

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

**ANÁLISE DAS CERTIFICAÇÕES LEED E AQUA E VANTAGENS PARA GESTÃO
AMBIENTAL NAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

Daniela Pasetto de Oliveira

Prof(a).Dr(a). Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

Rio Claro (SP)
2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

DANIELA PASETTO DE OLIVEIRA

ANÁLISE DAS CERTIFICAÇÕES LEED E AQUA E
VANTAGENS PARA GESTÃO AMBIENTAL NAS
CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Rio Claro - SP

2019

O48a

Oliveira, Daniela Pasetto de

ANÁLISE DAS CERTIFICAÇÕES LEED E AQUA E VANTAGENS
PARA GESTÃO AMBIENTAL NAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS /

Daniela Pasetto de Oliveira. -- Rio Claro, 2019

72 p. : tabs., fotos + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências
Exatas, Rio Claro

Orientadora: Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

1. Certificação Ambiental. 2. Construção Civil. 3. Construção Sustentável.

I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e
Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Daniela Pasetto de Oliveira

ANÁLISE DAS CERTIFICAÇÕES LEED E AQUA E VANTAGENS PARA GESTÃO AMBIENTAL NAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

.

Comissão Examinadora

Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

Lauren Nozomi Marques Yabuki

Rodrigo Pietro Rocha

Rio Claro, 13 de novembro de 2019

Daniela Pasetto de Oliveira

Daniela Pasetto de Oliveira

Clauciana Schmidt Bueno de Moraes.

Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, pai, irmão e Junior pelo amor incondicional e carinho, sem este suporte e paciência nada disto seria possível.

Aos meus avós, que confiaram em meu potencial e me incentivaram durante a minha vida toda, sempre com muito amor e carinho.

Às minhas amigas da Rep da Vinci, Ana, Ane, Bia, Cali, Gabi, Lana, Lari, Luma, Maria e Taís e às minhas amigas de classe, Cintia, Vivi e Nat por todo apoio, paciência e por sempre estarem ao meu lado durante toda a graduação.

Aos meus amigos do COC, Afonso, Ana Flávia, Bruno, Gabi, Karol, Larissa e Terena, que sempre estiveram presentes em minha vida acreditando em mim.

Ao Victor, que esteve comigo durante minha trajetória, com muita paciência, me apoiando e mostrando o quanto eu sou capaz.

À UNESP, que me proporcionou conhecer pessoas incríveis, momentos inesquecíveis e aprendizados que levarei para o resto da vida.

À minha professora e orientadora, Clauciana Schmidt Bueno de Moraes, que sempre me ajudou com muita paciência.

RESUMO

A construção civil é caracterizada por gerar grandes impactos ao meio ambiente e, por isso, é um setor que deve buscar a sustentabilidade desde o desenvolvimento do projeto até sua utilização e demolição. Para mensurar o desempenho ambiental das construções foram desenvolvidas as certificações ambientais. Esse trabalho tem por objetivo compreender a importância da certificação ambiental no setor da construção civil no Brasil, sendo iniciado com a apresentação de conceitos pertinentes ao assunto, como a fundamentação do desenvolvimento sustentável, das construções sustentáveis e suas motivações e definição das certificações ambientais mais utilizadas no país, a LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) e o AQUA-HQE (Alta Qualidade Ambiental). Foi realizada uma comparação das características das certificações e através de dados fornecidos pelas certificadoras foi possível analisar a evolução do interesse das construtoras ao longo do tempo. Houve o aumento das solicitações desde sua implementação no Brasil até 2012, devido ao reconhecimento de sua importância e, a partir de então, decaimento de solicitações devido à crise econômica, com algumas variações. Foi analisado também o interesse por tipologia de empreendimento, sendo que a comercial, escritório e educação se destacaram em ambas certificações como reflexo do diferencial de mercado, além dos benefícios econômicos e socioambientais. Por fim, foi aplicado um questionário e apresentado um estudo de caso de um edifício público com certificação LEED para melhor compreensão dos benefícios de se adotar técnicas sustentáveis.

Palavras-chave: AQUA. Certificação Ambiental. Construção Civil. Construção Sustentável. LEED.

ABSTRACT

The civil construction industry is characterized for generating great environmental impact, hence it's a sector that must incorporate sustainability from the project development until its use and demolition. To measure the environmental performance of buildings, environmental certifications were developed. Here the aim is to comprehend environmental certification importance within the civil construction sector in Brazil, starting with the introduction of concepts that are relevant to the subject such as, theoretical foundation and motivations of sustainable development and sustainable construction and the definitions of the two most used environmental certifications in the country, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) and AQUA-HQE (High Environmental Quality). A comparison was made between the characteristics of both certifications and using data provided by the certifications companies it was possible to assess the evolution of interest of the construction companies over time. There was a raise in requests for the certifications since it was implemented in Brazil until 2012, from there on the requests began to decrease due to the economic crisis, with some variation. The interest by enterprise typology was also assessed. Commercial, office and education were highlights in both certifications, as a reflex of the market differential and the other economic, social and environmental benefits. Finally, a questionnaire was made and a case of a public building with LEED certification was presented to better the comprehension of the benefits of adopting sustainable techniques.

Key-words: AQUA. Environmental Certification. Civil Construction. Sustainable Construction. LEED.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapas do ciclo de vida dos edifícios.	15
Quadro 2 - Características da sustentabilidade de uma construção.	19
Quadro 3 – Categorias para certificação LEED.	28
Quadro 4 – Custo da Certificação LEED para Novas Construções e Reformas.	32
Quadro 5 – Estrutura organizacional do SGE.	33
Quadro 6 – Temas e categorias para avaliar a QAE.	34
Quadro 7 – Precificação do Certificado AQUA	35
Quadro 8 – Questionário aplicado ao edifício certificado.	37
Quadro 9 - Correspondência entre as tipologias das certificações	46
Quadro 10 – Comparação entre as certificações quanto a avaliação.	48
Quadro 11 – Diferenças entre as certificações.	49
Quadro 12 - Comparação do custo das certificações AQUA e LEED.	50
Quadro 13 - Empreendimentos públicos do Brasil e suas certificações.	51
Quadro 14 – Ações implantadas na Prefeitura de Itu.	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Perfil mínimo de desempenho para certificação AQUA.	35
Figura 2 – Interesse pela Certificação AQUA.....	40
Figura 3 - Interesse pela Certificação LEED.....	41
Figura 4 – Comparação entre o interesse por certificação AQUA e LEED.	42
Figura 5 – Entradas no Processo AQUA em porcentagem.	44
Figura 6 - Registros de certificação LEED em porcentagem.	45
Figura 7 – Comparação entre as tipologias das certificações LEED e AQUA.	46
Figura 8 – Paço Municipal de Itu.	52
Figura 9 – Sistemas para economia de água.....	53
Figura 10 – Instalação de brise no edifício.....	54
Figura 11 – Sistema de iluminação automatizado e lâmpadas LED.	54
Figura 12 – Prédio pintado com tinta branca a base de água.	55
Figura 13 – Telhado verde.....	56
Figura 14 – Pavimento livre com piso contínuo.....	56
Figura 15 – Divisórias feitas de madeira certificada	57
Figura 16 – Lixeiras com separação entre orgânicos, recicláveis e rejeitos.....	58
Figura 17 - Estacionamento do Paço Municipal de Itu	58

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AQUA-HQE	Alta Qualidade Ambiental-- <i>Haute Qualité Environnementale</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CIB	Conselho Internacional de Pesquisa e Inovação na Construção
COC	Cadeia de Custódia
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSTB	<i>Centre Scientifique et Technique du Bâtiment</i>
DOF	Documento de Origem Florestal
ECO 92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
EDIF	Departamento de Edificações
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i>
GBC	<i>Green Building Council</i>
GBCI	<i>Green Building Council Institute</i>
GEE	Gases do Efeito Estufa
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
MMA	Ministério do meio ambiente
ONU	Organização das Nações Unidas
QAE	Qualidade Ambiental do Edifício
SGE	Sistema de Gestão do Empreendimento
SMSO	Secretaria Municipal de Serviços e Obras
USGBC	<i>United States Green Building Council</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivo Específico.....	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 Construção civil: contextualização e o surgimento da construção sustentável.....	13
3.1.1 Gestão de Materiais	20
3.1.2 Gestão de Energia.....	21
3.1.3 Gestão da Água	22
3.2 Certificações Ambientais para a Construção Civil.	23
3.2.1 Certificação LEED	26
3.2.2 Certificação AQUA-HQE	32
4. METODOLOGIA.....	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1 Variação do interesse por certificações no Brasil de 2004 a 2019	39
5.1.1 AQUA	39
5.1.2 LEED.....	40
5.1.3 Comparação.....	41
5.2 Variação do interesse por certificação no Brasil por tipologia do empreendimento	44
5.2.1 AQUA	44
5.2.2 LEED.....	45
5.2.3 Comparação entre as tipologias.....	45
5.3 Comparação entre a certificação AQUA e LEED.	47
5.4 Estudo de caso	50
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Com o crescimento população e evolução de diversas tecnologias, ocorreram também transformações sociais, políticas e tecnológicas que fizeram com que progressivamente ocorresse a degradação do meio ambiente e esgotamento de recursos naturais.

A escassez de recursos naturais decorrente do consumo humano passou por três fases ao longo da história. A primeira fase compreende o período no qual houve a descoberta da agricultura, quando a sociedade deixou de ser nômade e passou a retirar os recursos naturais exclusivamente para a sobrevivência humana. A segunda fase foi marcada pela descoberta de que os recursos extraídos da natureza poderiam se transformar em produtos úteis e com valor, dando início ao consumo irracional de matérias primas, atrelado ao crescimento acelerado da população e à demanda por alimentos. A terceira fase correspondente ao consumismo extremo da sociedade atual, onde o progresso da nação e o bem-estar humano está intimamente atrelado ao consumo. (BAPTISTA, 2010).

De acordo com o relatório lançado pela Organização das Nações Unidas (ONU), a população mundial chegará a 9,8 bilhões de habitantes em 2050 (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2019). Com esse aumento, problemas causados no meio ambiente relacionados à poluição do ar, à terra e à água se intensificarão gradualmente, além disso, a utilização e a exploração de recursos naturais se tornarão maiores, trazendo consequências desastrosas aos ecossistemas e comprometendo a qualidade de vida das gerações futuras.

Dentre as consequências do crescimento da população, está o aumento da extração de recursos naturais para alimentação e para construções civis. A indústria e as empresas que produzem materiais para construção civil são causadoras de grande impacto ambiental negativo por diversos fatores, desde a poluição gerada durante o processamento da matéria prima, até a realização de práticas inadequadas, como a disposição ilegal de resíduos e extração de forma incorreta e excessiva de recursos naturais, sendo que os principais impactos gerados pela extração dos recursos naturais são a escassez das jazidas, das fontes e as alterações na biota próxima aos locais de exploração.

Em nível mundial, o setor da construção civil é o maior contribuinte para emissões de gases do efeito estufa (GEE) e responsável por mais de um terço de consumo dos recursos do mundo, chegando a utilizar cerca 12% do fornecimento de água doce e contribuir significativamente para geração de resíduos sólidos, cerca de 40% do volume total gerado (RODE et al., 2011).

Os edifícios são grandes consumidores de recursos naturais e sua construção agride o meio ambiente na fase de extração, durante o processamento dos materiais e obra, na utilização do edifício e demolição, ao final de sua vida útil, trazendo diversos prejuízos para a biodiversidade durante todas as etapas da obra.

A fim de diminuir os prejuízos ambientais e melhorar a performance das edificações com a menor alteração possível do ambiente, surgiram as construções sustentáveis juntamente com as certificações ambientais, que foram criadas para comprovar e cobrar a sustentabilidade do empreendimento.

As certificações ambientais atestam que o empreendimento possui um bom desempenho ambiental, além de agregar valor à obra e possibilitar sua utilização pela sociedade com o conhecimento de que o espaço possui sistemas com economia de recursos e reaproveitamento de materiais, ou seja, desenvolvido com consciência ambiental.

Assim, as certificações ambientais foram desenvolvidas buscando atender a necessidade da comprovação da geração de menos impactos ambientais decorrentes dos edifícios. Entre as mais aceitas no país, estão a Certificação LEED (*Leadership in Energy Environmental Design*) e o AQUA-HQE (Alta Qualidade Ambiental - *Haute Qualité Environnementale*). A análise destas certificações aplicadas no Brasil é essencial, para que os empreendimentos busquem um bom desempenho ambiental. Portanto, estudos baseados em metodologias de análise para tais certificações, são de fundamental importância, para incentivar o emprego destas certificações em edifícios públicos e privados.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve como objetivo compreender as certificações ambientais para construção civil e realizar um estudo detalhado das certificações mais difundidas no Brasil, AQUA – Alta Qualidade Ambiental e LEED – *Leadership in Energy Environmental Design*, bem como fundamentá-las, conhecendo seus parâmetros e premissas, analisando seus benefícios e comparando o interesse evolutivo dos empreendedores.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar as certificações ambientais para a construção civil, AQUA e LEED, sua importância e contextualização.
- Analisar e comparar a demanda por estas certificações por tipologia de empreendimento.
- Analisar como a demanda por ambas certificações variou durante o tempo, desde que foram implementadas no Brasil.
- Apresentar um estudo de caso analítico de um prédio público certificado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Construção civil: contextualização e o surgimento da construção sustentável.

Durante a década de 60, a comunidade internacional passou a se preocupar com as limitações e esgotamento dos recursos naturais do planeta, quando questões a respeito da degradação do meio ambiente começaram a ser discutidas. A necessidade de discutir a respeito do tema tomou tamanha proporção que a Organização Mundial das Nações Unidas (ONU) promoveu uma Conferência do Meio Ambiente em Estocolmo em 1972, que reuniu representantes de 113 países e de 400 organizações governamentais e não-governamentais (MARTINS, 2004).

A partir de então, pesquisas a respeito das limitações do meio ambiente aliadas ao crescimento da população foram desenvolvidas, entre elas o estudo Limites do Crescimento realizado por pesquisadores do Clube de Roma, onde concluíram que se os níveis de industrialização e exploração de recursos naturais fossem mantidos, em 100 anos o limite de desenvolvimento do planeta seria atingido e então ocorreria diminuição da população mundial, aumentando a preocupação da comunidade internacional e incentivando a busca de soluções para o desenvolvimento econômico das nações sem prejudicar o meio ambiente (MARTINS, 2004).

Visto os graves impactos ambientais negativos que o planeta está sofrendo e com a necessidade da alteração de base no enfoque do desenvolvimento, surge pela primeira vez o termo sustentabilidade, que foi definido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente das Nações Unidas, em 1987 no Relatório de *Brundtland*, como: “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações em satisfazer suas necessidades” (BRANDÃO, 2012).

Em 1992, ocorreu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (ECO 92), onde diversos países começaram a se comprometer a adotar medidas para o desenvolvimento sustentável. A partir de então, várias conferências foram realizadas e ferramentas foram criadas, voltadas para responsabilidade social e ambiental, em busca de tecnologias para atingir a qualidade ambiental (VALENTE, 2009).

Portanto, o desenvolvimento sustentável visa conciliar o desenvolvimento econômico e social com a preservação do meio ambiente, podendo ser aplicado em diversos setores que provoquem interferência nos aspectos ambientais, entre eles, o da construção civil.

A gestão ambiental surgiu a partir do aumento da preocupação da sociedade, governos e

empresas pelos danos causados ao meio ambiente e pelo maior conhecimento científico sobre os efeitos negativos causados na natureza (GAVIRA; MORAES; DADARIO, 2017).

A indústria da construção civil começou a se desenvolver cada vez mais com o crescimento da população em área urbana, sendo caracterizada por ser uma grande geradora de impactos ambientais, sociais e econômicos e uma considerável consumidora de recursos naturais, além de ser responsável por mudanças na paisagem e por uma elevada geração de resíduos sólidos (KARPINSK, 2009).

Segundo Pinto (2005), essa atividade gera a maior parte dos resíduos sólidos produzidos nas cidades e, por isso, tornou-se indispensável a adoção de políticas públicas para disciplinar a destinação desses resíduos que podem causar impactos como: degradação de áreas de mananciais; proliferação de agentes transmissores de doenças; assoreamento de córregos; obstrução de sistemas de drenagem.

Além do próprio processo de construção civil ser responsável por agredir o meio ambiente, as edificações concluídas trazem prejuízo à biodiversidade e aos ecossistemas. Dessa forma, os edifícios são grandes consumidores de recursos naturais e geradores de impactos em todas as fases do projeto, desde a construção até a fase de utilização e demolição (ROCHETA e FARINHA, 2007).

Apesar de ser um grande gerador de impactos ambientais, de acordo com Dalla Costa e Moraes (2013), este setor é um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento econômico de um país e segundo Fencker et al. (2015) representa cerca 40% da economia mundial, além de gerar de empregos e afetar diretamente o meio ambiente e a sociedade. Por isso, é um setor que deve ser considerado na elaboração dos objetivos globais para o desenvolvimento sustentável (FENCKER et al., 2015).

A fase de construção de um empreendimento é curta e representa uma parte muito pequena de sua vida útil, sendo assim, para o edifício ser sustentável deve ser levado em consideração a fase de planejamento, utilização, manutenção e demolição da obra. Ou seja, para se obter a redução do consumo de materiais, energia e água e a diminuição dos impactos ambientais gerados por um edifício, deve ser realizada uma análise do seu ciclo de vida, para que todas as etapas sejam executadas conforme as normas, garantindo assim um produto sustentável (LEITE, 2011).

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) das edificações surgiu na década de 60, inicialmente com o objetivo de minimizar os custos operacionais. Entretanto, com o passar do tempo houve a inclusão dos impactos ambientais e de variáveis sociais nessa análise (SANTOS, A.; AGUIRRE, D.; CANALLI, N., 2016).

O ciclo de vida dos edifícios contempla cinco etapas, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas do ciclo de vida dos edifícios.

Etapa	Descrição
Concepção	Fase inicial na qual são realizados estudos de viabilidade econômica e física e elaborados os projetos e a programação do desenvolvimento das atividades construtivas.
Implantação	Fase da construção propriamente dita, colocando em prática os projetos desenvolvidos
Uso	Fase de operação do empreendimento, na qual o edifício está ocupado.
Manutenção	Fase em que surge a necessidade de reposição de componentes que tiveram sua vida útil esgotada, manutenção de equipamentos, adaptações e correções de falhas.
Demolição	Fase do desmonte devido a inutilização do edifício.

Fonte: Adaptado de Valente, 2009 *apud* Dalla Costa & Moraes, 2013.

Para Rabaça (2015), todas as etapas do ciclo de vida de um edifício realizam atividades que causam interações com o meio ambiente, então, para avaliar o desempenho ambiental de um edifício é necessário analisar todas as atividades desenvolvidas durante seu ciclo de vida, de forma que possibilite uma melhor visão e análise dos impactos do processo como um todo.

Dessa forma, a análise do ciclo de vida procura diminuir a subjetividade e retratar com objetividade um determinado produto, no caso edifícios, em termos de entradas (consumo de recursos) e saídas (geração de resíduos) (SIQUEIRA, 2009).

Como consequência dos impactos negativos causados pelos edifícios, tornou-se necessário buscar ações e práticas sustentáveis para reduzi-los em todas as etapas do seu ciclo de vida (FLORIM, QUELHAS, 2004). Para isso, foram desenvolvidos vários estudos buscando alternativas para desenvolver construções de maneira mais eficiente do ponto de vista energético, com foco na redução da utilização de recursos e na boa gestão das águas (FERREIRA, 2010).

Desse modo, buscando a sustentabilidade e visando a utilização dos recursos naturais com racionalidade surgiu a necessidade de criar-se novas alternativas para aplicação na construção

civil, como o reaproveitamento de materiais que seriam descartados, utilização de energia fotovoltaica e reuso da água (PINTO, 2005). Portanto, surge a construção sustentável como forma de desenvolvimento sustentável no viés da construção civil.

A construção sustentável, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2018), é um conjunto de práticas utilizadas durante os procedimentos de uma obra, desde o projeto até as características dos materiais utilizados, que possui preocupação com a quantidade de resíduos gerados visando a minimização de extração de matérias-primas e presando pelo reaproveitamento de materiais que seriam descartados. Assim, esse tipo de construção pretende diminuir os impactos causados no ambiente, reduzir a extração de matérias-primas e melhorar a qualidade de vida das pessoas que circulam e circularão no edifício.

Para o Conselho Internacional a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB), construção sustentável é definida 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” (CIB, 2000).

Em geral, os desafios do setor da construção são relacionados a redução e otimização do consumo de energia e de materiais, na redução da geração de resíduos e na melhoria da qualidade do ambiente construído. Para isso, é necessário que haja modificações dos projetos de arquitetura, de modo que sejam flexíveis para que futuras modificações possam ocorrer sem que existam grandes demolições. É recomendado que a procura por soluções para reduzir o consumo de energia e que prese pelo uso racional ou pela utilização de fontes renováveis; também é necessário realizar uma gestão ecológica da água; a redução de materiais que causem grandes impactos ao meio ambiente e a utilização de materiais com especificações que permitam a sua reutilização (MMA, 2018).

Para ajudar a enfrentar os desafios e colaborar coma gestão ambiental, foi criado o Protocolo Ambiental da Construção Civil Sustentável, instrumento utilizado para a gestão ambiental, assinado pelas entidades e governo estadual brasileiro, que leva em consideração parâmetros que orientam a atividade produtiva em um ambiente sustentável, entre eles (SÃO PAULO, 2008): uso de critérios de sustentabilidade nos projetos habitacionais; uso de insumos certificados ambientalmente; redução dos resíduos em obras; retorno do resíduo gerado na própria construção; desenvolvimento urbano sem que ocorra a supressão da vegetação; priorização de atitudes sustentáveis como capacitação e educação dos envolvidos na cadeia produtiva.

Apesar das vantagens geradas em prol do meio ambiente, a decisão de investir ou não na construção de um edifício sustentável é baseada no estudo da viabilidade aliado à análise

qualitativa do empreendimento, sendo o lucro um dos objetivos. Os edifícios sustentáveis passam a ser uma opção para os empreendedores quando são considerados os gastos de toda sua vida útil, não apenas os gastos iniciais da construção, e quando tomam conhecimento das economias obtidas, contabilizando desde a fase de projeto até a demolição da obra (PARDINI, 2009).

Segundo Tzschentkr et al. (2004), a introdução de medidas ambientais é motivada principalmente pela diminuição de despesas com água e energia, consequência dos projetos de reutilização de água pluvial e estratégias para aproveitamento energético natural, gerando aumento da eficiência da obra. Além disso, a aderência às alternativas sustentáveis também é motivada pelo aumento de taxas de consumo de energia, água e resíduos que ocorre ao longo do tempo nos edifícios convencionais. Para Rodrigo e Cardoso (2010), dentre os motivos que levam as empresas a construir edifícios sustentáveis, estão a colaboração com o desenvolvimento de suas atividades de forma sustentável e a estratégia empresarial.

São notáveis os benefícios gerados pela inserção de medidas sustentáveis na construção, contudo, surgiu a necessidade de medir e comprovar seu bom desempenho ambiental. Para isso, foram desenvolvidas as certificações ambientais que, segundo Munoz Barros (2012), são maneiras encontradas para fortalecer e motivar a sustentabilidade das construções.

É importante destacar que o governo tem um papel essencial na implementação de sustentabilidade no setor da construção através do incentivo à realização de pesquisas relacionadas ao tema, através do desenvolvimento de políticas ambientais e criação de leis, acordos, programas e instrumentos financeiros que incentivem a sustentabilidade na construção civil (SERRADOR, 2008).

De acordo com Munoz Barros (2019),

Para a intensificação da certificação e a promoção das construções sustentáveis são necessárias algumas ações por parte das autoridades governamentais, como segue:

- Valorizar as edificações e projetos sustentáveis nos critérios de apreciação das propostas apresentadas em obras públicas;
- Criar legislações locais que por meio de incentivos (créditos fiscais e consultores patrocinados pelo governo) e exigências de requisitos mínimos de sustentabilidade para edificações, insumos e componentes, movimentem toda a cadeia produtiva da construção e torne mais familiar o processo de certificação;
- Criar prêmios que possam promover e divulgar a adoção das certificações e *Green buildings*, melhorando a conscientização pública sobre a temática;
- Criar Institutos verdes ou redes de cooperação, para dar suporte à disseminação das edificações sustentáveis e à criação de sinergias

organizacionais que objetivam a criação de redes locais de empresas da construção civil e a criação de programas de capacitação em escolas técnicas e universidades e programas de geração e difusão de novos conhecimentos.

Segundo Alfonsin (2001), as cidades brasileiras possuem o desafio de unir a gestão urbana e a ambiental, através da integração de políticas de planejamento urbano, a política habitacional e a ambiental.

O Estatuto da Cidade (Lei 10.257/ 2001) regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, que trata no artigo 1º sobre a execução da política urbana, “estabelecendo normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental” (BRASIL, 2001).

O projeto de Lei n. 252/ 2014 aprovado no Senado em 2018 visa alterar o artigo 2º do Estatuto da Cidade, incluindo e incentivando as práticas de construção sustentável como diretrizes da política urbana (BRASIL, 2018b). Ele segue em análise na Câmara dos Deputados e trará avanços em relação a edificações mais sustentáveis e a qualidade do meio urbano. De acordo com Brasil (2018), o artigo 2º da Lei 10.257/ 2001 (Estatuto da Cidade) passará a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 2º - A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

I -

[...]

XIX – adoção de práticas de construção sustentável;

XX – divulgação nos meios de comunicação, de práticas de construção sustentável;

XXI – promoção de campanhas educativas periódicas para incentivar a população a adotar práticas de construção sustentável;

XXII – concessão de incentivos fiscais para a construção sustentável, conforme a realidade local;

§ 1º - Para efeito desta lei, práticas de construção sustentável são aquelas, adotadas antes, durante ou após os trabalhos de construção, que utilizem matérias e técnicas de modo a se obter maior eficiência energética, menor consumo de água e menor impacto ambiental, bem como a proporcionar maior conforto térmico e melhor qualidade de vida aos moradores e usuários da edificação.

§ 2º - Nas novas edificações de propriedade da União, serão adotadas as práticas de construção sustentável referidas no § 1º deste artigo, desde que técnica e economicamente viáveis”

Para medir o “desempenho ambiental” da sustentabilidade das edificações foram desenvolvidos métodos relacionados a quantidade de insumos utilizados e resíduos descartados na construção, bem como a gestão das águas e o uso de materiais ecologicamente corretos, com objetivo de estimular o desenvolvimento de técnicas e políticas que venham a nortear a sustentabilidade.

Desse modo, deve ser levado em consideração o ajuste de prédios já construídos com soluções e medidas sustentáveis e na construção de novos edifícios, de forma a aplicar o conceito de construção sustentável. Alguns itens que tornam as construções sustentáveis são descritos no Quadro 2 (KWAI; MORAES, 2013).

Quadro 2 - Características da sustentabilidade de uma construção.

Aumenta	Reduz
Eficiência Segurança Durabilidade Reciclabilidade Aproveitamento Tecnologias limpas Desempenho	Ruído Poluição do ar Entulho Resíduos Toxicidade Materiais Perdas Esgotamento de recursos Consumo e poluição da água Gases do efeito estufa Manutenção

Fonte: Adaptado de Kwai e Moraes, 2013

Assim como o conceito de sustentabilidade, o de construção sustentável possui grande amplitude e difícil alcance, devendo ser implantado gradualmente em escala local e posteriormente expandido para escala regional e global, para a ideia se concretizar gradualmente, tornando-se factível na prática.

Para que isso se tornasse possível, foi criado um instrumento denominado ecoeficiência, no qual é priorizado o investimento em recursos naturais renováveis e vantagens ambientais, com o objetivo de construir um edifício em que a qualidade de vida de quem o habita seja elevada (LIPPI et al., 2009).

As fases da construção sustentável são as mesmas de uma construção convencional, porém busca-se integrar os princípios da sustentabilidade na execução e uso do edifício. Além

disso, é necessário que as etapas sejam consideradas de forma dependente das restantes, pois as escolhas tomadas possuem impacto direto no resultado final do edifício sustentável (LUCAS, 2008).

Com a adesão de alternativas tecnológicas sustentáveis em construções – como utilização de luz solar para iluminação de ambientes, geração de energia térmica e fotovoltaica e captação e reuso da água pluvial – há contribuição para minimização dos impactos ambientais e dos custos financeiros, assim como a melhoria do bem-estar da sociedade.

Visto a importância da construção civil e a sua relação com os materiais, serviços e pessoas envolvidos, bem como a necessidade da redução dos impactos causados por essa atividade, as construções sustentáveis surgiram como uma alternativa, por gerarem menos impactos ambientais em todas as etapas do ciclo de vida dos edifícios e, de acordo com Veras (2013), promovem o desenvolvimento econômico, social e cultural da região em que foram construídas, além de melhorar a qualidade de vida de seus usuários.

Logo, segundo Silva (2007), “*green building*” ou edifícios sustentáveis são aqueles que, desde a fase de planejamento até a demolição da obra, buscam balancear os fatores econômicos com os sociais e ambientais, com ações e projetos nas construções que utilizem os recursos de modo mais eficiente e que as tornem confortáveis e com maior vida útil, de modo a possibilitar adaptações de acordo com a necessidade do usuário e desmonte no final do seu ciclo de vida tornando possível a reutilização e reciclagem de seus componentes.

Contudo, isso só é possível através de uma boa gestão do empreendimento e para isso é importante compreender as estratégias utilizadas para uma boa gestão dos materiais, das águas e da energia para que a construção seja eficiente e sustentável.

3.1.1 Gestão de Materiais

A escolha dos materiais é uma etapa importante em um projeto sustentável, pois os impactos ambientais causados pelos materiais têm destaque desde a fase de produção até o final do seu ciclo de vida. Entretanto, sua seleção é um desafio devido à dificuldade de se estabelecer critérios aplicáveis a todos os materiais e em todas as aplicações (LUCAS, 2008).

De acordo com Froeschle (1999), na escolha do material, embora os aspectos dependam do projeto alguns fatores podem ser considerados, entre eles: materiais com fontes naturais ou renováveis, facilidade de reciclagem, ser acessível no local, ter processo de fabricação eficiente, ser durável, apresentar pouca ou nenhuma toxicidade, manutenção saudável, que reduza o consumo de água e energia entre outros.

Para Kwai e Moraes (2013), a seleção dos materiais é um processo complicado e pode estar sujeita a equívocos visto que a maioria das listas de recomendação de materiais que consideram os critérios ambientais não dão importância aos aspectos sociais, o impacto do transporte, as condições de uso, a energia incorporada, as perdas, entre outros.

Além disso, Karpinsk (2009) aponta que a indústria da construção civil gera elevado volume de resíduos nas áreas urbanas, muitas vezes depositados em locais inapropriados como terrenos baldios. Visto isso, foi formulada a Resolução CONAMA 307/2002 que confere aos geradores a responsabilidade pelos seus resíduos de construção e reformas.

Existem diversas tecnologias/ alternativas, porém as que se tornam mais vantajosas atualmente em termos de materiais sustentáveis são: bambu, madeira, tijolo de solo-cimento, terra, *steel frame* e *wood frame*, agregado com cinzas de cascas de arroz, agregado com cinzas do bagaço de cana, vidros, materiais de mudança de fase, agregado com resíduos de construção e demolição, cimento *portland* e cimento com escória de alto-forno. A análise do uso de materiais sustentáveis pode ser realizada por etapa da obra e assim beneficiar os três pilares da sustentabilidade (MORAES et al, 2019; MORAES, 2019).

3.1.2 Gestão de energia

Na construção civil, determinado edifício é considerado mais eficiente energeticamente quando possui menos gasto de energia se comparado a outro edifício que fornece aos usuários as mesmas condições ambientais (LAMBERTS et al., 2014).

Seria fundamental, no contexto de déficit de moradias e de projeção de crescimento do número de moradias, a incorporação de soluções com melhor eficiência energética para as edificações brasileiras. Em especial, para as HIS, seria possível melhorar o desempenho da moradia para a população e racionalizar o uso de energia elétrica com estratégias passivas e ativas, proporcionando melhor conforto interno e economia com gastos com energia elétrica (SANTESSO et al, 2017). Ainda, considerando-se a redução da emissão dos gases causadores de efeito estufa e da dependência de combustíveis fósseis, fontes de energia renováveis, menos poluentes, têm sido cada vez mais investigadas e aplicadas (MIRANDA, 2019).

De acordo com Moura e Motta (2013), para atingir essa eficiência é necessário criar soluções na fase de projeto e implementar nas fases de operação e implantação, sendo possível também realizar a racionalização no consumo de energia em prédios que foram projetados sem o princípio da sustentabilidade.

Dentre essas soluções, existem propostas e alternativas energéticas que podem ser implementadas e incentivadas na construção civil, como a utilização de energia eólica e solar, energias alternativas que diminuam a degradação ambiental, por não gerarem gases e reduzirem o consumo de energia.

A energia solar pode ser transformada em eletricidade através do “efeito fotovoltaico”, porém apenas os fótons – componente luminosa da energia solar – são úteis para essa conversão. Enquanto a radiação infravermelha – componente térmica da energia solar – é usada para aquecimento de água ou para gerar energia através de placas termo-solares (LAMBERTS et al, 2010).

Segundo Lamberts et al (2010), a utilização do sistema fotovoltaico possui potencial e é uma alternativa a ser considerada para geração de energia elétrica a partir do Sol e para o aquecimento de água nas residências brasileiras. Além disso, a energia solar pode ser utilizada como uma fonte de iluminação natural para o local através da disposição adequada de janelas, dispensando o uso de energia elétrica para iluminação durante o dia.

Baseado em Moraes et al (2019) em relação a benefícios gerais econômicos, sociais e ambientais, a iluminação natural e ventilação natural são as alternativas mais vantajosas, seguidas pela cobertura vegetal, para a gestão de energia mais conhecidas.

3.1.3 Gestão da água

A água é um recurso natural essencial para a execução e operação de uma construção civil, que representa um dos setores que mais consomem esse recurso no mundo, e por isso pode ser utilizada como parâmetro para medir o desempenho ambiental das edificações (PESSARELLO, 2008).

Visto que a água é um recurso natural finito e indispensável aos seres vivos, são necessárias alternativas que reduzam o desperdício, diminuam o consumo exagerado e prezem por seu reaproveitamento nos edifícios.

Uma alternativa que pode ser instalada é o telhado verde. Esse sistema consiste na utilização de coberturas vegetadas com plantas de porte baixo, médio ou arbóreo, o qual gera conforto térmico e acústico de edificações, além de proporcionar o reaproveitamento de águas pluviais. As camadas de plantas e terra funcionam como um filtro e suas "calhas internas" direcionam a água adequadamente, de forma que se torna possível seu reuso. Contudo, essa água deve possuir qualidade mínima solicitada pelos padrões e normas sanitárias (VIGGIANO, 2005).

Além da água pluvial, é possível reutilizar águas que foram usadas nas atividades humanas, as denominadas “águas servidas” que são classificadas em “águas negras” ou “águas cinzas”. As águas providas de vasos sanitários e pias de cozinha, chamadas águas negras, são ricas em matéria orgânica e microrganismos potencialmente patogênicos; enquanto as águas cinzas, provenientes de chuveiros, banheiras, lavatórios de banheiro e máquinas de lavar, são ricas em sabão, sólidos suspensos, matéria orgânica (cabelos, sangue) e pequenas quantidades de bactérias (VIGGIANO, 2005).

De acordo com Fernandes (2009), o reuso não potável possui maior facilidade por não exigir altos níveis de tratamento, o que torna o processo mais viável e econômico, como reutilização das águas cinzas, que podem passar por um tratamento e redistribuição para outras atividades que não necessitam de água potável, como descargas de bacias sanitárias, irrigação de jardins e lavagem de pisos. Esse reaproveitamento pode poupar até 40% da água potável fornecida pelas companhias de abastecimento.

Existem diversas tecnologias e equipamentos para redução do consumo de água nas edificações, além de alternativas para fornecer água de outras fontes, para usos não potáveis. Assim, pode-se concluir que os equipamentos/alternativas que apresentam mais benefícios são: bacia sanitária de duplo acionamento, equipamentos com restritores de vazão, arejadores (convencional e com vazão constante) e sistema de minicisterna, que, embora tenha um volume menor, apresenta as mesmas características de uma cisterna convencional e dimensões mais confortáveis para o meio urbano (ROCHA, MORAES, & PUGLIESI, 2017; MORAES et al, 2019).

3.2 Certificações Ambientais para a Construção Civil.

A partir da ECO 92, diversas conferências foram realizadas em busca de ferramentas para atingir a qualidade ambiental (VALENTE, 2009). Dentre os assuntos abordados nas conferências, questões a respeito dos impactos do setor da construção civil começaram a ser discutidas e a partir de então começaram a ser desenvolvidas as primeiras certificações de avaliação ambiental de edifícios (HONDA, 2016).

De acordo com Pinheiro (2006), a construção sustentável passou a estar mais presente em vários lugares do mundo e diversas formas de avaliá-las foram elaboradas a partir de guias com critérios e procedimentos para verificar esses critérios e por meio de guias para especialistas realizarem auditorias visando avaliação e integração em diferentes procedimentos de

certificação.

Um consenso entre as agências governamentais e investigadores definiu a importância da associação entre a classificação de desempenho e os sistemas de certificação para que a melhoria continuada seja eficiente, bem como a importância da adesão voluntária dos sistemas de avaliação (PINHEIRO, 2006).

Segundo Silva (2003), a certificação ambiental surgiu como uma forma de medir o quão “verde” é um edifício, visto que apesar de existir o conceito de projeto ecológico não era possível sua mensuração. Portanto, são métodos para atestar e medir se os edifícios estão de acordo com os parâmetros que visam, como por exemplo, o conforto ambiental e a redução do consumo de água e energia (DALLA COSTA; MORAES, 2013).

Portanto, atualmente as certificações são utilizadas para atestar a sustentabilidade de um edifício e as construtoras vêm aderindo a certificação como uma forma de agregar valor ao empreendimento, tornando-os mais competitivos no mercado (OTOBO et al., 2016).

Os sistemas de avaliação ambiental se baseiam em indicadores de desempenho que atribuem pontuações dependendo do atendimento aos requisitos, que levam em consideração tanto a edificação quanto sua vizinhança e podem ser relacionados à aspectos climáticos, ambientais e construtivos (LEITE, 2011).

A primeira tentativa que melhor estabeleceu os meios necessários para avaliar as condições ambientais foi criada em 1990 no Reino Unido, denominado de BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) que criou itens de desempenho ambiental para edifícios (LEITE, 2011).

A partir de então, alguns países da Europa e América do Norte (Estados Unidos e Canadá) começaram a desenvolver métodos para avaliar a sustentabilidade de seus edifícios. Porém, esses sistemas apresentam certas limitações para aplicação no Brasil, visto que os atributos avaliados são baseados em normas estrangeiras e características específicas de cada país, como clima, recursos naturais, cultura, economia, restrições legais, tecnologias, subsídio governamental, entre outros (HONDA, 2016).

Independentemente do método de avaliação ambiental do edifício, todos possuem itens como: impactos no meio urbano, escolha de materiais e maneira de gerenciar os resíduos, o uso de água de modo racional, análise das emissões atmosféricas e energia e itens relacionados ao conforto do ambiente interno para os usuários (Revista Técnica *apud* LEITE, 2011).

Existem dois sistemas de classificação que se destacam no Brasil, o Processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) que é realizado baseado em critérios brasileiros pela Fundação Vanzolini e o processo LEED (*Leadership in Energy Environmental Design*) que é realizado

pelo GBC Brasil (*Green Building Council Brasil*) baseado em critérios americanos (VALENTE, 2009). Segundo Leite (2011), os processos de certificação dão credibilidade ao empreendimento e garantem ao usuário a adequação do edifício com relação ao meio ambiente e as vantagens descritas na Tabela 2.

Tabela 2 –Benefícios das certificações.

Econômicos	Sociais	Ambientais
Diminuição dos custos operacionais	Melhora na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes	Uso racional e redução da extração dos recursos naturais
Diminuição dos riscos regulatórios	Inclusão social e aumento do senso de comunidade Capacitação profissional	Implantação consciente e ordenada
Aumento na velocidade de ocupação	Conscientização de trabalhadores e usuários	Mitigação dos efeitos das mudanças climáticas
Valorização do imóvel para revenda ou arrendamento	Aumento da produtividade do funcionário; melhora na recuperação de pacientes (em Hospitais); melhora no desempenho de alunos (em Escolas); aumento no ímpeto de compra de consumidores (em Comércio).	Uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental
Modernização e menor obsolescência da edificação	Incentivo a fornecedores com maiores responsabilidades socioambientais Aumento da satisfação e bem estar dos usuários	Redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação
Aumento da retenção	Estímulo a políticas públicas de fomento a Construção Sustentável	Redução do consumo de água e energia

Fonte: Fundação Vanzolini e GBC Brasil, 2019.

Segundo Johnson (2005), dentre os principais motivos para adoção de certificação ambiental estão a preocupação ambiental como parte dos valores das empresas, as exigências dos clientes, o reconhecimento do estabelecimento e o menor custo do ciclo de vida do edifício.

Além disso, para Johnson (2005) e Da Silva (2008), outras motivações para implementação da certificação são a proteção do meio ambiente através de uma boa gestão ambiental, tornar os princípios do edifício sustentável como prioridade do projeto, a validação da construção sustentável por meio da análise de terceiros e as vantagens competitivas adquiridas.

Como uma forma de motivar sustentabilidade dos edifícios públicos, a Secretaria Municipal de Serviços e Obras (SMSO) da Prefeitura de São Paulo lançou em 2018 o Manual de Sustentabilidade para Edificações Públicas, que contém diversos parâmetros e diretrizes sustentáveis para serem usados como referência para elaboração de novos projetos de prédios do município. Esse instrumento passará a ser obrigatório para contratações de projetos de escolas, hospitais e outras obras públicas e, se a edificação atender aos pré-requisitos exigidos no manual, o Departamento de Edificações (EDIF) concederá um selo de sustentabilidade ao edifício (CIDADE DE SÃO PAULO, 2018).

É importante entender que os benefícios da construção sustentável são independentes das certificações ambientais. Além disso, o empreendedor e os usuários desses edifícios possuem interesses divergentes. Enquanto os usuários prezam pelo conforto, saúde e custo de operação a longo prazo, o empreendedor foca no tempo de retorno do investimento, no custo da construção e na velocidade e valor de venda (MUNOZ BARROS, 2012).

3.2.1 Certificação LEED

Desenvolvida num período de três anos e lançada em 1998, a Certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é uma certificação internacional, não governamental, desenvolvida pela USGBC (*United States Green Building Council*) e direcionada às construções de edifícios sustentáveis, sendo gerida no Brasil pelo *Green Building Council Brasil* (GBC Brasil, 2019).

De acordo com Gebrim (2013), é um sistema que considera todo o ciclo de vida de um edifício baseado em um programa de adesão voluntária para avaliar seu desempenho ambiental, com aplicabilidade para qualquer tipo de empreendimento.

A certificação tem o intuito de reconhecer e incentivar projetos de construção civil com responsabilidade ambiental, criando a categoria de edifícios verdes para padronizar um medidor

comum, com orientações sustentáveis para a construção e para sua operação, estimulando a concorrência verde e passando a sensibilizar a população através do reconhecimento dos benefícios da construção sustentável, bem como da importância do bom desempenho do edifício ao longo de seu ciclo de vida e a necessidade de priorizar os projetos sustentáveis. (PASSOS e BRUNA, 2019)

Sua primeira versão foi lançada nos Estados Unidos, sendo que vinte edifícios foram certificados pela versão LEED 1.0. Em 2000 foi aprimorado e lançada a versão LEED 2.0 com mais amplitude para o mercado de construção institucional e comercial (BOTELHO, 2014).

Em 2004 ocorreu o primeiro pedido de certificação no Brasil, porém apenas em 2007 foi elaborado o primeiro certificado, com a criação do GBC Brasil, órgão não governamental vinculado ao USGBC, para uma agência do Branco Real Granja Viana (BOTELHO, 2014)

Segundo a USGBC (2019) a certificação atualmente está presente em 165 países e situa-se na versão LEED v4.1, tendo se tornado cada vez mais específica e detalhada, em busca de estratégias para que os edifícios sejam certificados de forma completa.

As atualizações ocorrem conforme o avanço da tecnologia e do mercado, sempre visando reduzir as emissões de CO₂ no processo de construção e se preocupando com a qualidade de vida e com os recursos naturais. Assim, o selo LEED possui como objetivo globalizar o conceito de projeto responsável e correto para toda indústria empreendedora de construção (GBC Brasil, 2019)

No Brasil, os principais tipos de edificações com certificação LEED são escritórios, armazéns e centros de distribuições, produção industrial, varejo e edifícios públicos (FARIA, 2014).

O sistema LEED de certificação é dividido em algumas categorias de acordo com o tipo de construção a ser certificada, como no Quadro 3, sendo que para se obter a certificação cada uma das categorias apresenta pré-requisitos distintos que devem ser pontuados.

Quadro 3 – Categorias para certificação LEED.

Categoria	Descrição
BD + C Projeto e Construção de Edifícios	Para novas construções e reformas; inclui Nova Construção, Envoltória e Núcleo Central, Escolas, Varejo, Hotelaria, Armazéns, Centros de Distribuição e Assistência Médica
ID + C Design de Interiores e Construção	Para projetos completos de decoração de interiores; inclui Interiores Comerciais, Varejo e Hotelaria
O + M Operações e Manutenção Predial	Para edifícios existentes que estão passando por obras de melhoria ou pouca ou nenhuma construção; inclui edifícios existentes, escolas, varejo, hotelaria, data centers e armazéns e centros de distribuição.
ND Desenvolvimento de Vizinhança	Para novos projetos de desenvolvimento de terras ou projetos de reconstrução contendo usos residenciais, usos não residenciais ou uma mistura. Os projetos podem estar em qualquer estágio do processo de desenvolvimento, do planejamento conceitual à construção; inclui Plano e Projeto Construído.
Casas	Para projetos de design e construção de casas unifamiliares e projetos multifamiliares de até oito andares
Cidades e comunidades	Para cidades inteiras e subseções de uma cidade. Os projetos LEED para cidades podem medir e gerenciar o consumo de água, uso de energia, resíduos, transporte e experiência humana da cidade.
Re-certificação	Para manter e melhorar o edifício e o investimento em sustentabilidade. Está disponível para todos os projetos ocupados e em uso que obtiveram certificação anteriormente no LEED - incluindo BD + C e ID + C, independentemente do sistema ou versão inicial de classificação.

Fonte: GBC Brasil, 2019.

No Brasil, a LEED possui quatro tipologias que são as mais aplicadas que consideram as diferentes necessidades para cada tipo de empreendimento, sendo elas: BD+C (projetos e construções de edifícios), ID+C (escritórios comerciais e lojas de varejo), O+M (empreendimentos existentes), ND (bairros) (GBC Brasil, 2019).

De acordo com a GBC Brasil (2019), a certificação pode ser aplicada em qualquer fase do empreendimento. Para obtê-la, os projetos são analisados em 9 dimensões, sendo que cada

uma delas possui pré-requisitos e créditos que contam pontos à medida que são atendidos, entretanto, dependendo da classificação da edificação esses créditos e pré-requisitos variam. Os pré-requisitos são itens obrigatórios para certificação enquanto os créditos são bônus que vão somando pontos para que o empreendimento conquiste um nível de certificação mais elevado.

Para empreendimentos que se encaixam em Projetos e Construções de Edifícios, o processo LEED avalia os itens demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Pré-requisitos e créditos da LEED para Categoria BD+C: Novas Construções.

Categorias		Pontuação
1. Processo Integrado		1
2. Localização e Transporte		16
Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	16
Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	1
Crédito	Local de Alta Prioridade	2
Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	5
Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	5
Crédito	Instalações para Bicicletas	1
Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1
Crédito	Veículos Verdes	1
3. Terrenos Sustentáveis		10
Pré-req	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório
Crédito	Avaliação do Terreno	1
Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
Crédito	Espaço Aberto	1
Crédito	Gestão de Águas Pluviais	3
Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2
Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1
4. Eficiência Hídrica		11
Pré-req	Redução do Uso de Água do Exterior	Obrigatório
Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2
Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	6
Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento	2
Crédito	Medição de Água	1
5. Energia e Atmosfera		33

Pré-req	Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório
Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
Crédito	Comissionamento Avançado	6
Crédito	Otimizar Desempenho Energético	18
Crédito	Medição de Energia Avançada	1
Crédito	Resposta à Demanda	2
Crédito	Produção de Energia Renovável	3
Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
Crédito	Energia Verde e Compensação de Carbono	2

6. Materiais e Recursos	13
--------------------------------	-----------

Pré-req	Armazenamento e Coleta de Recicláveis	Obrigatório
Pré-req	Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório
Crédito	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	5
Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto	2
Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-primas	2
Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material	2
Crédito	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	2

7. Qualidade do Ambiente Interno	16
---	-----------

Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2
Crédito	Materiais de Baixa Emissão	3
Crédito	Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção	1
Crédito	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	2
Crédito	Conforto Térmico	1
Crédito	Iluminação Interna	2
Crédito	Luz Natural	3
Crédito	Vistas de Qualidade	1
Crédito	Desempenho Acústico	1

8. Inovação	6
--------------------	----------

Crédito	Inovação	5
Crédito	Profissional Acreditado LEED	1

9. Prioridade Regional	4
-------------------------------	----------

Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1

Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
Total		10

Fonte: GBC Brasil, 2019.

Para determinar se o empreendimento irá obter o selo LEED é realizado um *check-list* que contém todos os requisitos de cada categoria. Os requisitos abrangem itens e ações que foram realizadas para minimizar o impacto ambiental da construção, sendo que são avaliados de modo individual e distribuído pontos, que quando somados resultam no nível de certificação. Portanto, quanto maior a quantidade de requisitos cumpridos, maior a pontuação e chance de conquistar um selo LEED de melhor valor. (VOSGUERITCHIAN, 2006)

Dessa forma, o nível de certificação depende da pontuação adquirida, sendo classificado de acordo com o Tabela 3.

Tabela 3 – Níveis de certificação

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

Fonte: GBC Brasil, 2019.

Segundo Fossati (2008), todos os créditos têm o mesmo peso dentro de cada dimensão, contudo, o número de itens de cada dimensão é diferente e isso acaba por resultar em um peso distinto para cada uma delas.

De acordo com Leite (2011), o LEED é um sistema de pontos em que não é preciso que todos os requisitos sejam atendidos para conquistar pontuação suficiente e, por isso, alguns critérios podem ir bem e outros mal e, mesmo assim, o edifício pode conquistar a certificação.

Após cinco anos de certificação do empreendimento, é necessário solicitar uma reavaliação, pois os critérios e o foco mudam de construção para operação e manutenção do local (GBC Brasil, 2019)

De acordo com a USGBC (2019), o primeiro passo para conquistar a certificação LEED é a realização de um registro, onde é paga uma taxa fixa. Posteriormente deve ser paga a taxa

de certificação, que varia de acordo com a área do empreendimento e o sistema de classificação do projeto. Esse valor é calculado assim que a equipe anexa a documentação no sistema LEED Online. O custo de um empreendimento da categoria Novas Construções e Reformas é demonstrado no Quadro 4.

Quadro 4 – Custo da Certificação LEED para Novas Construções e Reformas.

Categoria BD+C	Membros		Não membros	
Registro	R\$4.887,00		R\$6.109,00	
Certificação*	Taxa	Mínimo	Taxa	Mínimo
Até 23.225 m ²	R\$ 2,49 / m ²	R\$11.597,00	R\$ 0,732 / m ²	R\$13.916,00
23.225 - 46.450 m ²	R\$ 2,41 / m ²	R\$57.985,00	R\$ 0,710 / m ²	R\$69.174,00
46.450 - 69.680 m ²	R\$ 2,19/ m ²	R\$111.900,00	R\$ 0,645 / m ²	R\$134.284,00
Mais de 69.680 m ²	Entrar em contato com a GBCI			

* Área dos espaços internos sem estacionamento

Fonte: Adaptado de USGBC, 2019

3.2.2 Certificação AQUA-HQE

Segundo a Fundação Vanzolini (2019), o Processo AQUA é uma certificação ambiental internacional de construção sustentável lançada em 2008 e baseada na certificação francesa *Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale)*.

No ano de 2013 as certificadoras francesas CERQUIAL para edificações não residenciais e QUALITEL para edificações residenciais criaram juntas a *Cerway* como o órgão certificador internacional da HQE, uma rede de certificação mundial com indicadores baseados em um contexto global (Fundação Vanzolini, 2019).

A Fundação Vanzolini formou um acordo com o *Cerway* e se tornou a representante do Brasil da rede de certificação, unificando as duas certificações que deram origem ao AQUA-HQE. A adaptação e tradução da certificação francesa foram realizados através de uma parceria entre a Fundação Carlos Alberto Vanzolili e a Escola Politécnica da USP, em um convênio com a *Certivéa* (filial do CSTB para certificações) e resultou no Referencial Técnico de Certificação (MUNOZ BARROS, 2012).

A Alta Qualidade Ambiental é um processo de gestão de projeto para que um empreendimento apresente uma boa qualidade ambiental, cujo o bom desempenho ambiental

depende tanto da estrutura arquitetônica quanto da gestão ambiental da construção. (Fundação Vanzolini, 2014)

Por isso, o referencial técnico de certificação está estruturado através de dois instrumentos que permitem avaliar os desempenhos alcançados, sendo eles: o referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), que avalia sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor, e o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), que avalia o desempenho arquitetônico e técnico da construção (Fundação Vanzolini, 2014).

O Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) define a qualidade ambiental desejada e como o edifício será organizado para obtê-la, além de controlar os processos operacionais nas fases de pré-projeto, projeto e execução da obra. Sua estrutura organizacional é apresentada no Quadro 5 (Fundação Vanzolini, 2014).

Quadro 5 – Estrutura organizacional do SGE.

Etapas	Itens
Comprometimento do empreendedor	O empreendedor define o perfil de qualidade do edifício hierarquizando as categorias, além disso, deve formalizar seu comprometimento
Implementação e funcionamento	Planejamento do empreendimento com todas suas etapas; Atribuição das responsabilidades, das autoridades e suas competências; definição de contratos; definição de ações para comunicação; realizar controle de documentos através da rastreabilidade e monitoramento das ações;
Gestão do empreendimento	Monitoramento e análises críticas; Avaliação da QAE; Correções e ações corretivas
Aprendizagem	Balanço do empreendimento

Fonte: Adaptado de Fundação Vanzolini, 2019;

Assim, o SGE tem como característica a apresentação das exigências que se adaptam com as diversas maneiras de organizar os diferentes papéis dos agentes de um empreendimento, sendo que cada agente deve atender e interpretar as exigências específicas de cada fase.

De acordo com a Fundação Vanzolini (2014), o SGE fornece suporte às 3 fases da avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício e exige a formalização das modificações, decisões e análises, permitindo com que o empreendedor faça suas escolhas de forma justificada.

A medida da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) é feita através da avaliação de cada uma das 14 categorias (preocupações ambientais) que são agrupadas em temas, como mostrado no Quadro 6 (Fundação Vanzolini, 2014).

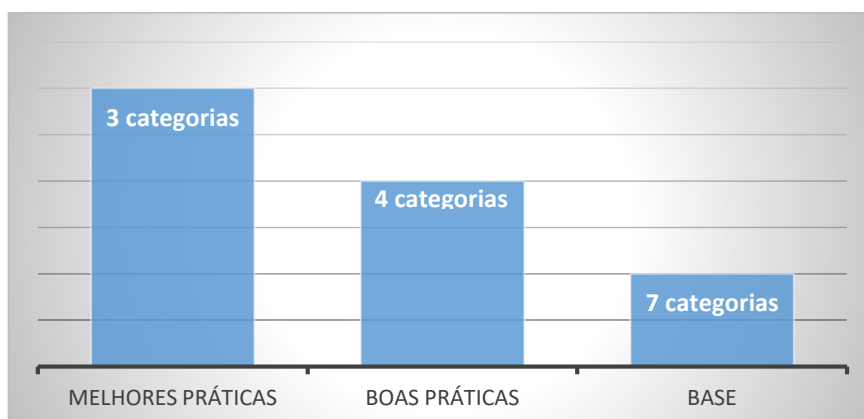
Quadro 6 – Temas e categorias para avaliar a QAE.

Eco-construção	Saúde
Relação do edifício com seu entorno Escolha integrada de produtos, sistemas e processos Canteiro de obra com baixo impacto ambiental	Qualidade sanitária dos ambientes Qualidade sanitária do ar Qualidade sanitária da água
Gestão	Conforto
Gestão de energia Gestão de água Gestão de resíduos de uso e ocupação do edifício Manutenção (permanência do desempenho ambiental)	Conforto higrotérmico Conforto acústico Conforto visual Conforto olfativo

Fonte: Adaptado de Fundação Vanzolini, 2019.

Esses temas são avaliados em base, boas práticas e melhores práticas numa escala de 4 estrelas. Para ser certificado AQUA, o edifício deve apresentar no mínimo o desempenho no nível de melhores práticas em três categorias, de boas práticas em quatro categorias e de nível base em sete categorias como mostrado na Figura 1 (Fundação Vanzolini, 2019).

Figura 1 – Perfil mínimo de desempenho para certificação AQUA.



Fonte: Adaptado de Fundação Vanzolini, 2019

Ao longo do desenvolvimento do projeto e da obra, a Fundação Vanzolini realiza três auditorias presenciais para verificar se os critérios de sustentabilidade estão sendo atendidos (Fundação Vanzolini, 2019).

As auditorias são processos independentes e documentados para obter evidências e verificar se estão sendo atendidas as exigências dos referenciais de certificação (BOTELHO, 2014). O edifício é certificado após as auditorias se for constatado que os critérios dos Referenciais de Certificação foram atendidos de acordo com a tipologia do empreendimento. Esse certificado é emitido em três fases, sendo elas: pré-projeto, projeto e execução (Fundação Vanzolini, 2019).

De acordo com a Fundação Vanzolini (2019), o valor da certificação depende da área total construída do empreendimento e a taxa muda de valor conforme o tamanho da área, sendo que para conhecer o valor da certificação deve se entrar em contato com a certificadora. Uma construção com 1500 m² possui o custo de R\$ 30.200,00. Alguns valores são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Precificação do Certificado AQUA.

Área total construída (m ²)	Taxa (R\$/m ²)	Valor da certificação (R\$)
5.000	8,64	43.200,00
10.000	5,83	58.300,00
15.000	4,9	73.500,00
20.000	4,43	88.600,00

Fonte: Adaptado da Fundação Vanzolini (2019).

A análise das certificações e selos demonstra que a evolução das preocupações socioambientais, exigindo cada vez mais responsabilidade das empresas, reflete nos critérios e exigências dos selos e certificados. Existe a possibilidade de serem utilizadas em conjunto, de modo complementar. Assim, as empresas passam a atuar em mais esferas e atender mais exigências ambientais (FRANÇA et al, 2019).

Segundo França et al (2019) para os consumidores, sociedade e demais partes interessadas, as certificações ambientais reforçam a confiabilidade e credibilidade em relação às declarações socioambientais feitas pelas empresas. O acesso ao conteúdo das certificações, os requisitos exigidos e efetiva certificação permitem o fácil acesso e acompanhamento e evolução da abrangência das ações da empresa de uma maneira mais transparente.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica e descritiva a respeito do tema deste trabalho (KÖCHE, 1997). Artigos científicos, revistas, trabalhos acadêmicos e livros foram utilizados para conceituar os temas de desenvolvimento sustentável, impactos da construção civil, construção sustentável e levantar dados relativos às certificações ambientais.

Outro método utilizado foi a pesquisa exploratória que, de acordo com Gil *apud* Gerhardt e Silveira (2009), tem como objetivo conhecer o tema estudado a fim de possibilitar o entendimento do assunto, com levantamento de bibliografias e realização de entrevistas com envolvidos ao tema que possam auxiliar na realização da pesquisa.

Além disso, houve a aplicação de um questionário a um edifício público certificado, a Prefeitura da Estância Turística de Itu, para coletar informações e realizar um estudo de caso. Nesse questionário foi incluído um texto informativo com dados relativos à instituição de ensino, nome da orientadora, nome da discente e descrição do motivo da realização da pesquisa, como mostrado no Quadro 8.

Quadro 8 – Questionário aplicado ao edifício certificado.

Pesquisa sobre Certificação Ambiental na Construção Civil.
Essa pesquisa está sendo realizada por Daniela Pasetto de Oliveira, aluna de Engenharia Ambiental da UNESP - Rio Claro, orientada pela Prof. Dra. Clauciana Schmidt Bueno de Moraes, para analisar os benefícios das certificações ambientais no setor da construção civil. Os dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos. Agradecemos a sua colaboração.
1. Nome
2. Endereço
3. Número de funcionários
4. Número de pessoas que circulam por dia
5. Área total (m ²)
6. Área construída (m ²)
7. Tipo de certificação
8. Nível de certificação
9. Ano de certificação
10. Ano de re-certificação
11. Qual a motivação para busca da certificação?
12. Com relação a energia: quais ações foram implantadas visando a certificação?
13. Com relação a energia: quais ações são mantidas até hoje após a certificação?
14. Com relação a água: quais ações foram implantadas visando a certificação?
15. Com relação a água: quais ações são mantidas até hoje após a certificação?

16. Com relação aos materiais: quais ações foram implantadas visando a certificação?
17. Com relação aos materiais: quais ações são mantidas até hoje após a certificação?
18. Qual foi a economia de água (%) após a certificação?
19. Qual foi a economia de energia (%) após a certificação?
20. Quais benefícios gerados pela escolha dos materiais?
21. Quais medidas foram adotadas com relação aos resíduos durante a obra e durante o uso do edifício?
22. Quais ações são realizadas atualmente com relação aos resíduos?
23. Quais foram as dificuldades encontradas para implantar e manter a certificação?

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

A partir dos conceitos levantados na revisão bibliográfica e com as respostas do questionário foi possível compreender as motivações e benefícios de conquistar a certificação ambiental.

Entrou-se em contato com as certificadoras GBC Brasil, responsável pela Certificação LEED, e a Fundação Vanzolini, responsável pelo Processo AQUA, para obter informações de quantidade, tipologia e ano em que os empreendimentos deram entrada nos processos de certificação. Com os dados obtidos construiu-se gráficos para analisar o interesse das diferentes tipologias de empreendimentos por certificações e sua variação ao longo do tempo, desde sua implementação até 2019.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada uma análise da variação do interesse pelas certificações ambientais no Brasil desde sua implementação, bem como uma análise das tipologias que mais solicitam as certificações buscando compreender as motivações para adquiri-las e realizar uma comparação entre ambas. Além disso, foi conduzido um estudo de caso na Prefeitura da Estância Turística de Itu para melhor compreensão de ações colocadas em prática e mantidas para obtenção da certificação, bem como os benefícios gerados para o edifício.

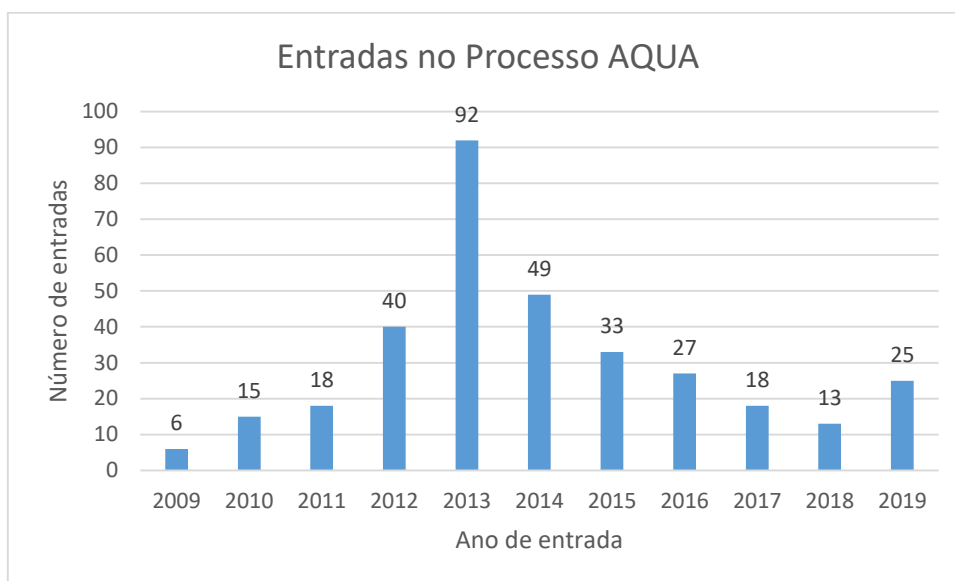
5.1 Variação do interesse por certificações no Brasil de 2004 a 2019

O estudo da variação do interesse por certificações no Brasil desde sua implementação, foi realizado a partir de dados de entrada no Processo AQUA fornecidos pela Fundação Vanzolini e registros para certificação LEED fornecidos pela GBC Brasil. Ambas certificadoras disponibilizaram uma tabela com nome do empreendimento, tipologia e ano de registro ou entrada no processo de certificação.

5.1.1 AQUA

Ao entrar em contato com a Fundação Vanzolini (2019), foi encaminhada uma tabela com informações de empreendimentos que deram entrada na certificação. A partir desses dados foi possível construir gráficos e contabilizar que desde 2009 houve 336 entradas no Processo AQUA.

Através da Figura 2 é possível observar que a primeira entrada no Processo AQUA ocorreu no Brasil em 2009, em que foram contabilizadas 6 entradas. A partir de então ocorreu aumento crescente na quantidade de entradas no processo de certificação, com um pico de 92 entradas no ano de 2013. Contudo, em 2014 ocorreu um decréscimo que se estendeu até 2018, quando houve apenas 13 entradas no processo. Porém, é possível observar que até 2019 (outubro) já foram solicitadas 25 entradas.

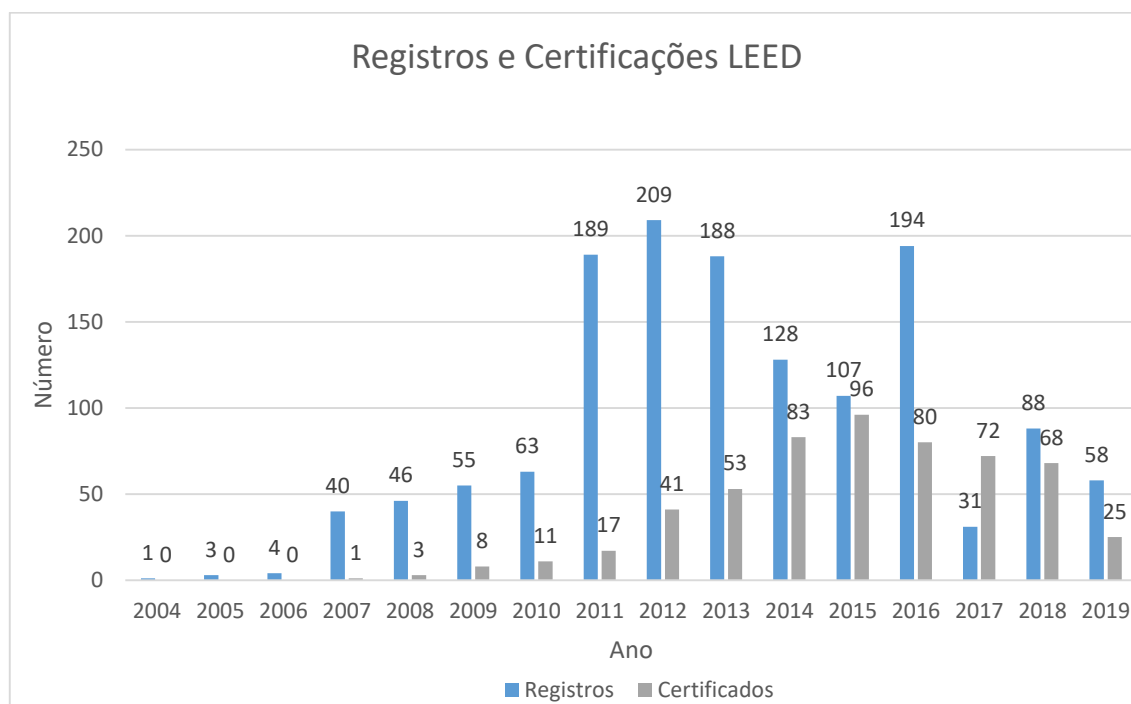
Figura 2 – Interesse pela Certificação AQUA.

Fonte: Elaborado pela autora. Baseado em Fundação Vanzolini, 2019.

5.1.2 LEED

Ao entrar em contato com a GBC Brasil (2019), foi solicitada uma tabela com informações de empreendimentos que realizaram registro para obter a certificação e dos que já são certificados. A partir dos dados enviados pela certificadora foi possível construir gráficos e contabilizar que desde 2004, quando ocorreu o primeiro registro para certificação LEED no Brasil, já foram feitos 1404 registros e emitidos 558 certificados.

Como demonstrado na Figura 3, até o ano de 2012 ocorreu aumento na quantidade de registros LEED, com 209 registros contabilizados nesse ano. A partir de 2013 ocorreu um decréscimo de registros na certificação, contando com 188 nesse ano, 128 em 2014 e 107 em 2015. Em 2016 voltou a crescer o número de registros, contabilizando 194, contudo, voltou a diminuir e o ano de 2017 terminou com apenas 31 registros. Em 2018 ocorreu um aumento novamente, com 88 registros e até outubro de 2019 foram contabilizados 58 registros.

Figura 3 - Interesse pela Certificação LEED.

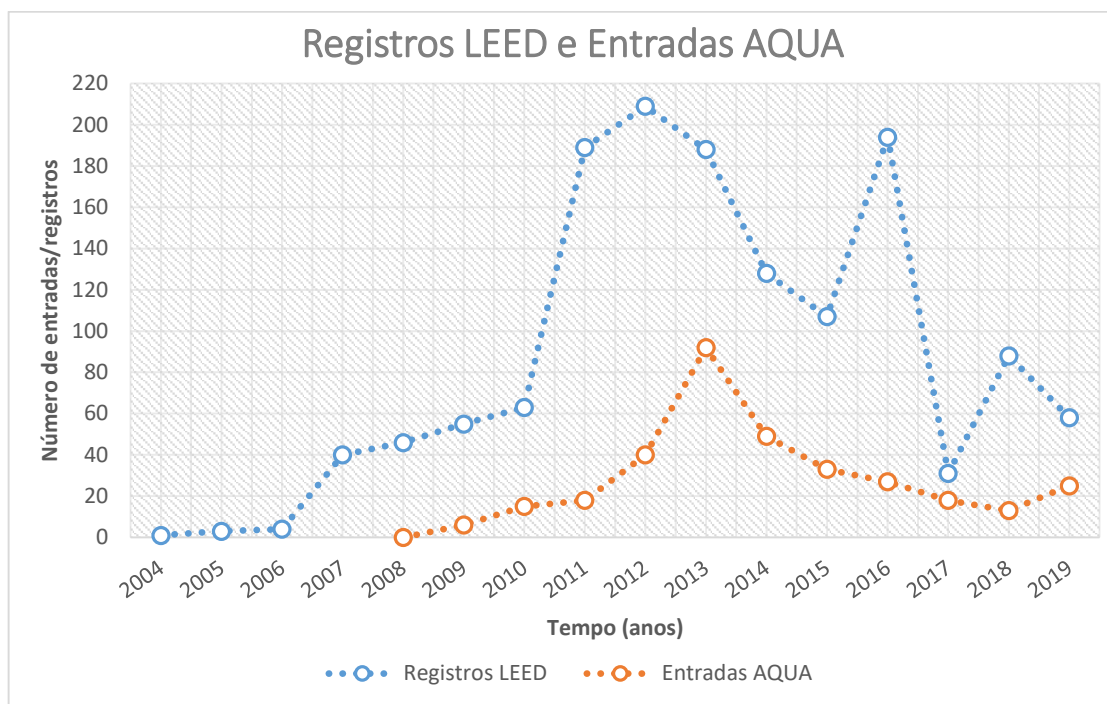
Fonte: Elaborado pela autora. Baseado em GBC Brasil, 2019.

Através da Figura 3 é possível observar que até 2015 houve um aumento gradual das emissões de certificações LEED, o que pode estar associado com a persistência na obtenção do selo e com o desenvolvimento sustentável. Porém, essa tendência não se mantém nos próximos anos o que pode estar atribuído à crise econômica que ocorreu em 2014.

5.1.3 Comparação

É possível notar que o interesse por ambas certificações varia quase proporcionalmente com o passar dos anos desde sua implementação, ou seja, o crescimento e decréscimo se acompanham. De acordo com a Figura 4, as certificações LEED e AQUA apresentam seus picos respectivamente nos anos de 2012 e 2013, ou seja, praticamente no mesmo período e a partir daí adquirem uma tendência decrescente.

Figura 4 – Comparação entre o interesse por certificação AQUA e LEED.



Fonte: Elaborado pela autora. Baseado em Fundação Vanzolini, 2019; GBC Brasil, 2019.

O aumento crescente de entradas nas certificações, com o passar do tempo, está relacionado com o aumento da consciência ambiental da população, da preocupação socioambiental dos construtores e da credibilidade das certificações ambientais à medida que elas são aderidas pelos empreendimentos.

Observa-se pela Figura 4 que houve um aumento de registros nas certificações até o ano de 2012 e a partir de então observa-se uma redução nos registros, possivelmente como reflexo do alto custo inicial das certificações ambientais, associado à crise econômica que ocorreu no mesmo período. (HERZER e FERREIRA, 2016).

A Copa do Mundo que ocorreu em 2014 no Brasil, foi um dos fatores que colaboraram para conscientização ambiental e consequente aumento de interesse por construções sustentáveis e suas certificações, visto que na época que antecedeu a copa, quando ocorreu a elaboração de projetos e preparação para o evento, o governo propôs, estimulou e divulgou para a população diversas ações de sustentabilidade. Dentre essas ações estão o financiamento da coleta seletiva, o incentivo a agricultores familiares e a certificação ambiental dos estádios (O GLOBO, 2014).

Contudo, concomitantemente a Copa do Mundo, de acordo com Herzer e Ferreira (2016), no ano de 2014 estava ocorrendo a crise econômica que influenciou fortemente na regressão dos registros para certificação LEED.

O ano de 2016 foi marcado pelas Olimpíadas que ocorreu no Rio de Janeiro. Esse evento é caracterizado por priorizar práticas sustentáveis e, segundo Giacomo (2016), prega valores como a prosperidade, a importância de investimento em inovações e práticas sociais, a harmonia entre todas as culturas e sociedade e o trabalho em grupo, o que justifica o aumento considerável de registros LEED nesse ano.

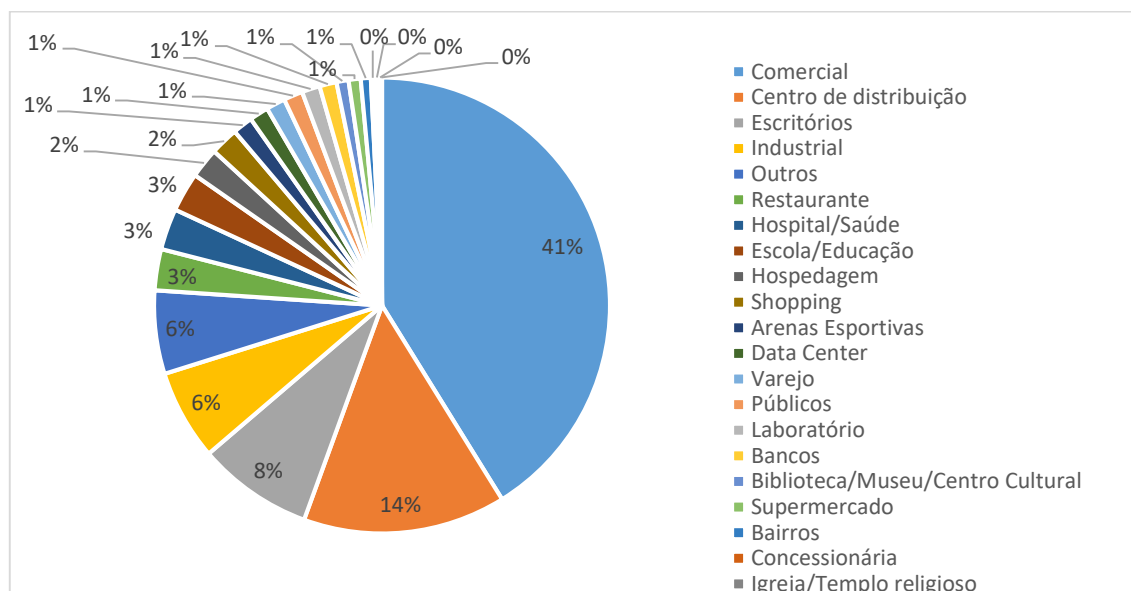
A partir de 2016 as solicitações de certificações AQUA e LEED começam a decair, contudo, voltaram a crescer em 2018, ano em que foi aprovado o Projeto de Lei do Senado 252/2014 pelo Plenário do Senado, dispondo sobre incentivos fiscais para imóveis construídos com medidas de redução de consumo de água e energia, o que representa um avanço na política urbana e colabora com o desenvolvimento sustentável (SENADO NOTÍCIAS, 2018). Portanto, a aprovação do Projeto pode ter sido um dos fatores que estimulou novamente o aumento da procura por certificações ambientais no Brasil.

É importante destacar que as construções realizadas para os eventos que foram sediados no Brasil, como a Copa do Mundo e as Olimpíadas, apresentam equipamentos superdimensionados para o local e com custo elevado, cuja utilização não é tradição da comunidade local. Esses locais acabam se tornando os chamados elefantes-brancos, estruturas construídas com muito investimento e que atualmente apresentam-se abandonadas e sem uso, como por exemplo a construção de arenas, que apresentam certificação ambiental. Por isso, a população pode acabar associando os elefantes-brancos às certificações ambientais, podendo passar a imagem de que as certificações são onerosas e não viáveis. Visto isso, o poder público deve evitar a construção de elefantes-brancos, investir em locais onde há uso da população e que possam ser visualizadas os benefícios da certificação.

O maior número de registros para certificação LEED comparado com as entradas no Processo AQUA em todo o período ocorre, possivelmente, por ser uma certificação internacional e apresentar reconhecimento em diversos países. Hernandez (2006) aponta que grande parte das multinacionais do Brasil tem sede nos Estados Unidos, isso também explica a predominância da certificação LEED, visando a divulgação e padronização. Além disso, outros pontos que caracterizam o maior número de registros LEED é a simplicidade de sua aplicação e o custo.

5.2.2 LEED

Figura 6 - Registros de certificação LEED em porcentagem.



Fonte: Elaborado pela autora. Baseado em Fundação Vanzolini, 2019.

É possível notar pela Figura 6 que a maioria dos interessados pelas certificações LEED são da tipologia Comercial, com 41% das certificações que equivale atualmente a 578 registros para certificação, seguidas por centros de distribuição com 14% (202), escritórios com 8% (115) e por indústrias com 6% (90) dos registros de certificados.

5.2.3 Comparação entre as tipologias

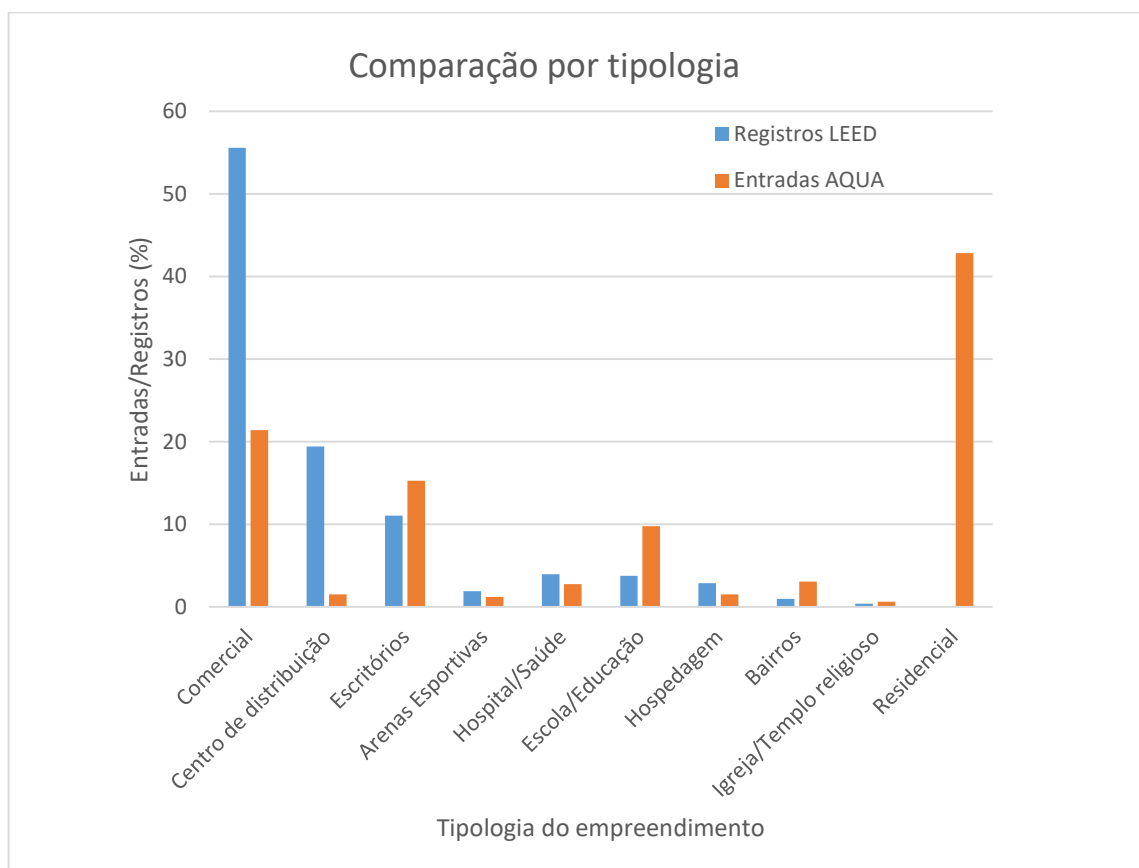
Foram correlacionadas as tipologias dos dois tipos de certificações LEED e AQUA, como está disposto no Quadro 9 e Figura 7, sendo que as que não apresentaram correspondência entre as certificações não foram contabilizadas para evitar erros na comparação.

As tipologias de empreendimentos listados interessados na certificação LEED que diferem da AQUA são a industrial, outros, restaurante, shopping, data center, públicos, laboratórios, concessionárias e biblioteca/museu/centro cultural. Enquanto as tipologias interessadas por certificação AQUA que diferem da LEED são as não especificada, parque e porto.

Quadro 9 - Correspondência entre as tipologias das certificações

LEED	AQUA
Comercial	Comercial
Centro de distribuição	Logística
Escritórios	Escritórios
Arenas Esportivas	Esportivo
Hospital/Saúde	Hospitais e Instituições de Saúde
Escola/Educação	Ensino/Escolar
Hospedagem	Hotel e Hospedagem
Bairros	Planejamento Urbano
Igreja/Templo religioso	Templo Religioso
Residencial	Residencial

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Figura 7 – Comparação entre as tipologias das certificações LEED e AQUA.

Fonte: Elaborado pela autora. Baseado em GBC Brasil, 2019; Fundação Vanzolini, 2019.

É evidente a diversidade de perfis de imóveis, tanto dos que solicitam certificação LEED quanto dos que dão entrada no Processo AQUA (Figura 7). Em ambas, as tipologias comercial, escritório e educação são as que se destacam por possuir maior interesse nas certificações. Isso pode ser explicado pela estratégia dos empreendedores, que além de conseguirem os benefícios ambientais vindos com a certificação e redução de gastos com a implantação de práticas sustentáveis, passam a apresentar um marketing verde que transmite para os clientes a imagem de que o empreendimento se preocupa com o meio ambiente e com as pessoas, ou seja, é utilizada como estratégia de mercado.

Pela análise dos dados e ao observar a Figura 7, é possível notar que no Brasil há apenas uma certificação LEED para residência, enquanto a tipologia residencial é a que mais solicita certificações AQUA. Isso ocorre porque, segundo a GBC Brasil (2019), a aplicabilidade da Certificação LEED tem um custo elevado e por isso, a GBC Brasil desenvolveu uma certificação específica para o setor residencial, chamada Certificação GBC Brasil Casa.

5.3 Comparação entre a certificação AQUA e LEED.

De acordo com Leite (2011) ambos os sistemas são classificados como de certificação ambiental e por isso existem fatores em comum entre os dois, como a preocupação com o meio ambiente, com a geração de resíduos e com preservação de recursos naturais, por isso ambos pretendem assegurar que um edifício possua impactos ambientais reduzidos pela implantação de ações sustentáveis.

Apesar das preocupações em comum e de possuírem o mesmo objetivo, essas certificações possuem diferentes metodologias de avaliação, categorias a serem avaliadas e níveis de classificação, como apresentado no Quadro 10.

Quadro 10 – Comparação entre as certificações quanto a avaliação.

Certificação	Método de avaliação	Categorias avaliadas	Níveis de Classificação
LEED	Por pontos através do atendimento dos itens obrigatórios e classificatórios de cada categoria	Pré-requisitos e créditos distribuídos em 9 categorias: Localização e transporte, terrenos sustentáveis, eficiência hídrica, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ambiente interno, inovação, prioridade regional e processo integrado.	4 níveis de certificação: Certificado, Prata, Ouro e Platina
AQUA	Por atendimento de um perfil de desempenho pré definido a partir de referências técnicas pré definidas	14 categorias distribuídos entre os temas: energia, saúde, ambiente e conforto	Não há classificação. Certificado ou não certificado.

Fonte: Adaptado de Coelho *apud* Leite (2011).

De acordo com a GBC Brasil (2019), para obter uma certificação LEED, a avaliação é realizada através de pontuação distribuída conforme o atendimento aos requisitos. Contudo, não é necessário que todos os requisitos sejam atendidos para conquistar a certificação, apenas os pré-requisitos (itens obrigatórios) e uma quantidade de créditos suficiente, enquanto, segundo a Fundação Vanzolini (2019), o Processo AQUA é baseado no desempenho. Portanto para obter a certificação AQUA é necessário atender a todos os requisitos nos níveis determinados.

Dessa forma, o Processo AQUA é baseado no desempenho, em que as categorias devem apresentar uma performance mínima para que o empreendimento seja classificado, enquanto a certificação LEED apresenta uma metodologia que avalia os critérios contidos numa lista de verificação, que valem pontos que são somados e utilizados para verificar se o empreendimento receberá certificação e qual o nível dessa certificação.

Algumas diferenças entre as certificações além do método de avaliação são apresentadas no Quadro 11.

Quadro 11 – Diferenças entre as certificações.

Característica	LEED	AQUA
Modelo	Norte americano	Francês
Adequação aos critérios do Brasil	Não	Sim
Etapas de avaliação	Concepção	Programa, concepção e execução
Abrangência	Meio ambiente, conforto e saúde	Meio ambiente, conforto e saúde
Expressão do resultado	Nível global de desempenho	Perfil de desempenho nos diferentes temas
Validade do certificado	5 anos	3 ou 5 anos

Fonte: Adaptado de Melhado 2009 *apud* Valente 2009.

Enquanto a certificação LEED possui diversos requisitos que são viáveis apenas em seus países de origem ou com características semelhantes, a certificação AQUA, apesar de ser baseada em um modelo francês, foi adaptada a realidade brasileira (DUARTE et al., 2010).

A certificação LEED é válida por 5 anos e ocorre na conclusão da obra, através de auditorias que avaliam o cumprimento dos requisitos selecionados na fase de projeto, enquanto a certificação AQUA concede o certificado nas 3 fases da obra (pré-projeto, projeto e execução) e pode ser válido por 3 ou 5 anos, dependendo da escolha do empreendedor (GBC Brasil, 2019).

De acordo com Dalla Costa & Moraes (2013), o LEED realiza várias fases de autoria, contudo a avaliação é global e considera todas as fases, desde ao pré-projeto até a execução, enquanto o AQUA avalia o empreendimento em cada fase, o que pode acarretar em diferentes desempenhos por fase, embora leve em consideração que deve haver um atendimento mínimo de requisitos, portanto o desempenho final global não é afetado.

Outra grande diferença da metodologia AQUA em relação a LEED é a exigência de um sistema de gestão do empreendimento, evidenciando que o Processo AQUA apresenta uma preocupação com a sustentabilidade ambiental que depende de todas as ações efetuadas desde a elaboração do projeto até o uso e operação, não apenas do projeto do edifício (PEREIRA & SALGADO, 2013).

Com relação ao custo das certificações, foi realizada uma comparação apresentada no Quadro 12.

Quadro 12- Comparação do custo das certificações AQUA e LEED.

Área construída (m²)	Custo (R\$)	
	AQUA	LEED
1.500	30.200,00	11.957,00
5.000	43.200,00	12.450,00
10.000	58.300,00	24.900,00
15.000	73.500,00	37.350,00
20.000	88.600,00	49.800,00

Fonte: Elaborado pela autora. Baseado em GBC Brasil, 2019; Fundação Vanzolini, 2019.

A partir de dados fornecidos pelas certificadoras foi possível notar que em ambas o preço da certificação é calculado a partir da área construída e que a certificação LEED apresenta um custo mais baixo do que a AQUA, além de possuir reconhecimento internacional que motiva os empreendimentos optarem por essa certificação. Além disso, de acordo com Dalla Costa & Moraes (2013), os empreendedores escolhem os indicadores que desejam atender para conseguir maior valor em seus projetos, portanto, independente do contexto do empreendimento, o empreendedor pode escolher os itens que deseja pontuar, facilitando a obtenção da certificação LEED.

5.4 Estudo de caso – Prédio Público certificado.

A fim de incentivar o desenvolvimento sustentável, é de grande importância que o poder público adote iniciativas para fomentar o mercado da construção sustentável e optar por construir os prédios públicos com ações sustentáveis. A implementação de construções com certificação ambiental pelo governo serve como exemplo para a sociedade, com ações que reduzem os impactos ambientais, modernizam o empreendimento, reduzem os custos de operação e ainda valorizam o imóvel.

Pode-se observar no Quadro 13 que dentre as tipologias de prédios públicos que mais se interessam pelas certificações ambientais são a de Ensino, seguida por Museus/Bibliotecas e Departamento Policial.

Quadro 13- Empreendimentos públicos do Brasil e suas certificações.

Empreendimento	Tipologia	Certificação
Prefeitura da Estância Turística de Itu	Industrial	LEED
Biblioteca Parque Estadual	Biblioteca/Museu/Centro Cultural	LEED
Museu do Amanhã	Biblioteca/Museu/Centro Cultural	LEED
Creche Hassis Prefeitura Florianópolis	Escola/Educação	LEED
Escola Estadual Erick Walter Hein	Escola/Educação	LEED
Escola Estadual Jardim Marisa	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Vila Esperança	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Vila Vitória / Vila Nova	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Parque Das Nações	Ensino/Escolar	AQUA
CEU Bonsucesso	Ensino/Escolar	AQUA
CEU Continental	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Bairro Da Luz	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Jardim Santa Rita II	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Vila Brasilândia	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Vila Nova Jaguaré	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Bairro Itamarati	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Bairro Rancharia	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Bairro Tangarás	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Cidade Aracy IV	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Cidade Ariston VI	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Cidade Julia II	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Jardim Bela Vista	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Jardim Ouro Preto	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Jardim São Luiz	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Parque Cispor III	Ensino/Escolar	AQUA
Escola Estadual Vila Olimpia	Ensino/Escolar	AQUA
Sede do 3º Batalhão da Polícia Militar Ambiental	Departamento Policial	AQUA
1º Batalhão da Polícia Militar Ambiental	Departamento Policial	AQUA
Hospital Regional de Registro	Hospitais e Instituições de Saúde	AQUA

Fonte: Adaptado pelo autor de Fundação Vanzolini (2019); GBC Brasil (2019).

Para estudar e compreender as vantagens e práticas adotadas para conquistar a Certificação Ambiental foi selecionada a Prefeitura da Estância Turística de Itu, que representa um prédio público com certificação dentre os encontrados.

A Prefeitura da Estância Turística de Itu construiu um prédio com ações sustentáveis visando implantar um modelo de aplicação de sustentabilidade na construção. O local apresenta uma área total de cinquenta e três mil e trezentos metros quadrados, sendo nove mil e oitenta e

um metros quadrados de área construída. É um local que apresenta mais de cem funcionários e onde circulam mais de quinhentas pessoas por dia (Figura 8).

Para implantação desse modelo sustentável foi selecionada a certificação LEED, emitida em 2013, após cumprimento de todos os pré-requisitos e créditos contidos no *check-list*. A re-certificação da construção ocorreu em 2018 e apresenta certificado nível Prata.

Figura 8 – Paço Municipal de Itu.



Fonte: Prefeitura de Itu, 2019.

O projeto e a obra foram executados com o objetivo de conquistar a certificação ambiental LEED através de soluções sustentáveis, que resultam em baixo consumo de energia, de água e reaproveitamento de materiais, e assim, conquistar benefícios econômicos, ambientais e promover o *marketing* do edifício. O Quadro 14 foi elaborado a partir das respostas do questionário aplicado e apresenta ações implantadas para conquistar a certificação do edifício.

Quadro 14 – Ações implantadas na Prefeitura de Itu.

Ações			
Energia	Água	Materiais	Resíduos
Iluminação com sensores	Captação de água da chuva	Tintas refletivas	Gestão eficiente na segregação
Elevador Inteligente	Reuso	Instalação de brise	Uso reduzido de terra externa para a realização de terraplenagem
Refrigeração automatizada	Torneiras inteligentes	Piso suspenso	
Lâmpadas LED	Caixas acopladas	Acabamentos com materiais reciclados	
Tintas refletivas		Materiais com baixa emissão	Coleta seletiva

Fonte: Pesquisa direta. Prefeitura de Itu, 2019.

Dentre as iniciativas sustentáveis implantadas no edifício, as que reduzem o desperdício de água são: a captação de água da chuva para reutilização; a instalação de torneiras inteligentes que evitam o desperdício de água por serem acionadas apenas quando há reconhecimento de movimento pelo sensor; e instalação de vasos sanitários com caixa acoplada e válvula de duplo acionamento para reduzir o consumo de água (Figura 9).

Figura 9 – Sistemas para economia de água.



Fonte: Prefeitura de Itu, 2019.

Grande parte da água pluvial é destinada para pisos como concregrama, piso drenante e intertravado, minimizando o volume e vazão da água da chuva destinadas a rede de drenagem pública. Além disso, há uma caixa de reserva de água pluvial de 105 m³ que é utilizada em vasos sanitários e mictórios.

A fim de proporcionar um conforto térmico aos usuários do edifício, foi instalado brise, um dispositivo que impede a incidência direta da radiação solar no interior do edifício, como na Figura 10.

Figura 10 – Instalação de brise no edifício.



Fonte: Prefeitura de Itu, 2019.

Visando reduzir o consumo de energia, foram utilizadas lâmpadas LED em todos os cômodos do edifício e foi instalado um sistema de iluminação automatizado por sensores de presença infravermelhos e com leitura de iluminação natural. Além disso, fora de horário comercial o edifício não fica totalmente iluminado, restringindo a iluminação apenas nas áreas de segurança. (Figura 11).

Figura 11 – Sistema de iluminação automatizado e lâmpadas LED.



Fonte: Prefeitura de Itu, 2019.

No edifício há apenas sistemas de refrigeração automatizados, ou seja, o sistema de ar condicionado não possibilita correções manuais de temperatura, sendo totalmente automatizado para que se mantenha ligado apenas em horário de funcionamento do edifício e com programação de temperaturas para cada período do dia, resultando em economia de energia.

Ademais, foram instalados elevadores automatizados com um sistema de Antecipação de Chamada e Destino que funciona com um painel externo, onde o usuário define seu destino antes de entrar, assim, apenas o elevador mais próximo irá se locomover, evitando desperdício de tempo e energia.

Para contribuir com a eficiência energética e minimizar o efeito de ilha de calor, o edifício foi pintado internamente e externamente com tintas refletivas na cor branca, à base de água e com cobertura *nanothermic*. Além disso foram priorizadas tintas com baixo nível de VOC (Compostos Orgânicos Voláteis), por ser um composto poluente e nocivo à saúde humana (Figura 12).

Figura 12 – Prédio pintado com tinta branca a base de água.



Fonte: Prefeitura de Itu, 2019.

Houve a implantação de um telhado verde mostrado na Figura 13, que apresenta uma área de setecentos e trinta e dois metros quadrado, com o objetivo de minimizar o efeito de ilha de calor do edifício e contribuir com a diversidade.

Figura 13 – Telhado verde.



Fonte: Prefeitura de Itu, 2019.

A fim de evitar reforma civil quando houver necessidade de alterações no *layout* das salas ocorreu a implantação de pisos elevados, técnica utilizada para instalação de tomadas elétricas e de telefonia móveis sob o piso, onde existe um sistema de eletrocalhas que abriga toda a rede de instalações Figura 14.

Figura 14 – Pavimento livre com piso contínuo.



Fonte: Prefeitura de Itu, 2019.

Toda a madeira utilizada no empreendimento (portas, batentes e divisórias) é certificada com o FSC (*Forest Stewardship Council*), que garante que os produtos madeireiros são originados a partir de um bom manejo florestal (FSC Brasil, 2019). Também apresentam certificação da cadeia de custódia (CoC) para garantir rastreabilidade desde a extração da matéria-prima até chegar à utilização no edifício (FSC Brasil, 2019)

Além disso, todas as madeiras utilizadas possuem DOF (Documento de Origem Florestal), que representa uma licença obrigatória para monitorar o transporte, comércio, beneficiamento, consumo e armazenamento de produtos de origem nativa (Infraestrutura e Meio Ambiente, 2019).

Caso ocorra necessidade de manutenção são utilizadas madeiras de reflorestamento para incentivar o uso de madeira certificada (Figura 15). Além disso, diversos acabamentos do prédio foram feitos com materiais reciclados.

Figura 15 – Divisórias feitas de madeira certificada.



Fonte: Prefeitura de Itu, 2019.

Com relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos, ocorre a separação através de lixeiras, havendo segregação entre resíduos reciclável, orgânico e rejeito. As lixeiras ficam dispostas pelo prédio a fim de incentivar a coleta seletiva e a correta destinação dos resíduos, além disso, há um local identificado para armazenar pilhas e baterias evitando a contaminação do resíduo comum (Figura 16).

Figura 16 – Lixeiras com separação entre orgânicos, recicláveis e rejeitos.



Fonte: Prefeitura de Itu, 2019.

Além disso, para evitar a geração de entulho de obra e diminuir a utilização de madeira foi utilizada uma estrutura pré-moldada e fechamentos com blocos de concreto.

Com o propósito de sustentabilidade do espaço e minimização dos impactos gerados pela utilização de veículos, foi instalado um bicicletário para incentivar a utilização da bicicleta como meio de transporte e criadas 13 vagas preferenciais para veículos com baixa emissão e consumo eficiente, 22 vagas para caronistas e 22 para veículos grandes, localizadas próximas à entrada do empreendimento (Figura 17).

Figura 17- Estacionamento do Paço Municipal de Itu.



Fonte: Prefeitura de Itu, 2019.

Dentre as dificuldades encontradas para tornar o edifício sustentável foram a implantação e manutenção das ações relacionadas a água, materiais e energia, além do alto custo para obtenção da certificação e a dificuldade do atendimento as normas.

Porém, com essas ações o edifício economiza cerca de 30% de água em relação aos prédios convencionais, tanto pela menor geração de esgoto quanto pelo menor consumo de água e uma redução global de 20% em energia. Evidenciando que optar por realizar uma construção sustentável com certificação é uma maneira de ajudar o meio ambiente e ainda reduzir as despesas do edifício.

Por isso, quando o governo opta por realizar uma construção pública com essas ações, além de estar disseminando uma prática que vai colaborar com o desenvolvimento sustentável, também contribui com a conscientização ambiental da população que utilizará o edifício, disseminando e incentivando a aderência dessas técnicas. Além disso, o dinheiro público que seria utilizado para pagar o valor integral das despesas de água e energia, que deixa de ser gasto, pode ser investido em outros setores, trazendo benefícios para a população.

6. COSIDERAÇÕES FINAIS

Após o desenvolvimento do trabalho pode-se dizer que a certificação ambiental traz como vantagens diminuição com os custos de produção e processos, menor utilização de recursos naturais, além de deixar de contribuir com a poluição e passar a incentivar a conservação do meio ambiente, estimulando a utilização de produtos mais limpos e a reciclagem. Ainda, os edifícios passam a serem mais valorizados e terem maior visibilidade, aumentando o potencial de atingir novos mercados.

O custo inicial do empreendimento projetado com técnicas sustentáveis é mais elevado em relação a uma construção convencional, porém sabe-se que esse valor é recompensado aliado aos benefícios ambientais ocorre um retorno financeiro a longo prazo.

Foi possível notar que a variação do interesse pelas certificações variou consideravelmente desde sua implementação no Brasil, com tendências que variaram, crescendo e decrescendo. Essa variação pode ser explicada devido ao crescimento da consciência ambiental, aliado aos eventos importantes em que o país foi sede juntamente a crise econômica que vem passando. Com relação as tipologias, as que mais buscam certificações são o comercio, escritório e escola, possivelmente decorrente da utilização da certificação como a estratégia de mercado.

A maioria dos empreendimentos localizados no Brasil optam pela certificação LEED, isso pode ser explicado por possuir um custo mais baixo, reconhecimento internacional e por grande parte dos empreendimentos certificados serem multinacionais. Contudo, ela foi desenvolvida para aplicação nos Estados Unidos, é inflexível e voltada totalmente ao projeto e não ao desempenho do edifício, visto que determinado item pontua ou não.

Enquanto a AQUA-HQE, apesar de possuir um custo mais elevado, é a certificação mais escolhida pela tipologia residencial, possivelmente por se adaptar e atender melhor às necessidades dos edifícios brasileiros. Além disso, avalia verdadeiramente se o edifício está praticando sustentabilidade, visto que todos os critérios devem ser aprovados com padrões mínimos.

A partir do estudo de caso apresentado pode-se notar que além de proporcionar benefícios sócias e ambientais, uma construção ambiental certificada pode conseguir reduzir o consumo de água em 30% e o consumo de energia em 20%, resultando em benefícios econômicos ao empreendimento.

Através do trabalho nota-se que ambas as certificações trazem benefícios econômicos e despertam conscientização com relação ao meio ambiente. Independente da obra ser certificada

pelo selo AQUA-HQE ou LEED, sabe-se que é um passo essencial rumo ao desenvolvimento sustentável, além de ser um instrumento que pode ser uma exigência ou facilitar o fechamento de contratos e financiamentos, sendo uma forma de incentivo aos empreendimentos para torná-los sustentáveis.

Além disso, com a disseminação da certificação ambiental, aumenta a demanda por produtos que atendam aos seus requisitos e às exigências da sustentabilidade, fomentando o mercado e adequação de produtos sustentáveis no Brasil.

Visto a importância das certificações ambientais e sua abrangência no setor público e privado, pode-se perceber que são meios de garantir o envolvimento de diversos agentes no desenvolvimento sustentável. A fim de estimular ainda mais esse envolvimento, é necessário que cada vez mais políticas públicas sejam criadas e incentivos governamentais sejam concedidos aos empresários que optarem pelas certificações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSIN, B. O Estatuto da Cidade e a Construção de Cidades Sustentáveis, justas e democráticas. **Direito e Democracia**. Vol, 2, p 309-317, Canoas/ RS, 2001.

BAPTISTA, V. F. A relação entre o consumo e a escassez dos recursos naturais: uma abordagem histórica. **Revista em saúde e ambiente**. Universidade UNIGRANRIO, 2010. Disponível em <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/sare/article/view/921>>. Acesso em: 21 ago 2019.

BOTELHO, D. I. **Levantamento das certificações verdes no brasil: LEED versus AQUA-HQE**. Projeto de Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

BRANDÃO, Vladimir In AZEVEDO, João Humberto. **Sustentabilidade – Crescimento econômico com responsabilidade social**. RBA, 2012. Pg.36.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de lei n. 252/ 2014. Altera a Lei 10257 de 10 de julho de 2001, para instituir a adoção de práticas de construção sustentável na política urbana**. 2018. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/118455>>. Acesso em: 27 out. 2019.

CIB. **Agenda 21 para a construção sustentável**. São Paulo. Escola Politécnica da USP, 2000. Disponível em: <<https://www.cibworld.nl/site/home/index.html>>. Acesso em: 29 set 2019.

CIDADE DE SÃO PAULO. **Prefeitura lança Manual de Sustentabilidade para Edificações Públicas**. 2019. Disponível em: Acesso em: 1 nov. 2019.

DALLA COSTA, E., MORAES, C. S. B. Construção Civil e a Certificação Ambiental: Análise Comparativa das Certificações LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental). **Revista Engenharia Ambiental** (Online). v.10, p.160 - 169, 2013.

DEGANI, C. M.; CARDOSO, F. F. **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico**. In: NUTAU 2002 - Sustentabilidade,

Arquitetura e Desenho Urbano. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 7 a 11 outubro 2002.

DUARTE, G. C. et al. **A aplicação da ferramenta de certificação LEED para avaliação de edifícios sustentáveis no Brasil.** 2010. Disponível em: <<https://www.abcem.org.br/construmetal/2010/downloads/contribuicoes-tecnicas/22-a-aplicacao-da-ferramenta-de-certificacao-leed-para-avaliacao-de-edificios-sustentaveis-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 6 de out. 2019.

FARIA, Felipe. **LEED In Motion: Brazil.** Material Didático. 2016. Disponível em: <<https://readymag.com/usgbc/brazil2016/>>. Acesso em: 27 ago 2019.

FENCKER, E. A.; DIEHL, A. C.; ALVES, T. W. **Gestão ambiental: incentivos, riscos e custos.** 1 ed. São Paulo: Atlas, 2015. 232 p.

FERNANDES, V. M. C. **Padrões para reuso de águas residuárias em ambientes urbanos.** Passo Fundo – RS, 2009. Disponível em: <<http://cbhpf.upf.br/phocadownload/2seminario/padroesreusoaguaii.pdf>> Acesso em: 29 out. 2019.

FERREIRA, B. L. A. **Construção de Edifícios Sustentáveis.** Contribuição para a definição de um Processo Operativo. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2010.

FLORIM, L. C; QUELHAS, O. L. G. Contribuição para a Construção Sustentável: Características de um Projeto Habitacional Eco-Eficiente. **Revista ENGEVISTA.** v. 6, n. 3, p. 121-120, dezembro, 2004.

FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis.** 2008. 342 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2008.

FRANÇA, I. K. M. et al. Marketing social e ambiental e sua relação com as certificações e selos

socioambientais. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 8, p. 12724-12773, 2019.

FROESCHLE, **Environment assessment and Specification of Green Building Materials**. In: The Construction Specifier, p. 53-57. 1999.

FSC Brasil. **Tipos de certificados FSC**. 2019. Disponível em: <<https://br.fsc.org/pt-br/certificacao/tipos-de-certificados>>. Acesso em: 25 out. 2019.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Certificação AQUA-HQE em detalhes. **Fundação Vanzolini**. 2019. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-em-detalhes/>>. Acesso em: 13 set. 2019.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Certifique o seu empreendimento. **Fundação Vanzolini** 2019. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certifique-o-seu-empreendimento/>>. Acesso em: 14 set. 2019.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Guia Prático do Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício**. São Paulo. 2014. Disponível em: https://vanzolini.org.br/download/Guia_Pratico_Referencial_Avaliacao_Qualidade_Ambienta1_Edif%C3%ADcio.pdf. Acesso em: 02 out. 2019.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Regras de Certificação AQUA-HQE - Certificado pela fundação Vanzolini e Cerway para Edifícios em Construção**, São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/wp-content/uploads/sites/9/2018/08/Regrasdecertificac%CC%A7a%CC%83oAQUA-HQE-2016-07.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2019.

GAVIRA, M. O.; MORAES, C. S. B.; DADARIO, A. M. V. **Administração e Gestão Sustentável: Contexto e Ferramentas**. RIMA, São Carlos, 2017. 119 p.

GBC Brasil. Green Building Council Brasil. **Conheça a certificação LEED**. 2019. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>>. Acesso em: 27 ago 2019.

GEBRIM, Henrique Diniz. **O sistema LEED de certificação ambiental nas construções**

civilis. 2013. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Gestão Ambiental, Universidade de Brasília, Planaltina, 2013.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRS. Porto Alegre – RS. 2009.

GIACOMO, S. **Olimpíadas 2016 e sustentabilidade**. Disponível em: <<https://cebds.org/blog/olimpiadas-2016-e-sustentabilidade/#.XbCq6OhKjIU>>. Acesso em: 23 out. 2019.

HERNANDES, T.Z. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** Tese (Mestrado na Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura) – FAUUSP, São Paulo, 2006.

HERZER, L. A.; FERREIRA, R. L. **Construções sustentáveis no Brasil: um panorama referente às certificações ambientais para edificações LEED e AQUA-HQE**. Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade – v.8 n.5 – 2016.

HONDA, W. S. **Certificação da Sustentabilidade de Edifícios Corporativos no Brasil**. 189 f. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2016.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre UNEP-IETC. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: A discussion document**. Boutek Report No Bou/E0204, Pretória, CIB/UNEP-IETC. 2002.

IPT, Tecnicos. Avaliação Ambiental. **Revista Técnica**, n. 133, Maio. 2008.

JOHNSON, B. **Barriers to certification for LEED registered projects**. 2005. 90 p. Master of Science, Department of Construction Management – Colorado State University Fort Collins. Colorado, 2005.

KARPINSKI, Luisete Andreis. et al. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil:**

uma abordagem ambiental. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. Disponível em: <<http://www.sinduscondf.org.br/portal/arquivos/GestaodeResiduosPUCRS.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2019.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa.** 14. ed. rev. e ampl. Petrópolis: Vozes, 1997.

KWAI, L. L; MORAES, C. S. B. *Tecnologias, Conceitos e Propostas do Uso de Materiais para a Construção nas Universidades.* **Anais do XV ENGEMA – Encontro Internacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente.** São Paulo: FEA-USP, 2013.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/PROCEL, 2014.

LAMBERTS, R; GHISI, E; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa Eficiente: Consumo e Geração de Energia.** Florianópolis: UFSC, 2010. 78 p. (Volume 2). Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_II_WEB.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2019.

LEITE, V. **Certificação ambiental na construção civil – Sistemas LEED e AQUA.** Belo Horizonte, 2011. 59 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <<https://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/certificacoes-leed-e-aqua-trabalho-final-graduacao.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

LIPPI, M.; KRYKHTINE, C.; SILVA, C. F.; COSTA, R. S. AUDIR, J. VETTER, L. M. P.; **Minha casa minha vida no Rio: Recomendações, Orientações e Caderno de Encargos para Habitação Sustentável.** Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2009.

LUCAS, S. **Critérios ambientais na utilização de materiais de construção.** 107 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Aveiro. 2008.

MARTINS, T. O conceito de desenvolvimento sustentável e seu contexto histórico: algumas considerações. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 9, n. 382, 24 jul. 2004.

Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/5490>>. Acesso em: 5 out. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Construção sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 12 set. 2018.

MIRANDA, A. L. G. ; SANTESSO, C. A. ; GARCIA, M. L. ; MORAES, C. S. B. Desenvolvimento de Programa para Simulações do Dimensionamento de Sistemas Fotovoltaicos para os Municípios do Brasil. **Revista Brasileira de Energia Renováveis**, v. 8, p. 216-223, 2019.

MORAES, C. S. B. **Análise da Eficácia e Viabilidade Socioambiental e Econômica de Tecnologias e Alternativas de Construção Sustentável para Habitação**. (Relatório de pesquisa). Rio Claro/ SP: IGCE/ UNESP, 2019.

MORAES, C. S. B., SANTESSO, C.A., ROCHA, R. P., SOUZA LIMA, S. C. *Diagnosis and Analysis of the Economic and Socio-environmental Viability of Technologies and Alternatives for Sustainable Housing Construction*. In: Monteiro J. et al. (eds). **Proceedings of the 2nd International Congress on Engineering and Sustainability in the XXI Century, INCReaSE 2019**. Springer. p.903-918.

MOURA, A.; MOTTA, A. L. T. S. **O Fator Energia na Construção Civil**. In: IX CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2013.

MUNOZ BARROS, A. D. **A adoção de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil: Motivações, benefícios e dificuldades**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-06112012-155745/publico/DissertMUnozAnaDorys.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2019.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU**. 2019. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 21 ago 2019.

O GLOBO. **Governo lança ações de sustentabilidade ambiental para a Copa**. 2014. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/governo-lanca-acoes-de-sustentabilidade-ambiental-para-copa-12622065>>. Acesso em: 22 out. 2019.

OTOBO, A. O.; SANTANA, A. C.; COSTA, C. F. Índice de responsabilidade socioambiental empresarial no distrito administrativo de Icoaraci (Daico), Belém – Pará. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. 2016. Disponível em: <<https://www.rbhdr.net/revista/index.php/rbhdr/article/view/2131>> Acesso em: 13 ago 2019.

PARDINI, A. **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED e do conceito de custos no ciclo de vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil**. 2009. 227 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP, 2009.

PASSOS, L. S.; BRUNA, G. C. **Certificação ambiental LEED: Mapeamento em São Paulo**. MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 41-54, jul. 2019. ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: 28 out 2019.

PEREIRA, A.S.A.; SALGADO, M. S. **Gestão de Projetos Habitacionais Sustentáveis no Mercado Imobiliário Estudo de casos**. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. 3º Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 6., 2013, Campinas. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2013.

PESSARELLO, Regiane G. **Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores indicadores**. 2008. 114 f. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PINHEIRO, M. D. **Ambiente e Construção Sustentável**. 1 ed. Portugal: Instituto do Ambiente, 2006, 243 p. Disponível em: <http://www.lidera.info/resources/ACS_Manuel_Pinheiro.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.

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

RABAÇA, G. V. **Análise do ciclo de vida da fase operacional de um edifício comercial sustentável**. Florianópolis – SC. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina –UFSC. 2015.

ROCHA, R. P.; MORAES, C. S. B.; PUGLIESI, E. **Análise de tecnologias e alternativas para a gestão de água em residências unifamiliares**. In: Anais do I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana – SINGEUB. São Carlos/ SP: UFSCar, 2017.

ROCHETA, V.; FARINHA, F.. **Práticas de Projecto e Construtivas para a Construção Sustentável**. Faro, Portugal, p. 2-10, dez. 2007. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/61497704.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2019.

RODE, P.; BURDETT, R.; GONÇALVES, J.C. S. **Buildings: investing in energy and resource efficiency**. 2011. In: United Nations Environment Programme (UNEP). Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication. Geneva: UNEP, 2011. p. 331-373.

RODRIGO, A. CARDOSO, F. **Certificação ambiental de edifícios pelo processo AQUA e alterações no processo de gestão do empreendimento e no edifício**. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010, Canela. Anais. Canela RS, 2010.

SANTESSO, C. A.; MORAES, C. S. B.; SANTARINE, G. A.; GONCALVES, J. C. **Economia de Energia através de Estratégias Passivas e Ativas: Um Estudo de Caso para Habitação de Interesse Social**. ESPACIOS (CARACAS), v. 38, p. 23, 2017.

SANTOS, A.; AGUIRRE, D.; CANALLI, N. **O Ciclo de Vida das Edificações**. 5º SICS – Seminário Internacional de Construções Sustentáveis. IMED. 2016.

SÃO PAULO (Estado). **Protocolo Ambiental da Construção Civil e Desenvolvimento Urbano**. Governo do Estado de São Paulo, São Paulo. p. 13, 2008.

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Sistema DOF**. 2019. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/madeiralegal/sistema-dof/como-operar/o->

que-e-sistema-dof/>. Acesso em: 25 out. 2019.

Senado Notícias. **Senado aprova incentivo a construções ambientalmente sustentáveis**. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2018/03/20/senado-aprova-incentivo-a-construcoes-ambientalmente-sustentaveis>>. Acesso em: 22 out. 2019.

SERRADOR, M. **Sustentabilidade em arquitetura: referencias para projeto**. 2008. 268 f. Dissertação (Mestrado), EESC-USP, São Carlos, 2008.

SILVA, V. G. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2003.

SILVA, V. G. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica**. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto Finep. 2386/04-2007. UNICAMP – Universidade de Campinas – SP.

SIQUEIRA, C. S. M. **Análise comparativa dos sistemas de certificações LEED e Aqua visando o gerenciamento ambiental de edifício em uso**. 176 p. Monografia Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2009.

TZSCHENTKR, N. KIRK, D. LYNCH, P. A. **Reasons for going green in serviced accommodation establishments**. International Journal of Contemporary Hospitality Management, v. 16, n. 2, p. 116 – 124, 2004.

USGBC. 2019. Disponível em: <<https://new.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 27 ago 2019.

USGBC. United States Green Building Council. **LEED Certification Fees**. 2019. Disponível em: <<https://new.usgbc.org/cert-guide/fees>>. Acesso em: 20 out. 2019.

VALENTE, J. P. **Certificações na Construção Civil: Um comparativo entre LEED e HQE**. Rio de Janeiro, 2009. 71 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

VERAS, M. R. **Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social na Cidade de São Paulo:**

análise de obras. 150f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, SP, 2013.

VIGGIANO, M. H. S. Como construir: Sistema de reuso das águas cinzas. **Revista Técnica.** Ed. 98, ano 13, p. 76-79, mai. 2005.

VOSGUERITCHIAN, AA **abordagem dos sistemas de avaliação de sustentabilidade da arquitetura nos quesitos ambientais de energia, materiais e água, e suas associações às inovações tecnológicas.** 2006. 247 f. Dissertação (Mestrado) – Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, São Paulo, 2006.