



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

HAROLDO NOGUEIRA VICTORIANO NETO

**ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS QUE
BUSCAM A CERTIFICAÇÃO LEED NO ESTADO DO CEARÁ**

FORTALEZA

2018

HAROLDO NOGUEIRA VICTORIANO NETO

ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS QUE
BUSCAM A CERTIFICAÇÃO LEED NO ESTADO DO CEARÁ

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Marisete Dantas de Aquino.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V688e Victoriano Neto, Haroldo Nogueira Victoriano.

Estratégias sustentáveis para edifícios comerciais que buscam a certificação LEED no estado do Ceará / Haroldo Nogueira Victoriano Victoriano Neto. – 2019.

53 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2019.

Orientação: Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino.

1. Sustentabilidade. 2. Construção. 3. LEED. I. Título.

CDD 620

HAROLDO NOGUEIRA VICTORIANO NETO

ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS QUE
BUSCAM A CERTIFICAÇÃO LEED NO ESTADO DO CEARÁ

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Marisete Dantas de Aquino (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. José Ademar Gondim Vasconcelos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. José Pedro Varela da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Antônio Horácio e Córdula Vitoriano.

Ao meu irmão, Horácio Falcão.

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora, por todo o cuidado e por guiarem meus caminhos durante toda a minha vida.

Aos meus pais, Antônio Horácio Falcão e Córdula Vitoriano, por todo amor, carinho, apoio, incentivo e por sonharem junto comigo.

Ao meu irmão, Horácio Falcão, por todo o companheirismo e por ser exemplo de persistência e dedicação ao seu sonho.

À minha avó, Altina Maria, quem me deu meu primeiro notebook, que era bastante entusiasmada com minha faculdade, mas que não poderá presenciar esse momento.

Aos meus amigos, Priscila, Laís, Ana, Filipe, Roberto, Luciano, Ricardo, Matheus pela amizade, pelo suporte nos estudos e por todos os momentos felizes vividos dentro e fora da faculdade, tornando essa jornada muito mais leve e prazerosa.

À minha orientadora, professora Marisete Dantas de Aquino, por ter me estendido a mão quando mais precisei, pela excelente orientação e por toda paixão e alegria em suas aulas.

Aos participantes da banca examinadora José Ademar Gondim Vasconcelos e José Pedro varela da Silva pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

E por fim, a todos que me desejam o bem e torcem pelo meu sucesso!

“Semear ideias ecológicas e plantar sustentabilidade é ter a garantia de colhermos um futuro fértil e consciente.”
(Sivaldo Filho)

RESUMO

Devido ao alto consumo dos recursos naturais e elevados índices de desperdícios de materiais, a indústria da construção civil vem gerando grandes impactos sobre a sociedade e ao meio ambiente. Para minimizar esses impactos negativos, o conceito de construção sustentável vem sendo bastante discutido, dando origem aos Green Buildings. Os sistemas de certificação ambiental voltados para edificações visam orientar e estimular a adoção de medidas sustentáveis na construção civil. Este trabalho tem como objetivo principal realizar um estudo sobre estratégias sustentáveis que contribuem para a certificação LEED de edifícios comerciais. Para que esse objetivo fosse alcançado, listou-se e analisou as alternativas sustentáveis adotadas em um empreendimento que já possui a certificação. O estudo permitiu mostrar a eficácia dessas estratégias tanto do ponto de vista ambiental, como também as contribuições para o desenvolvimento de locais de trabalho mais confortáveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Construção. LEED.

ABSTRACT

Due to the high consumption of natural resources and high rates of waste of materials, the construction industry has generated great impacts on society and the environment. To minimize these negative impacts, the concept of sustainable construction has been much discussed, giving rise to the Green Buildings. The environmental certification systems focused on buildings aim to guide and stimulate the adoption of sustainable measures in the construction industry. This work has as main objective to carry out a study on sustainable strategies that contribute to the LEED certification of commercial buildings. For this objective to be achieved, the sustainable alternatives adopted in an enterprise that already has certification were listed and analyzed. The study showed the effectiveness of these strategies from an environmental perspective, as well as contributions to the development of more comfortable workplaces.

Keywords: Sustainability. Construction. LEED.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução dos eventos relacionados ao desenvolvimento sustentável.....	17
Figura 2 - Esquema dos fluxos ambientais ao longo do ciclo de vida de um edifício	20
Figura 3 - Qualidade de vida de um edifício.....	23
Figura 4 - Níveis da certificação Leed.....	28
Figura 5 - Comparativo entre as tipologias do Leedv3 e Leedv4.....	30
Figura 6 - Etapas para certificação LEED.....	32
Figura 7 - Registros e certificações LEED no Brasil.....	33
Figura 8 - Registros LEED por estado.....	33
Figura 9 - Registros LEED por categoria.....	34
Figura 10 - Registros LEED por área do mercado.....	34
Figura 11 – Certificado LEED do Lc Corporate Green Tower.....	36
Figura 12 - Mapa da localização do Lc Corporate Green Tower.....	38
Figura 13 - Vaga verde.....	39
Figura 14 - Bicicletário.....	40
Figura 15 - Painel externo dos elevadores inteligentes.....	41
Figura 16 - Torneiras automáticas.....	42
Figura 17 - Regulador de vazão de descarga.....	42
Figura 18 - Sensor de presença.....	43
Figura 19 - Corredor com lâmpadas led.....	44
Figura 20 - Fachada do Lc Corporate Green Tower.....	45
Figura 21 - Jardim drenante.....	46
Figura 22 - Tanques de reuso.....	46
Figura 23 - Jardim da entrada do Lc Corporate Green Tower.....	47
Figura 24 - Depósito de resíduos recicláveis e orgânicos.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADC	Sistema de Antecipação de Destino e Chamada
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
GBC-Brasil	Green Building Council Brasil
HQE	Haute Qualité Environnementale
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
NABERS	National Australian Built Environment Rating System
UNCED	United Nation Conference on Environment and Development
USGBC	U. S. Green Building Council
VRF	Fluxo de Gás Refrigerante Variável
WCED	World Comission on Environment and Development

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	14
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	14
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	14
1.2	Estrutura da monografia	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Desenvolvimento sustentável e construção civil	16
2.2	Construção Sustentável	17
2.2.1	<i>Obstáculos para construção sustentável</i>	18
2.3	Ciclo de vida de um edifício	19
2.3.1	<i>Sustentabilidade nas etapas do ciclo de vida de um edifício</i>	20
2.4	Edifício Verde ou Green Building	22
2.4.1	<i>Motivação para a construção de Green Building</i>	23
2.5	Sistemas de certificação ambiental	24
2.5.1	<i>Características dos sistemas de certificação</i>	25
2.6	Certificação Leed	26
2.6.1	<i>Aspectos históricos</i>	27
2.6.2	Critérios de avaliação	28
2.6.3	Tipologias LEED	30
2.6.4	Processo de certificação	31
2.6.5	Certificação LEED no Brasil	32
3	METODOLOGIA	35
3.1	Objeto de estudo	35
4	RESULTADOS	37
4.1	Escolha da localização	37
4.2	Estratégias durante a obra	38

4.3	Vagas verdes e bicicletário.....	38
4.4	Elevadores inteligentes	40
4.5	Louças e metais sanitários de baixo consumo	41
4.6	Sensores de presença	43
4.7	Lâmpadas led	43
4.8	Ar condicionado do tipo VRF	44
4.9	Fachada com vidros insulares	45
4.10	Sistemas de reaproveitamento de água	45
4.11	Área verde	47
4.12	Depósito de recicláveis.....	48
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS.....	51
	ANEXO A – CHECK LIST LEED BD+C: NOVAS CONSTRUÇÕES	53

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com as evidenciadas mudanças nos ecossistemas do nosso planeta, a ideia do desenvolvimento sustentável tem ganhado força e gerado movimentos que acabaram alcançando a indústria da construção civil. A implementação da sustentabilidade no setor da construção civil tem se tornado necessária, devido ao enorme impacto ambiental que ela gera ao longo de sua cadeia produtiva, com grandes consumos de recursos naturais e geração de resíduos.

A questão ambiental se tornou verdadeiramente uma questão global na Conferência de Estocolmo na Suécia, em 1972. Sete anos depois, através do Relatório de Brundtland, surge o conceito de desenvolvimento sustentável, alicerçado na proteção ambiental, estabilidade econômica e responsabilidade social. Em 1992, ocorreu a Eco-92 no Rio de Janeiro, que resultou no documento da Agenda 21. Alguns anos depois, esse documento ganhou versões voltadas para a construção civil, a Agenda 21 para Construção Sustentável em 1999, e a Agenda 21 para Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento em 2002.

Com a propagação dos conceitos de desenvolvimento sustentável e a necessidade de minimização dos impactos ambientais gerados, o setor da construção civil adotou uma nova forma de se construir, a construção sustentável, que visa empreendimentos com melhor desempenho ambiental. No entanto, esse tipo de construção pode enfrentar alguns obstáculos, como o custo inicial, a falta de conhecimento técnico e a demanda do mercado.

Como resultado da construção sustentável, surgiram os Green Buildings (Edifícios Verdes), que são edificações concebidas de forma ecologicamente responsável. O conceito desses edifícios não considera apenas o modo como se constrói, mas envolve um conjunto de práticas que objetiva a eficiência ao longo de toda as etapas do ciclo de vida das edificações.

Com a necessidade de avaliar o desempenho ambiental dos edifícios, começam a ser desenvolvidos os primeiros sistemas de certificação ambiental na década de 90. Os modelos de certificação apresentam requisitos relacionados aos aspectos construtivos, climáticos e ambientais levando em conta não somente a edificação em si, mas também o seu entorno e a relação com a cidade e ambiente global. Alguns desses sistemas são o BREEAM (Reino Unido), LEED (Estados

Unidos), HQE (França), Casbee (Japão), Nabers (Austrália).

No Brasil, estão disponíveis diversas certificações para edificações, sendo o Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) uma delas. O selo LEED foi criado pela United States Green Building Council (USGBC) nos Estados Unidos, em 1998, e lançado em 1999, estando presente hoje em mais de 160 países. O LEED apresenta quatro níveis de certificação, é destinado a quatro tipologias de construções e seus critérios de avaliação estão organizados em oito dimensões.

Um dos empreendimentos brasileiros certificados com o LEED é o Lc Corporate Green Tower, o primeiro edifício comercial do Norte e Nordeste a conseguir o selo. A sua certificação aconteceu em 2015, sendo certificado na categoria Silver.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Estudo de estratégias sustentáveis para edifícios comerciais que contribuem para a obtenção da certificação LEED.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Listar as estratégias sustentáveis adotadas em um empreendimento com certificação LEED;
- Analisar as estratégias sustentáveis adotadas no empreendimento escolhido.

1.2 Estrutura da monografia

A presente monografia está estruturada em 5 capítulos. O primeiro capítulo é a introdução, que contém a contextualização do problema desse projeto de graduação, bem como os objetivos geral e específicos e sua estrutura. O segundo capítulo aborda a fundamentação teórica, a fim de familiarizar e embasar o leitor sobre o histórico e a situação da construção civil em relação ao desenvolvimento sustentável, especificando a certificação LEED. No capítulo seguinte são expostos a metodologia aplicada neste trabalho e as características do empreendimento utilizado como estudo de caso. O quarto capítulo traz os resultados obtidos na pesquisa, sendo apresentado uma lista com as estratégias ambientalmente eficientes identificadas no empreendimento estudado, como também a análise de cada uma dessas medidas. No último capítulo são apresentados os comentários finais sobre o trabalho e recomendações para trabalhos futuros acerca deste tema. Por fim, encontram-se as referências bibliográficas e anexos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desenvolvimento sustentável e construção civil

A indústria da construção civil está diretamente relacionada com a sustentabilidade do planeta, exercendo papel importante, talvez maior do que se imagina, relacionado tanto aos impactos gerados quanto às possibilidades de contribuição para sua minimização (PARDINI, 2009).

O período pós Segunda Guerra Mundial foi caracterizado por um crescimento econômico acelerado e pela expansão do mercado de consumo, gerando danos ambientais a diversos ecossistemas e a exaustão dos recursos naturais (VOSGUERITCHIAN, 2006). Com isso, foi realizado em 1972, na cidade de Estocolmo, Suécia, a Conferência da Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, sendo o primeiro momento em que as questões ambientais passaram a ser politicamente admitidas como um problema global a ser debatido.

Em 1987, a World Commission on Environment and Development (WCED) através do Relatório Brundtland, definiu o desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades (WCED, 1987).

No Rio de Janeiro, em 1992, aconteceu a United Nation Conference on Environment and Development (UNCED), mais conhecida como ECO'92, que resultou na publicação da Agenda 21. Esse documento consiste em um plano ambicioso de ação global para o século XXI, estabelecendo uma visão de longo prazo para equilibrar necessidades econômicas e sociais com os recursos naturais do planeta.

Em 1999, voltado para o setor da construção civil, foi publicado o CIB Agenda 21 para Construção Sustentável. Esse documento detalha os conceitos, aspectos e desafios expostos pelo desenvolvimento sustentável para a construção civil, apresentando medidas de redução dos impactos ambientais através de alterações das formas como os edifícios são projetados, construídos e gerenciados ao longo do tempo.

No entanto, grande parte das contribuições para esta publicação veio de países desenvolvidos, não se aplicando dessa forma a realidade dos países em desenvolvimento, devido a diferença de prioridades e objetivos entre eles. Com isso,

em 2002, foi publicado a Agenda 21 para Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento, voltado para os países da África, Ásia e América Latina.

A Figura 1 traz resumidamente alguns dos mais importantes eventos relacionados a evolução do desenvolvimento sustentável, sendo alguns deles abordados de forma mais detalhada anteriormente.

Figura 1 – Evolução dos eventos relacionados ao desenvolvimento sustentável.



Fonte: Leite (2011).

2.2 Construção Sustentável

As construções são convencionalmente projetadas a partir de técnicas e normas que regem sua execução com dimensionamento e instalações adequados, de forma a garantir a segurança dos usuários e da edificação, pelo caminho mais rápido e barato possível e sem ter como preocupação o emprego de alternativas sustentáveis (PALO, 2006).

Já a construção sustentável é um sistema construtivo que promove intervenções sobre o meio ambiente, adaptando-o para suas necessidades de uso, produção e consumo humano, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras (MENDONÇA, 2010).

Leite (2011) ressalta que construir sustentavelmente implica na redução do impacto ambiental, na minimização do retrabalho e desperdício, na garantia da

qualidade do produto com conforto para o usuário final, no favorecimento da redução do consumo de energia e água, na contratação de mão de obra e uso de materiais produzidos formalmente, bem como na redução, reciclagem e reutilização dos materiais.

Além disso, a construção sustentável traz soluções para alguns problemas relacionados ao uso das edificações. Barros (2012) cita alguns desses problemas, como o alto custo de energia elétrica, suprimento de energia, disposição de resíduos, racionamento de água, emissão de poluentes, saúde e produtividade dos trabalhadores.

2.2.1 Obstáculos para construção sustentável

A ascensão das construções sustentáveis, tanto no mercado internacional como no nacional, é claramente evidente nos últimos anos. No entanto, o mercado sólido da construção civil ainda apresenta resistência para a aplicação do desenvolvimento sustentável, principalmente pelos construtores e investidores acharem que ele não compensa financeiramente de início, e por não serem receptivos com a ideia de trocar o que tem dado certo por tanto tempo pelo novo (GOMES, 2015).

A construção sustentável, assim como toda nova ideologia, com o uso de novas tecnologias e soluções diferenciadas de projeto quando comparadas ao usualmente praticado, enfrenta inúmeros obstáculos. Pardini (2009) destaca como obstáculos principais o custo inicial, a falta de conhecimento técnico e a demanda do mercado.

No mercado, existe uma falsa percepção de que as construções sustentáveis possuem custo inicial muito mais elevado do que as construções sustentáveis. O fato de que proprietários e incorporadores não disponibilizam, para a realização de estudos de caso, os dados na sua totalidade, confidencializando os índices financeiros, impede a desmitificação desse tema (PARDINI, 2009).

Rosa (2015) defende a ideia de que é melhor gastar um pouco mais inicialmente para economizar recursos energéticos e hídricos, contrapondo o argumento do alto custo inicial. Ele cita um estudo, realizado pelo Instituto Nacional de Construção dos Estados Unidos, sobre a análise dos custos totais, que envolve os custos da construção inicial, do financiamento e de operação, de um prédio de escritório com vida útil de 40 anos. Esse estudo concluiu que o custo inicial equivale

apenas a 17% dos custos totais ao longo de toda vida útil da edificação.

A falta de conhecimento técnico faz com que projetistas e construtores não se sintam confortáveis com o uso de novas tecnologias e métodos de trabalho lançados no mercado, sendo conservadores com o seu uso. Como consequência, os sistemas acabam sendo superdimensionados e não são integrados na edificação como poderiam, atingindo um desempenho menor do que o esperado (PARDINI, 2009).

A falsa sensação de que não há demanda do mercado pode ser explicada aliando os fatos de as construtoras desenvolverem projetos baseando-se em pesquisas de mercado, e de que grande parte dos consumidores brasileiros não possuem conhecimentos relacionados à importância da construção sustentável e de suas vantagens. Com isso, as construtoras não oferecem edifícios verdes aos clientes, inclusive aos que poderiam e pagariam por eles (PARDINI, 2009).

2.3 Ciclo de vida de um edifício

Para a construção de um edifício, pensa-se principalmente no tipo de utilização que ele servirá, buscando atender as necessidades dos seus futuros ocupantes durante a sua vida útil. No entanto, para que o empreendimento tenha um bom funcionamento como um todo, existem outras etapas do ciclo de vida da edificação que requerem atenção e planejamento (ROCHA, 2016).

O ciclo de vida da edificação pode ser dividido em 5 etapas: planejamento, implantação, uso, manutenção e demolição.

O planejamento é a fase inicial de uma edificação. É nesta fase que acontece a concepção do empreendimento, determinando-se o tipo de edificação que será construído e suas características. Isso é feito através da realização de estudos de viabilidade financeira, da elaboração de projetos e suas especificações e o desenvolvimento das atividades construtivas.

A etapa seguinte é a da implantação do edifício, que tem como objetivo colocar em prática os projetos desenvolvidos na primeira etapa.

Na etapa de uso, a edificação é ocupada pelos usuários para a realização das atividades para a qual ela foi concebida. Vale ressaltar a importância de se utilizar o edifício de acordo com as propostas elaboradas na etapa de planejamento. A utilização do edifício para fins diferentes daqueles para o qual foi projetado pode gerar

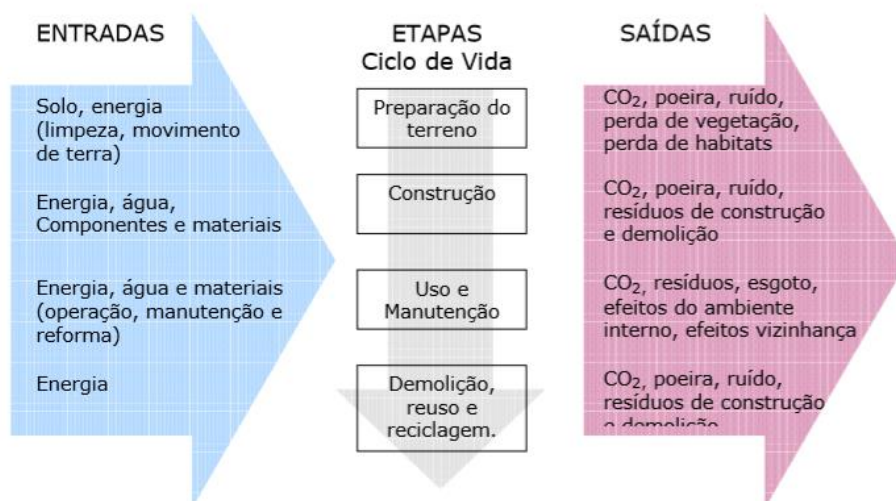
inúmeros problemas e perigos, provocando a deterioração da estrutura e a redução da sua vida útil.

A fase de manutenção do edifício acontece durante a fase de uso, garantindo o bom funcionamento do edifício e sua integridade. É nela que surge a necessidade de reposição de alguns elementos, de manutenção dos equipamentos e sistemas, de correção de alguma falha de execução.

A demolição é a fase em que a edificação não é mais utilizada, representando o final do ciclo de vida do edifício. Muitas vezes realiza-se a demolição para dar origem a outro empreendimento imobiliário, iniciando-se assim um outro ciclo de vida.

Uma edificação vista em todo o seu ciclo de vida gera resíduos, consome energia, materiais e produtos, emite gás carbônico na atmosfera, como mostrado na Figura 2. Além disso, emprega, gera renda e impostos. Sendo assim, um edifício tem um grande potencial no que diz respeito a implementação efetiva do desenvolvimento sustentável (LEITE, 2011).

Figura 2 - Esquema dos fluxos ambientais ao longo do ciclo de vida de um edifício.



Fonte: Vosgueritchian (2006).

2.3.1 Sustentabilidade nas etapas do ciclo de vida de um edifício

Não existe uma única solução para tornar real a construção sustentável, pois as condicionantes de uma obra são bastante diversas. Entre uma obra e outra, muda-se a condição climática, disponibilidade de materiais, localização, situação

econômica, deslocamentos e qualidade de mão de obra. Com toda essa variedade de fatores, a forma de assegurar que não ocorra agressão ao meio ambiente é planejar todas as etapas da construção, procurando sempre reduzir os impactos e garantir a justiça social dentro do orçamento disponível (JOHN, 2010).

O ciclo de vida de um edifício deve ser analisado visando sempre a redução de consumo de materiais, energia e impactos ambientais gerados. A concentração de esforços para que cada etapa seja executada dentro das normas, com qualidade e sem desperdícios, garante um produto adequado sustentavelmente (LEITE, 2011).

Buscando a sustentabilidade da edificação, existem ações que podem ser realizadas nas diferentes etapas do seu ciclo de vida.

A fase de planejamento não impacta diretamente no meio ambiente enquanto ocorre, mas ela é essencial para a sustentabilidade nas fases seguintes. A escolha do local de construção, sistemas de aquecimento de água, utilização de iluminação e ventilação natural, especificação dos materiais, reutilização da água de chuva são considerações realizadas na fase de projeto que ajudam a tornar o empreendimento sustentável.

Na etapa de implantação da edificação, a sustentabilidade está presente em diversos aspectos da obra. Pode-se observá-la na escolha do sistema construtivo, onde deve-se priorizar aqueles que consomem menos água e energia, como também os que minimizam a geração de resíduos e desperdício durante a obra. Outro aspecto é a escolha dos recursos utilizados na construção, os quais não devem ser agressivos ao meio ambiente no seu transporte, descarga, armazenamento e aplicação. Essas práticas contribuem tanto para o caráter sustentável do edifício, como com a redução dos custos de construção.

O uso do edifício, fase do ciclo de vida que representa a maior parte da vida útil do mesmo, se torna sustentável ou não dependendo principalmente da forma como ele foi concebido. Um projeto que faz com que se aproveite a iluminação e ventilação natural, permite que o edifício reduza o seu consumo de energia. Já o que implementa sistema de captação de água da chuva para reuso, contribui para o menor consumo de água. A adoção de sistema de coleta de lixo que permita triagem dos materiais descartados, possibilita a reciclagem ou reutilização desses materiais.

Na etapa de manutenção, pode-se utilizar o retrofit como medida de sustentabilidade. Ele consiste na readequação da edificação, vitalizando-a com novos materiais e tecnologias que melhorem o seu desempenho.

A fase de demolição pode contribuir com a sustentabilidade, na adoção sempre que possível da reciclagem e reutilização dos elementos, ao invés de jogar fora de maneira desordenada e não pensada. Essas práticas contribuem para a redução de resíduos gerados para descarte na demolição.

2.4 Edifício Verde ou Green Building

O termo Edifício Verde ou Green Building é utilizado para designar edifícios que foram construídos dentro dos padrões sustentáveis. Silva (2007) ressalta que esse tipo de edifício deve utilizar os recursos de maneira eficiente, sendo confortáveis e apresentando uma maior vida útil, além de adaptar-se às mudanças nas necessidades dos usuários, permitindo desmontagem ao final do ciclo de vida do edifício, para aumentar a vida útil dos componentes através de sua reutilização ou reciclagem.

A ideia desse termo não surgiu recentemente, mas por volta de quarenta anos atrás. Na década de 70, a crise do petróleo fez com que o mercado da construção civil desse mais atenção à eficiência energética dos edifícios. Com isso, houve mudanças em relação ao controle das necessidades dos edifícios, tentando solucioná-las de acordo com o consumo. Antes, esse controle era feito baseado no fornecimento, quanto maior a necessidade maior a produção (SUSTENTARE, 2009 *apud* BARROS, 2012).

Ainda nos anos 70, desenvolve-se nos EUA, o mercado da reciclagem, que começa atender as necessidades da indústria da construção. Na década de 80, as preocupações em relação à saúde, conforto, produtividade dos trabalhadores e ocupantes dos edifícios ganham destaque com o surgimento do alerta para a “Síndrome dos edifícios doentes”. Nesse momento, inicia-se adoção de medidas para redução das emissões tóxicas dos acabamentos de edifícios e dos materiais de construção. Além disso, o mundo passou a enfrentar problemas ligados à escassez de água (SUSTENTARE, 2009 *apud* BARROS, 2012).

Até este momento, as questões sustentáveis de energia, reciclagem de materiais e conservação da água ainda eram tratadas separadamente. Entre os anos 80 e 90, apareceram os primeiros escritórios de arquitetura onde se começaram a integrar todos os fatores de impacto de um edifício no meio ambiente, criando o

conceito de Edifício Verde ou “Green Building” (SUSTENTARE, 2009 *apud* BARROS, 2012).

De acordo com Leite (2011), esses edifícios têm como objetivo atender a cinco princípios básicos: local sustentável, eficiência de água, eficiência de energia, conservação dos materiais e dos recursos, e qualidade ambiental interna, como ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Qualidade de vida de um edifício.



Fonte: Projeto Pesca Sustentável (2014).

2.4.1 Motivação para a construção de Green Building

Para Pardini (2009), um incorporador/investidor opta por construir ou não um edifício sustentável baseando-se por um estudo de viabilidade confiável aliado à análise qualitativa do empreendimento, permitindo que os ganhos sejam convertidos em lucro. Nesse contexto, quando se leva em consideração, além dos custos iniciais, todos os custos incorridos ao longo da sua vida útil, os edifícios sustentáveis passam a ser uma boa opção. Em relação aos usuários, o conhecimento das economias decorrentes das características de projeto de um edifício sustentável, como redução de condomínio, seguro e operação, é fator essencial para a preferência por esse tipo de edifício (PARDINI, 2009).

Davies (2005) *apud* Pardini (2009) analisou 12 empreendimentos localizados nos EUA e Canadá, e identificou que a motivação para a concepção de projetos de edifícios sustentáveis partiu em 75% dos casos do interesse do

proprietário/investidor, motivados por seus valores seguidos pelo diferencial de mercado. Porém, as questões relacionadas à imagem da organização diante da responsabilidade corporativa ambiental são de grande interesse quando do desenvolvimento de um projeto sustentável.

Rodrigo e Cardoso (2010) realizaram dois estudos de caso, um edifício de escritórios e outro comercial no Brasil, e identificaram os principais motivos que influenciaram essas empresas a construir edifícios sustentáveis. Segundo eles, os motivos são: colaboração com o desenvolvimento sustentável em todas as suas atividades, foco na sustentabilidade como estratégia empresarial, manter seus empreendimentos reconhecidos como de vanguarda.

2.5 Sistemas de certificação ambiental

Os sistemas de avaliação ambiental de edifícios são ferramentas de extrema importância para o incentivo e auxílio da implementação dos green buildings. Esses sistemas são formados por conjunto de indicadores e critérios normalmente baseados na avaliação do desempenho ambiental do ciclo de vida de um edifício ou de seus subsistemas (LARSSON, 2004 apud BARROS, 2012).

A constatação de que os países não possuíam meios para verificar o quão “verdes” eram realmente os seus edifícios, inclusive aqueles que acreditavam dominar os conceitos de projeto ecológico, foi o primeiro passo para a necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios. O passo seguinte foi a concordância entre pesquisadores e agências governamentais, de que a classificação de desempenho ligada aos sistemas de certificação era um dos métodos mais eficientes para aumentar o nível de desempenho ambiental das construídas e novas edificações (SILVA, 2007).

Motta e Aguilar (2009) mostram que diversos sistemas de avaliação surgiram desde 1990:

- Em 1990, surgiu, no Reino Unido, o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), o primeiro sistema de avaliação ambiental para construção civil.
- Em 1999, foi lançado pelo USGBC (United States Green Building Council), o selo de certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental

Design), trazendo incentivos financeiros e econômicos para as construções verdes no Estados Unidos.

- Foi lançado na França, em 2002, o HQE (Haute Qualité Environnementale), programa de certificações de construções ambientais.
- No Japão, ainda em 2002, foi lançado o programa de certificação Casbee (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency).
- O sistema de certificação de construções ambientais Nabers (National Australian Built Environment Rating System), foi criado na Austrália, em 2004.
- Em 2007, no Brasil, foi criado o Green Building Council Brasil (GBCBrasil), que regionalizou o selo LEED.
- Ainda em 2007, ocorreu o lançamento do selo ecológico IDHEA-Falcão Bauer, para produtos e tecnologias sustentáveis.
- Foi lançado, em 2008, um selo brasileiro baseado no selo francês HQE, o AQUA (Alta Qualidade Ambiental).

2.5.1 Características dos sistemas de certificação

Os sistemas de certificação apresentam requisitos relacionados aos aspectos construtivos, climáticos e ambientais levando em conta não somente a edificação em si, mas também o seu entorno e a relação com a cidade e ambiente global.

Leite (2011) ressalta os seguintes pontos em comum entre os aspectos conceituais dos diversos métodos de avaliação ambiental de edifícios:

- Impactos no meio urbano, representado por itens sobre incômodos gerados pela execução, acessibilidade, inserção urbana, erosão do solo, poeira e outros;
- Materiais e Resíduos, relacionando-se com o emprego de madeira e agregados com origem legalizada, geração e correta destinação de resíduos, emprego de materiais de baixo impacto, gestão de resíduos no canteiro e reuso de materiais;
- Uso racional da água, sendo o objetivo maior a economia da água potável, obtido por uso de equipamentos economizadores de água, acessibilidade

do sistema hidráulico, captação de água de chuva, tratamento de esgoto, etc.;

- Energia e emissões atmosféricas, analisando o sistema de ar condicionado, iluminação e outros;
- Conforto e salubridade do ambiente interno, considerando a qualidade do ar e o conforto ambiental.

2.6 Certificação Leed

O Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações utilizado em mais de 160 países, e tem como propósito incentivar a conformação dos projetos, obra e operação das edificações, tendo em vista o desenvolvimento sustentável de suas atuações (GBC-Brasil,2018).

A certificação LEED impacta de forma positiva e diretamente nas três grandes áreas do desenvolvimento sustentável. De acordo GBC-Brasil (2018), os benefícios promovidos pelo selo são:

- **Econômicos:**
 - Diminuição dos custos operacionais;
 - Diminuição dos riscos regulatórios;
 - Valorização do imóvel para revenda ou arrendamento;
 - Aumento na velocidade de ocupação;
 - Aumento da retenção;
 - Modernização e menor obsolescência da edificação.
- **Sociais:**
 - Melhora na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes;
 - Inclusão social e aumento do senso de comunidade;
 - Capacitação profissional;
 - Conscientização de trabalhadores e usuários;
 - 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 Comércios);

- Incentivo a fornecedores com maiores responsabilidades socioambientais;
- Aumento da satisfação e bem estar dos usuários;
- Estímulo a políticas públicas de fomento a Construção Sustentável.

- **Ambientais:**

- Uso racional e redução da extração dos recursos naturais;
- Redução do consumo de água e energia;
- Implantação consciente e ordenada;
- Mitigação dos efeitos das mudanças climáticas;
- Uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental;
- Redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação.

2.6.1 Aspectos históricos

O LEED foi criado, em 1998, pela United States Green Building Council (USGBC), uma organização constituída pelos representantes do mercado da construção civil nos Estados Unidos, órgãos governamentais e associações de classes. A USGBC foi fundada na década de 1980, tendo como prioridade a criação de um sistema de avaliação da sustentabilidade.

Antes da criação do LEED, foram analisados e rejeitados diversos sistemas de avaliação já existentes, pois desejava-se um sistema com maior foco nos impactos energéticos. Hernandez (2006) citou o Green Builder Program da cidade norte-americana Austin, o modelo canadense BEPAC e o Green Building Challenge como sistemas nessa lista de rejeitados.

O LEED-NC 1.0 foi a versão inicial desse selo, sendo aplicada apenas a novas construções e totalizou mais de 93.000m² registrados no seu primeiro ano. Ao longo dos anos, o LEED sofreu algumas atualizações em relação ao conteúdo, processo de certificação, sendo o LEED v4 a versão aplicada desde 2013. De acordo com Santos (2015), algumas das mudanças nessa nova versão são:

- Exigência da análise das condições iniciais do terreno, antes do desenvolvimento do projeto;

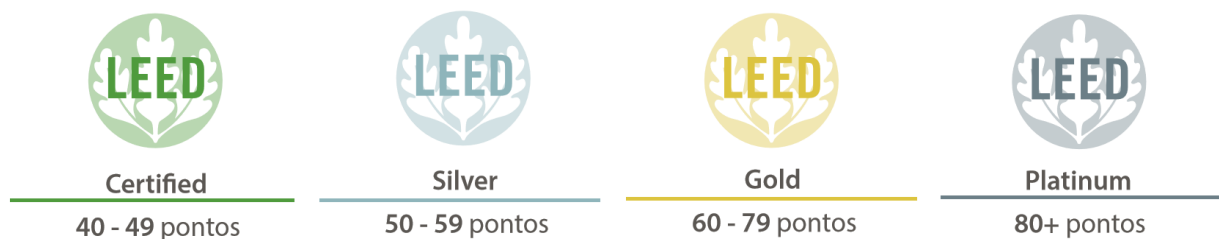
- Requer entorno com boa mobilidade urbana e prioridade ao transporte público;
- Obrigatoriedade na redução do consumo de água para paisagismo, ao menos em 30%;
- Dispositivos hidrossanitários das edificações devem reduzir consumo de água em pelo menos 20%;
- Obrigatoriedade de se desenvolver um plano de gestão de resíduos durante a construção;
- Pede análise de ciclo de vida dos materiais empregados na obra;
- Exigência da coleta, armazenamento e disposição correta de resíduos perigosos.

2.6.2 Critérios de avaliação

As edificações que buscam a certificação LEED são avaliadas em 8 dimensões. Cada uma delas apresenta pré-requisitos e créditos, que à medida que são atendidos geram pontos à edificação. Os pré-requisitos são práticas obrigatórias e o não cumprimento de apenas um deles impossibilita o empreendimento de receber a certificação. Já os créditos são ações recomendadas com foco em performance de desempenho.

Conforme a pontuação obtida, o nível de certificação é definido, variando de 40 a 110 pontos. Os níveis são: Certificado (Certified), Prata (Silver), Ouro (Gold) e Platina (Platinum), como pode ser observado na Figura 4 com suas respectivas pontuações.

Figura 4 - Níveis da certificação Leed.



Fonte: GBC-Brasil (2018).

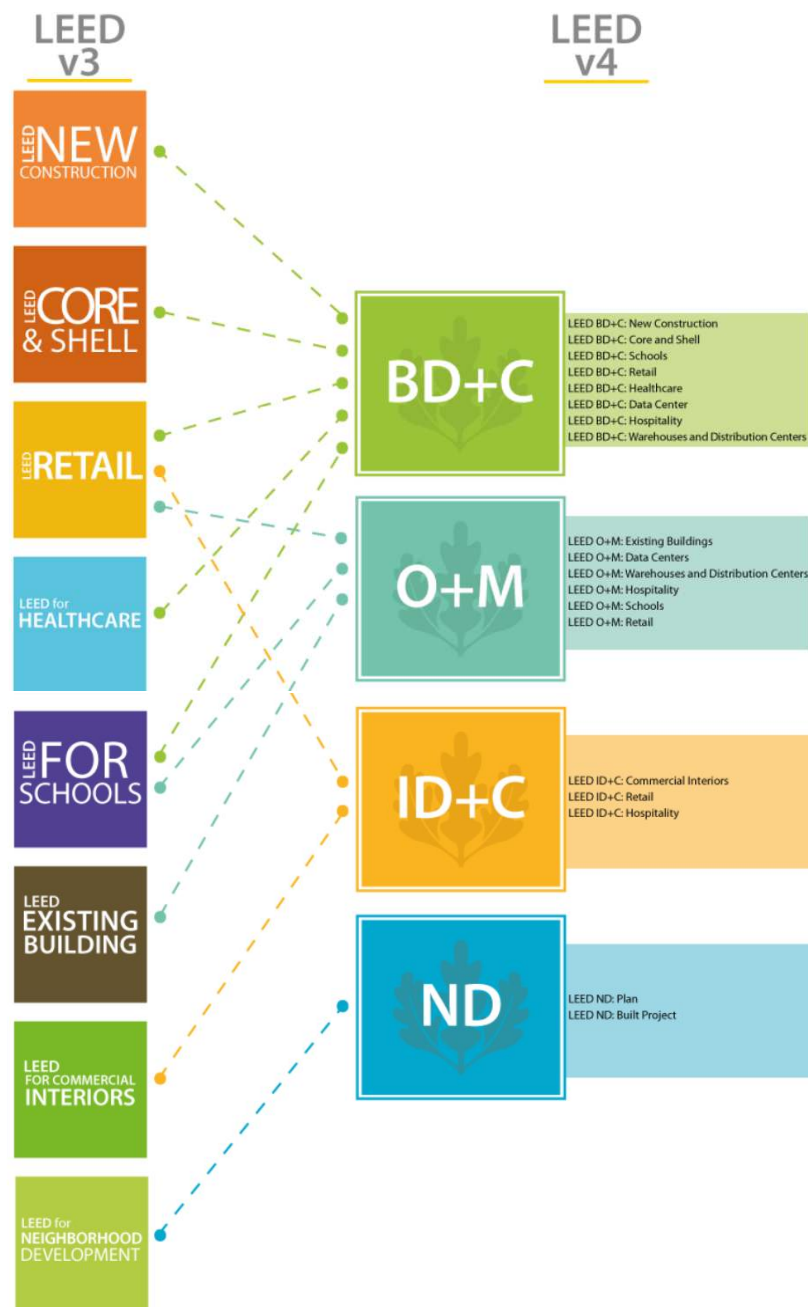
As dimensões analisadas são as seguintes:

- **Localização e transporte:** analisa as decisões sobre a localização do lote, com créditos que encorajam o desenvolvimento compacto, transportes alternativos e conexão com serviços.
- **Espaço Sustentável:** encoraja estratégias que minimizam o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação e aborda questões fundamentais de grandes centros urbanos, como redução do uso do carro e das ilhas de calor.
- **Eficiência do uso da água:** promove inovações para o uso racional da água, com foco na redução do consumo de água potável e alternativas de tratamento e reuso dos recursos.
- **Energia e Atmosfera:** promove eficiência energética nas edificações por meio de estratégias simples e inovadoras, como por exemplo simulações energéticas, medições, comissionamento de sistemas e utilização de equipamentos e sistemas eficientes.
- **Materiais e Recursos:** encoraja o uso de materiais de baixo impacto ambiental (reciclados, regionais, recicláveis, de reuso, etc.) e reduz a geração de resíduos, além de promover o descarte consciente, desviando o volume de resíduos gerados dos aterros sanitários.
- **Qualidade ambiental interna:** promove a qualidade ambiental interna do ar, essencial para ambientes com alta permanência de pessoas, com foco na escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, controlabilidade de sistemas, conforto térmico e priorização de espaços com vista externa e luz natural.
- **Inovação e Processos:** incentiva a busca de conhecimento sobre Green Buildings, assim como, a criação de medidas projetuais não descritas nas categorias do LEED.
- **Créditos de Prioridade Regional:** incentiva os créditos definidos como prioridade regional para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e econômicas existentes em cada local.

2.6.3 Tipologias LEED

Com a finalidade de suprir casos cada vez mais específicos, a definição das tipologias dos empreendimentos a serem certificados pelo LEED estão em constante alteração ao longo do tempo. Na Figura 5, pode-se observar a diferenças das tipologias entre a atual versão (LEED v4) e sua antecessora (LEED v3).

Figura 5 - Comparativo entre as tipologias do Leedv3 e Leedv4.



Fonte: GBC-Brasil (2018).

O LEED para Projeto e Construção de Edifícios (LEED BD+C) é empregado para a construção de edifícios que considerem a sustentabilidade de maneira holística, dando a chance de acertar em cheio cada aspecto sustentável, maximizando seus benefícios (GBC-BRASIL,2018).

O LEED para Design e Construção de Interiores (LEED ID+C) é aplicado para a criação de espaços internos que são melhores para o planeta e tornem as pessoas mais produtivas e saudáveis (GBC-BRASIL,2018).

O LEED para Operação e Manutenção de Edifícios Existentes (LEED O+M) é empregado para adequar o funcionamento de edifícios antigos ao modo sustentável, visto que demoraria muito mais tempo para contornar os impactos ambientais para a demolição dos mesmos e construção de novos (GBC-BRASIL,2018).

O LEED para Desenvolvimento do Bairro (LEED ND) foi criado para inspirar e ajudar a criar bairros melhores, mais sustentáveis e melhor conectados, considerando comunidades e olhando para além da escala dos edifícios (GBC-BRASIL,2018).

2.6.4 Processo de certificação

De acordo com GBC-Brasil (2018), o primeiro passo para iniciar o processo de certificação do LEED é identificar a tipologia do projeto. Isso torna-se necessário, pois cada tipologia apresenta um checklist adequado, envolvendo os pré-requisitos e créditos de cada categoria de análise citada no item 2.6.2. No anexo I, encontra-se um checklist destinado à tipologia LEED BD+C: Novas Construções.

Em seguida, realiza-se o registro do projeto através do portal LEED Online, enviando um formulário de registro e pagando-se a taxa de certificação ao USGBC, que varia conforme o tamanho e a tipologia do empreendimento. A próxima etapa consiste no envio dos checklists, formulários e documentações exigidos pela GBC-Brasil. O envio de toda essa documentação pode ser feito ao final da construção do projeto, ou pode-se enviar uma parte após a fase de projeto e o restante após o final da construção.

É feita a análise de todo o material enviado por uma empresa auditora, podendo ser solicitado ao construtor informações adicionais ou esclarecimentos. Com tudo correto, o solicitante é notificado com um aviso positivando a certificação, com nível correspondente à pontuação atingida. Caso o solicitante não concorde com a

avaliação, ele pode solicitar uma revisão, mediante ao pagamento de uma taxa adicional. O processo de certificação simplificado pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 - Etapas para certificação LEED.



Fonte: GBC-Brasil (2018).

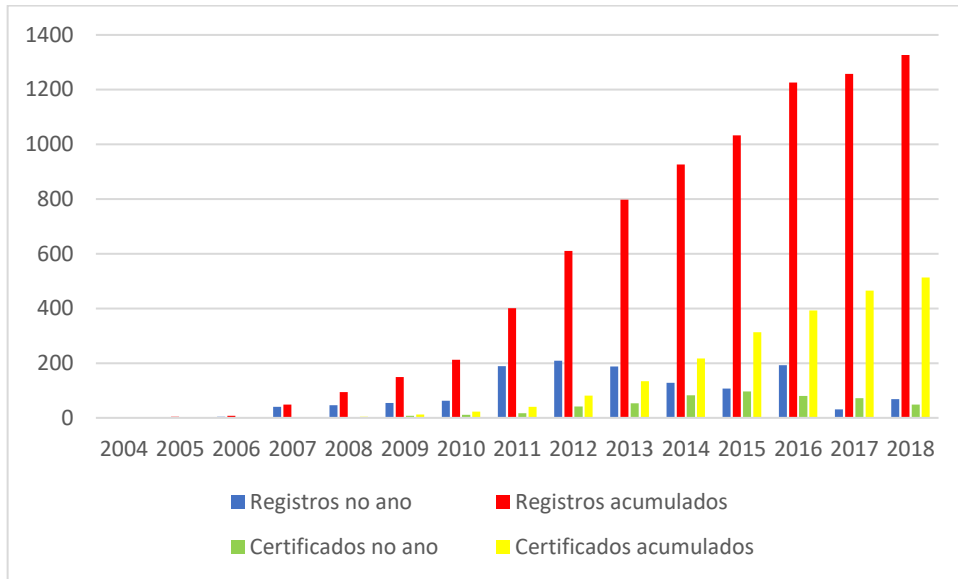
2.6.5 Certificação LEED no Brasil

No Brasil, o Green Building Council Brasil (GBC-Brasil) é a instituição representante da USGBC desde junho de 2007. Ela consiste em uma organização não governamental que visa desenvolver a indústria de construção sustentável no país, usando as forças de mercado para conduzir a adoção de práticas sustentáveis, em um processo integrado de concepção, implantação, construção e operação de edificações e espaços construídos.

O Brasil é um dos maiores mercados para o LEED no mundo, onde a força de transformação do movimento de construção verde é ativa e vibrante. Os projetos LEED estão presentes em todas as regiões brasileiras com diferentes climas e condições econômicas, com uma variedade significativa de novos tipos de projetos que buscam a certificação LEED (LEED in Motion: Brasil, 2016).

Segundo a GBC-Brasil (2018), foram realizados 69 registros e emitidos 48 certificados no Brasil durante o ano de 2018. No total, o país apresenta 1326 registros e 513 certificados. A evolução do número de registros e certificados no Brasil nos últimos anos está ilustrada na Figura 7.

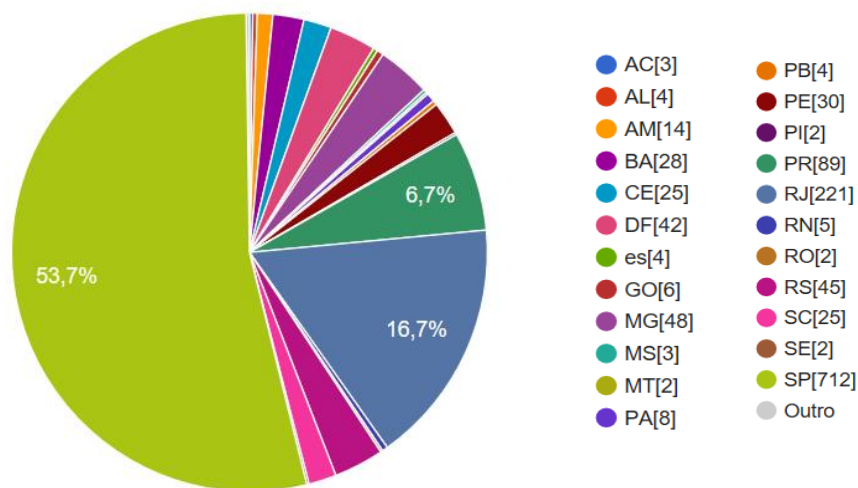
Figura 7 - Registros e certificações LEED no Brasil.



Fonte: GBC-Brasil (2018).

Em relação aos registros por estado, como ilustrado na Figura 8, São Paulo é responsável por mais da metade dos registros nacionais, seguido pelo Rio de Janeiro, sendo responsáveis por fazer a região sudeste com a maior concentração de registros. No Ceará, há 25 empreendimentos registrados, sendo o LC Corporate Green Tower um deles.

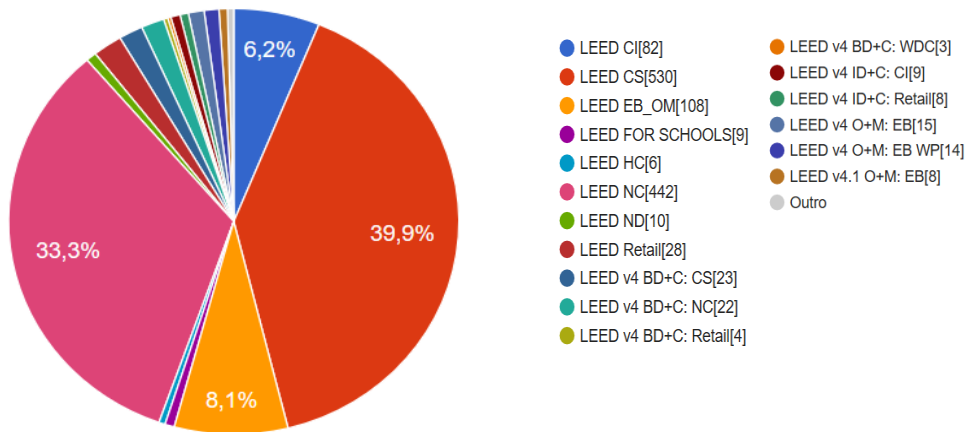
Figura 8 - Registros LEED por estado.



Fonte: GBC-Brasil (2018).

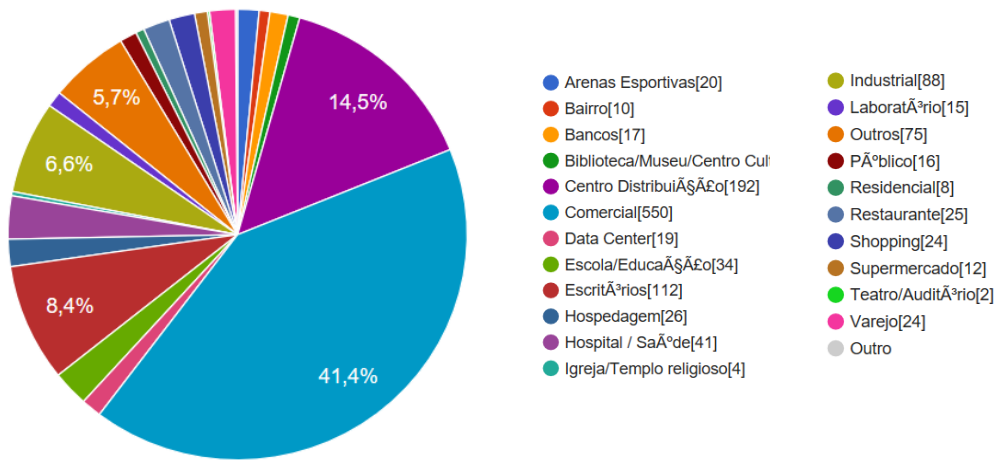
A distribuição dos registros feitos em relação ao tipo de certificado solicitado é detalhada na Figura 9, sendo as categorias LEED Novas construções e grandes reformas (LEED-NC) e LEED Envolvória e Estrutura Principal (LEED-CS) com mais registros. Já a Figura 10 mostra os registros por área de mercado, sendo a comercial a grande líder.

Figura 9 - Registros LEED por categoria.



Fonte: GBC-Brasil (2018).

Figura 10 - Registros LEED por área do mercado.



Fonte: GBC-Brasil (2018).

3 METODOLOGIA

Após a determinação do tema da pesquisa, realizou-se um levantamento de informações necessárias de obras acadêmicas, para a elaboração da revisão bibliográfica sobre o desenvolvimento sustentável relacionado à construção civil, como também acerca da certificação LEED, servindo como apoio ao autor para a confecção do trabalho, além de fornecer as premissas e conceitos necessários aos leitores.

Para a elaboração dos resultados, realizou-se um estudo de caso em um empreendimento já certificado com o selo LEED, sendo escolhido o edifício Lc Corporate Green Tower. Esse estudo teve como objetivo listar e analisar as estratégias sustentáveis adotadas pelo empreendimento que contribuíram para a obtenção da certificação. O estudo dessas estratégias foi feito por meio de pesquisa na internet e de visitas técnicas à edificação. As visitas aconteceram nos dias 05/11/2018 e 13/11/2018, sendo guiadas pela corretora Rita Vasconcelos.

3.1 Objeto de estudo

O Lc Corporate Green Tower é um empreendimento da Luciano Cavalcante Imóveis, localizado na Avenida Barão de Studart, 300. Ele consiste em um edifício do tipo comercial, com 19 pavimentos e 324 salas, totalizando 17.824m² de área construída e 759,06m² de área verde. O empreendimento iniciou o processo de certificação LEED com o registro feito em 05/10/2010, atingiu 55 pontos na avaliação, obtendo a certificação na categoria Silver para o tipo LEED Envoltória e Estrutura Principal (LEED-CS) em 01/07/2015 (Figura 11). Além dessa certificação, o Lc Corporate também tem como destaque a conquista do Prêmio Master Imobiliário 2014, na categoria Melhor Empreendimento Comercial do Brasil.

Figura 11 – Certificado LEED do Lc Corporate Green Tower.



Fonte: Autor (2018).

4 RESULTADOS

Com as informações coletadas nas visitas e as que estão disponíveis no site do empreendimento, pode-se listar as seguintes estratégias sustentáveis adotadas no edifício:

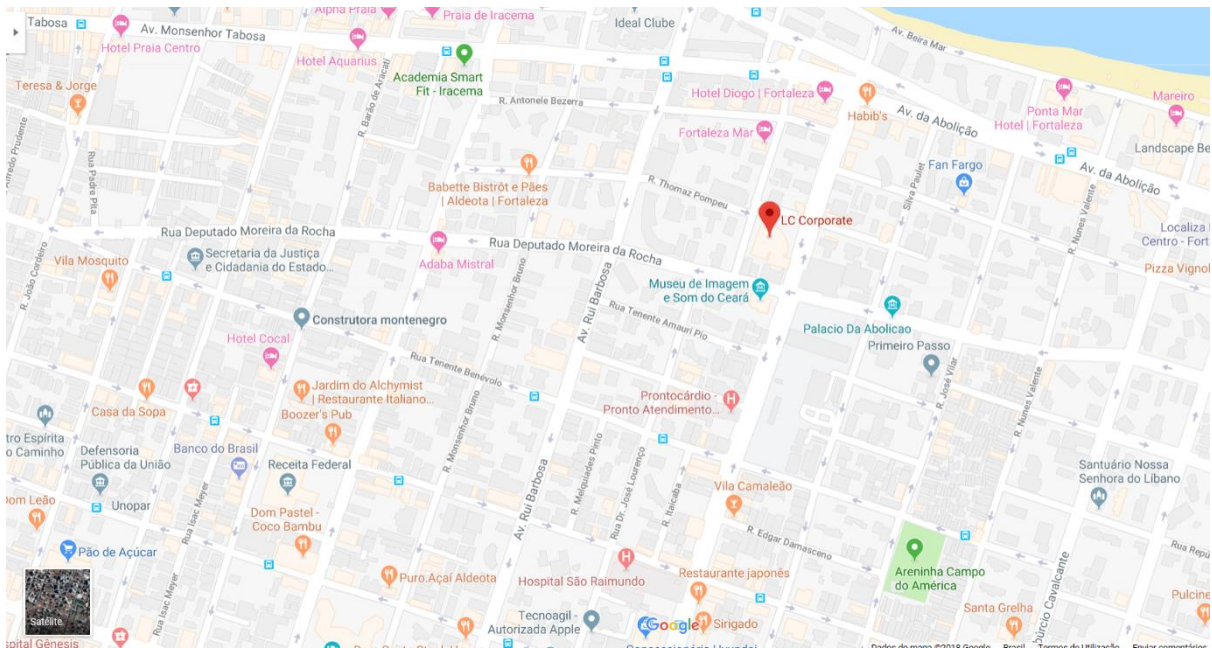
- Escolha da localização;
- Estratégias durante a obra;
- Vagas verdes e bicicletário;
- Elevadores inteligentes;
- Louças e metais sanitários de baixo consumo;
- Sensores de presença;
- Lâmpadas led;
- Ar condicionado do tipo VRF;
- Fachada com vidros insulares;
- Sistema de reaproveitamento de água;
- Área verde;
- Depósito de recicláveis.

4.1 Escolha da localização

Ele está localizado na região do Meireles, uma área densamente urbanizada, o que não provocou um maior impacto ambiental, contribuindo para a preservação de recursos e habitats naturais. Além disso, essa região apresenta uma boa infraestrutura existente, com transporte público, água, eletricidade e esgoto, o que diminuiu drasticamente os custos materiais e ecológicos que acompanharam suas criações, como vias e estrutura de acesso.

No seu entorno há pelo menos 10 serviços básicos (Figura 12), como escolas, hospitais, restaurantes, correio, igrejas, farmácias, papelarias, supermercados, polícia, academias. Isso gera um maior aproveitamento da estrutura urbana, facilitando a vida dos usuários, além de promover ainda uma grande economia de dinheiro e recursos ambientais pela diminuição da distância de tráfego.

Figura 12 - Mapa da localização do Lc Corporate Green Tower.



Fonte: Google Maps (2018).

4.2 Estratégias durante a obra

No LC Corporate, as ações voltadas para sustentabilidade começaram desde o primeiro dia de obra e dos serviços mais simples, como a lavagem das rodas dos caminhões que saíam da obra para não poluir as ruas.

Uma dessas medidas foi a prática da segregação de resíduos, com espaços de 20,54m² dedicado exclusivamente para o armazenamento dos resíduos recicláveis e outra área separada de 3,45m² para resíduos orgânicos. Como resultado, mais de 65% dos resíduos gerados foram encaminhados para reciclagem ou reuso.

Outra prática foi, sempre que possível, a utilização de materiais e peças de demolição dentro da ideia de reaproveitamento de materiais, contribuindo para a prática do consumo consciente. Isso pode ser notado na camada de drenagem do paisagismo, onde foi utilizado parte do entulho triturado.

4.3 Vagas verdes e bicicletário

No estacionamento, há 31 vagas verdes (Figura 13), que são vagas destinadas a veículos que usam combustíveis alternativos ou de baixo consumo. Essas vagas representam 5% do total de vagas e estão melhor localizadas, mais próximas aos acessos do edifício. Como hoje em dia é grande a quantidade de veículos

nas ruas, além da dificuldade de locais de estacionamento, essa vantagem de vagas serve como incentivo para o uso de automóveis verdes, contribuindo conseqüentemente para a redução da poluição.

Figura 13 - Vaga verde.



Fonte: Autor (2018).

O local também apresenta um espaço reservado para o estacionamento de bicicletas, como ilustrado na Figura 14. Além disso, o edifício oferece vestiários para as pessoas que optem pelo uso da bicicleta, possa tomar um banho e se arrumar para os seus compromissos. Essas atitudes promovem e encorajam o transporte com bicicleta, reduzindo o tráfego de veículos e contribuindo para a saúde dos usuários com a prática de atividade física.

Figura 14 - Bicletário.



Fonte: Autor (2018).

4.4 Elevadores inteligentes

Os elevadores do Lc Corporate utilizam o Sistema de Antecipação de Destino e Chamada (ADC), como pode ser visto na Figura 15. A tecnologia ADC difere do sistema convencional, pois permite que o passageiro indique o andar para o qual se destina antes de adentrar a cabine. Com esse funcionamento, o ADC pode agrupar em um único elevador pessoas que vão para o mesmo andar ou próximos, reduzindo o tempo de operação dos equipamentos e, conseqüentemente, o consumo de energia, em torno de 30%. Além disso, é possível diminuir o tempo de espera nos andares e de viagem da cabine, garantindo mais conforto ao usuário. Devido ao intenso fluxo de pessoas diariamente, esse sistema se encaixa bastante em edifícios comerciais.

Figura 15 - Painel externo dos elevadores inteligentes.



Fonte: Autor (2018).

4.5 Louças e metais sanitários de baixo consumo

Os dispositivos de baixo consumo encontrados no empreendimento foram torneiras automáticas (Figura 16) e reguladores de vazão de descarga nos vasos sanitários (Figura 17). Estes dispositivos permitem uma redução significativa no consumo de água, sem comprometer os níveis de exigência dos usuários ao continuar cumprindo as suas funções.

Figura 16 - Torneiras automáticas.



Fonte: Autor (2018).

Figura 17 - Regulador de vazão de descarga.

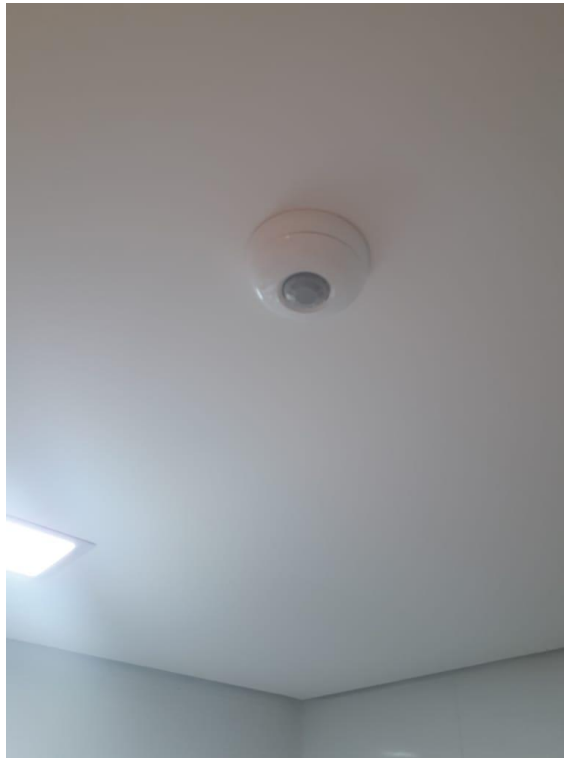


Fonte: Autor (2018).

4.6 Sensores de presença

O sistema de sensores de presença funciona com a premissa de quem um local só precisa de iluminação quando algum usuário estiver no local. Logo, esse sistema diminui significativamente o tempo de operação das luminárias, reduzindo o consumo de energia. No Lc Corporate, esses sensores são usados nos banheiros coletivos dos andares (Figura 18). Como esses banheiros são locais usados por diferentes pessoas e em horários alternados, os sensores garantem que os usuários não deixem as luzes acesas após o uso, impedindo o funcionamento delas sem necessidade.

Figura 18 - Sensor de presença.



Fonte: Autor (2018).

4.7 Lâmpadas led

As lâmpadas led são usadas em todas as áreas comuns do Lc Corporate, como ilustrado na Figura 19. Esse tipo de lâmpada tem boa eficiência luminosa, fazendo com que a produção de luz seja maior usando menos energia. Elas possuem longa vida útil, sendo cerca de três vezes mais duráveis que as lâmpadas

fluorescentes, e não possuem filamentos metálicos, mercúrio ou substâncias tóxicas na composição, sendo 100% recicladas. Além disso, elas não esquentam devido à baixa irradiação térmica, o que torna o ambiente bem mais confortável aos usuários e auxilia o funcionamento dos ar condicionados.

Figura 19 - Corredor com lâmpadas led.



Fonte: Autor (2018).

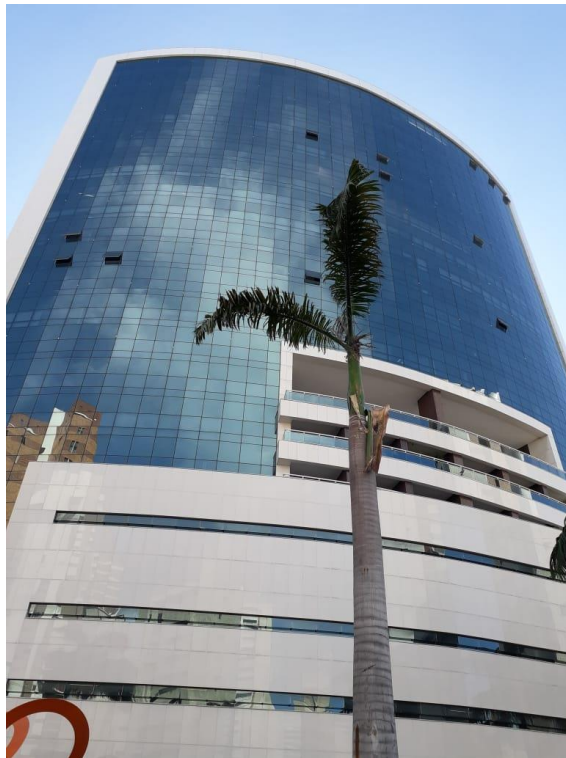
4.8 Ar condicionado do tipo VRF

No Lc Corporate, todas as áreas, comuns e das salas, foram climatizadas com sistema de ar com tecnologia VRF. Ele é um sistema de ar condicionado central, do tipo Multi Split, que funciona com uma única condensadora (unidade externa) ligada a várias evaporadoras (unidades internas) através de um ciclo único de refrigeração, onde o fluxo de gás refrigerante é variável. Isso permite o controle da quantidade de refrigeração que flui para cada um dos evaporadores, controlando individualmente a temperatura dos diferentes ambientes. Além disso, ele filtra o ar externo capturado, reduzindo a sua temperatura em cerca de 2°C, o que diminui o trabalho dos ar condicionados, consumindo menos energia. Outra vantagem desse sistema é o uso de gás ecológico, o R-410A, uma substância que não é tóxica e não possui CFC em sua composição, não agredindo a camada de ozônio.

4.9 Fachada com vidros insulares

A fachada do Lc Corporate (Figura 20) é composta por vidros insulares, que consistem em vidros duplos de alta eficiência energética. Esse tipo de vidro filtra os raios ultravioleta, bloqueando o calor, sendo assim, um excelente isolante térmico, o que permite o máximo aproveitamento da luz natural, reduzindo o consumo de energia das lâmpadas e dos ar condicionados. Além disso, ele também é um excelente isolante acústico, protegendo as salas comerciais do barulho externo, garantindo um ambiente confortável para os usuários desenvolverem seus trabalhos.

Figura 20 - Fachada do Lc Corporate Green Tower.



Fonte: Autor (2018).

4.10 Sistemas de reaproveitamento de água

No empreendimento, há o reúso da água proveniente dos condensadores dos ar condicionados e da chuva. A água da chuva é captada através do piso drenante do jardim do pavimento de lazer (Figura 21). Essa água reaproveitada é levada para os tanques de reúso (Figura 22), que estão localizados no subsolo 2, recebe tratamento, sendo usada posteriormente para a irrigação do jardim e na descarga dos

vasos sanitários. Quando o edifício estiver em total funcionamento, o acúmulo de água será de 4 mil litros diários.

Figura 21 – Jardim drenante.



Fonte: Autor (2018).

Figura 22 - Tanques de reuso.



Fonte: Autor (2018).

4.11 Área verde

O Lc Corporate tem 759,06m² de área verde, composta por diversas espécies vegetais regionais, como a trapoeraba-roxa, sagu-de-jardim e costela-de-adão (Figura 23). Como essas plantas já são adaptadas ao clima da região, elas têm maiores chances de sobreviver ao regime de chuvas local. Além da função estética, as áreas verdes também são usadas no combate do efeito ilha de calor, reduzindo a temperatura ambiente em torno do edifício.

Vale ressaltar também o uso de um sistema automatizado para a irrigação das plantas do jardim. Esse sistema mede a umidade no jardim, só acionando o sistema de irrigação quando necessário, ou seja, em dias chuvosos, o sistema não é acionado, economizando água.

Figura 23 - Jardim da entrada do Lc Corporate Green Tower.



Fonte: Autor (2018).

4.12 Depósito de recicláveis

No edifício, realiza-se coleta seletiva, tendo locais adequados e reservados para o armazenamento dos resíduos recicláveis e orgânicos, como visto na Figura 24. Além dessas lixeiras no térreo, em cada andar há uma área destinada para esses tipos de resíduos, o que contribui e incentiva a realização da coleta seletiva pelos usuários.

Figura 24 - Depósito de resíduos recicláveis e orgânicos.



Fonte: Autor (2018).

5 CONCLUSÃO

Devido ao grande consumo dos recursos naturais, o mercado da construção tem sofrido diversos tipos de intervenções relacionadas ao desenvolvimento sustentável, levando os construtores e investidores do setor adotarem medidas de preocupação ecológica, como a obtenção da certificação ambiental LEED. Neste trabalho, pôde-se observar o esforço em determinar e analisar algumas das estratégias sustentáveis no empreendimento Lc Corporate Green Tower, um edifício comercial que possui essa certificação.

Durante a fase de coleta de dados, não se conseguiu ter acesso ao checklist de avaliação do empreendimento para a certificação, não sendo possível conhecer quais estratégias, e suas respectivas pontuações, que contribuíram em cada categoria. Com isso, não se pôde realizar um estudo por categoria, o qual permitiria mostrar exatamente as alternativas para se conseguir o certificado Silver, bem como as estratégias que faltaram para se obter o nível máximo de certificação.

Ainda assim, foi válido esse estudo geral das estratégias adotadas no Lc Corporate Green Tower. Pode-se observar que essas estratégias possuem objetivos similares, implicando não só na redução e na otimização dos recursos naturais, mas também sendo direcionadas aos usuários, através do melhor conforto dos ambientes. Ter locais mais confortáveis ambientalmente acrescenta muito aos edifícios comerciais, pois não prejudica a saúde dos usuários, bem como contribui para que eles desempenhem seus trabalhos de forma mais eficiente.

Além disso, é possível notar a importância da adoção de medidas sustentáveis tanto para o campo ambiental, como também o social e o econômico. Tal importância credita essas medidas se tornarem parte da lei de construção, não sendo presente apenas em selos e certificados, que são opcionais.

Em relação as estratégias adotadas no empreendimento, pode-se notar o uso desde alternativas mais simples, como o depósito para resíduos recicláveis e o bicicletário, até medidas mais complexas, como o sistema de ar condicionado e o de reaproveitamento de água. Uma atitude que não foi adotada, mas que pode ser recomendada aos edifícios comerciais aqui no Ceará, é o uso de energia solar, visto que prédios comerciais consomem muita energia, por funcionarem grande parte do dia com diversos equipamentos, e o fato de o Ceará apresentar boa incidência de raios solares.

Por fim, vale ressaltar que a busca da certificação LEED não deve ser apenas uma busca de títulos para rótulos dos empreendimentos. O verdadeiro propósito é conscientizar todos que estão envolvidos na concepção e na operação dos edifícios certificados, ajudando a criar e amadurecer o desenvolvimento sustentável na sociedade.

REFERÊNCIAS

BARROS, A. D. M. **A adoção de sistema de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil: motivações, benefícios e dificuldades.** 2012. 185p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

GOMES, J. C. P. **Estratégias de instalações prediais sustentáveis para empreendimentos residenciais que buscam certificação LEED no Estado do Ceará.** 2015. 55p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

GOOGLE MAPS. 2018. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/LC+Corporate/@-3.7266347,-38.5066796,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x7c748686c6fea69:0x4c451ddf5201e6a3!8m2!3d-3.7266401!4d-38.5044909>>. Acesso em 10 nov de 2018.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Empreendimentos LEED.** Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/empreendimentos-leed.php>>. Acesso em 27 out de 2018.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Etapas para certificação.** Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/etapa-certificacao.php>>. Acesso em 27 out de 2018.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Sobre o certificado.** Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em 27 out de 2018.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Tipologia LEED.** Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/tipologia-leed.php>>. Acesso em 27 out de 2018.

HERNANDES, T. Z. **LEED-NC como sistema de avaliação de sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** 2006. 134p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

JOHN, M. V. Desafios da construção sustentável. **SELO CASA AZUL Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável.** São Paulo: Páginas & Letras – Editora e Gráfica, p. 10-18. 2010.

LEITE, V. F. **Certificação ambiental na construção civil – sistemas LEED E AQUA.** 2011. 50p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MENDONÇA, M. M. **Sustentabilidade na construção civil: realidade ou utopia?** 2010. 35p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M. T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 84-119. 2009.

PALO, P. R. **Estudo da viabilidade da construção de edifícios inteligentes sustentáveis**. 2006. 43p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

PARDINI, A. F. **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED e do conceito de custos no ciclo de vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil**. 2009. 209p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

PROJETO PESCA SUSTENTÁVEL. **Selos sustentáveis**. 2014. Disponível em: <<http://projtopesca.blogspot.com/2014/09/selos-sustentaveis.html>>. Acesso em: 27 out. 2018.

ROCHA, R. K. **Certificação LEED de edificações: aspectos relacionados a materiais e recursos**. 2016. 80p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

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, 2010, Canela. **Anais...** Canela, RS: [s.n.], 2010.

ROSA, H. A tendência da sustentabilidade na construção civil. **Jornal da Construção**, Fortaleza, jul. 2015. Entrevista concedida ao Jornal da Construção.

SANTOS, A. **Versão 4 da certificação LEED prioriza fabricantes**. 2015. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/versao-4-da-certificacao-leed/>>. Acesso em: 27 out. 2018.

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, BR. 2007.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, **LEED in Motion: Brasil**. 2016.

VOSGUERITCHIAN, A. B. **A abordagem dos sistemas de avaliação de sustentabilidade da arquitetura nos quesitos ambientais de energia, materiais e água, e suas associações às inovações tecnológicas**. 2006. 247p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

WORLD COMMISSION ON ENVIORNMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future**. Londres: Oxford University Press, 400 p. 1987.

ANEXO A – CHECK LIST LEED BD+C: NOVAS CONSTRUÇÕES



LEED v4 for BD+C: New Construction and Major Renovation Project Checklist

Project Name _____

Date _____

Y	T	N
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Credit 1 Integrative Process 1

Location and Transportation			Possible Points:	16	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 1	LEED for Neighborhood Development Location	16
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 2	Sensitive Land Protection	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 3	High Priority Site	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 4	Surrounding Density and Diverse Uses	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 5	Access to Quality Transit	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 6	Bicycle Facilities	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 7	Reduced Parking Footprint	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 8	Green Vehicles	1

Sustainable Sites			Possible Points:	10	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prereq 1	Construction Activity Pollution Prevention	Required
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 1	Site Assessment	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 2	Site Development--Protect or Restore Habitat	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 3	Open Space	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 4	Rainwater Management	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 5	Heat Island Reduction	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 6	Light Pollution Reduction	1

Water Efficiency			Possible Points:	11	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prereq 1	Outdoor Water Use Reduction	Required
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prereq 2	Indoor Water Use Reduction	Required
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prereq 3	Building-Level Water Metering	Required
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 1	Outdoor Water Use Reduction	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 2	Indoor Water Use Reduction	6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 3	Cooling Tower Water Use	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 4	Water Metering	1

Energy and Atmosphere			Possible Points:	33	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prereq 1	Fundamental Commissioning and Verification	Required
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prereq 2	Minimum Energy Performance	Required
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prereq 3	Building-Level Energy Metering	Required
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prereq 4	Fundamental Refrigerant Management	Required
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 1	Enhanced Commissioning	6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 2	Optimize Energy Performance	18
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 3	Advanced Energy Metering	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 4	Demand Response	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 5	Renewable Energy Production	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 6	Enhanced Refrigerant Management	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 7	Green Power and Carbon Offsets	2

Materials and Resources			Possible Points:	13	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prereq 1	Storage and Collection of Recyclables	Required
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prereq 2	Construction and Demolition Waste Management Planning	Required

			Credit 1	Building Life-Cycle Impact Reduction	5
			Credit 2	Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Product Declarations	2
			Credit 3	Building Product Disclosure and Optimization - Sourcing of Raw Materials	2
			Credit 4	Building Product Disclosure and Optimization - Material Ingredients	2
			Credit 5	Construction and Demolition Waste Management	2

			Indoor Environmental Quality		Possible Points: 16
Y			Prereq 1	Minimum Indoor Air Quality Performance	Required
Y			Prereq 2	Environmental Tobacco Smoke Control	Required
			Credit 1	Enhanced Indoor Air Quality Strategies	2
			Credit 2	Low-Emitting Materials	3
			Credit 3	Construction Indoor Air Quality Management Plan	1
			Credit 4	Indoor Air Quality Assessment	2
			Credit 5	Thermal Comfort	1
			Credit 6	Interior Lighting	2
			Credit 7	Daylight	3
			Credit 8	Quality Views	1
			Credit 9	Acoustic Performance	1

			Innovation		Possible Points: 6
			Credit 1	Innovation	5
			Credit 2	LEED Accredited Professional	1

			Regional Priority		Possible Points: 4
			Credit 1	Regional Priority: Specific Credit	1
			Credit 2	Regional Priority: Specific Credit	1
			Credit 3	Regional Priority: Specific Credit	1
			Credit 4	Regional Priority: Specific Credit	1

			Total		Possible Points: 110
--	--	--	--------------	--	-----------------------------

Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110