

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

AMANDA CAROLINY DE LIMA SILVA

**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AS
CERTIFICAÇÕES E SUAS UTILIZAÇÕES NA REFORMA DO
ESTÁDIO MINEIRÃO**

ANÁPOLIS / GO

2018

AMANDA CAROLINY DE LIMA SILVA

**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AS
CERTIFICAÇÕES E SUAS UTILIZAÇÕES NA REFORMA DO
ESTÁDIO MINEIRÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: WANESSA MESQUITA GODOI QUARESMA

ANÁPOLIS / GO: 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, AMANDA CAROLINY DE LIMA.

Sustentabilidade na Construção Civil: As Certificações e suas Utilizações na Reforma do Estádio Mineirão

48P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC – UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Sustentabilidade	2. Certificação
3. Construção verde	4. Mineirão
I. ENC/UNI	II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, A. C. L. Sustentabilidade Na Construção Civil: As Certificações E Suas Utilizações Na Reforma Do Estádio Mineirão. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO. 2018.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Amanda Caroliny de Lima Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Sustentabilidade na Construção Civil: As Certificações e suas Utilizações na Reforma do Estádio Mineirão

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2018

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Amanda Caroliny de Lima Silva

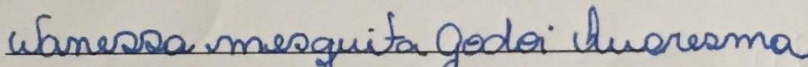
Amanda Caroliny de Lima Silva
E-mail: amandac-lima-@hotmail.com

AMANDA CAROLINY DE LIMA SILVA

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AS
CERTIFICAÇÕES E SUAS UTILIZAÇÕES NA REFORMA
DO ESTÁDIO MINEIRÃO

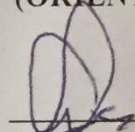
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL

APROVADO POR:



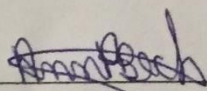
WANESSA MESQUITA GODOI QUARESMA, Mestre em Eng. Civil
(UniEvangélica)

(ORIENTADORA)



AGNALDO ANTONIO MOREIRA TEODORO DA SILVA, Mestre em
Integridade de Materiais da Engenharia (UniEvangélica)

(EXAMINADOR INTERNO)



ANNA PAULA BECHEPECHE, Doutora em Química (UniEvangélica)

(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, DIA 06 de JUNHO de 2018.

RESUMO

O conceito de sustentabilidade é bastante amplo, ele integra a parte econômica, social e ambiental. Essas partes precisam ser analisadas de maneira integradas, pois do contrário não haverá desenvolvimento sustentável. As construções sustentáveis são baseadas na redução de impactos gerados no meio ambiente através de processos construtivos utilizados, no uso sustentável da água e energia, e tem como objetivo realizar alterações conscientes que ainda assim possam atender as necessidades da sociedade. As certificações ambientais, ou sistemas de avaliação de desempenho ambiental, foram criados com o objetivo de garantir a diminuição de impactos e melhorar a eficiência em uma edificação. O Estádio Governador Magalhães Pinto (Mineirão) é um exemplo mundial quando se trata de edificações sustentáveis, o mesmo possui como ideia principal ser um estádio que leva em consideração todos os pilares da sustentabilidade na construção civil, pois através disso é possível que haja uma menor utilização dos recursos naturais não renováveis. A construção civil é uma atividade de grande importância para o desenvolvimento econômico e social, porém, é responsável por uma grande parte dos impactos ambientais. Portanto, o setor tem como desafio conciliar uma atividade produtiva desta magnitude com condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente e menos agressivo ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE:

Meio Ambiente. Edificações Sustentáveis. Desempenho Ambiental.

ABSTRACT

The concept of sustainability is very broad, social and economic. These parts should be analyzed in an integrated way as they should not be sustainable. The generated power generation units are not generated by means of power generation processes. Environmental certifications, or environmental performance assessment systems, were created to ensure impact reduction and improve efficiency in a building. The Governador Magalhães Pinto Stadium (Mineirão) is a classic example when it comes to sustainable buildings, and its main principle is to be a program that takes into account all the pillars of sustainability in civil construction, because through this it is possible that there is a smaller use of non-renewable natural resources. The civil construction is an activity of great importance for economic and social development, but it is responsible for a large part of the environmental impacts. Therefore, the sector's challenge is to reconcile a test of magnitude that leads to an environment of conscious development and less aggressive to the environment.

KEY WORDS:

Environment. Sustainable Buildings. Environmental Performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dimensões da Sustentabilidade.....	14
Figura 2 – Ciclo de vida de uma edificação.....	19
Figura 3 – Benefícios de um Green Building.....	23
Figura 4 – Tripé da sustentabilidade.....	31
Figura 5 – Áreas de desempenho.....	27
Figura 6 – Selo de certificação LEED.....	29
Figura 7 – Vista aérea do Estádio do Mineirão.....	30
Figura 8 – Construção do Mineirão.....	31
Figura 9 – Parte interna do estádio durante a sua construção.....	31
Figura 10 – Operários trabalhando na construção.....	32
Figura 11 – Projeto do novo Mineirão.....	32
Figura 12 – Vista aérea do Estádio do Mineirão antes da reforma.....	34
Figura 13 – Nova esplanada do Mineirão.....	35
Figura 14 – Sistema de irrigação de água de reuso.....	36
Figura 15 – Membranas utilizadas na cobertura.....	37
Figura 16– Cobertura com painéis fotovoltaicos.....	37
Figura 17 – Parte interna do estádio após reforma.....	38
Figura 18 – Colaboradores trabalhando na coleta de resíduos.....	39
Figura 19 – Parte interna da edificação.....	39
Figura 20 – Vista aérea do estádio após reforma.....	40
Figura 21 – Certificação LEED.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais sistemas de certificação ambiental.....	22
Quadro 2 – Versões de certificação do LEED.....	24
Quadro 3 – Descrição da área de desempenho.....	27
Quadro 4 – Nível de certificação LEED.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIB	Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção,
RCD	Resíduos da Construção e Demolição,
AsBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura,
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável,
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design,
USGBC	United States Green Building Council,
ONU	Organização das Nações Unidas,
COVs	Compostos orgânicos voláteis,
PVC	Policloreto de vinila,
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method,
NABERS	National Australian Buildings Environmental Rating System,
BEPAC	Building Environmental Performance Assessment Criteria,
HQE	Haute Qualité Environnementale des Bâtiments,
CASBEE	Haute Qualité Environnementale des Bâtiments,
AQUA	Alta Qualidade Ambiental,
NIST	National Institute of Standards and Technology,
FIFA	Federação Internacional de Futebol,
GBC-Brasil	Green Building Council Brasil,
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais,
ASMARE	Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Materiais Reaproveitáveis de Belo Horizonte.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	08
1.1.1 Sustentabilidade na Construção Civil	09
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivo geral	10
1.2.1 Objetivo específico	11
1.3 JUSTIFICATIVA.....	11
1.4 METODOLOGIA.....	11
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	13
2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	15
2.3 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS.....	17
2.4 EDIFÍCIO VERDE (GREEN BUILDING).....	20
2.5 CERTIFICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	21
2.5.1 Certificação LEED	23
2.5.2 Mecanismos de LEED	25
3 ESTUDO DE CASO	30
3.1 EMPREENDIMENTO EM ESTUDO.....	30
3.1.1 Histórico	30
3.1.2 A reforma do estádio mineiro	32
3.1.3 Os pilares da sustentabilidade em sua reforma	33
3.1.4 As certificações LEED	40
4 RESULTADOS	42
4.1 RELAÇÃO MINEIRÃO X SUSTENTABILIDADE.....	42
4.2 RELAÇÃO MINEIRÃO X CERTIFICAÇÃO.....	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo de introdução serão apresentados os estudos que deram início a esta monografia. Abordará a contextualização do tema, bem como os objetivos gerais e específicos, justificativa, metodologia empregada e a estruturação do trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento social equilibrado tem sido uma pauta social de grande importância com destaque nos planos de governo e nas ações das empresas. Tais fatos podem ser considerados reflexos da crescente preocupação dos indivíduos no cenário atual, que têm se despertado para os impactos nem sempre positivos das suas interações com o meio onde vivem. Pode-se considerar, então, que o desenvolvimento sustentável se trata de busca e implementação de alternativas que minimizem os danos aos recursos naturais necessários para o suprimento das necessidades humanas, descomprometendo as demandas futuras; segundo definição da Unesco, relatada por Muller (2002). Franz (2011) ainda acrescenta que se trata do anseio de manter a realização de aspirações sociais desejáveis.

Conforme crescem as ações a fim de colaborar com o desenvolvimento sustentável, realizadas por diversas instituições sociais, como indústrias e empresas, é impossível deixar de destacar o papel da conscientização individual acerca do assunto, já que a sustentabilidade está atrelada a uma responsabilidade coletiva e a ações conjuntas em busca de um bem comum. Os cidadãos devem ter acesso a conhecimentos, valores e competências necessárias para desenvolver a participação nas decisões acerca da forma como estes atuam local e globalmente, para melhorar a qualidade de vida hoje, sem pôr em risco o futuro do planeta (FERREIRA, 2002; FERREIRA et al, 2000).

A sustentabilidade se apresenta em diferentes setores, como o ambiental e o social, e demanda cuidados em diversos aspectos dentro de cada um desses enquadramentos. Exemplo disso é o tratamento dos resíduos gerados pela população: a “gestão dos resíduos sólidos”. Nesse caso, se constrói programas a partir de modelos e métodos interligados, diminuindo a produção de lixo por meio de soluções como a reutilização desse material e, por fim, a reciclagem do mesmo. Além de colaborar com a redução de resíduos, o produto deste processo pode servir de matéria-prima para a indústria, diminuir o desperdício e gerar renda (GALBIATI, 2005).

Com tantos impactos sociais de tamanha relevância a curto e a longo prazo, podendo afetar não apenas as gerações futuras, mas a sociedade atual, mesmo que em menores proporções, é perceptível que o cuidado com o desenvolvimento sustentável é um ato de cidadania, e cabe a população zelar pelo seu cumprimento. Isso só é possível quando a mesma conhece e pratica os seguintes conceitos-chave do “desenvolvimento sustentável”, (ACCAC, 2002):

- Interdependência – reconhecer que as populações, o ambiente e a economia interligados em todos os níveis, do local ao global;
- Cidadania – reconhecer a importância de se responsabilizar e de desenvolver atividade individual para fazer do mundo um lugar melhor;
- Necessidades e Direitos – compreender as suas próprias necessidades básicas, direitos humanos e as implicações das ações tomadas hoje em relação às necessidades das gerações futuras;
- Diversidade - compreender, respeitar e valorizar a diversidade humana - cultural, social e econômica – e a biodiversidade;
- Mudanças sustentáveis - entender que os recursos são finitos e que isto tem implicações para os estilos de vida das populações e para as atividades ligadas ao comércio e à indústria;
- Bem-estar - reconhecer que a equidade e a justiça globais são elementos essenciais do desenvolvimento sustentável e que as necessidades básicas devem ser universalmente satisfeitas;
- Incerteza e precaução – reconhecer que há uma variedade de vias possíveis para o desenvolvimento sustentável e para a cidadania global e que as situações estão a se alterar constantemente, donde resulta uma necessidade de flexibilidade e aprendizagem ao longo da vida.
- Valores e percepções – necessidade de realizar uma avaliação crítica de imagens e da informação acerca das partes do mundo menos e mais economicamente desenvolvidas, e de compreender o efeito das imagens e da informação nas atitudes e nos valores individuais.
- Resolução de conflitos - entender como os conflitos constituem uma barreira para o desenvolvimento e um perigo para todos e ainda porque razão há necessidade de os resolver e de promover uma harmonia entre os povos.

Sendo assim, o desenvolvimento sustentável constitui-se no processo que busca englobar meios econômicos, sociais e culturais, enquanto interage em equilíbrio com a população movimentadora dessas relações.

1.1.1 Sustentabilidade na Construção Civil

Apesar de ser uma atividade de grande relevância na sociedade, a Construção Civil enfrenta desafios no que se refere aos resultados decorrentes da sua prática, especificamente quanto às consequências relacionadas ao meio ambiente. É na tentativa de encontrar meios para o exercício da “construção sustentável” que o setor, cada vez mais, tem trabalhado. De acordo com o Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB, 2002), se considera construção sustentável como “o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído, e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica”.

Indispensável, mas, ao mesmo tempo, uma grande geradora de impactos ambientais, a construção civil consome recursos naturais, modifica paisagens e produz resíduos, por isso o desafio consiste em conciliar uma atividade produtiva desta magnitude com condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente e menos agressivo ao meio ambiente (PINTO, 2005). Grande parte dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) são ainda depositados em encostas de rios, vias e logradouros públicos, acarretando a criação de locais de deposições de forma irregular aos municípios. Esse comportamento compromete não apenas a paisagem urbana, mas gera uma série de consequências capazes de interferir no fluxo social e na qualidade de vida da população: invade pistas, dificulta o tráfego de pedestres e de veículos, como também a dificulta a drenagem urbana e causam sua degradação.

Como possível recurso para tais condições, a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura - AsBEA, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável - CBCS e outras instituições apresentam diversos princípios básicos da construção sustentável, dentre os quais destacamos (CORREA, 2009):

- Aproveitar de condições naturais locais;
- Utilizar o mínimo de terreno e integrar as construções ao ambiente natural;
- Implantar e analisar entorno;
- Não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Manter a qualidade ambiental interna e externa;
- Gerir sustentavelmente a implantação da obra;
- Adaptá-la às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Usar de matérias-primas que contribuam com a eco eficiência do processo;
- Reduzir o consumo energético e de água;

- Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- Introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- Educação ambiental: conscientizar os envolvidos no processo.

Considerando como base as recomendações citadas, foi desenvolvido o escopo deste trabalho, tendo o estádio Mineirão e suas relações com as certificações LEED como objeto de estudo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

A presente monografia tem como objetivo abordar a construção sustentável, suas implicações e importância no ambiente urbano por meio da apresentação do modelo mundial de sustentabilidade, o Estádio Governador Magalhães Pinto ou Mineirão.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Objetiva-se apresentar as características que tornam uma estrutura sustentável;
- Levantar a realidade brasileira de estruturas sustentáveis;
- Apresentar como estudo de caso o Estádio Governador Magalhães Pinto.

1.3 JUSTIFICATIVA

Devido ao grande crescimento populacional, que causou uma grande exploração dos recursos naturais, renováveis e não renováveis, cada vez mais se faz necessária a criação de espaços urbanos que ofereçam facilidades e qualidades que proporcionem uma vida mais saudável nos grandes centros.

A indústria da construção civil é responsável por impactos ambientais, sociais e econômicos consideráveis, em razão de possuir uma posição de destaque na economia brasileira. Apesar do número elevado de empregos gerados, da viabilização de moradias, renda e infraestrutura, faz-se necessário uma política abrangente para o correto destino dos resíduos gerados (KARPINSK et al., 2009).

Sendo assim, é urgente a necessidade de repensar, discutir e propor novas soluções para construção civil, adequando-a de modo que sua funcionalidade não fique prejudicada, mas

que seja notável também a redução máxima do seu impacto ambiental e da exploração de fontes renováveis e não renováveis.

Cada vez mais se percebe a necessidade de conscientizar a população e os profissionais da área sobre a realidade e as dificuldades que envolvem o desenvolvimento sustentável em diferentes escalas, desde o seu impacto local à sua influência em níveis globais e desenvolver um certo número de competências, atitudes e valores que lhes permitam exercer individualmente e em conjunto uma cidadania ativa em prol de um desenvolvimento que tenha em conta não só as necessidades atuais mas as necessidades das gerações futuras.

1.4 METODOLOGIA

O trabalho foi iniciado com o estudo da arte dos conceitos e aplicações da sustentabilidade na construção civil. Isso estabeleceu e direcionou o foco do estudo para as certificações ambientais utilizadas no projeto do Estádio Governador Magalhães Pinto, o Mineirão. Foi preciso compreender não apenas sobre os conceitos gerais da construção sustentável, mas também acerca das particularidades no que se refere ao estádio em questão, como a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), a qual é concedida pelo USGBC (United States Green Building Council) tem como função fazer avaliação e reconhecimento de soluções e tecnologias sustentáveis utilizadas no processo de construção para reduzir os impactos ambientais durante toda a vida útil da edificação.

A partir de então, propõe-se a realização de um estudo de caso, que pretende analisar a construção citada por meio da observação de cada uma das atribuições alcançadas por ela, que possibilitaram ao Mineirão o título de primeiro e único estádio do Brasil a receber o Selo Platinum da certificação LEED, e o tornou uma referência mundial em sustentabilidade.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em cinco capítulos. No **capítulo 1** é apresentada uma breve introdução, onde contextualiza-se o tema tratado, expõe os objetivos gerais e seus desdobramentos específicos, justificativa, bem como uma apresentação da metodologia a ser empregada e a estruturação do texto.

Logo, o **capítulo 2** traz o referencial teórico onde será discutido o estudo da arte da Construção Sustentável, Impactos ambientais gerados pela construção civil, Construções sustentáveis, Edifício Verde (Green Building), Certificações.

Já o **capítulo 3** descreve o programa experimental do estudo, neste apresenta o estágio modelo mundial de sustentabilidade e as características que o classifica assim.

Os resultados obtidos, as análises e discussões sobre o estudo de caso são tratados no **capítulo 4**.

Por fim, o **capítulo 5** é dedicado às considerações finais do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será feita uma breve explanação da fundamentação teórica a qual a presente monografia foi baseada. Contendo os seguintes tópicos: Desenvolvimento Sustentável; Impactos ambientais gerados pela construção civil; Construções sustentáveis; Edifício Verde (Green Building); Certificações.

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

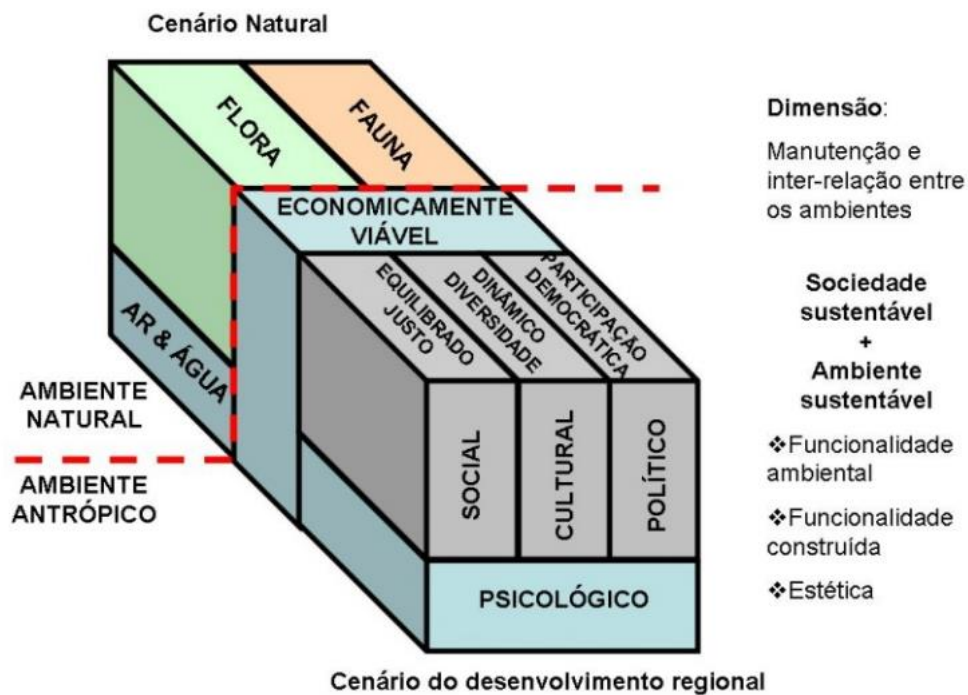
O termo Desenvolvimento Sustentável emergiu nas últimas décadas do século XX, para explicar diversas ideias e preocupações advindas da gravidade dos problemas que ocasionam diversos riscos às condições de vida no planeta. Uma das primeiras organizações a indicar os riscos do crescimento econômico contínuo foi o Clube de Roma em 1972. Neste mesmo ano, a Organização das Nações Unidas (ONU) executou a Conferência de Estocolmo, que retratou problemas ambientais advindos da poluição atmosférica, crescimento populacional e crescimento versus desenvolvimento. Em 1974, surge a proposta do eco desenvolvimento, formulada por intelectuais como Sachs, Leff e Strong, que incorpora, além das questões econômicas e sociais, as questões culturais, políticas e ambientais, à noção de desenvolvimento (LEFF, 2005).

O conceito de desenvolvimento sustentável demonstra pontos básicos que devem considerar, de maneira harmônica, o crescimento econômico, uma maior percepção com impactos sociais decorrentes e o equilíbrio ecológico na utilização dos recursos naturais (MEYER, 2000).

O conceito de sustentabilidade é bastante amplo que integra a parte econômica (capital, vendas, custo, rentabilidade, taxa de retorno), social (trabalho, oportunidade, dignidade, saúde e segurança, ergonomia) e ambiental (terreno, materiais, destino dos efluentes, resíduos, conforto, qualidade do ar). Tais partes precisam ser analisadas de maneira integradas, pois do contrário não haverá desenvolvimento sustentável (AGOPYAN et al, 2011).

De acordo com Sachs (1993), as dimensões da sustentabilidade (Figura 1) são baseadas a partir de seis dimensões, as quais foram elaboradas pelo próprio autor.

Figura 1 – Dimensões da Sustentabilidade



Fonte: SACHS, 1993.

- **Sustentabilidade ecológica:** Baseia-se na preservação dos recursos naturais na produção de recursos renováveis e na limitação de uso dos recursos não-renováveis. Promove a ideia de limitação do consumo de combustíveis fósseis e de outros recursos esgotáveis ou ambientalmente prejudiciais, fazendo a substituição dos mesmos por recursos renováveis e inofensivos. Viabiliza a redução do volume de resíduos e de poluição, através da conservação e da reciclagem; promove uma autolimitação do consumo material; faz a utilização de tecnologias limpas, elabora regras para proteção ambiental.

- **Sustentabilidade econômica:** A vigência econômica é avaliada em termos macrossociais e não apenas visando a lucratividade empresarial, tem como objetivo um desenvolvimento econômico inter setorial equilibrado. Prevê a capacidade de modernização contínua dos instrumentos de produção. Possui um nível razoável de autonomia no âmbito de pesquisas científicas e tecnológica.

- **Sustentabilidade social:** Engloba a carência de recursos materiais e não-materiais, tem como objetivo promover uma maior equidade na distribuição da renda, de modo a melhorar os direitos e as condições da população, causando um aumento da homogeneidade social; a possibilidade de um emprego que assegure qualidade de vida e igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais.

- **Sustentabilidade espacial ou territorial:** Tem como objetivo atingir um equilíbrio na configuração rural-urbana, fazer melhorias no ambiente urbano através de uma modificação da distribuição territorial das construções também das atividades econômicas. Tem como visão a construção de estratégias ambientalmente seguras para áreas ecologicamente frágeis com a finalidade de manter a conservação da biodiversidade e do eco desenvolvimento.

- **Sustentabilidade cultural:** Diz respeito à cultura de cada local, buscando garantir a continuidade e equilíbrio entre a tradição e a inovação.

- **Sustentabilidade política:** Quando é tratada no âmbito nacional, é baseada na democracia, na apropriação universal dos direitos humanos e também no desenvolvimento da capacidade do Estado para implementar o projeto nacional juntamente com empreendedores e em coesão social. Em relação ao aspecto internacional, a mesma auxilia na prevenção de guerras, na garantia da paz, procura promover uma cooperação internacional, no emprego do princípio da gestão do meio ambiente e dos recursos naturais, na prevenção da biodiversidade e da diversidade cultural, na gestão do patrimônio global como herança da humanidade e também na cooperação científica e tecnológica internacional.

Quanto a dimensão psicológica, a mesma é interligada ao estudo encarregado a relacionar o ser humano às dimensões culturais, sociais, políticas e econômicas.

Sendo assim, a sustentabilidade está relacionada com a ideia de algo inesgotável, com a visão de que aquilo que é existente atualmente não será escasso no futuro.

2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL

Entende-se como impacto ambiental um conjunto de alterações favoráveis e desfavoráveis criadas nos âmbitos ambientais e sociais, num determinado período de tempo e numa determinada área (PINHEIRO, 2006).

A construção civil é um dos setores da economia que mais consome recursos naturais, causando um grande impacto ambiental e também geração de resíduos.

A construção de um edifício pode causar diversos impactos ambientais, que podem ocorrer em três etapas diferentes: na utilização dos recursos aplicados na construção e funcionamento do edifício; durante a utilização do edifício; e na produção de resíduos pela sua utilização ou na fase final da vida útil do edifício, que é a desativação (VIEIRA, 2007).

De acordo com John e Agopya (2011) os edifícios também têm uma alta contribuição na geração de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases que auxiliam para o efeito estufa, tanto na fase de construção quanto de uso. Materiais importantes, como o cimento e a cal hidratada,

são obtidos através do método de calcinação, um dos três processos que mais gera gases de efeito estufa, ao lado do consumo de combustíveis fósseis e a extração de madeira nativa. O processo libera 440 Kg de CO₂ por tonelada, e resulta em apenas 560 Kg de óxido de cálcio.

As presentes práticas de produção, adotadas pelas empresas da construção civil necessitam de ajustes imediatos, de acordo com o CBCS (2005), para que o setor possa colaborar de maneira correta para o desenvolvimento sustentável do país. Ainda é muito recorrente a utilização de processos artesanais nas frentes de trabalho, o uso de matérias-primas sem manejo sustentável e a aplicação de produtos industrializados, sem que se considere os aspectos de conservação de água, energia e a necessária redução de resíduos e desperdícios. Com a participação de cerca de 15% do PIB, o setor possui impacto ambiental e social compatível com seu tamanho, dentre os quais destacam-se:

- As construções e manutenções da infraestrutura de edificações do país utilizam cerca de 75% dos recursos naturais extraídos;
- A quantidade de resíduos de construção e demolição é estimada em torno de 450 kg/hab.ano ou cerca de 80 milhões de toneladas por ano, impactando o ambiente urbano e as finanças municipais. A este total acrescentam-se os outros resíduos industriais formados pela cadeia produtiva;
- Os canteiros de obras são geradores de poeira e ruído e causam erosões que prejudicam os sistemas de drenagem;
- A construção causa a redução da camada permeável do solo, modificando o regime de drenagem, provocando enchentes e reduzindo as reservas de água subterrânea;
- A utilização de madeira extraída de forma ilegal, além de comprometer a sustentabilidade das florestas representa séria ameaça ao equilíbrio do ecossistema;
- A cadeia produtiva da construção contribui para a poluição, inclusive na liberação de gases do efeito estufa, como CO₂ durante a queima de combustíveis fósseis e a descarbonatação de calcário e de compostos orgânicos voláteis, que afetam também os usuários dos edifícios;
- A preocupação com o aumento da contaminação ambiental pela lixiviação de biocidas e metais pesados de alguns materiais;
- A operação de edifícios no Brasil é responsável por cerca de 18% do consumo total de energia do país e cerca de 50% do consumo de energia elétrica;
- Os edifícios brasileiros gastam 21% da água consumida no país, sendo boa parte desperdiçada.

A construção civil é o setor econômico que mais impacta o meio ambiente, especialmente no consumo de recursos naturais e geração de resíduos.

2.3 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A construção civil é uma das atividades mais importantes e mais antiga na sociedade. As técnicas utilizadas nas construções foram evoluindo de acordo com as necessidades do homem.

Segundo Colaço (2008) o termo construção sustentável foi sugerido Professor Charles Kibert, em Novembro 1994, na Primeira Conferência Mundial sobre Construção Sustentável (First World Conference for Sustainable Construction, Tampa, Florida), onde o futuro da construção civil e suas responsabilidades, no contexto da sustentabilidade, foi discutido. O autor diz que deve ser feita uma análise e comparação das características da construção tradicional e de uma construção que tenha uma linha de pensamento sustentável.

Para Motta e Aguilar (2009, apud, Oliveira, 2015, p. 18):

Pensar em um edifício isolado não faz sentido quando se trata as questões ambientais como a sustentabilidade dos espaços construídos pelo homem. Por ser sistêmica, a construção, para ser sustentável, deve ser elaborada integrada ao seu contexto. O ambiente externo é tão importante quanto o que ocorre nas dependências internas. Por isso, a comparação é a melhor forma de avaliar uma construção sustentável, a obra nunca está sozinha. Quando um edifício cumpre todos os pré-requisitos técnicos, respeita todas as normas éticas ambientais, apenas usa materiais adequados e mesmo assim se fecha para dentro, não condizendo com as necessidades do entorno, não se relacionando com o lugar na qual está inserido, abstraindo as outras construções e pessoas que convivem próximo, não estará sendo plenamente sustentável.

Conforme Bruntland (1987) uma construção sustentável é aquela que visa cumprir os princípios do desenvolvimento sustentável, que é um modelo de desenvolvimento que procura reduzir os seus impactos ambientais, sociais e econômicos durante a sua construção, uso e demolição.

A construção sustentável é baseada na redução de impactos causados no meio ambiente através de processos construtivos utilizados, no uso sustentável da água e energia, e tem como objetivo realizar alterações conscientes que ainda assim possam atender as necessidades da sociedade (CRISPIM, 2007).

De acordo com Araújo (2006), as construções sustentáveis nada mais são do que sistemas que buscam intervir no meio ambiente para atender as necessidades de uso do homem, mas sem causar escassez dos recursos advindos da natureza. Faz a utilização de materiais ecológicos e de diversas soluções tecnológicas e inteligentes que buscam viabilizar o uso correto de recursos finitos e a economia dos mesmos, visando reduzir a poluição e um maior conforto para seus moradores e usuários.

Ainda segundo Araújo (2006), as linhas-mestres que comandam a construção sustentável são:

- **Gestão da obra:** deve ser realizado um estudo do impacto ambiental causado, averiguando qual será o ciclo de vida da obra e materiais, empregando critérios de sustentabilidade como: gestão de resíduos, consumo de energia para manutenção e reforma;

- **Aproveitamento passivo dos recursos naturais:** utilização da iluminação natural, promover conforto térmico e acústico, formação e interferências no clima e microclima;

- **Qualidade do ar e do ambiente interior:** visar a criação de um ambiente que seja saudável, bem ventilado, não selado, isento de poluentes (como partículas em suspensão e compostos orgânicos voláteis/ COVs), fazer a utilização de materiais biocompatíveis, naturais, que não liberem substâncias voláteis;

- **Conforto termo acústico:** caso seja necessário utilizar tecnologias eco inteligentes para auxiliar na regulação da temperatura e o som visando ao conforto do ser humano;

- **Gestão de resíduos gerados pelo usuário:** desenvolver a criação de área(s) para a realização da coleta seletiva do lixo e destinação de reciclagem;

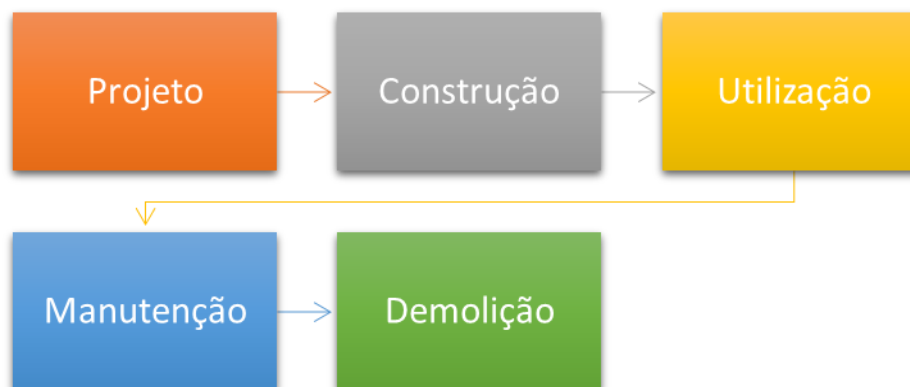
- **Eficiência energética:** promover a racionalização no uso de energia pública e caso seja possível, realizar um aproveitamento das fontes de energia renováveis, como a eólica e solar, e o emprego de dispositivos para conservação de energia;

- **Gestão e economia da água:** implantação de sistemas e tecnologias que possibilitem a redução no consumo da água, projetar sistemas de reuso e recirculação da água utilizada na habitação para fins não-potáveis e aproveitamento da água da chuva para fins não-potáveis e até potáveis, dependendo do tratamento aplicado e da região estudada;

- **Uso:** de ecoprodutos e tecnologias sustentáveis para todas as etapas da obra;

- **Não-uso ou redução no uso de:** materiais condenados pela construção sustentável, como PVC, amianto, chumbo, alumínio, entre outros.

A aplicação de recursos sustentáveis deve ser realizada durante todo o processo construtivo e ciclo de vida de uma edificação, que é mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Ciclo de vida de uma edificação.

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA, 2017.

- **Projeto:**

No projeto é importante que se faça um estudo visando atingir as melhores soluções possíveis para um bom desempenho da edificação durante todo o seu ciclo de vida. É importante uma atenção especial aos tópicos relacionados as questões de conservação de energia e conforto ambiental, sendo necessário a criação um sistema construtivo detalhado e que seja compatível com a ideia do projeto (PULASKI et al., 2006).

Algumas funções são importantes nessa fase, como a localização, implantação e orientação solar; escolha de materiais de baixo impacto; determinação do nível de eficiência térmica do edifício; ventilação natural; sistemas de recolhimento de águas pluviais e de reutilização de água (AMADO et al., 2008).

- **Construção:**

A fase da construtiva, quando comparada a fase de utilização, possui um tempo menor, pois a utilização pode ter uma vida útil de aproximadamente 50 anos, tempo que pode ser estendido quando se trata de uma construção sustentável. Nessa fase são realizadas as técnicas escolhidas na fase anterior.

Os parâmetros que devem ser realizados em tal fase são: controle para que técnicas escolhidas no projeto sejam implantadas de forma correta na obra, utilização de materiais e equipamentos que causem a redução da geração de resíduos e da poluição e adotar práticas que melhorem o desempenho acústico e térmico do edifício.

- **Utilização:**

A fase de utilização é a maior durante um ciclo de vida de uma edificação, os impactos causados nela têm maior duração quanto ao nível dos consumos, das emissões poluentes e da

acumulação de materiais. Os métodos escolhidos nas fases anteriores são colocados em uso nesta fase, que é a de ocupação, como por exemplo, uso eficiente da água e energia, reciclagem de resíduos domésticos e sistemas de proteção solar.

- **Manutenção:**

A manutenção é uma fase que tem como objetivo assegurar que as soluções que foram implementadas continuem funcionando de forma eficiente. É necessária a realização de uma manutenção preventiva da edificação, para que a mesma possa ter um ciclo de vida sem muitos problemas.

- **Demolição:**

Esta fase trata da desativação do edifício. É realizada quando ele não possui mais condições de uso. Caso seja necessária a realização de uma demolição, deve-se assegurar que os materiais serão levados para um local de realização de reciclagem, reaproveitamento ou reutilização, para uma redução do impacto ambiental.

As construções sustentáveis são muito positivas e possuem diversas vantagens em todo o seu desenvolvimento. Através dela é possível uma melhoria evidente no desempenho de uma construção durante todo o seu ciclo de vida, e contribui de forma significativa para a diminuição do uso dos recursos naturais.

É importante ressaltar que a diversidade relacionada as condicionantes de uma obra são infinitas e conseqüentemente não existe uma única solução para tornar real a construção sustentável. Muda-se a localidade, condição climática, disponibilidade de materiais, qualidade da mão de obra, situação econômica e deslocamentos de cada obra sem muita dificuldade. Logo a forma de garantir que não haja agressão ao meio ambiente é planejar todas as etapas da construção buscando sempre reduzir os impactos e garantir a justiça social dentro do orçamento disponível (JOHN, PPRADO, 2010).

2.4 EDIFÍCIO VERDE (GREEN BUILDING)

O termo Green Building ou Edifício Verde é utilizado para denominar um edifício que foi construído dentro dos padrões sustentáveis, estando de acordo com os conceitos de construção sustentável. É um tipo de obra a qual é projetada, construída, reformada, operada e demolida com o mínimo impacto ambiental. O principal objetivo é causar uma diminuição das agressões ao meio ambiente e elaborar espaços saudáveis para pessoas por meio da redução do uso de recursos naturais.

Os benefícios desse tipo de construção são os seguintes (Figura 3):

Figura 3 – Benefícios de um Green Building

Fonte: Autoria Própria, 2018.

2.5 CERTIFICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Durante vários anos, diversas conferências e encontros foram executados para a discussão acerca da procura de novas tecnologias que auxiliassem na qualidade ambiental.

A partir dos anos 70 a questão ambiental começou a ganhar destaque na construção civil, para resolver problemas ambientais, começaram a ser criados critérios, abordagens e guias para ajudar a melhorar o desempenho ambiental de uma construção, e indicadores e processos para avaliar tais critérios. Desde então, organizações foram desenvolvendo ferramentas a nível mundial (Quadro 1) com o objetivo de certificar construções acerca de suas responsabilidades ambientais.

Quadro 1 – Principais sistemas de certificação ambiental.

Sistema de Certificação	País
BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	Reino Unido
LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)	Estados Unidos da América
NABERS (National Australian Buildings Environmental Rating System)	Austrália
BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria)	Canadá
HQE (Haute Qualité Environnementale des Bâtiments)	França
CASBEE (Haute Qualité Environnementale des Bâtiments)	Japão
AQUA (Alta Qualidade Ambiental)	Brasil

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Sendo assim, as certificações ambientais, ou sistemas de avaliação de desempenho ambiental, foram criados com o objetivo de garantir a diminuição de impactos e melhorar a eficiência em uma edificação.

Para o processo de certificação é de bastante importância que se faça a criação de normas e parâmetros que irão ser usados como referência para o estímulo de critérios de avaliação para a certificação do empreendimento, sempre seguindo os parâmetros do tripé sustentável (ambiental, social e econômico). Este tripé da sustentabilidade (Figura 4), representa a importância da abrangência do tema uma vez que ele lida com questões relacionadas ao consumo, saúde, recursos, custos, durabilidade, e outras ações fundamentais a manutenção da vida.

Figura 4 – Tripé da sustentabilidade

Fonte: PINHEIRO, 2006.

O desenvolvimento de sistemas de avaliação ambiental na construção civil foi inicialmente um exercício de estruturação de uma série de conhecimentos e considerações, numa abordagem prática, evitando uma nova pesquisa (PINHEIRO, 2006).

Uma pontuação técnica em função de requisitos de sistemas de avaliação ambiental é a indicadora de desempenho de uma construção. Os requisitos avaliados para que a pontuação seja feita são relacionados aos aspectos climáticos, ambientais e construtivos, levando em consideração não somente a edificação em si, mas também as áreas ao seu entorno e a sua ligação com a cidade e ambiente global ao todo.

Os aspectos conceituais dos diversos métodos de avaliação ambiental de edifícios têm alguns pontos em comum.

- **Impactos no meio urbano:** representado por itens sobre incômodos gerados pela execução, acessibilidade, inserção urbana, erosão do solo, poeira e outros;

- **Materiais e Resíduos:** relacionando-se com o emprego de madeira e agregados com origem legalizada, geração e correta destinação de resíduos, emprego de materiais de baixo impacto, gestão de resíduos no canteiro e reuso de materiais;

- **Uso racional da água:** sendo o objetivo maior a economia da água potável, obtido por uso de equipamentos economizadores de água, acessibilidade do sistema hidráulico, captação de água de chuva, tratamento de esgoto, etc.;

- **Energia e emissões atmosféricas:** analisando o sistema de ar condicionado, iluminação e outros;

- **Conforto e salubridade do ambiente interno:** considerando a qualidade do ar e o conforto ambiental.

2.5.1 Certificação LEED

Por volta dos anos 1994, nos Estados Unidos da América, foi desenvolvido um sistema de classificação de desempenho consensual e orientado para o mercado, denominado de LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), o qual tinha como função o desenvolvimento e implementação de práticas com conceitos ambientalmente sustentáveis para projetos e construções. Tal sistema foi desenvolvido pelo United States Green Building Council (USGBC) e foi financiado pela instituição National Institute of Standards and Technology (NIST) (MEISEL, 2010).

Em 1996, suas técnicas começaram a ser aplicadas em edificações ocupadas comercialmente, diferentemente do seu cenário atual, que engloba também construções com finalidade residencial.

As técnicas aplicadas para regulamentar acarretaram uma melhora no desempenho dos edifícios na questão ambiental e nas condições de eficiência energética, e buscaram estimular o mercado para que o mesmo começasse a seguir tais técnicas.

A certificação LEED foi desenvolvida com o objetivo de aplicar uma classificação ambiental de edifícios para a indústria da construção civil e para os profissionais que atuam nela. Sendo assim, ele tem como intuito impulsionar a criação de construções com soluções responsáveis ambientalmente e lucrativas, e que sejam lugares saudáveis para viver e trabalhar.

Sendo assim, LEED é um método utilizado em 143 países e foi elaborado para confirmar que edifícios foram projetados e desenvolvidos a partir de mecanismos que aprimoraram o desempenho dos mesmos em questões como a redução da emissão de CO₂, melhorias na utilização de água, energia e outros recursos naturais, fazendo com que houvesse uma redução de impactos ao meio ambiente.

De acordo com USGBC (2010), durante todo o ciclo de vida de um edifício existem versões do LEED para avaliar o desempenho ambiental do mesmo (Quadro 2).

Quadro 2 – Versões de certificação do LEED.

Versões de Certificação	Tipo de edificação
LEED-NC (New Construction and Major Renovations)	Novas construções comerciais e projetos de renovação com alguma dimensão.
LEED-H (Home)	Habitações “verdes”.
LEED-EB (Existing Buildings)	Suportar a operação e manutenção (e melhoria) sustentável de edifícios existentes.
LEED-CI (Commercial Interiors)	Espaços comerciais interiores.
LEED-S (Schools)	Direcionado para as necessidades específicas das escolas.
LEED-HC (Healthcare)	Espaços de cuidados de saúde
LEED-R (Retail)	Espaços comerciais.
LEED-CS (Core and Shell Development)	Abrange a construção de elementos dos edifícios, como a estrutura, o envelope e os sistemas dos edifícios.

LEED-ND (Neighborhood Development)	Voltado para o desenvolvimento urbano, abrangente no conceito e princípios do smart growth (em desenvolvimento).
------------------------------------	--

Fonte: USGBC, 2010.

2.5.2 Mecanismos do LEED

A forma de avaliação do LEED é baseada a partir de uma lista de pré requisitos que são obrigatórios e também contados como forma avaliativa, onde a partir dos mesmos é possível atribuir um “selo” de determinada qualidade ambiental para um edifício. Diversos requisitos mínimos devem ser atendidos desde a etapa do projeto e podem acumular pontos para certificação e caso eles não sejam atendidos, o projeto não poderá receber tal certificação.

São estabelecidos alguns critérios em relação as regiões onde os empreendimentos estão situados, são elas:

- **Localização Sustentável:**

Escolha do local; Densidade de desenvolvimento e interação da comunidade; Requalificação de terrenos devolutos; Acesso a transportes públicos; Locais para bicicletas; Baixas emissões de gases e veículos eficientes; Capacidade de estacionamento; Proteção ou restauração do local; Espaço aberto; Controle de qualidade; Efeito térmico (cobertura); Efeito térmico (fora da cobertura); Redução da poluição luminosa.

- **Eficiência da Água:**

Reduzir o consumo de água, aplicando sistemas eficientes de irrigação e reutilização, e desenvolver um programa de reeducação do consumo da água.

- **Energia e Atmosfera:**

Verificar e assegurar os elementos essenciais aos edifícios e que os sistemas sejam projetados, instalados e calibrados para operar conforme descrito em projeto.

- **Materiais e Recursos:**

Facilitar a redução do desperdício gerado pelos ocupantes do edifício. Reutilização do edifício - manter constituintes (chão, teto, paredes); Controle dos lixos da construção; Reutilização de materiais; Conteúdos Recicláveis; Materiais da região; Materiais rapidamente renováveis; Madeira certificada.

- **Qualidade Ambiental Interna:**

Estabelecer um desempenho mínimo da qualidade do ar interno, para prevenir o desenvolvimento dos problemas em edificações provenientes da qualidade ambiental interna,

mantendo a saúde e bem-estar dos ocupantes. Comportamento da qualidade mínima do ar interior; Controle do ambiente das áreas de fumantes; Monitorização da distribuição do ar; Aumento da ventilação; Planejamento da qualidade do ar interior da construção (durante a construção e antes da ocupação); Materiais de baixa emissão (argamassas, tintas, pavimentos, madeiras compostas e aglomerados); Controle das fontes poluentes no interior; Controle de sistemas (luminosidade e conforto térmico); Conforto térmico; Luminosidade e pontos de vista

- **Inovação e Processo de Design:**

A utilização dos critérios supracitados não deve constituir um empecilho à criação do projetista.

- **Prioridade Regional:**

Determina as diferentes prioridades ambientais entre diferentes regiões (USGBC, 2010).

Algumas áreas de desempenho (Figura 5) são analisadas para a obtenção da certificação.

Figura 5 – Áreas de desempenho.



Fonte: USGBC, 2010.

Quadro 3 – Descrição da área de desempenho.

Área de desempenho		Descrição
	Desenvolvimento sustentável do local (SS)	Prevenção da poluição na atividade da construção, seleção do local do empreendimento, redução da poluição luminosa, projeto de águas pluviais e controle da qualidade, transporte alternativo com baixa emissão de CO2, recuperação de áreas contaminadas, etc.
	Eficiência da água (WE)	Uso eficiente da água, tratamento de águas servidas, aproveitamento de águas de chuva.
	Energia e atmosfera (EA)	Desempenho com consumo mínimo de energia, otimizar desempenho energético, uso de energia renovável, medição e verificação para garantir a performance do sistema.
	Materiais e recursos (MR)	Estocagem e coleta de materiais recicláveis, reuso da construção, administração do entulho da obra, materiais reciclados e renováveis, madeira certificada
	Qualidade ambiental interna (EQ)	Qualidade do ar interior, controle da fumaça de tabaco ambiental, aumento da ventilação, materiais com baixa emissão (adesivos, selantes, tintas, etc), controle de produtos químicos e fontes poluentes, controle da iluminação, temperatura e ventilação, conforto térmico e projeto.
	Inovação e processo de projeto (IN)	Inovação em projeto, profissional acreditado LEED.

Fonte: USGBC, 2010.

Para definir o tipo de certificação adequada a um empreendimento, é feita uma pontuação acerca de cada categoria, podendo ser o empreendimento ser classificado (Quadro 4) como prata, ouro ou platina.

Quadro 4 – Nível de certificação LEED.

Nível de certificação	Pontuação necessária
Nível platina	+ 80
Nível ouro	60 a 79 pontos
Nível prata	50 a 59 pontos
Nível de certificação	40 a 49 pontos

Fonte: USGBC, 2010.

O selo de certificação é válido por um intervalo de 5 anos, após isso é necessário que se faça uma nova avaliação que investiga como está sendo feita a gestão e a operação do empreendimento, conforme Figura 6.

Figura 6 – Selo de certificação LEED.

Fonte: USGBC, 2010.

3 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo foi desenvolvida o objeto de estudo da presente monografia, que é um estudo de caso acerca das certificações sustentáveis reconhecidas no Estádio Mineirão.

3.1 O EMPREENDIMENTO EM ESTUDO

O empreendimento escolhido para estudo de caso da presente monografia é o Estádio Governador Magalhães Pinto, o Mineirão. O estádio (Figura 7) é o único do país que possui certificação máxima (Platinum) do Selo LEED, recebida após sua reforma para a Copa do Mundo de 2014, que foi sediada no Brasil.

Figura 7 – Vista aérea do Estádio do Mineirão.



Fonte: BUENO, 2015.

3.1.1 Histórico

O Estádio Governador Magalhães Pinto, Mineirão, é um estádio de futebol localizado em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. A ideia da sua construção se deu após o Brasil ser sede da Copa do Mundo de 1950, foi perceptível a carência de um estádio que abrangesse o grande público torcedor e apaixonado por futebol do Estado de Minas Gerais, pois todos os já existentes não eram capazes de atender a demanda, pois tinham uma capacidade de aproximadamente dez mil pessoas. Sendo assim, o Mineirão foi uma solução perfeita para esse problema.

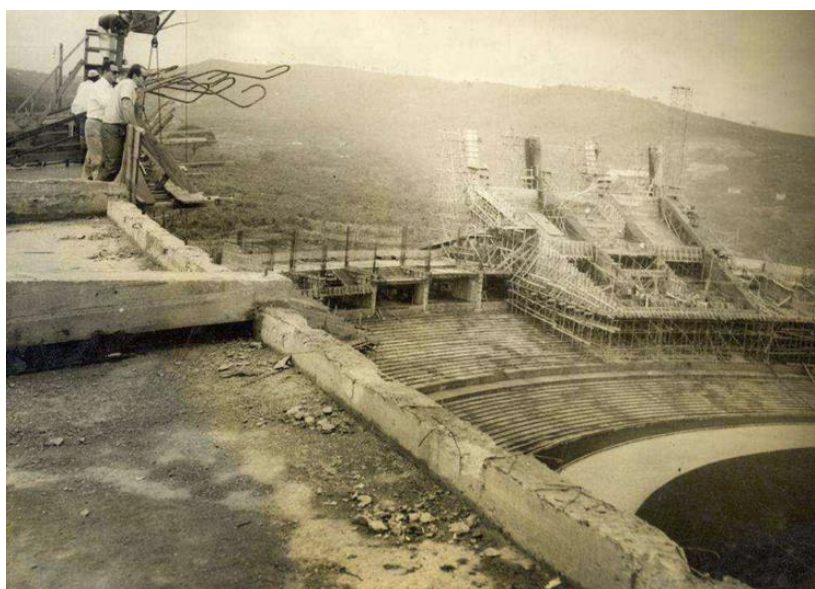
O projeto do estádio (Figuras 8, 9, 10) foi aprovado em 1960, sua capacidade inicial planejada era de 130 mil pessoas. Sua obra contou com mais de 7200 operários e foi inaugurada no dia 5 de Setembro de 1965, com uma partida entre a Seleção Mineira e o River Plate, da Argentina.

Figura 8 – Construção do Mineirão.



Fonte: PEREIRA, 2015.

Figura 9 – Parte interna do estádio durante a sua construção.



Fonte: PEREIRA, 2015.

Figura 10 – Operários trabalhando na construção.



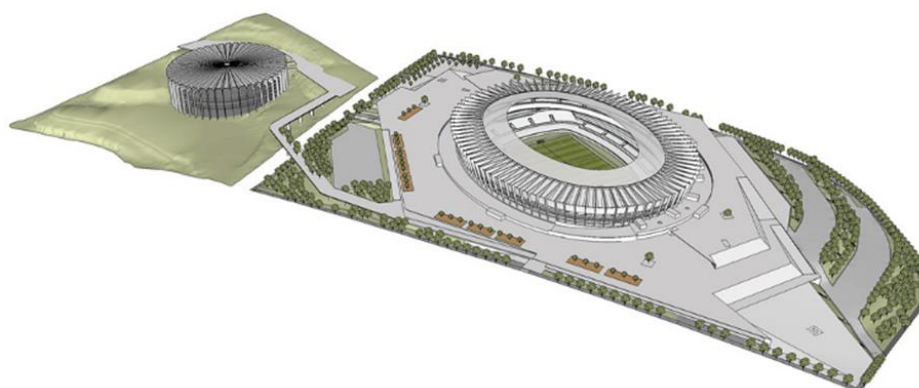
Fonte: PEREIRA, 2015.

3.1.2 A reforma do Estádio Mineirão

Após o Brasil ser escolhido como sede da Copa do Mundo de 2014, o Estádio do Mineirão foi selecionado para ser um dos estádios do país a receber os jogos.

A reforma foi realizada pelo consórcio Minas Arena, que optou por contratar o estúdio BCMF Arquitetos para desenvolver o projeto executivo (Figura 11).

Figura 11 – Projeto do novo Mineirão



Fonte: MELENDEZ, 2014.

O governo do Estado de Minas Gerais desenvolveu um projeto (Figura 11) para a modernização do estádio para atender às exigências da FIFA na realização do evento da Copa

de 2014. O estádio foi fechado para que começassem a realizar as reformas necessárias em 2010. As empresas responsáveis pela reforma são Construcap, Egesa e Hap. O valor previsto na primeira matriz orçamentária é de 426,46 milhões de reais (para a área interna); valor total do contrato da PPP: R\$ 677.353.021,85 (somando o valor para a área interna com 228,10 milhões de reais para a área externa).

Quadro 5 – Escopo das obras para reforma do Mineirão.

Cidade de Belo Horizonte					
Obra	Previsão de Custos	Valor de Licitação e valor de empréstimo	Contratado e tipo de contrato	Escopo da obra	Andamento
Reforma do Estádio do Mineirão	R\$ 695.000.000,00 sendo R\$17.800.000,00 (projeto - Estado); R\$ 11.800.000,00 (obras - Estado); R\$ 260.600.000,00 (obras - BNDES); R\$ 139.400.000,00 (entorno BNDES); R\$ 254.50.000,00 (obras - outros); e R\$ 10.900.000,00	Total contratado chega a mais de R\$ 800 milhões, sendo: R\$ 17.800.000,00 (projeto básico); R\$ 8.245.991,12 (reforço estrutural); R\$ 2.957.900,81 (demolições e escavações) R\$ 771.739.248,13 (Concessão administrativa).	Retech Serviços Especiais de Engenharia Ltda. (reforço estrutural); Detronic Demosntes e Terraplengem S;A (demolição e escavação); Minas Arena - Gestão de Instalações Esportivas S.S - Egesa, HAp e Construcap (concessão - 27 anos)	Projeto e obras de modernização, incluindo reforço estrutural, construção de cobertura adicional na arquibancada, rebaixamento do gramado, vestiários, novas arquibancadas, lanchonete, lojas, obras de melhoria do entorno com estacionamentos e intervenções na esplanada. Pretende obter certificação Leed (sustentabilidade). O estádio terá 64,5 mil lugares. • 1a. etapa - reforço estrutural dos pilares • 2a. etapa - demolição da geral • 3a. etapa.	Realizado: Projeto básico; reforço estrutural; rebaixamento do gramado Contratado: Cobertura adicional, obras no entorno Licitada a outorga de CONCESSÃO ADMINISTRATIVA para operação e manutenção do Complexo do Mineirão, precedidas de Obras de reforma, renovação e adequação.

Fonte: COPAC, 2011.

3.1.3 Os pilares da sustentabilidade em sua reforma

Com o crescente aumento populacional que ocorreu há alguns anos, a questão da sustentabilidade está sendo cada vez mais discutida e colocada em prática. A redução do impacto ambiental é importante em todos os cenários da sociedade, não sendo diferente na construção civil.

Figura 12 – Vista aérea do Estádio do Mineirão antes da reforma.



Fonte: PEREIRA, 2015.

A reforma do Mineirão seguiu padrões de sustentabilidade para o setor da construção civil, padrões os quais foram estabelecidos pela ONG GBC-Brasil (Green Building Council Brasil), que facilitou a obtenção da certificação LEED de construção sustentável e a homologação pela FIFA (Federação Internacional de Futebol).

A certificação LEED for New Construction do Mineirão tem como função avaliar e reconhecer soluções e tecnologias sustentáveis praticadas no processo construtivo, como o intuito de diminuir impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento. Além disso, a certificação também garante que a gestão seja realizada com base em políticas que façam uma utilização e manutenção correta da energia, água, resíduos, e serviços, como, por exemplo, limpeza e o paisagismo.

O novo estádio Mineirão possui cerca de 51 mil m² de área construída com uma alta performance ambiental, que tem como destaque uma redução de 43% do custo com consumo de energia e uma redução de 76% no consumo de água potável.

As práticas sustentáveis adotadas na sua reforma foram as seguintes:

- **Terreno Sustentável**

Para a reforma do Mineirão foram elaborados planos de controle e redução de impactos causados no meio ambiente no decorrer da obra. Sendo assim, foi desenvolvido um Plano de

Prevenção à Poluição da Obra para que fosse possível compreender quais os riscos ambientais que iriam encontrar, para que assim fosse possível uma atuação mais eficiente.

Foram adotados planos de controle de erosão e sedimentação do terreno, controle da contaminação do solo e da água e um projeto de aspersão contínua de água para que houvesse uma redução da poeira nas vias transitáveis.

A antiga área destinada a estacionamento foi substituída por uma esplanada (Figura 13), a qual os moradores podem aproveitá-la em qualquer dia da semana.

As vagas de estacionamento foram reservadas para veículos que possuem baixa emissão de gases e baixo consumo, com o intuito de incentivar a população ao uso desse tipo de veículo.

Figura 13 – Nova esplanada do Mineirão.



Fonte: MELENDEZ, 2014.

• **Uso Racional de água**

Foi implantado um sistema de captação da água da chuva, que possui uma grande capacidade de retenção e é capaz de armazenar cerca de cinco milhões de litros de água da chuva. A água desce da cobertura do estádio através de dutos e fica armazenada em reservatórios instalados abaixo das cadeiras localizadas atrás dos gols. Essa água passa por um tratamento para posteriormente ser utilizada na irrigação do gramado (Figura 14), bacias sanitárias e mictórios, gerando uma economia de 76% da quantidade de água a ser utilizada.

Foram instaladas válvulas de descarga dual-flush, mictórios de vazão reduzida.

No projeto de paisagismo, foram escolhidas espécies nativas e adaptadas ao clima, para que não haja necessidade de irrigação das áreas que o mesmo abrange, acarretando assim uma redução no consumo de água.

Figura 14 – Sistema de irrigação de água de reuso.



Fonte: MINEIRÃO, 2016.

• Energia e Atmosfera

Foi construída, em parceria com a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), uma Usina Solar Fotovoltaica, que é uma fonte limpa e renovável de energia, que promove a redução e preservação do uso de recursos naturais. Possui uma capacidade de geração de energia de 1800MWH/ano, que é proporcional ao consumo de 1400 casas. O sistema foi instalado na área de cobertura do estádio (Figura 16), e tem cerca de 9500 m² de área. A redução no custo/ ano de energia é de 43,73%.

Foi instalado um sistema de condensação a ar nas bilheterias, delegacia e posto médio, causando uma significativa redução no uso de ventiladores, acarretando uma diminuição do consumo de energia.

Foram instaladas centrais de alta performance de água refrigerada.

Foram instalados sistemas de iluminação eficientes, que são capazes de reduzir em até 30% o consumo de energia com esse seguimento.

A membrana que cobre o estádio (Figura 15) foi construída com coloração clara, para proporcionar uma alta reflexão solar.

Figura 15 – Membranas utilizadas na cobertura.



Fonte: ROCHA, 2012.

Figura 16 – Cobertura com painéis fotovoltaicos.



Fonte: ROCHA, 2012.

• **Materiais e Recursos**

Com a reforma do estádio, foram instaladas cerca de 3 mil cadeiras feitas com garrafa pet, e as cadeiras e luminárias retiradas foram reaproveitadas e arenas esportivas em cidades do interior do estado.

Na reforma (Figura 17), grande parte da estrutura já existente foi reaproveitada ou mantida, como fachada, vigas, lajes e pilares, para que fosse proporcionado uma maior vida útil ao empreendimento, evitando o desperdício de materiais.

É realizado um plano de gestão de resíduos, que nos dias que são realizados jogos, é realizada uma recolhida dos resíduos para que haja um reaproveitamento dos mesmos. Os resíduos são recolhidos com uma parceria com a Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Materiais Reaproveitáveis de Belo Horizonte (Asmare) e os catadores (Figura 18) da Associação distribuem sacolas para que os torcedores recolham seus resíduos nas arquibancadas. Os resíduos que podem ser reciclados são doados para a Asmare, e os que não podem são transportados para um aterro sanitário licenciado, localizado em Macaúbas, e os resíduos de poda são levados para a realização de uma compostagem.

Figura 17 – Parte interna do estádio após reforma.



Fonte: ROCHA, 2012.

Figura 18 – Colaboradores trabalhando na coleta de resíduos.



Fonte: MINEIRÃO, 2016.

- **Qualidade do ambiente interno**

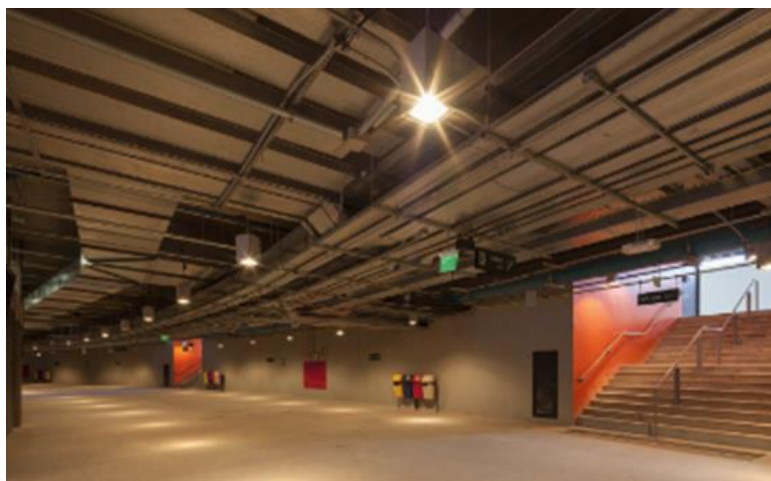
É vedado fumar dentro do estádio e em até 8 metros de suas áreas de acesso, para uma melhor qualidade do ar ambiente.

Todas as tintas, revestimentos, adesivos e selantes utilizados na reforma interior da construção (Figura 19) obedecem aos limites de compostos orgânicos voláteis estabelecidos conforme norma, para que haja uma redução na contaminação do ar interno.

Na reforma, houve um cuidado especial para modernizar o empreendimento, mas ainda assim manter o seu entorno “verde”.

Nos últimos 4 anos, a concessionária que administra o Mineirão plantou em 24 bairros da região da Pampulha 11 mil mudas de árvores. Tal plantio foi realizado como forma de retorno das mais de 700 árvores derrubadas ao redor do estádio durante a reforma.

Figura 19 - Parte interna da edificação.



Fonte: MELENDEZ, 2014.

- **Responsabilidade Social**

Durante a obra de reforma trabalharam cerca de 1500 operários dentre eles haviam detentos, adultos em processo de alfabetização que puderam buscar nesse empreendimento uma boa oportunidade de emprego, grupo de mulheres operárias entre outros. Desta forma, a obra do estádio transformou-se em uma obra social.

3.1.4 A Certificação LEED

O Estádio Mineirão (Figura 20) é o único estádio brasileiro que possui o selo Platinum do Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). O estádio cumpriu oito itens

considerados pré-requisitos e ainda apresentou inovações sustentáveis que não eram exigidas pela U.S Green Building Council, o que gerou uma alta pontuação e resultou no Selo Platinum (Figura 21).

O Mineirão também possui o Selo BH Sustentável, entregue pela Prefeitura de Belo Horizonte. Essas certificações reafirmam o compromisso com a responsabilidade socioambiental existente no Mineirão.

Figura 20 – Vista aérea do estádio após reforma.



Fonte: MELENDEZ, 2014.

Figura 21 – Certificação LEED.



Fonte: MINEIRÃO, 2016.

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos e a discussão sobre os mesmos para fins de compreensão e cumprimento dos objetivos propostos neste trabalho.

4.1 RELAÇÃO MINEIRÃO X SUSTENTABILIDADE

Grande parte das ações desenvolvidas dentro do canteiro de obra geram bastante poluição, devido a emissão de materiais particulados e de gases poluentes, como o CO₂ (gás carbono) e o SO₂ (dióxido de enxofre), que estão presentes em etapas de uma obra que vão desde a terraplanagem até a execução de acabamentos.

De acordo com Resende (2007), a “movimentação de terra e os processos de quebra, corte e perfuração, são grandes fontes potenciais geradoras de poluição”, bem como o armazenamento e o transporte inadequado dos materiais. Porém, existem práticas simples que podem retornar um efeito satisfatório quando se trata da prevenção de poluentes e na qualidade do ar e do solo, durante e após a execução.

Uma das práticas adotadas foi a reciclagem e reaproveitamento dos materiais utilizados na obra e, também utilizou-se uma barreira física e a aspersão com água durante os processos de demolição de algumas partes da construção antiga, minimizando a emissão da poeira e outras partículas poluentes. Também foi realizada a lavagem dos pneus dos caminhões antes de sair do canteiro de obra para evitar a poluição, porque a lama deixada pelas ruas, ao secar, é levada pelos ventos entrando em contato com a atmosfera.

Diversos resíduos (concreto armado, alvenaria, blocos e argamassa) que foram gerados durante as primeiras demolições da reforma do estádio foram reutilizados durante a obra para a construção de rampas de acesso ao interior do estádio para as máquinas.

Atualmente o estádio conta com um processo de gestão de resíduos, o qual exige uma continuidade de algumas atividades, como, planejamento, implantação e monitoramento, que são capazes de controlar todo o destino dos resíduos gerados no empreendimento. É realizada a remoção e destinação dos resíduos, e também a reutilização e reciclagem dos materiais que podem ser aproveitados para usos posteriores. Faz-se um processo de triagem por meio da coleta seletiva e também a manutenção e acompanhamento acerca de resíduos perigosos.

Em busca de uma melhora na eficiência energética, foram projetados ambientes que possibilitam a circulação de ar natural, sendo ele um sistema passivo para conforto térmico, que

pode evitar o uso do ar-condicionado, acarretando a redução no consumo de energia com a utilização do sistema de ar dentro das galerias e cabines do estádio.

Foram realizados dimensionamentos de aberturas para garantir o melhor aproveitamento da iluminação natural. O retrofit¹ o antigo Mineirão, foi substituído por outros sistemas que possuem uma tecnologia mais avançada e um baixo consumo de energia, como por exemplo uso da automação predial, que foi instalada, que é capaz de funcionar sem que haja um manuseio do usuário, proporcionando um uso mais adequado dos recursos.

Visando obter uma economia de energia, todo o calor gerado pelos chillers utilizados nas tribunas e áreas VIPs do estádio, é aproveitado para aquecer a água potável dos chuveiros e vestiários. Tal método é chamado de cogeração, e nada mais é que o aproveitamento do calor residual gerado nos processos termodinâmicos para geração de energia elétrica.

Todo o projeto do novo Mineirão foi desenvolvido com o uso de equipamentos, dentre as práticas para uso racional da água. Tais equipamentos possuem princípio de funcionamento através de dispositivos que controlam a vazão de água e possuem um fechamento automático. Todas as torneiras e duchas são ou do tipo hidromecânica ou com sensor e as descargas dos banheiros possuem dispositivos de economia de água, as válvulas “dual flush”.

Para realizar o uso racional da água, foram implantadas técnicas que possibilitam a captação das águas de chuva no estádio por meio da cobertura, a qual é totalmente destinada para o uso de irrigação do campo e descarga nas bacias sanitárias e nos mictórios.

4.2 RELAÇÃO MINEIRÃO X CERTIFICAÇÃO

Para que o Mineirão conquistasse a certificação, a Minas Arena, que foi responsável pela sua reforma, teve que satisfazer alguns requisitos necessários e também apresentar inovações sustentáveis, sendo assim, obtiveram 81 pontos, total equivalente para receber o Selo Platinum. Os critérios avaliados foram o desenvolvimento sustentável do local (SS); Eficiência da água (WE); Energia e atmosfera (EA); Materiais e recursos (MR); Qualidade ambiental interna (EQ); Inovação e processo de projeto (IN).

¹ é um termo utilizado principalmente em engenharia para designar o processo de modernização de algum equipamento já considerado ultrapassado ou fora de norma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é o setor que mais contribui para a poluição do meio ambiente, pois é o responsável pela maior geração de resíduos sólidos no meio ambiente. Tal poluição não ocorre apenas durante a obra, mas durante toda a vida do empreendimento, pois ainda são gerados resíduos como esgoto e lixo doméstico. Sendo assim, o empreendimento em estudo é um grande exemplo em termos de redução do consumo de recursos naturais, como água e energia elétrica, pois o Mineirão, mesmo após o término de sua reforma, continua tendo diversas práticas sustentáveis, além de todos os equipamentos e métodos sustentáveis instalados no mesmo.

A sustentabilidade é vista como uma prática muito valorosa, pois se torna bem aplicada em uma sociedade que possui recursos naturais já em processo de escassez. Através da visão adquirida durante os estudos sobre o assunto percebe-se que a boa aplicação da prática na construção civil não só reduz o uso de recursos naturais como proporciona qualidade de vida para os usuários.

A utilização de práticas e materiais sustentáveis na construção civil acarreta uma série de benefícios para todos os usuários do sistema. As empresas estão cada vez mais interessadas a adotar práticas sustentáveis em seus empreendimentos, pois sabem que a longo prazo, o aumento do custo para a implantação, será revertido em ganhos. E o principal e mais importante, o maior benefício quem ganha é o meio ambiente e as gerações futuras, as práticas sustentáveis visam a preservação e preocupação do futuro do nosso planeta, buscando inovações que agrudem e exijam cada vez menos dos nossos recursos naturais.

Para trabalhos futuros, sugere-se um estudo de caso em que seja possível realizar um acompanhamento direto durante todas as etapas necessárias para um processo de certificação, que são realizadas desde o projeto do empreendimento até a sua manutenção.

REFERÊNCIAS

- ABIKO, Alex Kenya et al. **Urbanismo: História e Desenvolvimento**, 1995.
- ACCAC - Awdurdod Cymwysterau, Cwricwlwm ac Asesu Cymru (Qualifications, Curriculum and Assessment Authority for Wales). **Education for Sustainable Development and Global Citizenship**. Birmingham: ACCAC Publications, 2002. Disponível em: <<http://www.esdwales.org.uk/english/Teacher%20Education/Integrating%20ESDGC/Concepts.htm>>. Acesso em: 22 out. 2017.
- AGOPYAN, V. E JOHN, V. M. – **O desafio da Sustentabilidade na Construção civil**. São Paulo: Blucher, 2011.
- AMADO, M.P.; PINTO, A.J.; SANTOS, C.V; CRUZ, A. **The Sustainable Building Process**. Ron Wakefield (eds): RMIT University, Australia, 2007.
- ARANHA, A. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo, O Brasil E As Três Conferências Ambientais Das Nações Unidas**. São Paulo, 2006.
- ARAÚJO, M. A. **A moderna construção sustentável**. São Paulo, 2009.
- BLASO, V Disponível em: <<http://www.conversasustentavel.com.br/blog/2011/12/28/mineirao-e-exemplo-de-sustentabilidade/>> Acesso em: 26/03/2018.
- BRUNTLAND, G. H.; **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- BUENO, M. Disponível em: < <https://marianaviaja.com/roteiros-e-dicas-turisticas/visita-guiada-ao-mineirao-e-museu-brasileiro-do-futebol/>> Acesso em: 26/03/2018.
- CAPRA, F. **As conexões ocultas, ciência para uma vida sustentável**. São Paulo: Editora Pensamento Cultrix Ltda, 2002.
- CBCS - CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/>>. Acesso em: 22 out. 2017.
- CIB. **Agenda 21 para a construção sustentável**. São Paulo. Escola Politécnica da USP, 2002 (Publicação CIB 237). Disponível em: <www.cibworld.nl>. Acesso em: 22 out. 2017.
- COLAÇO, L. M. M., **A Evolução da Sustentabilidade no Ambiente Construído Projecto e Materiais dos Edifícios**. Porto: Tese apresentada na Universidade Portucalense para obtenção do grau de Doutor, 2008.
- COPAC, (COMITÊ POPULAR RIO COPA E OLIMPÍADAS): **Comitê dos Atingidos pela Copa**. Rio de Janeiro, 2011.
- CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil**. Belo Horizonte: Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009. 70 p.

CRISPIM, M. (2007). **Práticas ecológicas se destacam em edificações**. Disponível em <<http://www.idhea.com.br>>. Acesso em: 22 out. 2017.

FERREIRA, M. M. **Environment and Citizenship: from the local to the global**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 115-125. 2002.

FERREIRA, M. M., Miranda, B. M., Alexandre, F. **Educação para a Cidadania: tendências actuais**. Lisboa: IIE, pp. 363-374. 2000.

GALBIATI, A.F. **O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem. Educação ambiental para o Pantanal**, 2005. Disponível em: <www.redeaguape.org.br/desc_artigo.php?cod=92>. Acesso em: 22 out. 2017.

GOITIA, F.C. **Breve História do Urbanismo**. Lisboa: Editorial Presença, 1992.

HARQUEL, J.L. **História do Urbanismo**. Campinas: Papirus, 1990.

JOHN, M.; PPRADO, R. T. A. **SELO CASA AZUL - Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras – Editora e Gráfica, 2010.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **O desafio da sustentabilidade na construção civil - Série Sustentabilidade**. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

LEED, Leadership in Energy & Environmental Design – **LEED for New Construction and Major Renovations v.3**. U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, USA, 2009. Disponível em: < <http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=5546>> Acesso em: 26/03/2018.

LEFF, E. **La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: Economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza**. Assunção: Debates Neoliberalismo de guerra y recursos naturales, 2005.

MEISEL, A. – **LEED Material A Resource Guide to Green Building. Princeton Architectural**, New York, EUA, 2010.

MELLENDEZ, A. Disponível em: < <https://www.arcoweb.com.br/projetodesign/arquitetura/bcmf-arquitetos-estadio-governador-magalhaes-pinto-o-mineirao-belo-horizonte>> Acesso em: 26/03/2018.

MEYER, M. M. **Gestão ambiental no setor mineral: um estudo de caso**. Florianópolis: Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

MINEIRÃO. Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<http://estadiomineirao.com.br/o-mineirao/sustentabilidade/>> Acesso em: 26/03/2018.

MULLER, G. **Desenvolvimento sustentável: notas para a elaboração de um esquema de referência**. Santa Cruz do Sul: Edunisc, p. 141 – 142. 2002.

OLIVEIRA, T.Y.M. **Estudo sobre o uso de materiais de construção alternativos que otimizam a sustentabilidade nas edificações**. Rio de Janeiro: Monografia (Graduação). Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

PEREIRA, J. Disponível em: <<http://www.otempo.com.br/hotsites/mineir%C3%A3o-50-anos/o-gigante-desperta-a-constru%C3%A7%C3%A3o-e-inaugura%C3%A7%C3%A3o-do-mineir%C3%A3o-1.1102891>> Acesso em: 26/03/2018.

PINHEIRO, M. D. **Ambiente e Construção Sustentável**. Portugal: Instituto do Ambiente, 2006, 243 p.

PINTO, T. P. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP**. São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon-SP, 2005.

PULASKI, M.; HORMAN, M.; RILEY, D. **Construction Practices to Manage Sustainable Building Knowledge**. Reston: Journal of Architectural Engineering, 2006.

RESENDE, F. **Poluição atmosférica por emissão de material particulado: avaliação e controle nos canteiros de obras de edifícios**. Dissertação – mestrado. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. 2007.

ROCHA, A. P, 2012. Disponível em: <<http://piniweb17.pini.com.br/construcao/infra-estrutura/obras-de-reforma-do-estadio-mineirao-sao-concluidas-275715-1.aspx>> Acesso em: 26/03/2018.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Nobel, 1993.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). United States, 2010. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=222>> Acesso em: 26/03/2018.