normas ABNT ISO 9001, 9002 e 9003.</p> <p>Os critérios adotados pelo Inmetro para o Acreditação desses organismos são baseados no ABNT ISO/IEC Guia 62 e nas orientações do IAF e IAAC.</p> <p>Esses organismos podem ser credenciados segundo os critérios da QS 9000 desde que atendam os critérios adicionais do consórcio General Motors/Ford/Chrysler.</p> <p>Os OCS podem também ser credenciados segundo os critérios adicionais da Fiat.</p> |
| Organismo de Certificação de Sistema de Gestão Ambiental - OCA | <p>São organismos que conduzem e concedem a certificação de conformidade, com base na norma ISO 14001.</p> <p>Os critérios adotados pelo Inmetro para o Acreditação desses organismos, são baseados no ABNT-ISO/IEC Guia 62 e nas orientações do IAF e IAAC.</p> |
| Organismo de Certificação de Produto - OCP | <p>São organismos que conduzem e concedem a certificação de conformidade de produtos nas áreas voluntária e compulsória, com base em regulamentos técnicos ou normas nacionais, regionais e internacionais, estrangeiras e de consórcio.</p> <p>Os critérios adotados pelo Inmetro para o Acreditação desses organismos são baseados no ABNT ISO/IEC Guia 65 e nas orientações do IAF e IAAC.</p> |
| Organismo de Certificação de Pessoas - OPC | <p>São organismos que conduzem e concedem a certificação do pessoas utilizado no SBC.</p> <p>O Inmetro tem como base dos critérios para o Acreditação desses organismos, aqueles estabelecidos no ABNT ISO/IEC Guia 62, na EN 45013 e nas orientações da IATCA e IAAC.</p> |

Fonte: Adaptado de Inmetro (2023).

O SBC engloba um conjunto de normas e procedimentos estabelecidos no Brasil para avaliar e atestar a conformidade de produtos, processos, serviços e sistemas, garantindo padrões de qualidade, segurança e eficiência. Gerenciado por organizações acreditadas, o SBC abrange diversas áreas, incluindo certificação ambiental de prédios.

Suas principais características incluem a padronização de critérios ambientais, a definição de requisitos e diretrizes para a avaliação de desempenho ambiental de edificações, e a promoção de práticas sustentáveis na construção civil. O SBC atua como um instrumento regulador, proporcionando confiança aos consumidores, investidores e órgãos públicos no que diz respeito à qualidade ambiental de edifícios certificados.

A certificação ambiental no âmbito da SBC abrange aspectos como eficiência energética, gestão de resíduos, uso racional de recursos naturais e impacto ambiental, contribuindo para a construção de ambientes mais sustentáveis. Com critérios rigorosos e alinhados aos princípios do desenvolvimento sustentável, a SBC desempenha um papel crucial na transformação do setor da construção civil, promovendo a adoção de práticas que visam o equilíbrio entre crescimento econômico, responsabilidade ambiental e benefícios sociais.

O selo tem como objetivo considerar as necessidades e legislações do nosso território e criar bases para as certificações ambientais. Empresas certificadas pelo Inmetro realizam o acompanhamento do processo e concedem a certificação ambiental.

3.2.2 - ABNT NBR ISO 14001:2015

ISO é a sigla de *International Organization for Standardization*, em português, Organização Internacional para Padronização, com seu objetivo aprovar normas internacionais em todos os campos técnicos, como normas técnicas, classificações de países, normas de procedimentos e processos, e etc. No Brasil, a ISO é representada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A *ABNT NBR ISO 14001:2015 Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso* é uma norma internacional que estabelece os requisitos para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) nas organizações. Essa norma tem como objetivo principal ajudar as organizações a identificar, monitorar e controlar os impactos ambientais de suas atividades,

produtos ou serviços. Ela define diretrizes para o estabelecimento de políticas ambientais, planejamento, implementação e operação de processos, monitoramento e análise crítica de desempenho ambiental

Entre as características da ABNT NBR ISO 14001:2015, destacam-se a abordagem do ciclo de vida, a integração com outros sistemas de gestão, a ênfase na liderança e o comprometimento da alta direção, bem como a importância atribuída à comunicação eficaz e ao envolvimento de partes interessadas.

A certificação segundo a ISO 14001:2015 confere reconhecimento internacional à organização, demonstrando seu comprometimento com a sustentabilidade e a gestão ambiental eficaz.

3.2.3 - Procel Edifica

Tem como objetivo promover a eficiência de energia elétrica de edifícios comerciais e residenciais. Combatendo o desperdício de energia, consegue-se reduzir custos e há menos agressão ao meio ambiente.

Instituído em 1985, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) é um programa de governo, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e executado pela Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (ENBPar) com intuito de promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício.

Em 2001, também sob coordenação do MME, foram criados o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) e o Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País (GT-Edificações) com objetivo de regulamentar e elaborar procedimentos para avaliação da eficiência energética de edificações construídas no Brasil.

Em 2003 a ELETROBRAS instituiu o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (Procel Edifica), atuando conjuntamente com o Ministério de Minas e Energia, Ministério das Cidades, Universidades, Centros de Pesquisa, Entidades das áreas Governamental, Tecnológica, Econômica e de Desenvolvimento, além do setor de Construção Civil., com objetivo de promover o uso racional da energia elétrica em edificações desde sua fundação.

Em 2005, o Inmetro passou a participar das ações definindo o processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), e desenvolvendo os seguintes documentos:

- Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C);
- Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) e seus documentos complementares;
- Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações (RAC);
- Manuais para aplicação do RTQ-C e do RTQ-R.

Os RTQ-C e RTQ-R contêm os requisitos necessários para classificação do nível de eficiência energética das edificações. O RAC apresenta os procedimentos para submissão para avaliação, direitos e deveres dos envolvidos, o modelo da ENCE, a lista de documentos que devem ser encaminhados, modelos de formulários para preenchimento, dentre outros. Sendo o RAC o documento que permite ao edifício obter a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) do Inmetro (Figura 4).

Desde 2016, o Procel Edifica e o Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3E) realizavam estudos para um novo método de avaliação do desempenho energético das edificações com base no consumo de energia primária. Em 2021, após longo debate que contou com contribuição de grupos acadêmicos, sociedade civil e do mercado da indústria da construção, foi publicada a Portaria Inmetro nº 390, que atualiza as instruções normativas e os requisitos de avaliação da conformidade para a eficiência energética das edificações comerciais, de serviços e públicas e das edificações residenciais.

Segundo o MME, o setor de edificações é responsável por quase 50% do consumo de energia elétrica no Brasil, por isso a etiquetagem de eficiência energética de edificações é uma importante política pública para o uso racional da energia no País.



Figura 4 - Modelo de ENCE de projeto.

Fonte: Inmetro (2013).

3.2.4 - Certificação AQUA-HQE™

O sistema AQUA-HQE™, desenvolvido pela Fundação Vanzolini em parceria com a CERWAY, é um sistema de certificação ambiental de edifícios que se baseia em critérios internacionais de sustentabilidade e é adaptado às condições brasileiras. Avalia diversas dimensões da sustentabilidade, como eficiência energética, qualidade do ambiente interno, gestão de recursos naturais e impacto no entorno. É um sistema flexível e adaptável às particularidades climáticas e ambientais do Brasil, considerando as diferentes regiões do país. Privilegia o envolvimento das partes interessadas em todas as etapas do processo de certificação.

A obtenção do desempenho ambiental de uma construção envolve tanto questões de gestão ambiental como de natureza arquitetônica e técnica. O sistema avalia o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) desenvolvido pelo empreendedor para assegurar a qualidade ambiental final de sua construção. E também a Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), para avaliar o desempenho do empreendimento de acordo com suas características arquitetônicas e técnicas.

No AQUA-HQE™ existem dois ciclos de certificação: ciclo construção, para edificações novas e ciclo operação, para edificações existentes. Em caráter exemplificativo, no presente tópico vamos tratar apenas do ciclo construção de edifícios residenciais.

Segundo FCAV (2014), o Referencial de Certificação AQUA-HQE™ especifica as exigências que o solicitante deve respeitar para poder utilizar a marca Processo AQUA™ Certificado pela Fundação Vanzolini e HQE™ Certificado pelo CERWAY em edifícios em construção. Sendo composto dos seguintes documentos:

- Regras de Certificação AQUA-HQE™ Certificado pela FUNDAÇÃO VANZOLINI e pelo CERWAY para edifícios em construção;
- Referencial AQUA-HQE™ de exigências do Sistema de Gestão do Empreendimento para edifícios em construção;
- Referencial AQUA-HQE™ de avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios residenciais em construção;
- Referencial AQUA-HQE™ de avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios comerciais, administrativos e de serviços em construção;
- Guia prático AQUA-HQE™ do desempenho ambiental de edifícios comerciais, administrativos e de serviços em construção;
- Guia de auditorias AQUA-HQE™ para o empreendedor, que especifica as etapas e regras para o agendamento e desenvolvimento das missões de auditoria.

As características certificadas correspondem ao atingimento de um nível de desempenho, definido nos referenciais técnicos, para 14 categorias, que retratam um conjunto de preocupações ambientais, divididas em 4 temas listados a seguir e apresentados no Quadro 2.

- Meio ambiente: avalia práticas sustentáveis no projeto e construção, incluindo o uso de materiais de baixo impacto ambiental e eficiência energética;
- Energia e Economias: aborda a gestão do edifício após a construção, incluindo o consumo de energia, água, gestão de resíduos e manutenção;
- Conforto: enfoca a qualidade do ambiente interno, incluindo iluminação, ventilação, acústica e bem-estar dos ocupantes;

- Saúde e Segurança: avalia o impacto do edifício na saúde e bem-estar dos ocupantes, considerando aspectos como qualidade do ar e materiais de construção.

Quadro 2 – Sistema AQUA-HQE™: temas e categorias - edifícios residenciais

| Meio ambiente | Energia e Economias | Conforto | Saúde e Segurança |
|--|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Categoria 1 Edifício e seu entorno | Categoria 4 Energia | Categoria 8 Conforto higratérmico | Categoria 12 Qualidade dos espaços |
| Categoria 2 Produtos, sistemas e processos construtivos | Categoria 5 Água | Categoria 9 Conforto acústico | Categoria 13 Qualidade do ar |
| Categoria 3 Canteiro de obras | Categoria 7 Manutenção | Categoria 10 Conforto visual | Categoria 14 Qualidade da água |
| Categoria 6 Resíduos | | Categoria 11 Conforto olfativo | |

Fonte: FCAV (2021).

O empreendimento é avaliado para cada categoria conforme o nível obtido na mesma. Podendo atingir os níveis Base (B), Boas Práticas (BP) e Melhores Práticas (MP):

- para ser certificado, um projeto deve atender, no mínimo, aos pré-requisitos (Nível Base) de cada categoria;
- para atingir o Nível Base (B) em uma categoria, o projeto deve atender às exigências de todos os pré-requisitos da categoria;
- para atingir os níveis Boas Práticas e Melhores Práticas, é necessário alcançar uma porcentagem de pontos em relação ao conjunto dos pontos aplicáveis à categoria;
- a porcentagem de pontos a alcançar no nível MP é mais alta do que no nível BP.

Cada tema é avaliado em uma escala de 1 a 5 estrelas, em função do escore obtido em cada uma das categorias. Os níveis apresentados no Quadro 3 consistem no número mínimo de categorias a serem atendidas para validar a obtenção das estrelas.

Quadro 3 – Sistema AQUA-HQE™: obtenção de estrelas por níveis

| TEMAS | 01 estrela | 02 estrelas | 03 estrelas | 04 estrelas | 05 estrelas |
|--|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Energia e Economias Categorias: 4, 5 e 7 | 3 B | 1 BP | 1 MP + 1 BP | 2 MP | 2 MP + 1 BP |
| Conforto Categorias: 8, 9, 10 e 11 | 4 B | 2 BP | 1 MP + 2 BP | 2 MP + 1 BP | 3 MP + 1 BP |
| Saúde e segurança Categorias: 12, 13 e 14 | 3 B | 1 BP | 1 MP + 1 BP | 1 MP + 2 BP | 2 MP + 1 BP |
| Meio ambiente Categorias: 1, 2, 3 e 6 | 4 B | 2 BP | 1 MP + 2 BP | 2 MP + 1 BP | 3 MP + 1 BP |

Fonte: Adaptado de FCAV (2021).

Segundo FCAV (2021), no Brasil, é exigido um perfil mínimo (Figura 5) das 14 categorias (3MP, 4BP e 7B), exceto para empreendimentos de interesse social, nas faixas de valores do programa Minha Casa Minha Vida ou equivalente, que poderão obter a certificação AQUA a partir do atendimento de todas as 14 categorias no nível Base, equivalente ao HQE Pass.

**Figura 5 - Sistema AQUA-HQE™: perfil mínimo de certificação.**

Fonte: FCAV (2021).

Ao final da avaliação existem cinco classificações possíveis, dependendo do resultado obtido pelo empreendimento em cada uma das categorias, e por conseguinte totalização da quantidade de estrelas obtidas definindo o nível global alcançado (Quadro 4).

Quadro 4 – Sistema AQUA-HQE™: nível global alcançado

| Nível Global | Níveis mínimos a serem alcançados |
|---------------------|--|
| HQE PASS | 14 categorias em B e 4 estrelas |
| HQE GOOD | Entre 5 e 8 estrelas |
| HQE VERY GOOD | Entre 9 e 12 estrelas |
| HQE EXCELLENT | Entre 13 e 15 estrelas |
| HQE EXCEPTIONAL | 16 estrelas ou mais |

Fonte: FCAV (2021).

A Fundação Vanzolini apresenta de forma sintética a abrangência Certificação AQUA-HQE™ no Brasil. Até setembro de 2023 existiam 927 edifícios certificados ou em processo de certificação, correspondentes a mais de 16,3 milhões de m² contemplando:

- 606 edifícios residenciais em construção;
- 240 edifícios não residenciais em construção;
- 81 edifícios não residenciais em operação.

Também foram certificados:

- 10 bairros e loteamentos;
- 1 Bairro e loteamento em operação;
- 2 infraestrutura portuária;
- 1 Projeto de Interiores;
- 8 empreendedores AQUA.

3.2.5 - LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

O LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) foi concebido pelo USGBC (U.S. Green Building Council), uma entidade comprometida com a promoção de edifícios sustentáveis e economicamente viáveis, assim como espaços saudáveis para habitar e trabalhar. Em 2007, o GBCB (Green Building Council Brasil) foi estabelecido no Brasil, como uma organização não governamental vinculada ao USGBC, com o propósito de apoiar o desenvolvimento da indústria da construção sustentável no país.

O LEED é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações utilizado em mais de 160 países, e possui o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações. Está fundamentado em um programa de adesão voluntária, visando avaliar o desempenho ambiental de um empreendimento. Possui diversas categorias, e sua abordagem considera o ciclo de vida do empreendimento.

A obtenção do selo é uma confirmação de que os critérios de desempenho relacionados à energia, água, redução de emissões de CO₂, qualidade do ambiente interno, uso de recursos naturais e impactos ambientais foram satisfatoriamente atendidos para um determinado empreendimento.

A certificação no sistema LEED ocorre em diferentes níveis, quantificando o grau de proteção ambiental alcançado pelo empreendimento, e está baseada na análise de documentos que evidenciam a conformidade com os requisitos obrigatórios e classificatórios para a certificação. A pontuação é variável conforme a categoria de certificação pretendida. Existem requisitos mínimos a serem atendidos ainda na fase de projeto, determinando ou não a possibilidade de obtenção da certificação.

A Figura 6 apresenta as quatro tipologias existentes na certificação LEED, que consideram as diferentes necessidades para cada tipo de empreendimento: *Building Design + Construction*, *Interior Design + Construction*; *Operation & Maintenance*; *Neighborhood*.

Essas tipologias analisam 8 áreas: Localização e transporte, Espaço sustentável, Eficiência do uso da água, Energia e atmosfera, Materiais e recursos, Qualidade ambiental interna, Inovação e processos e Créditos de prioridade regional.

Um projeto ganha pontos ao aderir a pré-requisitos e créditos que abordam carbono, energia, água, resíduos, transporte, materiais, saúde e qualidade ambiental interna. Ao passar por um processo de verificação e revisão pelo GBCI são obtidos pontos que correspondem a um nível de certificação LEED: Certificação Básica (40-49 pontos), Prata (50-59 pontos), Ouro (60-79 pontos) e Platina (a partir de 80 pontos), conforme mostrado na Figura 7.

O LEED possui 4 tipologias, que consideram as diferentes necessidades para cada tipo de empreendimento

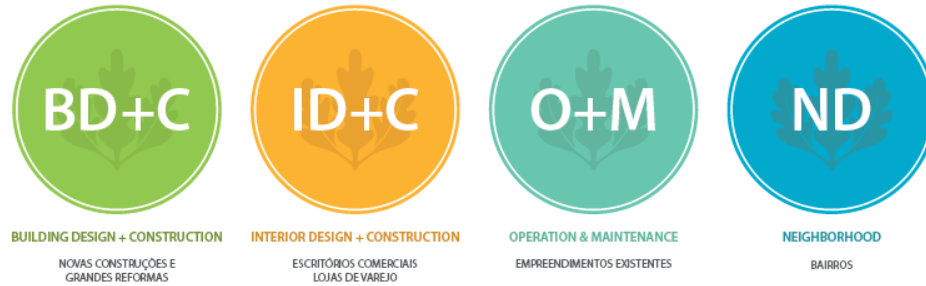


Figura 6 - LEED: Tipologias e áreas chave.

Fonte: GBC BRASIL, 2023.



Figura 7 - LEED: Níveis de certificação.

Fonte: GBC BRASIL, 2023.

Os edifícios certificados LEED são reconhecidos como líderes em sustentabilidade e responsabilidade ambiental, pois contribuem para a redução do impacto ambiental, promovendo práticas sustentáveis e eficientes. Além disso,

proporcionam benefícios econômicos significativos devido à redução no consumo de energia e água, resultando em redução nos custos operacionais a longo prazo. Também são mais saudáveis e confortáveis para os ocupantes, enfatizando a qualidade do ar interior, iluminação natural e uso de materiais não tóxicos.

A certificação LEED pode envolver custos adicionais durante o processo de design e construção do edifício. É necessário investir em tecnologias e materiais sustentáveis, além de contratar profissionais qualificados para implementar as estratégias necessárias. Os custos podem variar dependendo do tamanho e complexidade do projeto.

É importante ressaltar que a certificação LEED vai além da construção do edifício. O desempenho ambiental do edifício também deve ser monitorado e mantido ao longo do tempo para manter a certificação. Isso requer um compromisso contínuo com a eficiência energética, manutenção adequada e conscientização dos ocupantes.

4. METODOLOGIA

O presente estudo acadêmico foi desenvolvido utilizando uma abordagem metodológica que combinou pesquisa bibliográfica e uma abordagem comparativa. A pesquisa bibliográfica foi realizada com o objetivo de reunir e analisar a literatura existente sobre certificações ambientais, sustentabilidade em edificações e práticas de construção sustentável. Foram consultadas fontes acadêmicas, como artigos científicos, teses e dissertações, bem como relatórios técnicos e publicações de organizações relevantes na área, incluindo leis e normas técnicas correlatas ao tema.

Além disso, foi adotada uma abordagem comparativa para avaliar as diferentes certificações ambientais, considerando suas características, benefícios, e desafios na implementação. Essa análise foi essencial para identificar as tendências globais e locais no contexto da construção sustentável, bem como as melhores práticas que podem ser aplicadas no Brasil.

Além da revisão bibliográfica, o trabalho incorporou a análise de casos práticos de construções sustentáveis no Brasil, com o objetivo de ilustrar a aplicação dos conceitos discutidos e avaliar o impacto das certificações ambientais em diferentes contextos. Para isso, foram estudadas iniciativas bem-sucedidas, destacando-se projetos que obtiveram certificações relevantes e que servem de referência para futuras práticas na área.

A escolha dos casos foi baseada em critérios de representatividade, inovação e relevância no contexto brasileiro. Foram consideradas edificações de diferentes regiões do país, que demonstram a aplicabilidade de tecnologias sustentáveis e estratégias de eficiência energética em variados climas e contextos socioeconômicos.

5. CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: INICIATIVAS E CASES DE SUCESSO NO BRASIL

5.1. Edifícios Near Zero Energy Buildings (NZEB)

Os edifícios *Near Zero Energy Buildings* (NZEB), ou Edifícios de Energia Quase Zero, são uma tendência crescente no setor da construção civil, impulsionada pela necessidade de reduzir o consumo de energia e minimizar o impacto ambiental das edificações.

Esses edifícios são projetados para alcançar um equilíbrio entre o consumo e a geração de energia, resultando em um consumo líquido próximo de zero. O conceito de NZEB surgiu como uma resposta aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela necessidade de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis. Sendo projetados para maximizar a eficiência energética em todas as etapas do seu ciclo de vida, desde a construção até o uso e a desmontagem.

Uma das principais características desses edifícios é a utilização de fontes renováveis de energia para suprir suas necessidades energéticas. Isso inclui o uso de painéis solares fotovoltaicos para a geração de eletricidade, sistemas de aquecimento solar da água, bombas de calor geotérmicas e sistemas de ventilação com recuperação de calor. Essas tecnologias permitem que o edifício produza sua própria energia limpa e minimize a dependência da rede elétrica convencional.

Além disso, os edifícios NZEB são projetados com um alto nível de isolamento térmico, utilizando materiais eficientes que reduzem as perdas de calor no inverno e o ganho de calor no verão. Isso permite que mantenham uma temperatura confortável com menor consumo de energia para aquecimento e refrigeração. O uso de janelas eficientes e sistemas de controle automatizados também contribui para a eficiência energética do edifício.

Outro aspecto importante é a gestão inteligente da energia. Isso envolve o uso de sistemas de monitoramento e controle que otimizam o consumo de energia com base nas condições climáticas, na ocupação do edifício e nas preferências dos usuários. Por exemplo, os sistemas de iluminação podem ser programados para ajustar a intensidade de acordo com a luz natural disponível, e os sistemas de HVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado) podem ser controlados para operar apenas quando necessário.

Além dos benefícios ambientais, também trazem vantagens econômicas. Embora o custo inicial de construção possa ser maior do que o de um edifício convencional, os edifícios NZEB oferecem economia a longo prazo por meio da redução nos custos de energia.

Com o aumento da conscientização sobre a importância da sustentabilidade, esses edifícios também tendem a ter maior valor de mercado e podem atrair investidores e locatários interessados em reduzir sua pegada ambiental.

Para promover a adoção dos edifícios NZEB, governos e organizações têm implementado políticas e regulamentações que incentivam ou exigem a construção desses edifícios. Essas políticas têm impulsionado o desenvolvimento de tecnologias e práticas construtivas inovadoras, bem como o treinamento de profissionais qualificados para projetar, construir e operar esses edifícios.

Pode-se citar a iniciativa da Eletrobras que, por meio do Procel, está impulsionando a construção de edifícios NZEB no Brasil para contribuir para uma matriz mais sustentável nas edificações. Em 2019 foi lançada a Chamada Pública Procel Edifica – NZEB Brasil, selecionando quatro propostas entre 32, com cada iniciativa podendo receber um subsídio de até R\$ 1 milhão. Foram contemplados:

- a “Nova Casa Cepel NZEB”, desenvolvida pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) em parceria com a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ);
- a Universidade Federal de Pelotas (UFPel), do Rio Grande do Sul, que apresentou o projeto de uma edificação institucional onde, além de salas de aula, funcionará o Laboratório de Inspeção de Eficiência Energética em Edificações (LINSE/UFPel), que é acreditado pelo Inmetro para a emissão da Etiqueta PBE-Edifica;
- a proposta de expansão do Centro de Pesquisa e Capacitação em Energia Solar, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- a Universidade de Brasília (UNB), responsável por criar projeto para um edifício que funcionará no modelo coworking no Parque Tecnológico da Instituição.

A promoção das construções NZEB no Brasil acompanha a tendência mundial de investimento em edificações sustentáveis. No entanto, existem desafios

a serem superados na adoção generalizada desse tipo de construção, sendo um dos principais o custo inicial mais alto em comparação com os edifícios convencionais. Embora os custos de energia a longo prazo possam compensar esse investimento adicional, muitos construtores e proprietários ainda têm receio de assumir esse custo inicial maior.

Outro desafio é a falta de conhecimento e experiência na concepção e construção de edifícios NZEB. É necessário capacitar os profissionais da construção civil para que possam implementar as melhores práticas e tecnologias disponíveis. Além disso, é importante promover a conscientização entre os usuários finais sobre os benefícios desse tipo de empreendimento e como utilizar eficientemente as tecnologias disponíveis.

5.2. IDEA BAGÉ: certificado GBC Brasil Condomínio® Platina

O IDEA Bagé (Figura 8), edifício localizado no Bairro Petrópolis, de Porto Alegre, foi o primeiro empreendimento residencial do Brasil a receber a certificação GBC Brasil Condomínio® Platina.

O empreendimento foi avaliado nas categorias Implantação, Uso Racional da Água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade Ambiental Interna, Requisitos Sociais, Inovação e Projeto e Crédito Regionais, e obteve 91 dos 110 pontos possíveis na análise, conforme ilustrado de forma resumida na Figura 9. Algumas das soluções adotadas no IDEA BAGÉ estão listadas no Quadro 5.

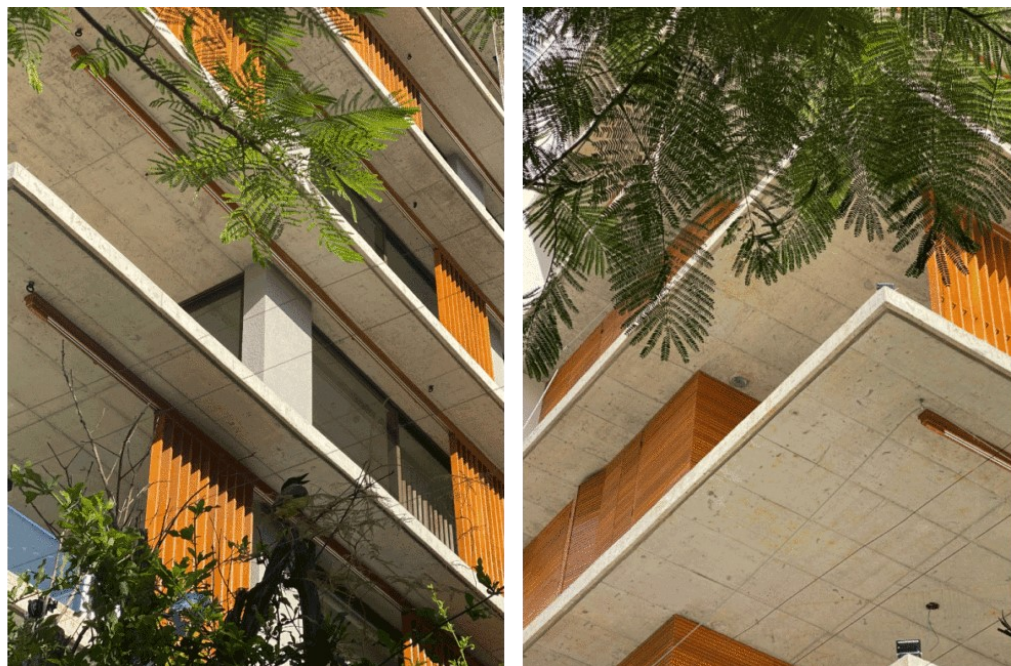


Figura 8 - IDEA BAGÉ.

Fonte: GBC BRASIL, 2023.



Figura 9 - IDEA BAGÉ: pontuação obtida.

Fonte: GBC BRASIL, 2023.

Quadro 5 – Soluções adotadas no IDEA BAGÉ

| Objetivo | Soluções adotadas |
|--|---|
| Minimizar os impactos no entorno do projeto | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Áreas de pisos do térreo, 2º pavimento, coberturas, e áreas internas dos apartamentos Bagé receberam esquadrias com vidros duplos insulados, e o prédio recebeu um sistema de Isolamento Térmico de Fachadas pelo Exterior (EIFS) que elimina as pontes térmicas, economizando até 40% do consumo de energia com os aparelhos de ar-condicionado. ✓ Todas as esquadrias da área social dos apartamentos receberam vidros Habitat que bloqueiam até 99% dos raios ultravioleta e reduzem em até 50% o calor nestes ambientes. As áreas com cobertura verde também representam uma parcela do empreendimento para reduzir as ilhas de Calor. |
| Mobilidade urbana e incentivos ao uso de transporte alternativo e de baixa emissão | <ul style="list-style-type: none"> ✓ O empreendimento está localizado dentro de um bairro com diversos recursos e transporte público. Seu entorno está cercado por parques, praças, supermercados, escolas, restaurantes, bares e clubes. ✓ O prédio possui bicicletário e todas suas vagas possuem chegada de energia para tomadas do carro elétrico. |
| Economia de água potável | <ul style="list-style-type: none"> ✓ O IDEA Bagé possui equipamentos como descargas dual flush, torneiras de baixo fluxo e chuveiros eficientes. ✓ Todos os banheiros dos apartamentos contam com descargas dual flush de 6l/min, torneiras e chuveiros ecológicos, que chegam a reduzir em até 60% o consumo de água. ✓ Os chuveiros que foram instalados nos apartamentos possuem vazão constante de 8 litros por minuto, e certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) que atende aos requisitos de construções sustentáveis. |

Fonte: Adaptado de GBC BRASIL (2023).

Quadro 5 – Soluções adotadas no IDEA BAGÉ - Continuação

| Objetivo | Soluções adotadas |
|-------------------------------|--|
| Eficiência energética | <ul style="list-style-type: none"> ✓ O IDEA Bagé foi projetado para suprir a demanda com fontes de aquecimento solar nas áreas de uso comum e unidades habitacionais. ✓ O empreendimento possui sistema central de aquecimento de água por energia solar. ✓ Para garantir o fornecimento de água quente mesmo nos períodos prolongados de ausência de sol foi instalado um sistema secundário de apoio com aquecedores a gás. |
| Energia por fontes renováveis | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistema de 120m² de painéis fotovoltaicos, que geram 3 vezes a energia necessária para as áreas condominiais do prédio. ✓ A energia excedente a consumida pela área condominial é distribuída entre os apartamentos para consumo imediato, e o restante é transferido para a concessionária que registra através de relógio bidirecional os créditos que podem ser consumidos em período de até 5 anos. |
| Qualidade interna do ar | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Foi utilizada proteção nos equipamentos de ar condicionado e realizada a limpeza pós-obra dos ambientes. ✓ É realizado o controle permanente de contaminantes em ambientes internos. Para a fase de uso e operação existe no acesso principal do condomínio um capacho único de 1,80 x 3,00 metros de comprimento, na direção de deslocamento principal. ✓ O capacho é um produto utilizado como barreira de contenção e retém até 80% das partículas de sujeira levadas pelos sapatos, aumentando a higienização para dentro dos ambientes. |

Fonte: Adaptado de GBC BRASIL (2023).

5.3. Estádio Mineirão: selo LEED Platinum

O Estádio Governador Magalhães Pinto, popularmente chamado de Mineirão, foi reformado para receber os jogos da Copa do Mundo de Futebol de

2014. As obras foram financiadas pelo BNDES, que dentre as exigências para o financiamento, estabeleceu que fosse adotado um padrão sustentável para o novo estádio, que também atendesse aos padrões FIFA.

O Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) foi a consultoria responsável por conduzir o processo de certificação LEED do Mineirão junto ao GBCB (Green Building Council Brasil), no período de janeiro de 2010 a janeiro de 2014.

Conforme dados do CTE (2014), na ocasião da certificação, o Mineirão foi o primeiro e único estádio do Brasil a conquistar o nível máximo da certificação, obtendo o selo o LEED Platinum. Tendo atingidos marcos importantes de sustentabilidade, como redução de 43% do custo operacional com consumo de energia, a diminuição de 76% no consumo de água potável com a demanda de bacias e mictórios sendo abastecida com água de reuso, e 100% de economia de água potável para irrigação nas áreas de paisagismo.

Alguns dos diferenciais sustentáveis do Estádio Mineirão estão listadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Diferenciais sustentáveis do Estádio Mineirão

| Diferenciais sustentáveis | Soluções adotadas |
|----------------------------------|---|
| Terreno sustentável | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Criação do Plano de Prevenção à Poluição da Obra; ✓ Implantação de cinco sistemas de lava rodas durante a construção; ✓ A área de estacionamento existente deu lugar à esplanada, que pode ser usufruída pela população mesmo em dias sem eventos. ✓ Vagas de estacionamento foram destinadas a veículos de baixa emissão e baixo consumo a fim de incentivar e conscientizar quanto ao uso desses veículos. ✓ O sistema de captação de água de chuva é capaz de reter um grande volume de água, aliviando o sistema público de drenagem e permitindo uma reserva de água considerável para uso no próprio estádio. |
| Uso racional de água | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Redução de 100% do uso de água potável para mictórios e bacias sanitárias. ✓ O projeto de paisagismo do Estádio foi desenvolvido com espécies nativas e adaptadas a fim de que não haja necessidade de irrigação dessas áreas, reduzindo o consumo de água. |

Fonte: Adaptado de CTE (2014).

Quadro 6 – Diferenciais sustentáveis do Estádio Mineirão - Continuação

| Diferenciais sustentáveis | Soluções adotadas |
|-------------------------------|---|
| Energia e atmosfera | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Redução total no custo anual de energia de 43,73% comparado com o modelo de referência. ✓ Utilização de sistema de iluminação eficiente, reduzindo em cerca de 30% o consumo de energia com iluminação. ✓ Instalação de usina fotovoltaica de 1,42MWp, fruto do convênio entre a Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG e o Mineirão. |
| Materiais e recursos | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Foi mantida a maior parte da estrutura existente (fachadas, vigas, lajes e pilares), evitando o envio de materiais para aterros e a utilização desnecessária de recursos, resultando num aumento da vida útil do edifício existente. ✓ Todos os materiais provenientes da desmontagem do estágio antes da demolição, como luminárias, gradil, cadeiras e até mesmo a grama do campo, foram doados para aproveitamento em outros edifícios públicos. |
| Qualidade do ambiente interno | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Foi desenvolvido um plano de controle da qualidade do ar interno durante a construção, com o objetivo de reduzir as fontes de emissão de poluentes atmosféricos e promover o conforto e bem-estar dos trabalhadores e usuários do Estádio. ✓ Com o objetivo de reduzir a quantidade de contaminantes do ar interno, que provoquem odor, irritação ou redução de conforto e bem-estar de trabalhadores e ocupantes das edificações, todas as tintas, revestimentos, adesivos e selantes utilizados no interior do prédio obedeceram aos limites de compostos orgânicos voláteis estabelecidos por normas reverenciadas pelo órgão certificador. |

Fonte: Adaptado de CTE (2014).

A Figura 10 apresenta um corte esquemático ilustrativo do sistema de captação da água de chuva, sua destinação para o reservatório e posterior reaproveitamento da água tratada.



Figura 10 - Estádio Mineirão: corte esquemático.

Fonte: SustentArqui, 2014.

A Figura 11 apresenta dados técnicos do empreendimento, tais como área construída, valor do investimento, duração da obra e nova capacidade, além de citar algumas das ações de sustentabilidade propostas para as etapas de projeto, obras e operação.

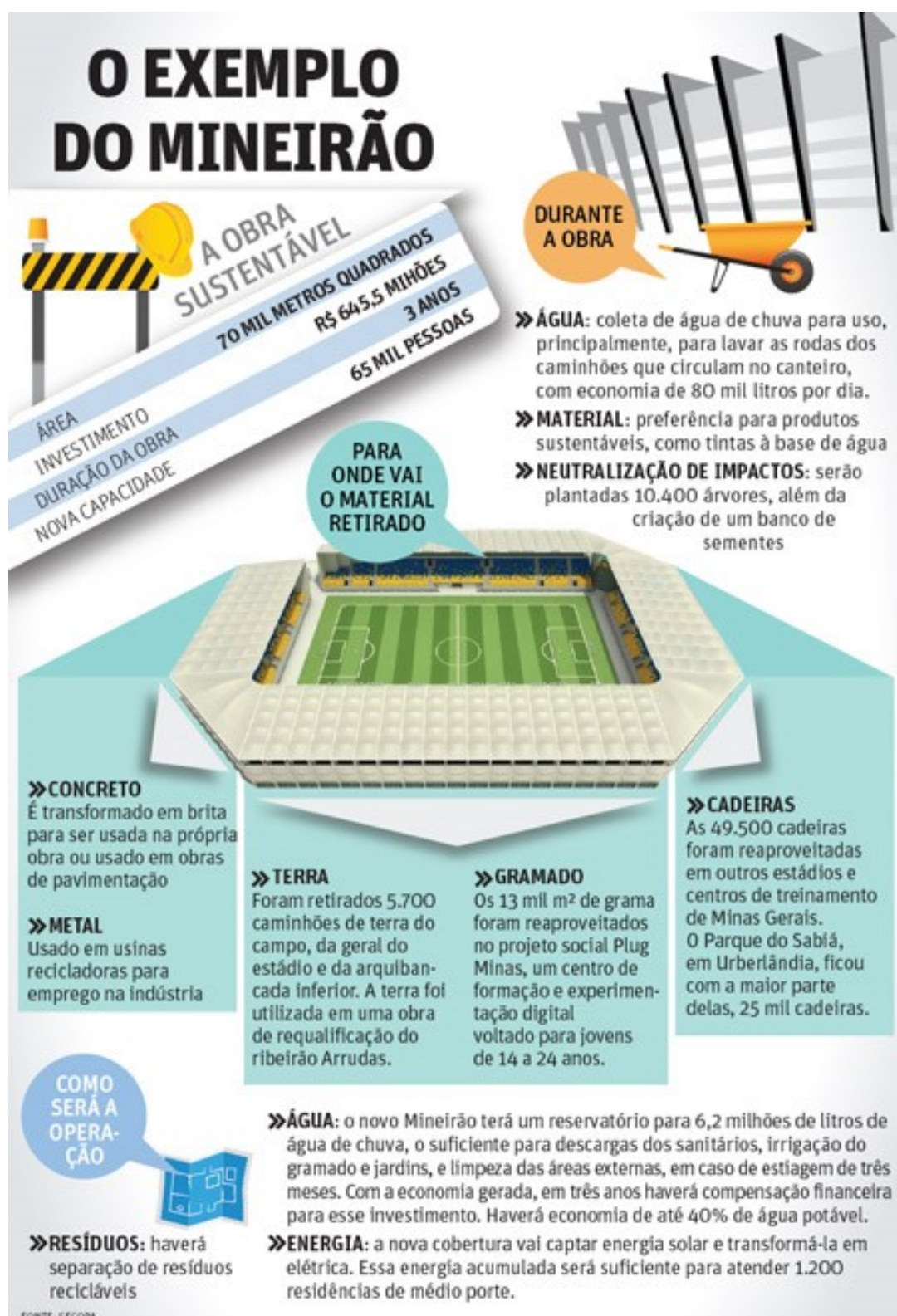


Figura 11 - O exemplo do Mineirão.

Fonte: SustentArqui, 2014.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo foi possível observar que cada vez mais vem sendo empregados no Brasil os sistemas de certificação ambiental e as iniciativas visando o atendimento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações das Nações Unidas (ONU).

A obtenção de certificações ambientais, como o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), o AQUA-HQE™, e o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (Procel Edifica), pode ser uma forma de mensurar o quanto um empreendimento possui características sustentáveis. Estes selos demonstram para os consumidores que a empresa respeita os dispositivos legais referentes às questões ambientais durante todo o ciclo de vida do empreendimento. Iniciando na aquisição da matéria-prima, definição do plano de necessidades, elaboração dos projetos, execução das obras, e também durante a operação e manutenção dos empreendimentos.

A construção de edifícios Near Zero Energy Buildings (NZEB) representa uma abordagem inovadora e sustentável para a construção civil. Com suas características de eficiência energética, uso de fontes renováveis de energia e gestão inteligente, esses edifícios têm o potencial de reduzir significativamente o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa. Embora existam desafios a serem superados, os edifícios NZEB estão se tornando cada vez mais populares e devem desempenhar um papel importante na transição para um futuro mais sustentável.

Importante destacar que os governos municipais, estaduais e federal possuem papel relevante no contexto da sustentabilidade das edificações através da publicação de legislação aplicável ao tema. Podem também promover políticas públicas e programas de incentivo e financiamento, similares à Chamada Pública Procel Edifica – NZEB Brasil.

O objetivo principal de uma construção sustentável, em especial empreendimentos aptos a receber certificações ambientais, é garantir que as edificações gerem baixo impacto ambiental durante a obra e vida útil, e que, ao mesmo tempo, garantam a viabilidade econômica dos empreendimentos e o bem-estar e a saúde geral de seus usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, **Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001**. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2001/decreto-4059-19-dezembro-2001-429009-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 09 nov.2023.

BRASIL, Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295.htm>. Acesso em: 09 nov.2023.

BONZI, Ramón Stock. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 28, 2013.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

CORACINI, Maria Clara. **Green Building in the New Green Economy Building a Sustainable Future**. Apresentação GBCB, 2011.

CTE – Centro de Tecnologia de Edificações. **Estádio Mineirão conquista Selo Platinum**.2023. Disponível em < <https://cte.com.br/cases/sustentabilidade/estadio-nacional-mineirao/> >. Acesso em: 11 nov.2023.

FCAV – FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI. **Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em Construção**. São Paulo: Fundação Vanzolini. Dezembro 2021.

FCAV – FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI. **Regras de certificação AQUA-HQE™ certificado pela Fundação Vanzolini e Cerway para edifícios em construção**. São Paulo: Fundação Vanzolini. Março 2014.

GBC BRASIL. **A contribuição das Construções Sustentáveis para Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.**2019. Disponível em < <https://www.gbcbrasil.org.br/a-contribuicao-das-construcoes-sustentaveis-para-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>>. Acesso em: 13 out.2023.

GBC BRASIL. **Compreenda o Lead.**2023. Disponível em < <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-lead/>>. Acesso em: 13 out.2023.

GBC BRASIL. **IDEA Bagé: 1º projeto GBC Condomínio Platina do Brasil.**2023. Disponível em < <https://www.gbcbrasil.org.br/idea-bage-1o-projeto-gbc-condominio-platina-do-brasil/>>. Acesso em: 13 out.2023.

Inmetro, **Portaria nº 309, de 6 de setembro de 2022.** Aprova as Instruções Normativas e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética das Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas e Residenciais – Consolidado. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002842.pdf>>. Acesso em: 09 nov.2023.

Inmetro. **Sistema Brasileiro de Certificação (SBC).**2023. Disponível em < <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/comites/sbc.asp>>. Acesso em: 09 nov.2023.

Ministério do Meio Ambiente. **Construção Sustentável.**2023. Disponível em < <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel.html>>. Acesso em: 13 out.2023.

Nações Unidas Brasil. **Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil.**2023. Disponível em < <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 13 out.2023.

PIMENTA, Hândson Cláudio Dias (organizador); GOUVINHAS, Reidson Pereira (organizador). **Ferramentas da Gestão Ambiental Competitividade e Sustentabilidade.** Natal: Ed. CEFET-RN, 2008, 220 p

RODRIGUES, Matheus Silva et al. **Certificação LEED: A reforma sustentável do estádio Mineirão e suas vantagens.** Revista Eletrônica TECCEN, v. 12, n. 2, p. 30-38, 2019.

SustentARQUI. **Edifício sustentável em Porto Alegre é o primeiro a receber a certificação do GBC Condomínio Platinum.**2023. Disponível em < <https://sustentarqui.com.br/edificio-sustentavel-em-porto-alegre-gbc-condominio-platinum/> >. Acesso em: 11 nov.2023.

SustentARQUI. **O estádio Mineirão recebe a certificação máxima de construção sustentável.**2014. Disponível em < <https://sustentarqui.com.br/o-estadio-mineirao-recebe-a-certificacao-maxima-de-construcao-sustentavel/> >. Acesso em: 11 nov.2023.