

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DAS CONSTRUÇÕES

LARISSA DE ASSIS FERREIRA

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEED EM UMA OBRA NA CIDADE DE
SÃO LUÍS-MA**

São Luís – MA

2016

LARISSA DE ASSIS FERREIRA

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEED EM UMA OBRA NA CIDADE DE
SÃO LUÍS-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Civil, da Universidade Estadual do
Maranhão, como requisito para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador : Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim
Demétrio

Co-orientador: Arq. Abraão Freitas
Valinhas Neto

São Luís – MA
2016

Ferreira, Larissa de Assis.

Análise da aplicação da metodologia LEED em uma obra na cidade de São Luís – MA / Larissa de Assis Ferreira. – São Luís, 2016.

84 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio.

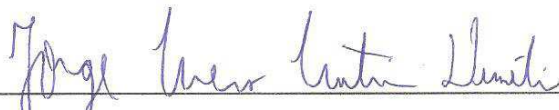
LARISSA DE ASSIS FERREIRA

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEED EM UMA OBRA NA CIDADE DE
SÃO LUÍS-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia Civil
da Universidade Estadual do Maranhão,
como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 15 / 12 / 2016

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio (Orientador)

Universidade Estadual do Maranhão



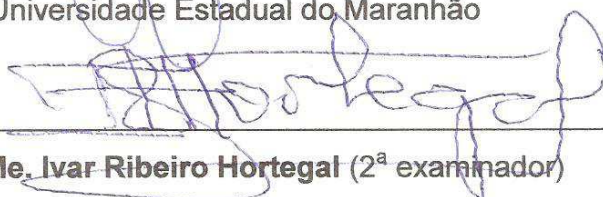
Arq. Abraão Freitas Valinhas Neto (Co-orientador)

Certificado LEED GA pela USGBC (*U.S. Green Building Council*)



Prof. Esp. João Aureliano de Lima Filho (1ª examinador)

Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Me. Ivar Ribeiro Hortegal (2ª examinador)

Universidade Estadual do Maranhão

A Deus, à minha família, aos meus amigos e à UEMA.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e por estar comigo durante toda essa longa jornada no curso de Engenharia Civil.

À minha família, por todo o apoio, incentivo, carinho e compreensão que foram de grande importância durante o curso e a elaboração deste trabalho.

À minha mãe, por todo seu apoio, dedicação, amor e principalmente por ser guerreira e ter me proporcionado um estudo de qualidade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio, por todo o apoio e incentivo.

À Universidade Estadual do Maranhão, por todo o apoio e generosidade.

“Se não te desafia, não te muda”.

Fred Devito.

RESUMO

A certificação ambiental é um instrumento importante que possui grande potencial de implementar melhores práticas de sustentabilidade no setor da Construção Civil. Este trabalho enfoca a metodologia LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que se trata de uma certificação para construções sustentáveis concebida e concedida pela organização não governamental americana U.S. Green Building Council (USGBC), de acordo com os critérios de racionalização de recursos (energia, água, etc.) atendidos por uma construção. Por meio deste trabalho, buscamos apresentar a Metodologia LEED, as vantagens de sua aplicação em um empreendimento na cidade de São Luís – MA e os custos de implementação da mesma no local estudado. Como resultado do estudo de caso, encontramos que o empreendimento não poderia ser certificado por não atingir a pontuação mínima. Porém, com a realização de cinco modificações, o mesmo alcançaria o certificado LEED. Por fim, concluímos que as modificações são possíveis e levariam a grandes economias ao empreendimento.

Palavras-chave: Certificação ambiental. Construções sustentáveis. Metodologia LEED.

ABSTRACT

Environmental certification is an important tool with a great potential to implement better sustainability practices in Civil Construction. This study focuses on the LEED methodology (Leadership in Energy and Environmental Design), which is a certification for sustainable constructions conceived and granted by the American non-governmental organization U.S. Green Building Council (USGBC), according to criteria of rationalization of resources (energy, water, etc.), attended by a construction. Through this study, we present the LEED methodology, the advantages and costs of its implementation in a construction in São Luís – MA. As a result of the case study, we found that the construction could not be certified for they did not achieve the minimum score. However, completing five modifications could grant them the LEED certification. Finally, we conclude that the modifications are possible and would lead to great savings to the construction.

Keywords: Environmental certification. Sustainable constructions. LEED methodology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tripé da Sustentabilidade	20
Figura 2 – Qualidade de uma Construção Verde	21
Figura 3 – Redução de consumo de um Edifício Verde	21
Figura 4 – Ponderações dos Sistemas de Avaliação ambiental	24
Figura 5 – Pontuação e níveis de Certificação LEED	26
Figura 6 – Etapas do processo de certificação LEED	30
Figura 7 – Registros e Certificações LEED no Brasil	34
Figura 8 – Registros por categoria LEED	34
Figura 9 – Inovações do LEED V4	36
Figura 10 – Modelo de tabela usada na avaliação do empreendimento	40
Figura 11 – Simulação do uso de placa solar	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Certificações ambientais na construção civil	75
Quadro 2 – Sistemas de classificação LEED	27
Quadro 3 – Dimensões avaliadas	30
Quadro 4 – Custos diretos da certificação LEED	32
Quadro 5 – Pré-requisitos e Créditos para Espaço Sustentável	77
Quadro 6 – Pré-requisitos e Créditos para Uso Racional da Água	78
Quadro 7 – Pré-requisitos e Créditos para Energia e Atmosfera	79
Quadro 8 – Pré-requisitos e Créditos para Materiais e Recursos	80
Quadro 9 – Pré-requisitos e Créditos para Qualidade Ambiental Interna	81
Quadro 10 – Pré-requisitos e Créditos para Inovação na Operação	82
Quadro 11 – Pré-requisitos e Créditos para Créditos Regionais	83
Quadro 12 – Estimativa dos custos de implementação da Metodologia LEED	70
Quadro 13 – Economias geradas pela Metodologia LEED	70

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ANAB – Associação Nacional de Arquitetura Bioecológica

APPA – *Leadership in Educational Facilities'*

AQUA – Alta Qualidade Ambiental

ASHRAE – *American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*

BAS – *Based Building Automation System*

BEPAC – *Building Environmental Performance Assessment Criteria*

BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

CARB – *California Air Resources Board*

CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

CFC – Clorofluorcarbonetos

CFM – *Cubic Feet per Minute*

CRI – *Carpet and Rug Institute*

CSTB – *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*

DAP – Declaração Ambiental de Produtos

DGNB – *German Sustainable Building Council*

EBOM – Edifícios Existentes / Operação e Manutenção

EPA – *Environmental Protection Agency*

EPP – *Environmentally Preferable Purchasing*

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

ETS – *Environmental Tobacco Smoke*

GBC BRASIL – *Green Building Council Brasil*

FF&E – *Furniture, Fixtures and Equipment*

GBTOOL – *Green Building Assessment Tool*

HQE – *Haute Qualité Environnementale*

HVAC&R – *Building Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration*

IAQ – *Indoor Air Quality*

I-BEAM – *Indoor Building Education and Assessment Model*

IEQ – *Indoor Environmental Quality*

IPC – Código de Encanamento Internacional

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

IPM – Manejo Integrado de Pragas

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

MERV – *Minimum Efficiency Reporting Value*

NABERS – *National Australian Buildings Environmental Rating System*

NIST – Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia

SRI – Índice de Reflexão Solar

TRACI – *Tools for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts*

UPC – Código Uniforme de Encanamento

USGBC – *U.S. Green Building Council*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	A sustentabilidade na Construção Civil	18
2.2	Certificações ambientais na Construção Civil	22
2.3	A metodologia LEED da U.S.Green Building Council	25
2.3.1	Certificação LEED	25
2.3.2	Sistemas de classificação LEED	26
2.3.3	Benefícios da certificação LEED	28
2.3.4	As dimensões da certificação LEED	29
2.3.5	Etapas da certificação	30
2.3.6	A certificação no Brasil	32
2.3.7	LEED V4 : a nova versão da certificação sustentável	34
3	OBJETIVOS	36
3.1	Objetivo geral	36
3.2	Objetivos específicos	36
4	METODOLOGIA	37
4.1	Classificação da pesquisa	37
4.2	Materiais e procedimentos	37
4.3	Tratamento e análise dos dados	38

5	ESTUDO DE CASO	41
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
6.1	Análise dos dados encontrados	62
6.1.1	Espaço sustentável	62
6.1.2	Uso racional da água	62
6.1.3	Energia e atmosfera	62
6.1.4	Materiais e recursos	63
6.1.5	Qualidade Ambiental Interna	63
6.1.6	Inovação na Operação	63
6.1.7	Créditos Regionais	64
6.1.8	Possibilidade de certificação	64
6.2	Adequações para enquadramento na metodologia LEED	64
6.2.1	Custos de implementação dos critérios LEED na construção estudada ...	69
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
	REFERÊNCIAS	73
	ANEXOS	75

1 INTRODUÇÃO

O termo sustentabilidade aplicado à causa ambiental surgiu como um conceito tangível na década de 1980 criado por Lester Brown, que foi o fundador do *Worldwatch Institute*. Atualmente, há uma conscientização cada vez maior por parte da sociedade para a preservação ambiental e a Construção Civil, que é responsável pelo consumo de 21% da água tratada e 50% de toda a energia elétrica produzidas no país, vem se adequando em relação à preservação de recursos naturais aliada à arte de projetar.

O Brasil atravessa um quadro de grande dificuldade decorrente da escassez de água e da crise energética. Um dos principais desafios do país é encontrar soluções rápidas, econômicas, sustentáveis e significativas para superar as dificuldades em relação ao presente cenário. Diante desta problemática, que não se resume a este país, os *Green Buildings* (Construções Verdes) representam uma contribuição expressiva para a redução do consumo dos recursos naturais, tanto na construção como na operação dos edifícios (manutenção), além do reconhecimento pela sociedade. Por esse motivo, foram criados os Selos e Certificações de construções sustentáveis, que têm o objetivo de classificar obras ditas verdes.

Este trabalho tratará sobre a certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que avalia empreendimentos através de sete dimensões e classifica-os por meio de quatro níveis. Atualmente temos 252 edificações certificadas LEED no Brasil. Uma análise considerando a média de economias comprovadas nestas edificações, mostra que sem muitos esforços adicionais as edificações brasileiras poderiam apresentar um potencial mínimo de 30% na redução de energia e 40% de água.

A instituição responsável pela Metodologia LEED é a USGBC (*U.S. Green Building Council*). No Brasil, a instituição que representa a ONG (Organização Não Governamental) americana é a GBC Brasil (*Green Building Council Brasil*), que é responsável pelos processos de certificação e difusão dos critérios LEED.

As atividades da indústria da construção sustentável crescem em velocidade superior ao da própria construção civil. De acordo com estudo realizado pela consultoria Ernest Young em parceria com o GBC Brasil (*Green Building Council*) divulgado em 2013, a participação das edificações registradas LEED no PIB da construção no Brasil chegou aos 10%, com expectativa de crescimento.

Assim, este trabalho se desenvolve em torno da análise da aplicação da metodologia LEED em uma construção na cidade de São Luís – MA, na qual foi notada a aplicação de conceitos sustentáveis. Além disso, este trabalho tem o objetivo de contribuir para a disseminação de práticas verdes.

Em tempos de debates relacionados ao meio ambiente, o Brasil segue a tendência mundial de desenvolvimento tecnológico em busca de produtos que tenham foco em construções sustentáveis, com melhor custo-benefício e eficiência térmica/energética.

Dentro deste quadro, a certificação ambiental é um instrumento interessante que possui grande potencial de implementar melhores práticas sustentáveis no setor. Ela cria e cobra condições dos empreendimentos, tornando-os sustentáveis e atingindo também os setores que servem de apoio. Dada a importância da construção civil e sua grandiosidade no que envolve materiais, serviços e pessoas, justifica-se a importância da implementação e valorização da certificação ambiental no setor. Além disso, a produção científica sobre LEED ainda é bem escassa e fatores como a falta de materiais sobre o tema o torna ainda pouco conhecido.

Esse trabalho busca apresentar a certificação LEED desenvolvida nos Estados Unidos e as modificações no processo de planejamento de uma obra quando se tem o objetivo de conquistar essa certificação, levando em consideração seus benefícios ecológicos e econômicos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A sustentabilidade na construção civil

As questões ambientais têm ocupado cada vez mais espaço nos problemas dos países e a quantidade de resíduos deixados por construções, cerca de cinco vezes maior do que de produtos, tornou-se um dos centros de discussões da sustentabilidade. Segundo Maia Neto (2016), algumas ações, como o uso de tintas sem solvente e materiais menos agressivos de forma geral, qualidade do ar e do espaço interno e redução de desperdícios com água e energia (ex.: uso mais consciente dos aparelhos de ar condicionado), a inibição do uso desnecessário e simultâneo dos elevadores e a utilização de energia solar, podem fazer uma grande diferença e vêm sendo pouco a pouco implementadas.

O setor da construção civil é o que mais contribui para as emissões globais de gases de efeito estufa (8,6 bilhões de toneladas de CO₂ eq.), que pode ser explicado principalmente pelo fato de que um terço do total da energia mundial é consumido em construções. Em um cenário de elevado crescimento, o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) prevê que a pegada climática do setor de construção civil quase dobrará para 15,6 bilhões de toneladas de CO₂ eq. até 2030 (aproximadamente 30% do total de CO₂ relacionado à energia).

Há uma contribuição significativa por parte do setor na geração de resíduos sólidos (estimados em 40%). Segundo Diana Scillag, diretora do CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável -, de tudo o que se extrai da natureza, apenas entre 20% e 50% das matérias-primas naturais são realmente consumidas pela construção civil (ACWEB, 2016).

Além disso, o setor de construção civil é responsável por mais de um terço do consumo mundial de recursos, incluindo 12% de toda a água doce. Porém, são várias as fontes alternativas de água que podem ser implementadas.

Hoje, o Brasil tem tecnologia para o tratamento e uso de água subterrânea, água pluvial e água cinza – e, quando necessário, de instalação de ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) no próprio edifício. O uso dessas fontes é uma ação positiva para a preservação ambiental, principalmente em edifícios em que a gestão da operação do sistema seja permanentemente garantida, de forma a evitar a contaminação do ambiente e preservar a saúde dos usuários.

“O custo de uma construção mais sustentável pode ou não ser maior do que o da convencional, dependendo de vários fatores, tais como a localização da obra e o nível de sustentabilidade que se pretende”, diz a arquiteta Silvia Manfredi, diretora da ANAB Brasil (Associação Nacional de Arquitetura Bioecológica). Segundo ela, a sustentabilidade deve priorizar o desenvolvimento de um bom projeto de arquitetura. “É o projeto que definirá as estratégias bioclimáticas, priorizando soluções visando à eficiência energética e conforto; o uso de sistemas e tecnologias para redução do consumo de água; e, principalmente, a otimização dos recursos utilizados na obra.” Com isso, pode-se chegar a um custo de 1% a 5% maior que o de construções tradicionais – e esse custo vem caindo nos últimos anos, no mundo todo. Contudo, a economia a médio e longo prazo é em torno de 30% nos gastos com água e energia (ACWEB, 2016).

Araújo (2009) e a Câmara da Indústria da Construção Civil (2008) apresentam alguns dos itens que fazem parte dos princípios da construção sustentável:

- ✓ Aproveitamento de condições naturais do local;
- ✓ utilização mínima do terreno e de forma que se integre ao ambiente natural;
- ✓ análise do entorno;
- ✓ minimização dos impactos no entorno quanto à paisagem, temperatura, concentração de calor e sensação de bem-estar;
- ✓ qualidade ambiental externa e interna;
- ✓ implantação da obra com gestão sustentável;

- ✓ adaptação às necessidades atuais e futuras de usuários;
- ✓ utilização de matérias-primas que tornem os processos ecoeficientes;
- ✓ menor utilização de energia e água;
- ✓ redução, tratamento e destinação correta dos resíduos sólidos gerados;
- ✓ introdução de tecnologias novas sempre que possível e viável;
- ✓ educação ambiental dos envolvidos no processo.

Logo, o caminho a ser trilhado para a construção sustentável depende do equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, social e ambiental, que são representados pelo *Tiple Bottom Line* ou Tripé da Sustentabilidade, apresentado na Figura 1. Aliar o incentivo às construções verdes é também buscar menos desperdício, mais economia e melhoria da manutenção da vida de todos os seres humanos.

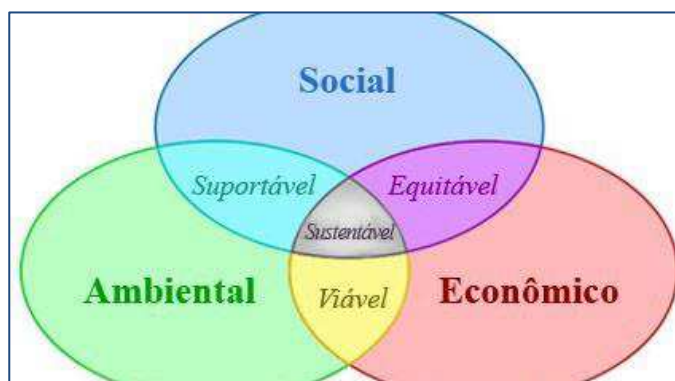


Figura 1 - Tripé da Sustentabilidade. Fonte: sustentarte.org, 2013.

O termo *Green Building* ou Construção Verde é utilizado para denominar obras que foram realizadas dentro dos padrões ditos sustentáveis. Este tipo de construção tem como objetivo atender a desempenhos ambientais relativos a cinco temas: eficiência de energia, eficiência de água, local sustentável, conservação de materiais e recursos, e qualidade ambiental interna, como mostra a Figura 2.



Figura 2 - Qualidade de uma Construção Verde. Fonte: Nova Arquitetura, 2011.

O objetivo dessa vertente de construção é tornar-se sustentável. Estas práticas buscam a redução dos impactos na fase de concepção, execução do edifício, operação, manutenção e demolição. Toda essa organização se resume em planejamento. Em síntese, os benefícios de um edifício verde são apresentados na Figura 3 a seguir:

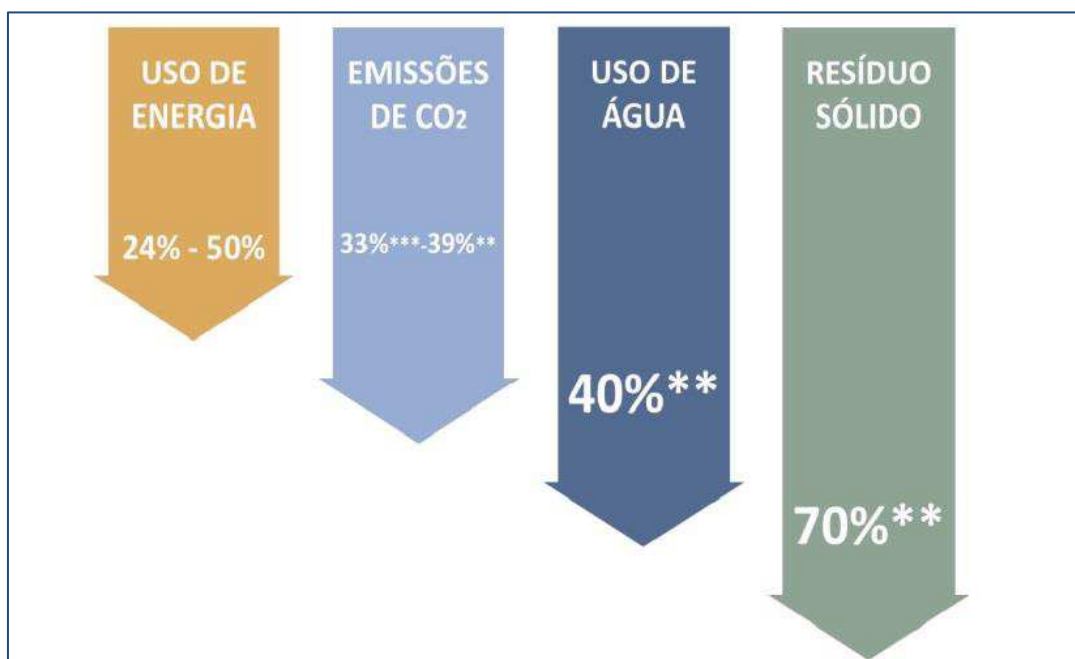


Figura 3 – Redução de consumo de um Edifício Verde. Fonte: GBCB, 2015.

2.2 Certificações ambientais na construção civil

Historicamente, há relatos de que foi a partir dos anos 70 que as questões ambientais tiveram as suas primeiras aparições. O Foco foi a eficiência energética de edifícios, mas foi no final dos anos 80 que as avaliações ambientais começaram a ganhar força e identificar os impactos negativos e positivos.

Com o crescimento das questões ambientais, fez-se necessário o surgimento de guias e cadernos técnicos para melhorar o desempenho ambiental da construção civil, assim como avaliadores e certificações.

O BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), lançado no Reino Unido na década de 90, constituiu a primeira tentativa de avaliação e criação de um roteiro de desempenho ambiental para edifícios.

A busca pela elevação do padrão ambiental foi um ponto muito importante e que levou investidores e agências governamentais a chegarem ao consenso de que a classificação de desempenho, associada a sistemas de certificação, cria mecanismos eficientes de demonstração de melhoria continuada, destacando assim a importância da adoção voluntária de sistemas de avaliação de desempenho (PINHEIRO, 2006).

Outras instituições se destacam com a criação de sistemas de avaliação ambiental, são elas: o *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB) na França e a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) nos Estados Unidos da América.

A maioria das metodologias de avaliação ambiental se baseia em requisitos que atribuem uma pontuação em função do seu cumprimento. Estes se baseiam em aspectos construtivos, climáticos e ambientais, levando em conta a edificação, o seu entorno e a relação com a cidade e ambiente global. Os requisitos são fundamentados nos principais problemas ambientais da região, tais como:

- ✓ Impactos no meio urbano, como por exemplo, os gerados na execução (erosão, poeira e ruídos);
- ✓ materiais e resíduos, uso 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 (adaptado de BRITO; VITORINO; AKUTSU, 2008).

O objetivo maior de uma certificação é a conscientização de todos os envolvidos no processo construtivo (investidores, projetistas, construtores e usuários) da importância em reduzir o impacto ambiental gerado pelo empreendimento. Quando se fala em construção sustentável, a primeira ideia que vem à mente do empreendedor ou construtor é o aumento nos custos. Porém, tem-se a redução dos custos operacionais a médio e longo prazo, o que é uma forma de valorizar o imóvel e agregar valor de venda ao mesmo. A redução dos custos operacionais leva ao aumento da qualidade de vida dos usuários e do meio ambiente, pois a redução dos gastos de uma família com água e energia pode representar o aumento do investimento em saúde, educação, lazer ou alimentação.

No que se refere aos lucros das empresas do setor da construção civil, elas ganham vantagens competitivas de mercado. Segundo Donaire (1995), as empresas adotam a estratégia ambiental por motivos como: sentido de responsabilidade ecológica, requisitos legais, salvaguarda da empresa, imagem, proteção de pessoal, pressão de mercado, qualidade de vida e lucro.

Atualmente, a certificação ambiental na construção civil vem crescendo cada vez mais internacionalmente por meio do movimento dos *green buildings*. Dentro da abordagem de Garé (2011), o Brasil tem a tendência de utilizar as versões internacionais das certificações, porém adaptadas à nossa realidade. As mais usadas pelos construtores brasileiros são o LEED, realizado pelo Green Council do Brasil, e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental), que é baseado no HQE e realizado pela França.

Muitos encontros e conferências, como a Agenda 21, que tem uma interpretação dentro do setor da Construção Civil com a Agenda Habitat II de 1996 e a *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries* de 2002, buscaram sempre a qualidade ambiental por meio de novas tecnologias e criação de novos modelos de gestão. Assim, surgiram as certificações ambientais na construção civil, apresentadas no Quadro 1 (ANEXO A).

Os requisitos aqui apresentados têm variações de importância para alguns sistemas. A Figura 4 compara as importâncias para os sistemas BREEAM, LEED, CASBEE, GBTOOL e o método proposto pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) do Estado de São Paulo.

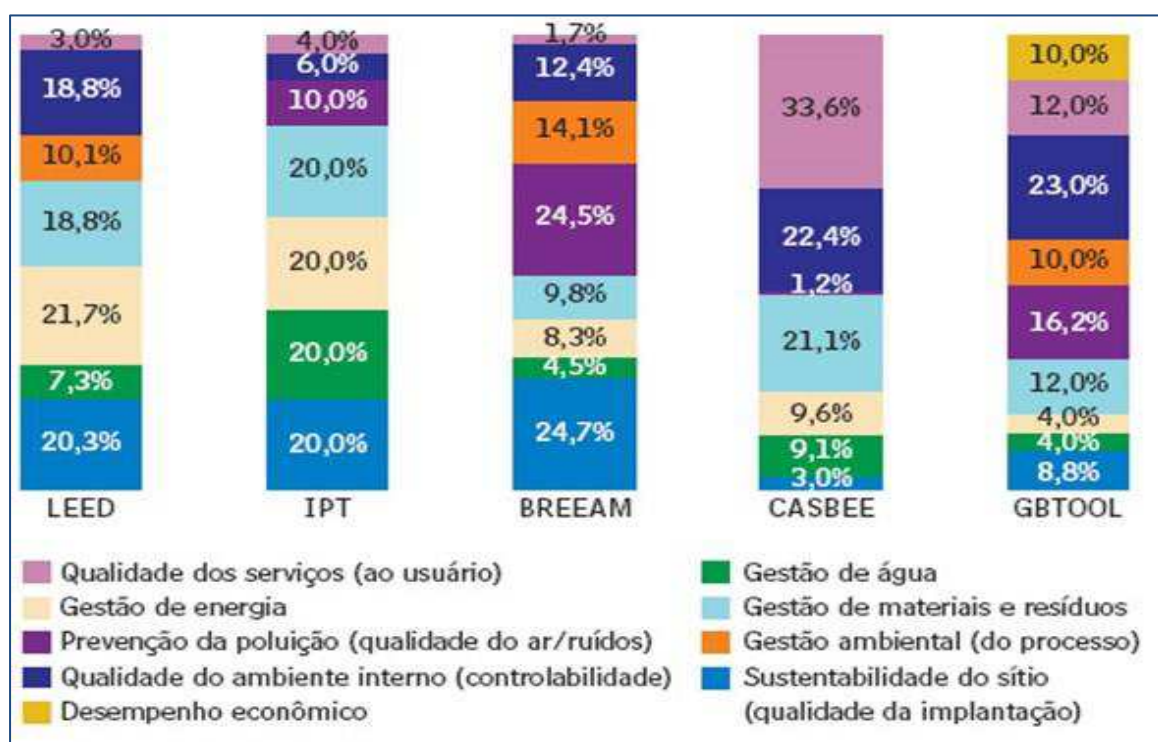


Figura 4 – Ponderações dos Sistemas de Avaliação ambiental. Fonte: adaptado de Silva, 2003.

2.3 A metodologia LEED da *U.S.Green Building Council* (USGBC)

2.3.1 Certificação LEED

O LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*) é uma metodologia desenvolvida para orientação e certificação de construções sustentáveis, utilizado em 147 países e reconhecido internacionalmente. Foi desenvolvido em 1993 pelo USGBC (*U.S. Green Building Council*), instituição que busca promover edifícios sustentáveis e lucrativos, bem como lugares saudáveis para se viver e trabalhar.

O sistema LEED é baseado num programa de adesão voluntária e visa avaliar o desempenho ambiental de um empreendimento. Leva em consideração o ciclo de vida e pode ser aplicado em qualquer tipo de construção. O selo é uma confirmação de que os critérios de desempenho em termos de energia, água, redução de emissão de CO₂, qualidade do interior dos ambientes, uso de recursos naturais e impactos ambientais foram atendidos satisfatoriamente (USGBC, 2016).

Tem-se como propósitos do LEED os seguintes itens:

- ✓ Definir o que é um *Green Building* através de um padrão comum de métricas e normas;
- ✓ promover o projeto integrativo (proprietários, projetistas, engenheiros, e construtores desempenham papéis fundamentais na redução dos impactos ambientais);
- ✓ reconhecer a liderança ambiental na indústria da construção civil;
- ✓ estimular a competição “verde”;
- ✓ despertar o senso crítico dos consumidores quanto aos benefícios de um *Green Building*;

- ✓ transformar o mercado de construção civil

A certificação acontece em níveis que quantificam o grau de proteção ambiental obtido no empreendimento. O método de avaliação acontece através da análise de documentos que indicam sua adequação às dimensões obrigatórias e classificatórias. Através de um sistema de pontos, que pode variar dependendo do sistema de classificação da certificação, são definidos os níveis em que aquela construção pode se encaixar. Há requisitos mínimos que deverão ser atendidos ainda na fase de projeto, determinando ou não a possibilidade do projeto ser certificado.

Independente dos diferentes sistemas de classificação, o LEED oferece quatro níveis de certificação que dependem da pontuação total obtida na avaliação, podendo variar de 40 a 110 pontos. Os níveis são: Certificado, Prata, Ouro e Platina como mostra a Figura 5.



Figura 5 – Pontuação e níveis de Certificação LEED Fonte: USGBC, 2015.

2.3.2 Sistemas de Classificação LEED

O sistema de certificação LEED pode ser dividido em alguns sistemas de classificação, que irão depender do tipo de construção a ser certificado. Cada um desses sistemas adota pontuações com pré-requisitos e créditos diferentes, que

devem ser realizados para que se possa obter assim a certificação. São elas: Novas construções e Grandes Reformas, LEED para Edifícios Existentes – Operação e Manutenção, LEED para Interiores Comerciais, Envoltória e Estrutura Principal, LEED para Escolas, LEED para Lojas de Varejo, LEED para Hospitais, LEED para residências e LEED para Desenvolvimento de Bairros. O Quadro 2 traz um resumo de todos os sistemas.

Quadro 2 – Sistemas de classificação LEED. Fonte: USGBC, 2009.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
LEED NC (New Commercial Construction and Major Renovation Projects)	Abrange o processo de concepção, novas construções e grandes projetos de renovação.
LEED-EB (Existing Buildings Operations and Maintenance)	Para edifícios existentes, com desempenho operacional de manutenção ou melhorias.
LEED-CI (Commercial Interiors Projects)	É utilizado em projetos de interiores e edifícios comerciais.
LEED-CS (Core & Shell Development Projects)	Responsável pelo desenvolvimento da fachada e da parte central da edificação, não se encaixa em projetos de interiores.
LEED-LS (LEED for Schools)	Abrange a concepção e construção de escolas, abordando a necessidade específicas dos espaços escolares.
LEED Retail	Voltado para área de varejo, lojas em desenvolvimento.
LEED Healthcare	Promove planejamento sustentável, projeto e construção de unidades de saúde de alta performance.
LEED-H (Homes)	Para casas unifamiliares ou edifícios multifamiliares com até três pavimentos, não utilizado no Brasil.
LEED-ND (Neighborhood Development)	Para o desenvolvimento de loteamentos, urbanismo e bairros.

2.3.3 Benefícios da certificação LEED

Os principais benefícios que a certificação traz estão distribuídos no âmbito ambiental, social e econômico. São eles segundo a GBC Brasil:

- ✓ No âmbito ambiental:
 - ✓ 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.
- ✓ No âmbito social:
 - ✓ 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 Comércio);
 - ✓ incentivo a fornecedores com maiores responsabilidades socioambientais;
 - ✓ aumento da satisfação e bem-estar dos usuários;
 - ✓ estímulo a políticas públicas de fomento à Construção Sustentável

- ✓ No âmbito econômico:
 - ✓ 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.

2.3.4 As dimensões da certificação LEED

Esta certificação baseia-se em sete dimensões que dão origem a subdivisões em áreas específicas pontuáveis. Alguns desses critérios devem ter cumprimento obrigatório. É um sistema de pontuação cumulativa e o Quadro 3 apresenta essas dimensões (critérios).

A obtenção de pontos se dá pelo cumprimento das dimensões e cada uma possui uma pontuação diferente: Espaço sustentável (26 pontos), Eficiência do uso da água (10 pontos), Energia e atmosfera (35 pontos), Materiais e recursos (14 pontos), Qualidade ambiental interna (15 pontos), Inovação e processos (6 pontos) e Créditos de prioridade regional (4 pontos). A pontuação total possível de ser conquistada é de 110 pontos (100 pontos básicos mais seis pontos de Inovação e quatro pontos de Prioridade).

Quadro 3 – Dimensões avaliadas. Fonte: GBCB, 2016.

	Sustainable sites (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.
	Water efficiency (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.
	Energy & atmosphere (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.
	Materials & resources (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.
	Indoor environmental quality (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.
	Innovation in design or innovation in operations (Inovação e Processos) – Incentiva a busca de conhecimento sobre Green Buildings, assim como, a criação de medidas projetuais não descritas nas categorias do LEED. Pontos de desempenho exemplar estão habilitados para esta categoria.
	Regional priority credits (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.. Quatro pontos estão disponíveis para esta categoria.

2.3.5 Etapas da certificação

Para obtenção da certificação LEED é necessário passar por algumas etapas, que estão descritas na Figura 6.



Figura 6 – Etapas do processo de certificação LEED. Fonte: GBCB, 2016.

A primeira etapa consiste no estudo preliminar, para verificar a possibilidade de executar uma construção sustentável e a escolha do sistema de classificação LEED, de acordo com o tipo de construção a ser certificada.

Após as definições iniciais, a segunda etapa é o registro do projeto, que é feito pela plataforma online da GBCI (*Green Building Council Institute*). Este registro serve como uma declaração de intenção em certificar um edifício sob o sistema LEED. Após o registro dos projetos, eles ficam arquivados no banco de dados online do LEED projetos que, para ser acessado, faz-se necessário o pagamento de uma taxa. A partir daí, a equipe de projeto é montada e inicia-se o processo de preenchimento da documentação.

A terceira etapa consiste na finalização do processo de documentação, que resume-se na apresentação dos pré-requisitos e os créditos de cada etapa da obra. Basicamente a certificação se faz pela apresentação de 3 tipos de documentos:

- ✓ *Template* ou declaração padrão LEED assinada por projetista ou responsável. Os *templates* são Planilhas de comprovação do atendimento do crédito que devem ser completadas;
- ✓ plantas e memoriais descritivos de projetos e sistemas;
- ✓ cálculos que comprovem o atendimento dos requisitos. Os cálculos, memoriais e *templates* devem ser fornecidos em inglês, porém as plantas, títulos e unidades podem ser enviadas na língua local; por fim, o seu envio para o LEED online.

Em seguida, antes da certificação, é necessário o preenchimento de um requerimento que solicita a revisão final. Este processo é diferente das outras revisões já realizadas, pois irá depender do sistema de classificação que o edifício se encaixa na certificação LEED.

A certificação é o ultimo passo do processo LEED. Depois da conclusão da revisão final, a equipe de projetos pode aceitar ou recorrer da decisão final, caso esta não seja positiva.

A etapa de auditoria da fase de projeto dura em média três meses e a fase de construção dura em média de três a seis meses após sua conclusão. O aumento no custo de um empreendimento devido à certificação é de 5% a 10%. Os custos diretos estão detalhados no Quadro 4.

Quadro 4 – Custos diretos da certificação LEED. Fonte: USGB, 2015.

Processo	Custos
Registro do Projeto junto ao USGBC	US\$1.200 para não membros ou US\$900 para membros do LEED
Análise de Pré-certificação (opcional apenas para LEED-CS)	US\$4.250 para não membros ou US\$3.250 para membros do LEED
Análise combinada: concepção e construção	US\$2.750 ou US\$2.250 até 4.645m ² US\$0,055/m ² ou US\$0,045/m ² até 46.451m ² US\$27.500 ou US\$22.500 mais de 46.451m ²
Análise de projeto	US\$2.250 ou US\$2.000 até 4.645m ² US\$0,045/m ² ou US\$0,04/m ² até 46.451m ² US\$22.500 ou US\$20.000 mais de 46.451m ²
Análise de construção ou certificação da obra	US\$750 ou US\$500 até 4.645 m ² US\$0,015/ m ² ou US\$0,01/ m ² até 46.451 m ² US\$7.500 ou US\$5.000 mais de 46.451 m ²

2.3.6 A certificação no Brasil

A certificação LEED chegou ao Brasil em 2004 e de acordo com estudo realizado pela consultoria Ernest Young, em parceria com o GBC Brasil, divulgado em 2013, a participação das edificações registradas LEED no PIB da construção no Brasil chegou a 10%, com expectativa de crescimento. A Figura 7 mostra a

quantidade de empreendimentos registrados no ano, os registros acumulados, empreendimentos certificados no ano, certificações acumuladas (de 2004 a 2016, no Brasil). A Figura 8 mostra os registros por categoria LEED no ano de 2016 no Brasil.

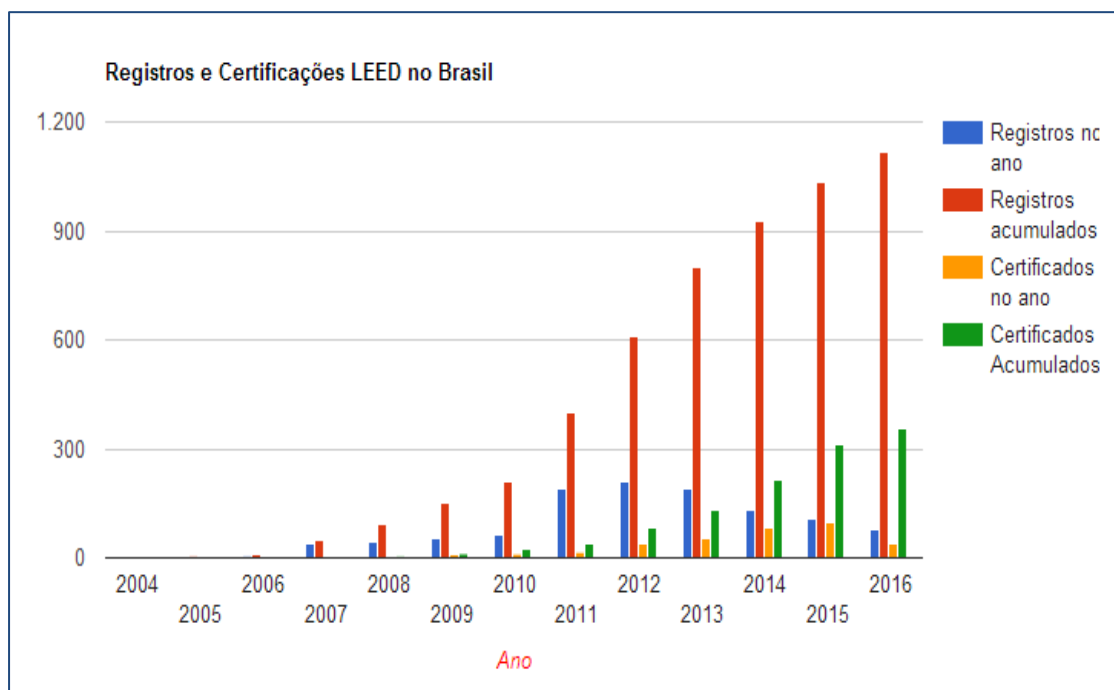


Figura 7 – Registros e Certificações LEED no Brasil. Fonte: GBCB, 2016.

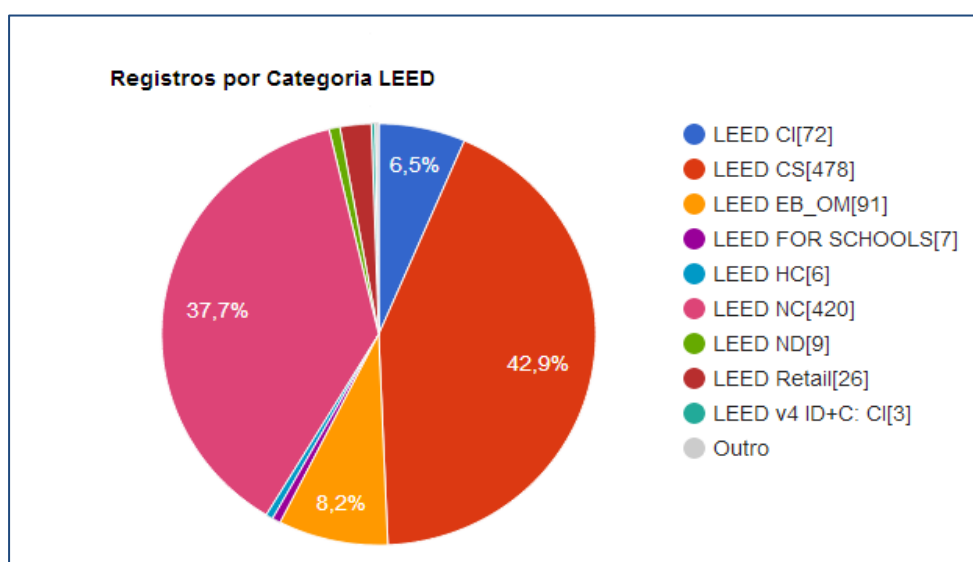


Figura 8 – Registros por categoria LEED. Fonte: GBCB, 2016.

2.3.7 LEED V4: a nova versão da certificação sustentável.

De dois a quatro anos uma nova versão do LEED é desenvolvida e o LEED V4 apresenta novos requisitos para obtenção do selo, principalmente com atualizações técnicas visando aumentar as exigências do mercado verde.

As práticas e pontuações dão prioridade às seguintes ações, que tratam de assuntos relacionados a: mudanças climáticas (35%), saúde (20%), recursos hídricos (15%), biodiversidade (10%), recursos naturais (10%), economia verde (5%) e comunidade (5%).

A concepção da nova versão é guiada por três tópicos básicos:

- ✓ Maior restrição do ponto de vista técnico
- ✓ Destaque no cenário global (153 países)
- ✓ Diversidade de edificações que buscam a certificação (estádios, centro de convenções, prédios comerciais, hospitais, data centers, hotéis, escolas, centro de distribuição, edificações existentes, etc).

As principais mudanças no LEED V4 são:

✓ **Espaços sustentáveis:** pontua projetos que contemplam o desenvolvimento social frente à necessidade de determinada região. Nova categoria “localização e transporte”, com o objetivo de estimular que os projetos privilegiem o acesso a pé a ao transporte público/alternativo (bicicletas, etc).

✓ **Uso eficiente da água:** valoriza o gerenciamento de água da chuva, considera como obrigatória a medição do consumo da água nas edificações.

✓ **Energia e atmosfera:** exige de forma mais intensa que a versão anterior um pré-requisito de eficiência energética e o cumprimento das recomendações da concessionária perante a escala urbana de consumo.

✓ **Materiais e recursos:** novos créditos que premiam produtos com Declaração Ambiental de Produtos (DAPs). Aumento nos requerimentos de informes para matéria-prima, incluindo lugares de extração e compromisso ambiental por parte dos fornecedores. Exige um Planejamento de Gerenciamento de Resíduos e estimula o reuso de materiais.

✓ **Sinergia:** crédito específico para pontuar os projetos nos quais a equipe responsável pela concepção do projeto demonstra conhecer profundamente acerca do processo integrado na concepção do projeto.

A Figura 9 mostra as principais inovações da versão LEED V4:

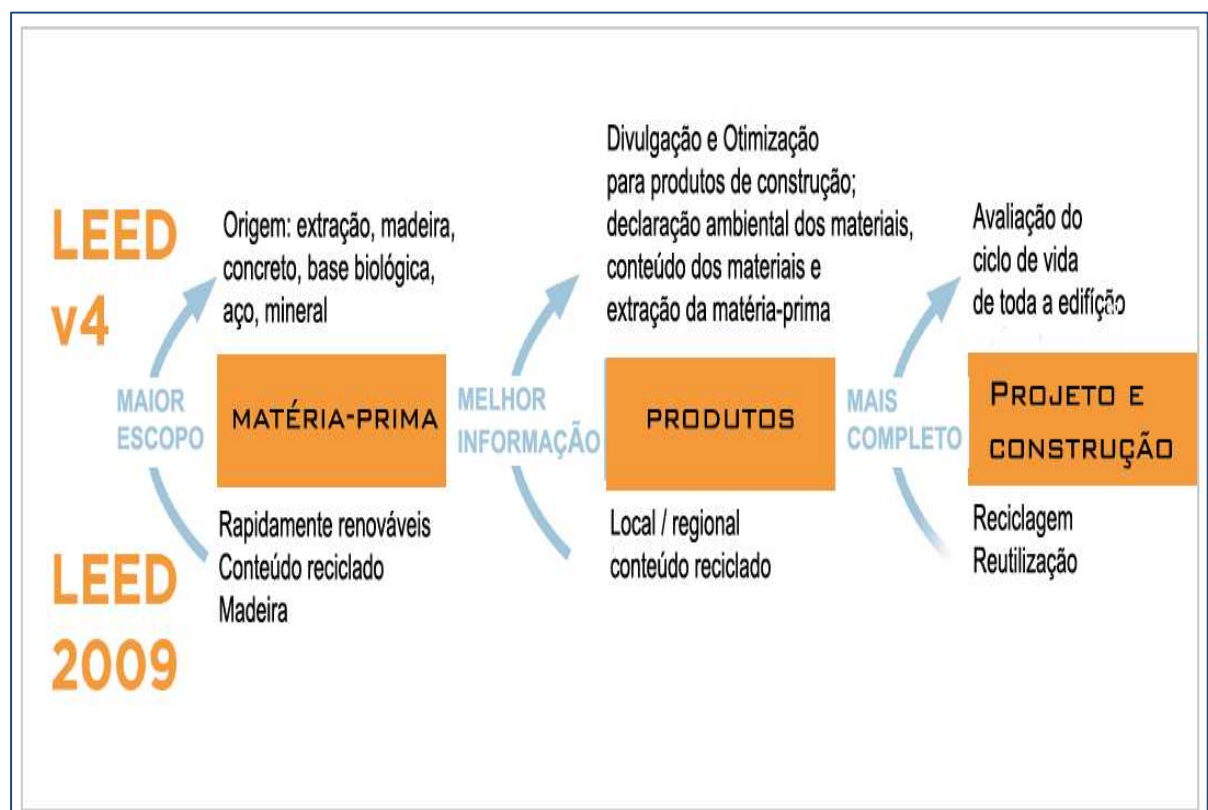


Figura 9 – Inovações do LEED V4. Fonte: USGB, 2016.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar a aplicação da metodologia LEED em uma obra na cidade de São Luís - MA.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Apresentação da certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*);
- ✓ reconhecimento das vantagens da aplicação da metodologia LEED;
- ✓ comparação de custos de implementação de critérios da metodologia LEED em uma obra.

4 METODOLOGIA

4.1 Classificação da pesquisa

De acordo com Gil (2008), existem 4 pontos de vista para se classificar uma pesquisa: de acordo com sua natureza, com a forma de abordagem ao problema, com os objetivos e os procedimentos técnicos.

Quanto à natureza, este trabalho inclui-se na categoria de pesquisa aplicada, pois tem o objetivo de gerar conhecimento para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos. Considerando esta classificação, a finalidade deste trabalho é verificar o enquadramento nos critérios de uma certificação por um empreendimento escolhido para estudo.

Quanto à forma de abordagem ao problema, a pesquisa pode ser classificada como quantitativa ou qualitativa. E, como este trabalho lida rigorosamente com quantidades e estatísticas, classifica-se como pesquisa quantitativa.

Do ponto de vista dos objetivos, classifica-se como pesquisa exploratória, do tipo estudo de caso, pois visa explorar temas como sustentabilidade na construção civil e certificações ambientais, enfocando a certificação LEED e como esta pode ser aplicada no mercado.

4.2 Materiais e procedimentos

Foram realizadas buscas por empreendimentos que possuíam características sustentáveis na cidade de São Luís – MA, com o auxílio do Arquiteto Leed GA. Abraão F. Valinhas Neto, titulado pela USGBC. Desta forma, chegou-se ao empreendimento estudado, um restaurante inaugurado há aproximadamente 2 meses e meio da data de início da elaboração deste trabalho.

Foram realizadas visitas ao empreendimento para coleta de dados necessários para avaliação conforme os requisitos e créditos da metodologia LEED.

Os colaboradores dessa etapa de coleta de dados foram o atual proprietário e seu ex-sócio, que participaram por meio de entrevistas não estruturadas, sendo estas o principal instrumento de coleta de dados utilizado neste trabalho.

Os dados coletados foram organizados em planilha, com base em critérios, crédito e pré-requisitos da metodologia LEED. Por fim foi realizada a análise de implementação da metodologia LEED no empreendimento estudado, levando em consideração os benefícios e os custos de implementação.

4.3 Tratamento e análise dos dados

O tratamento e análise dos dados foram baseados nos pré-requisitos e créditos do sistema de classificação em que se encaixa o empreendimento, que nesse caso é o LEED *Existing Buildings – Operation and Maintenance* (LEED para Edifícios Existentes – Operação e Manutenção). É focado na eficiência operacional e manutenção do edifício existente, ajudando a maximizar a eficiência da operação e minimizar custos e impactos ao meio ambiente.

Durante as visitas ao empreendimento, foram preenchidas tabelas que contêm o *checklist* com todos os pré-requisitos e créditos do sistema de classificação. Essas tabelas foram retiradas do site www.gbcbrazil.org.br/ e ao fim do seu preenchimento obtivemos o total de pontos e o resultado do possível enquadramento do empreendimento dentro da metodologia LEED. A Figura 10 mostra um modelo da tabela.

A atribuição de pontos entre créditos baseia-se nos potenciais impactos e benefícios de cada crédito em relação a um conjunto de categorias de impacto. Os impactos são definidos como o ambiental ou efeito humano da concepção, construção, operação e manutenção do edifício, tais como emissões de gases de efeito estufa, uso de combustíveis fósseis, toxinas e substâncias cancerígenas, poluentes do ar e da água, as condições ambientais em ambientes fechados. Uma combinação de abordagens, incluindo modelagem de energia, análise do ciclo de vida e análise de transporte, é usada para quantificar cada tipo de impacto. A atribuição de pontos resultante entre créditos é chamada de ponderação de crédito.

 LEED para Prédios Existentes: Operação e Manutenção 2009			
Pontuação do projeto			
Sim ? Não	Espaço Sustentável		26 Pontos
0 0 0			
	Crédito 1	Construções Certificadas LEED	4
	Crédito 2	Plano de Manutenção Áreas Externas	1
	Crédito 3	Plano de Manutenção Integrado p/ Controle de Pestes, Erosão e Paisagismo	1
	Crédito 4	Transporte Alternativo	3 a 15
		Redução em 10%	3
		Redução em 13.75%	4
		Redução em 17.5%	5
		Redução em 21.25%	6
		Redução em 25%	7
		Redução em 31.25%	8
		Redução em 37.5%	9
		Redução em 43.75%	10
		Redução em 50%	11
		Redução em 56.25%	12
		Redução em 62.5%	13
		Redução em 68.75%	14
		Redução em 75%	15
	Crédito 5	Desenvolvimento do Espaço - Proteção e Restauração do Habitat	1
	Crédito 6	Gestão da Quantidade do Escoamento Superficial	1
	Crédito 7.1	Redução das Ilhas de Calor - Não Telhado	1
	Crédito 7.2	Redução das Ilhas de Calor - Coberturas	1
	Crédito 8	Redução da Poluição Luminosa	1

Figura 10 – Modelo de tabela usada na avaliação do empreendimento. Fonte: GBC, 2016.

LEED 2009 usa TRACI (*Tools for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts*) da Agência de Proteção Ambiental dos EUA, categorias de impacto ambiental, como base para a ponderação de cada crédito. TRACI foi desenvolvido para auxiliar na avaliação de impacto para a avaliação do ciclo de vida, industrial, ecologia, design de processo, e a prevenção da poluição. Também leva em consideração as ponderações desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST); comparar estas categorias de impacto com uma outra e atribuir um peso relativo de cada um deles. Juntas, as 2 abordagens fornecem uma base sólida para a determinação do valor do ponto de cada crédito LEED.

O processo de coeficientes de crédito LEED baseia-se nos seguintes parâmetros, que mantêm a consistência em sistemas de classificação:

- ✓ Todos os créditos LEED valem um *mínimo* de 1 ponto;
- ✓ Todos os créditos LEED são números inteiros positivos; não há frações ou valores negativos;

- ✓ Todos os créditos LEED recebem um peso único, estático em cada sistema de classificação; não há placar com base na localização do projeto;
- ✓ Todos os sistemas de classificação LEED tem 100 pontos de base; Inovação em Design (ou operações) e créditos de prioridade regional oferecem oportunidades para até 10 pontos de bônus.

Tendo em conta os critérios acima, o processo de ponderação de crédito LEED envolve 3 passos:

- ✓ Um edifício de referência é utilizado para estimar os impactos ambientais em 13 categorias associadas com um tipo de construção a se obter a certificação LEED.
- ✓ A importância relativa dos impactos de construção em cada categoria serão definidas para refletir os valores com base nas ponderações.
- ✓ Os dados que quantifiquem os impactos de construção sobre a saúde humana e ambiental são usados para atribuir pontos.

5 ESTUDO DE CASO

O empreendimento estudado é um bar e restaurante localizado na Avenida dos Holandeses no bairro do Calhau, na região metropolitana de São Luís – MA. A obra durou dez meses e foi inaugurada em abril deste ano. O local se estrutura em uma arquitetura sustentável composta por estrutura convencional; *Steel frame* que é um sistema de construções em quadros de aço leve. Geralmente se refere a um edifício com uma técnica estrutural de aço e colunas verticais, horizontais e vigas, construídas em uma grade retangular em forma de gaiola para apoiar o chão, teto e paredes de um edifício; contêineres descartados pela logística marítima e estrutura metálica.

O restaurante possui 380 m² e é formado por quatro ambientes: um salão interno, onde há um painel em preto e branco com temática japonesa; um deck externo (sem cobertura); uma área de dança com bar no segundo piso; uma pequena área com mesas ao ar livre no terceiro piso.

As práticas sustentáveis do empreendimento consistem no uso de contêineres na sua estrutura (reuso de material), além de possuir duas áreas ao ar livre que contam com a ventilação natural e reduz assim o consumo de energia.

O uso do contêiner na construção como elemento arquitetônico atende demandas de novas práticas construtivas e garante o reaproveitamento. Trata-se de uma solução sustentável e de baixo custo para residências, escritórios e até comércios. O uso de contêiner tem as seguintes vantagens:

- ✓ Obra mais limpa, com redução de entulho e de outros materiais;
- ✓ rapidez na execução;
- ✓ economia de recursos naturais, menor uso de areia, tijolo, cimento, etc.;
- ✓ flexibilidade: suas características modulares e geométricas permitem diversas configurações e facilita a construção e/ou montagem;

- ✓ baixo custo: bem administrada a construção pode ser 30% mais barata que a convencional;
- ✓ durabilidade: o contêiner tem vida útil longa e mantém boa permeabilidade do terreno. .

Como trata-se de um construção já pronta, ela se classificaria para obtenção do LEED como um EBOM: Edifícios Existentes /Operação e Manutenção. Essa categoria abrange alterações sustentáveis e novas adições de edifícios existentes, que é o caso da análise feita nesse empreendimento.

LEED para Prédios Existentes: Operações e Manutenção incentiva os proprietários e operadores de edifícios existentes a implementar práticas sustentáveis e reduzir os impactos ambientais de seus edifícios sobre o seu ciclo de vida. Especificamente, o sistema de classificação aborda os programas de manutenção local no exterior da construção, uso racional de água e energia, produtos de limpeza e alterações que não poluam o meio ambiente, políticas de compras sustentável, gestão de fluxos de resíduos e qualidade ambiental interna. LEED para Prédios Existentes: Operações e Manutenção é destinada a edifícios individuais, seja ocupada pelo proprietário ou por uma construção múltipla de projetos. É um sistema de classificação de construção onde todos estão envolvidos.

Esse sistema de classificação se aplica a construções já certificadas pelo LEED para Novas Construções (recertificação) ou para aquelas que nunca foram certificadas, como é o caso do empreendimento estudado. A certificação só dura 5 anos para o EBOM. Os requisitos para Certificação Inicial requerem que dados operacionais e outros documentos sejam apresentados para o período de desempenho. Para o LEED inicial para Edifícios Existentes: Operações e Manutenção, o período de desempenho é o período mais recente de operações precedente ao pedido de certificação. Ele deve ser um mínimo de 3 meses para todos os pré-requisitos e créditos, exceto Energia e Atmosfera Pré-requisito 2 e Crédito 1, que têm durações mais longas de um mínimo de 1 ano. Na equipe de projeto tem-se a opção de o período de desempenho para qualquer pré-requisito ou

de crédito ser alargado a um máximo de 24 meses, a exigência é que todos os períodos de desempenho devem sobrepor-se e terminar no prazo de 1 semana de diferença.

Resumidamente, o período de desempenho é um tempo em que as práticas exigidas por esse sistema de classificação estejam sendo postas em prática, antes da tentativa de certificação.

Assim, esse trabalho vem analisar a aplicação da Metodologia LEED nesse empreendimento, os itens obedecidos, as modificações necessárias, os custos de implantação e suas vantagens.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no checklist com todos os itens do sistema de classificação EBOM fornecido pelo GBC Brasil, que orienta quanto ao enquadramento na certificação LEED, o empreendimento foi avaliado de acordo com os pré-requisitos e créditos elencados nas sete dimensões, que serão explicados neste item e os Quadros 5,6,7,8,9,10,11 que apresentam os resultados obtidos serão apresentados nos ANEXOS B, C,D,E,F,G e H.

Espaço Sustentável (nove créditos):

- **Crédito1 – Construções certificadas LEED:** Trata da pontuação dada ao empreendimento se o mesmo já for certificado LEED dentro de 3 opções: mostram que o edifício tenha sido previamente certificado sob LEED para novas construções e grandes obras de renovação ou mostram que o edifício tenha sido previamente certificada sob LEED para as escolas ou mostram que o edifício tenha sido previamente certificada sob LEED para núcleo e casca e além de uma das opções: pelo menos 75% da superfície do solo também for certificada sob LEED para interiores comerciais.

- **Crédito 2 – Plano de manutenção áreas externas:** empregar um plano de gestão exterior que ajude a preservar a integridade ecológica circundante. O plano deve empregar as melhores práticas de gestão que significativamente reduzirem o uso de produtos químicos prejudiciais, o desperdício de energia, o desperdício de água, poluição do ar, os resíduos sólidos e / ou escoamento químico (por exemplo, gasolina, óleo, anticongelantes, sais, etc), em comparação com as práticas padrão. O plano deve abordar todos os seguintes elementos operacionais que ocorrem no edifício e os jardins: equipamentos de manutenção; neve e remoção do gelo; limpeza de construção exterior; tintas e selantes utilizados no exterior do edifício; limpeza das calçadas, asfalto e outros pisos.

• **Crédito 3 – Plano de manutenção integrado para controle de pestes, erosão e paisagismo:** ter um plano de gestão ambientalmente sensível no local por componentes naturais do local. O plano deve empregar as melhores práticas de gestão que reduzam significativamente o uso de químicos nocivos, o desperdício de energia, desperdício de água, poluição do ar, os resíduos sólidos e / ou escoamento de produtos químicos (por exemplo, gasolina, óleo, anticongelante, sais, etc) em comparação com as práticas padrão.

• **Crédito 4 – Transporte alternativo:** reduzir o número de viagens feitas por ocupantes regulares da construção usando um único ocupante, reduzindo assim o uso de combustíveis. Para os fins deste crédito, usar alternativas de transporte como transporte de massa; andando; bicicletas ou outros meios de transporte de tração humana e de baixa emissão; veículos de combustível alternativo.

• **Crédito 5 – Desenvolvimento do espaço (proteção e restauração do habitat):** durante o período de desempenho, ter no lugar nativo ou adaptados vegetações que cobrem um mínimo de 25% do total área local (excluindo o perímetro da construção) ou 5% da área total do local (incluindo o perímetro da construção), consoante o que for maior. Melhoria e / ou manutenção de áreas fora do local com plantas nativas ou adaptadas podem contribuir para ganhar este crédito, desde que a melhoria e manutenção estejam documentadas em um contrato com o proprietário da área de off-site. Cada 62 cm² fora do local pode ser contado como 30,5 cm² no local.

• **Crédito 6 – Gestão da qualidade do escoamento superficial:** durante o período de desempenho, implementar um plano de gestão de águas pluviais que se infiltra, recolhe e reutiliza o escoamento ou evapotranspirantes; escoamento de pelo menos 15% da precipitação que cai em todo o local do projeto, tanto para um ano do tempo médio e para 2 anos de projeto. Implementar um programa de inspeção anual de todas as instalações de gestão de águas pluviais para confirmar o contínuo desempenho. Manter a documentação de inspeção, incluindo a identificação de áreas de erosão, a manutenção, necessidades e reparos. Executar toda a rotina de manutenção, reparos necessários ou estabilização no prazo de 60 dias de inspeção.

• **Crédito 7.1 – Redução das ilhas de calor (não telhado):** deve-se adequar o empreendimento para uma das duas opções. Opção 1: use qualquer combinação das seguintes estratégias para 50% das superfícies locais (incluindo estradas, calçadas, pátios e estacionamentos): proporcionar sombra de árvore existente ou no prazo de 5 anos de instalação da paisagem; paisagismos devem estar no local no momento do pedido de certificação; proporcionar sombras em estruturas cobertas por painéis solares que produzem energia utilizada para compensar alguns usos não renováveis de energia; proporcionar sombra a partir de dispositivos de arquitetura ou estruturas que têm um índice de refletância solar (implementar um programa de manutenção que garanta que estas superfícies são limpas pelo menos a cada 2 anos); Use um sistema de pavimento da rede aberta (pelo menos 50% permeável).

Opção 2: coloque um mínimo de 50% de lugares de estacionamento sob a cobertura. Qualquer teto usado para sombra ou estacionamento coberto de ter um SRI de pelo menos 29, seja um telhado com vegetação ou ser coberto por painéis solares que produzem energia utilizada para compensar algum uso de recursos não renováveis. Implementar um programa de manutenção que garanta que todas as superfícies SRI são limpas pelo menos a cada 2 anos para manter uma boa reflexão.

• **Crédito 7.2 – Redução das ilhas de calor (coberturas):** deve-se adequar o empreendimento para uma das opções. Opção 1: use materiais de cobertura com um índice de reflexão solar (SRI) igual a ou maior do que os valores indicados na tabela do Checklist do LEED durante um mínimo de 75% da superfície do telhado. Opção 2: instalar e manter um telhado com vegetação que cobre, pelo menos, 50% da área do telhado. Opção 3: instale superfícies de vegetação no telhado que, em conjunto, atendem aos seguintes critérios:

$$\frac{\text{Área coberta com SRI}_{\text{mín}}}{0,75} + \frac{1}{0,5} \geq \text{Área}_T \text{ do telhado}$$

• **Crédito 8 – Redução da poluição luminosa:** as equipes de projeto devem cumprir com a exigência de iluminação interior e com uma das três opções para iluminação exterior. Na área interna, todas as luminárias embutidas com uma

linha direta de visão para quaisquer aberturas na parede ou teto, deve ser controlada automaticamente para desligar durante os períodos de *after-hours* (depois do horário de expediente), durante o período de desempenho. A duração total de todos os períodos de *after-hours* deve ser igual ou superior a 2.190 horas por ano (50% de horas noturnas anuais).

.Na área interna tem-se três opções:

- ✓ Se o projeto é certificado sob LEED para escolas ou construção nova, mostram que o Crédito 8: Redução da poluição luminosa foi conquistado. Se o projeto é certificado sob LEED para Núcleo & Shell e 75% da área é LEED para interiores comerciais, mostram que o Crédito 8: Redução da poluição luminosa foi ganho para ambos os sistemas.

- ✓ Parcialmente (significa que luminárias exteriores são blindadas de modo que o bordo inferior da blindagem é de ou abaixo da linha central da fonte de luz ou lâmpada de tal modo que a emissão de luz acima do plano horizontal é minimizado) ou totalmente blindado (significa que as luminárias exteriores são blindadas ou construídas de modo que os raios de luz emitidos pelo dispositivo elétrico são projetadas abaixo do plano horizontal que passa através do ponto mais baixo do acessório a partir do qual a luz é emitida) tenha as luminárias exteriores de 50 watts e mais de modo que eles não emitem diretamente a luz para o céu noturno.

- ✓ Medir os níveis noturnos de iluminação em pontos regularmente espaçados em torno do perímetro da propriedade, a iluminação no nível medido com as luzes acesas não deve ser superior a 20% acima do nível medido com as luzes apagadas. Esta condição deve ser cumprida para cada ponto de medição; média de todos os pontos é proibida.

O Quadro 5 (ANEXO B) mostra os resultados obtidos na análise da aplicação da dimensão Espaço Sustentável.

Uso racional da água (um pré-requisito e quatro créditos):

• **Prereq 1 – Redução do consumo de água potável:** reduzir o uso de água potável de canalizações interiores e acessórios para um nível igual ou inferior ao LEED 2009. Para os edifícios existentes: Operações e Manutenção da linha de base, calculado considerando 100% do edifício do interior encanamentos e acessórios atender aos requisitos do código de encanamento como afirmado, em 2006, as edições do Código Uniforme de Encanamento (UPC) ou Código de Encanamento Internacional (IPC) referente a suporte e desempenho adequado. Luminárias e acessórios incluídos nos cálculos para este crédito são armários de água, mictórios, chuveiros, torneiras, torneira aeradores sobresselentes e torneiras de medição.

• **Crédito 1 – Medição da performance da água:** opção 1 é ter no local de medição de água instalado de forma permanente, que mede a água potável total de uso para toda a construção e os jardins associados. Dados do medidor devem ser registrados em uma base regular e compilados em sistemas mensal e anual. A opção 2 é cumprir os requisitos para a opção 1 e ter no lugar de medição instalados permanentemente para um ou mais dos seguintes subsistemas de água: encanamento interior e acessórios. Sistemas de água com medidor que servem, pelo menos, 80% da água encanada com equipamentos e acessórios descritos no Pré-requisito 1 deste item; torres de arrefecimento. Medidor de uso de água de substituição de todas as torres de resfriamento que servem a instalação; água quente. Uso de água com medidor de pelo menos 80% da capacidade de aquecimento de água quente sanitária instalada (Incluindo ambos os tanques e aquecedores).

• **Crédito 2 – Redução do consumo de água potável:** durante o período de desempenho, existem práticas estratégicas e sistemas que, no total, produzem uma redução no dispositivo elétrico, encanamento interno e uso de água potável na montagem da linha de base calculada e criada no Pré-requisito 1 desse item.

- **Crédito 3 – Paisagismo com uso eficiente:** reduzir a água potável ou outra superfície natural ou subsuperfície de consumo de recursos para a irrigação em comparação com meios convencionais de irrigação. Se o edifício não tem medição de água separado para sistemas de irrigação, as realizações de redução do uso da água pode ser demonstrada por meio de cálculos.

- **Crédito 4 – Gestão da torre de resfriamento:** desenvolver e implementar um plano de gestão de água para a torre de resfriamento que aborda o tratamento químico, controle biológico e treinamento de pessoal no que se refere à manutenção da torre de refrigeração.

O Quadro 6 (ANEXO C) mostra os resultados obtidos na análise da aplicação da dimensão Uso Racional da Água.

Energia e Atmosfera (três pré-requisitos e nove créditos):

- **Prereq 1 – Melhores práticas de gestão para eficiência energética:** desenvolver um plano operacional do edifício que fornece detalhes sobre como o edifício está sendo operado e mantido. O plano operacional deve incluir, no mínimo, um cronograma de ocupação, equipamento de programação em tempo de execução, pontos de ajuste de design para todos os equipamentos de climatização, e os níveis de iluminação de design em todo o edifício. Identificar quaisquer alterações nos horários ou conjuntos apontadas para as diferentes estações, dias da semana e horas do dia. Validar que o plano operacional foi cumprido durante o período de desempenho.

- **Prereq 2 – Performance mínima de eficiência energética:** desenvolver uma das duas opções apresentadas a seguir. Opção 1: demonstrar o desempenho de eficiência energética que é maior do que 69% dos edifícios semelhantes por análises comparativas em relação aos dados nacionais de energia fornecidos na ferramenta Portfolio Manager como uma alternativa para avaliações

de desempenho energético. Siga as instruções detalhadas no Guia de Referência para LEED EBOM 2009 Edition. Ou opção 2: use o método alternativo descrito no Guia de Referência do LEED para *Green Building Operations & Maintenance* de 2009.

Além disso, ter medidores de energia que medem todo o uso de energia durante todo o período de todos os edifícios de desempenho a ser certificado. O desempenho energético de cada edifício deve ser baseado no consumo real de energia medido para o edifício projeto LEED e todos os edifícios comparáveis. Um total de 12 meses de dados de energia medido continuamente é necessário.

- **Prereq 3 – Gestão de gases refrigerantes:** zero utilização de clorofluorcarbonetos (CFC) à base de refrigerantes em sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração (HVAC & R) de sistemas de construção de base a menos que uma auditoria de terceiros (como definido no Manual de Referência para LEED Green Building Operations & Maintenance, Edição 2009) mostra que a substituição do sistema ou a conversão não é economicamente viável ou se demonstre que um plano de filtro para os refrigerantes à base de CFC está no lugar.

- **Crédito 1 – Otimizar performance da eficiência energética:** para os edifícios elegíveis para receber uma classificação de desempenho energético utilizando Portfolio Manager da EPA ENERGY STAR, alcançar uma classificação de pelo menos 71. Desempenho energético se o edifício é elegível para um desempenho energético classificação usando Portfolio Manager, Opção 1 deve ser utilizado.

- **Crédito 2.1 – Comissionamento do edifício existente (investigação e análise):** usar uma das opções a seguir. A opção 1 para o processo de comissionamento é desenvolver um recomissionamento ou plano de comissionamento em curso para a construção do sistema de uso de energia realizar a fase de investigação e análise; documento a repartição da utilização de energia no prédio. Opção 2: é a Auditoria Energética ASHRAE Nível II, que realiza uma auditoria energética que atenda aos requisitos da Sociedade Americana de

Aquecimento, Refrigeração e Ar- Engenheiros Condicionado (ASHRAE), Nível II, Energy Survey e análise; documentar a repartição da utilização de energia no prédio; fazer uma análise de poupança e custo de todas as medidas práticas que atendam às restrições do proprietário e econômicas, juntamente com uma discussão sobre qualquer efeito sobre as operações e procedimentos de manutenção.

• **Crédito 2.2 – Comissionamento do edifício existente (implementação):** implementar melhorias operacionais ou de baixo custo e criar um plano de capital para grandes upgrades. Oferecer treinamento para o pessoal de gestão que constrói a consciência e habilidades em uma ampla gama de construção sustentável. Isso poderia incluir a eficiência energética e construção, equipamentos e operações e manutenções de sistemas.

• **Crédito 2.3 – Comissionamento do edifício existente (continuidade):** Implementar um programa de comissionamento contínuo que inclui elementos de planejamento, teste do sistema, verificação do desempenho, resposta de ação corretiva, medição contínua e documentação para abordar proativamente os problemas.

• **Crédito 3.1 – Medição do desempenho (sistema automatizados do prédio):** dispor de um sistema de automação predial baseado em computador (*Based Building Automation System – BAS*), que monitora e controla o sistema de grandes edifícios incluindo, no mínimo, aquecimento, arrefecimento, ventilação e iluminação. Tenha um programa de manutenção preventiva no lugar que garante componentes BAS, são testados e reparados ou substituído de acordo com o que o fabricante recomenda. Demonstrar que o BAS está sendo usado para informar decisões sobre mudanças no edifício, operações e investimentos de poupança de energia.

• **Crédito 3.2 – Medição do desempenho (nível do sistema medido):** desenvolver um colapso do consumo de energia no edifício, quer através do Créditos 2.1 e 2.2 ou usando contas de energia, ponto de medição ou outro de medição para determinar o consumo de energia dos principais sistemas mecânicos e outros de uso e aplicação final.

- **Crédito 4 – Energia renovável:** durante o período de desempenho, conhecer alguns ou todos do uso total de energia do edifício com on-site ou off-site renováveis sistemas de energia.

- **Crédito 5 – Gestão de refrigerantes melhorados:** opção 1 é não usar fluidos refrigerantes de aquecimento na construção de base, ventilação, ar condicionado e refrigeração (*Building Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration* – HVAC&R). A opção 2 é selecionar refrigerantes e aquecedores, sistema de ventilação, ar condicionado e de refrigeração HVAC & R que minimizem ou eliminem a emissão de compostos que contribuem para a destruição da camada de Ozônio e das alterações climáticas. A construção de base HVAC & R de equipamentos devem estar de acordo com a seguinte fórmula, que estabelece um limite máximo para as contribuições por destruição da camada de Ozônio e potencialização do aquecimento global.

$$LCGWP + LCODP \times 10^5 \leq 100$$

- **Crédito 6 – Relatório da redução das emissões:** identificar a construção de parâmetros de desempenho que reduzem o uso de energia convencional e emissões, quantificar as reduções e comunicá-las para um programa de rastreamento formal: acompanhar as reduções e registrar emissões entregues pela eficiência energética, uso de energia renovável e redução de emissões, incluindo a redução da compra de créditos de energia renovável.

O Quadro 7 (ANEXO D) mostra os resultados obtidos na análise da aplicação da dimensão Energia e Atmosfera.

Materiais e recursos (dois pré-requisitos e nove créditos):

- **Prereq 1 – Política de compras sustentáveis:** ter em vigor uma política de compras ambientalmente preferível (*Environmentally Preferable*

Purchasing – EPP) que inclui, no mínimo, compras para o edifício e do terreno, abordar os requisitos de materiais e recursos

- **Crédito 1 – *Purchasing* Sustentável:** Esta política deve respeitar o LEED 2009 para os edifícios existentes: Operações e Manutenção modelo de política (ver Introdução). No mínimo, a política deve abranger as compras de produtos que estão dentro do edifício e controle da administração local.

- **Prereq 2 – Política de gestão de resíduos sólidos:** créditos de gestão listados abaixo, bem como reciclagem de todas as lâmpadas que contêm mercúrio. Esta política deve aderir ao LEED 2009 para os edifícios existentes: modelo de política de Operações e Manutenção (ver Introdução). No mínimo, a política deve cobrir os fluxos de resíduos que estão dentro do controle da gestão de edifícios e entornos: Crédito 7: Gestão de Resíduos Sólidos – materiais de escritório (50%); Crédito 8: Gestão de Resíduos Sólidos – bens duráveis; Crédito 9: Gestão de Resíduos Sólidos – facilidades de alteração e ampliações.

- **Crédito 1 – Compras sustentáveis (consumíveis contínuos):** manter um programa de compra sustentável cobrindo materiais com um baixo custo por unidade que são usados regularmente e substituídos através do curso de negócio. Estes materiais incluem, no mínimo, de papel (impressão ou cópia de papel, cadernos, blocos de notas, envelopes), cartuchos de toner, capas, baterias e acessórios de mesa. Alimentos e bebidas são excluídos deste crédito, mas são cobertos pelo Crédito 5: Compras Sustentáveis – Alimentos. Para materiais que possam ser considerados consumíveis em curso ou em bens duráveis (ver MR Créditos 2.1 e 2.2), a equipe do projeto está livre para decidir qual categoria para colocá-los, contanto que a consistência seja mantida com MR Créditos 2.1 e 2.2, sem contradições, exclusões ou dupla contagem. Consistência também deve ser mantida com o Crédito 7.

- **Crédito 2 – Compras sustentáveis:** manter um programa de compras sustentáveis abrangendo itens disponíveis em um custo mais elevado por unidade e bens duráveis que são substituídos com pouca frequência e / ou pode exigir gastos do programa de capital para a compra. Os materiais podem ser

considerados quer consumíveis em curso (ver Crédito 1: Compras Sustentáveis – Consumíveis Contínuos) pode ser contado sob qualquer categoria desde que a consistência seja mantida com o Crédito 1, sem contradições, exclusões ou dupla contagem. Consistência também deve ser mantida com o Crédito 8: Gestão Resíduos Sólidos – Bens duráveis.

• **Crédito 3 – Compras sustentáveis (facilidade de alterações e ampliações):** manter um programa de compra sustentável cobrindo materiais para reformas de instalações, demolições, e adições de construção. Isto se aplica apenas aos elementos de construção de base de forma permanente ou semipermanente ligados ao próprio edifício. Materiais considerados móveis, utensílios e equipamentos – FF & E) não são considerados construção de base e estão excluídos deste crédito. Componentes e itens especiais: mecânica, elétrica e hidráulica, tais como elevadores também estão excluídos deste crédito.

• **Crédito 4 – Compras sustentáveis (redução do mercúrio em lâmpadas 90 pg/lum-hr):** desenvolver um plano de iluminação de compra que especifica níveis máximos de mercúrio permitidas em lâmpadas adquiridas para a construção e associados motivos, incluindo lâmpadas para ambos os locais (interiores e exteriores). O plano de compra deve especificar um alvo para a média global de mercúrio em lâmpadas de 90 picogramas por lúmen-hora ou menos. O plano deve incluir lâmpadas para luminárias internas e externas. O plano deve exigir que pelo menos 90% das lâmpadas compradas em conformidade com o alvo (como medida pelo número de lâmpadas). Lâmpadas que contêm mercúrio podem ser contabilizadas para plano de cumprimento apenas se tiverem eficiência energética pelo menos tão boa como os seus homólogos que contenham mercúrio.

• **Crédito 5 – Compras sustentáveis (alimentos):** alcançar compras sustentáveis de pelo menos 25% do total das compras de alimentos e bebidas combinados (por custo) durante o período de desempenho. Compras sustentáveis são aqueles que satisfazem um ou ambos dos seguinte critério: as compras são rotulados *USDA Organic*, *Food Alliance Certified*, *Rainforest Alliance Certified*, protegido da colheita Certificado, Comércio Justo ou azul Eco-Label do *Marine Stewardship Council*.

- **Crédito 6 – Redução de resíduos sólidos (auditoria da geração):**

realizar uma auditoria no fluxo de resíduos de todo fluxo de resíduos de consumo contínuo do edifício (bens não duráveis ou resíduos de construção para alterações de instalações e adições). Use os resultados da auditoria para estabelecer uma linha de base que identifica os tipos de resíduos que compõem o fluxo de resíduos e as quantidades de cada tipo por peso ou volume.

- **Crédito 7 – Redução de resíduos sólidos (materiais de escritório, 50%):**

manter uma redução de resíduos e programa de reciclagem que trata de materiais com um baixo custo por unidade que são regularmente utilizados e substituídos com o curso de negócio. Estes materiais incluem um cartucho mínimo, papel, toner, vidro, plástico, papelão e papelão ondulado de idade, o desperdício de alimentos e metais. Os materiais que podem ser considerados quer consumíveis em curso ou em bens duráveis (ver Crédito 8:Gestão de Resíduos Sólidos – Bens Duráveis) podem ser contados sob qualquer categoria desde que a consistência seja mantida com o Crédito 8, sem contradições, exclusões ou dupla contagem. Consistência também deve ser mantida com o créditos 1: Política de Compras Sustentáveis e 5: Compras Sustentáveis –Alimentos.

- **Crédito 8 – Redução de resíduos sólidos (bens duráveis):**

manter uma redução de resíduos, reutilização e reciclagem que trata de bens duráveis (aqueles que são substituídos com pouca frequência e / ou pode exigir gastos do programa de capital de compra). Bens duráveis incluem, no mínimo, equipamentos de escritório (computadores, monitores, copiadoras, impressoras, scanners, aparelhos de fax), aparelhos eletrodomésticos (geladeiras, lava-louças, refrigeradores de água), fontes de alimentação externas, televisores e outros equipamentos audiovisuais.

- **Crédito 9 – Redução de resíduos sólidos(facilidades de**

alterações e ampliações): instalações de incineração. Isto aplica-se apenas aos elementos de construção de base de forma permanente ou semipermanente ligados ao próprio edifício que entrar no fluxo de resíduos durante a reforma de instalações, demolições e construção Elementos de construção de base incluem, no mínimo, a construção de componentes e estruturas (pregos de parede, isolamento, portas,

janelas), painéis, acabamentos em anexo (drywall, guarnição, painéis de teto), carpete e outros materiais de pavimentação, adesivos, vedantes, tintas e revestimentos. Móveis, utensílios e equipamentos (FF & E) não são considerados elementos base de construção e estão excluídos deste crédito. Componentes e itens especiais mecânicos, elétrica e hidráulica, tais como elevadores também são excluídos.

O Quadro 8 (ANEXO E) mostra os resultados obtidos na análise da aplicação da dimensão Materiais e Recursos..

Qualidade Ambiental Interna (três pré-requisitos e quinze créditos)

- **Prereq 1 – Performance mínima da qualidade ambiental interna:**

Caso 1 – Os projetos capazes de cumprir o Padrão ASHRAE 62,1-2.007: modificar ou manter cada entrada de ar exterior, fornecer ventilador e / ou sistema de distribuição de ventilação para fornecer pelo menos a taxa de ventilação do ar exterior exigido por ASHRAE 62,1-2.007 Ventilação procedimento de taxa (com errata mas sem adendos 1) em todas as condições normais de operação.

Caso 2 – Projetos incapaz de satisfazer o Padrão ASHRAE 62,1-2.007: se atender ASHRAE padrão taxas 62,1-2.007 de ventilação (com errata mas sem adendos) é inviável porque das restrições físicas do sistema de ventilação existente, modificar ou manter o sistema de fornecimento de, pelo menos 10 pés cúbicos por minuto (*Cubic Feet per Minute* – CFM) de ar exterior por pessoa em todas as condições normais de operação. Demonstrar através de documentação do projeto, medições ou outra evidência de que o atual sistema não pode fornecer o fluxo de taxas exigidas pela ASHRAE 62,1-2.007 sob qualquer condição operacional mesmo quando funcionando corretamente.

- **Prereq 2 – Controle ambiental da fumaça do tabaco:** opção 1 é proibir fumar no edifício; proibir fumar dentro de 25 pés de entradas, entradas de ar

exterior e janelas operáveis. A opção 2 é o Caso 1 – projetos não-residenciais: proibir fumar no edifício, salvo em salas designadas para o fumo; proibir fumar dentro de 25 pés de entradas de edifícios, entradas de ar exterior e janelas operáveis; localize quarto designado para fumadores, para conter efetivamente, capturar e remover ETS (*Environmental Tobacco Smoke*) do edifício.

- **Prereq 3 – Política de limpeza verde:** ter em vigor uma política de limpeza verde para a construção e local abordando os seguintes créditos de limpeza verde: compra de limpeza sustentável e revestimentos para pavimentos e de cuidados de tapete que satisfazem os critérios de sustentabilidade delineado na IEQ (*Indoor Environmental Quality*) Crédito 3.3: Compra de produtos de limpeza sustentáveis e Materiais; comprar equipamentos de limpeza que cumprem os critérios de sustentabilidade definidos no IEQ Crédito 3.4: Equipamento de limpeza sustentável.

- **Crédito 1.1 – Programa de gestão da qualidade ambiental interna:** desenvolver e implementar de forma contínua um programa de gestão IAQ (*Indoor Air Quality*) com base na Qualidade do Ar Interior EPA (*Environmental Protection Agency*) Modelo de Educação e Avaliação do Interior de Edifícios (Indoor Building Education and Assessment Model – I-BEAM), EPA Número de Referência 402-C-01-001, dezembro de 2002, disponível em <http://www.epa.gov/iaq/largebldgs/i-beam/index.html>.

- **Crédito 1.2 – Monitoramento da qualidade do ar:** instalar sistemas de controle permanentes e contínuos que fornecem feedback sobre o desempenho do sistema de ventilação para assegurar que os sistemas de ventilação mantenham as taxas mínimas de fluxo de ar ao ar livre em todas as condições operacionais.

- **Crédito 1.3 – Acréscimo da ventilação:** caso 1 – espaços ventilados mecanicamente: aumentar as taxas de ventilação de ar ao ar livre para todas as unidades de tratamento de ar que sirvam espaços ocupados por, pelo menos, 30% acima do mínimo exigido por ASHRAE 62,1-2.007 (com errata, mas sem adendos 1); caso 2 – espaços ventilados naturalmente: determinar se a ventilação natural é uma estratégia eficaz para o projeto, seguindo o diagrama de fluxo.

- **Crédito 1.4 – Redução das partículas na distribuição do ar:** em edifícios mecanicamente ventilados, cada sistema de ventilação que fornece ar ao ar livre devem cumprir a seguinte durante o período de desempenho: filtros de partículas ou dispositivos de purificação do ar deve limpar o ar ao ar livre em qualquer local antes da sua introdução nos espaços ocupados; estes filtros ou dispositivos devem ser classificados como um valor de eficiência mínimo de reporte (*Minimum Efficiency Reporting Value – MERV*); estabelecer e seguir uma programação regular de manutenção e substituição destes meios de filtração de acordo ao intervalo recomendado pelo fabricante.

- **Crédito 1.5 – Plano de qualidade do ar (durante a construção):** desenvolver e implementar um plano de gestão IAQ para as fases de construção e de ocupação.

- **Crédito 2.1 – Conforto dos ocupantes (pesquisa da satisfação dos ocupantes):** implementar um sistema de pesquisa de conforto e resposta para as queixas dos ocupante para coletar respostas anônimas sobre conforto térmico, acústico, IAQ, os níveis de iluminação, construção de limpeza e outras questões de conforto dos ocupantes.

- **Crédito 2.2 – Controle dos sistemas (iluminação):** para pelo menos 50% dos ocupantes do edifício, usar controles de iluminação que permitam ajustes para atender às necessidades de tarefas e preferências dos indivíduos para pelo menos 50% das estações de trabalho individuais e para grupos que compartilham um espaço multiocupante ou área de trabalho para, pelo menos, 50% do espaço de multiocupantes do edifício.

- **Crédito 2.3 – Conforto dos ocupantes (monitoramento do conforto térmico):** dispor de um sistema de acompanhamento contínuo e otimização de sistemas que regulam o conforto interior e condições (temperatura do ar, umidade, velocidade do ar e temperatura radiante) em espaços ocupados. Tenha um permanente sistema de monitoramento para garantir o desempenho de construção em curso com os critérios de conforto desejado, tal como determinados em ASHRAE.

- **Crédito 2.4 – Conforto dos ocupantes (luz do dia e vista, 50% luz do dia / 45% vista):** as equipes de projeto devem atingir os limites de desempenho em qualquer luz do dia.

- **Crédito 3.1 – Limpeza verde (programa de limpeza verde de alta performance):** ter em vigor durante o período de desempenho de um programa de limpeza de alto desempenho, suportado por uma limpeza verde, que aborda o seguinte: fornecer um plano de pessoal adequado; implementar um treinamento do pessoal de manutenção na utilização, manutenção, eliminação e reciclagem de produtos químicos de limpeza, equipamentos e embalagens de distribuição.

- **Crédito 3.2 – Limpeza verde (avaliação da eficácia/pontuação ≤ 3):** realizar uma auditoria em conformidade com Liderança (*Leadership in Education's Facilities* – APPA) nas instituições de ensino "(APPA)". A instalação deve marcar 3 ou menos.

- **Crédito 3.3 – Limpeza verde (compras de materiais e produtos sustentáveis):** implementar compras sustentáveis para materiais e produtos de limpeza, produtos de papel descartáveis e sacos de lixo. Compras de produtos e materiais incluem itens utilizados pelo pessoal *in-house* ou serviço terceirizado.

- **Crédito 3.4 – Limpeza verde (equipamentos de limpeza sustentáveis):** implementar um programa para o uso de equipamentos de limpeza que reduzam os contaminantes de construção e minimizem impactos ambientais.

- **Crédito 3.5 – Limpeza verde (controle de fontes de poluentes e químicos internos):** empregam sistemas *entryway* permanentes (grelhas fornalha, esteiras), com pelo menos três metros de comprimento na direção primária para capturar a sujeira e partículas que entram no edifício em todos os pontos de entrada públicas, e desenvolver limpezas estratégicas para manter os sistemas *entryway*, bem como passarelas externas, entradas públicas que não estão em uso ou servem apenas como saídas de emergência são excluídos dos requisitos, assim como escritórios particulares.

• **Crédito 3.6 – Limpeza verde (manutenção integrada de pragas internas):** desenvolver, implementar e manter uma gestão interna de um plano de manejo integrado de pragas (IPM), definido como a gestão interna de pragas de uma forma que proteja a saúde humana, o meio ambiente e que melhore a rentabilidade econômica através da opção mais eficaz (com menos risco). IPM exige o uso de pesticidas químicos menos tóxicos, uso um mínimo de produtos químicos, use apenas em locais específicos e use somente para espécies alvo. IPM exige inspeção de rotina e monitoramento.

O Quadro 9 (ANEXO F) mostra os resultados obtidos na análise da aplicação da dimensão Qualidade Ambiental Interna.

Inovação na Operação (três créditos):

• **Crédito 1 – Inovação na operação:** crédito pode ser alcançado através de qualquer combinação de Inovação em Operações e caminhos de desempenho exemplar como descrito abaixo: inovação em Operações (1-4 pontos) alcançar um desempenho ambiental significativo e mensurável usando um upgrade nas operações, manutenção ou sistema de estratégia não abordadas no LEED 2009 para os edifícios existentes: Operações e Manutenção Sistema de Avaliação.

Um ponto é concedido para cada inovação alcançado. Não mais do que 4 pontos podem ser obtidos por meio de Inovação em Operações. Exemplos: a intenção do crédito inovação proposta; os benefícios ambientais adicionais entregues; os requisitos propostos para o cumprimento; as métricas de desempenho propostos para demonstrar a conformidade e as abordagens (estratégias) usadas para cumprir as exigências; os requisitos propostos conhecidos durante o período de desempenho.

Desempenho Exemplar (1-3 pontos) alcançar um desempenho exemplar em um LEED existente de 2009 para Prédios Existentes: Operações e Manutenção:

pré-requisito ou de crédito que permite um desempenho exemplar, conforme especificado no Guia de Referência do LEED para o Edifício Existente de Operações e Manutenção, 2009.

- **Crédito 2 – Profissional acreditado LEED AP:** pelo menos um integrante da equipe de projeto deve ser um LEED *Accredited Professional* (AP) / Profissional LEED.

- **Crédito 3 – Documentação dos impactos dos custos da construção sustentável:** documentar os custos operacionais com o edifício para os últimos 5 anos (ou tempo de ocupação do edifício, o que for mais curto) e rastrear alterações nos custos globais de funcionamento do edifício durante o período de desempenho. Custos operacionais e impactos financeiros de todos os aspectos da LEED 2009 para os edifícios existentes: Operações e Manutenção tem aplicação em uma base contínua.

O Quadro 10 (ANEXO G) mostra os resultados obtidos na análise da aplicação da dimensão Inovação na Operação.

Créditos Regionais (um crédito):

- **Crédito 1 – Prioridades ambientais específicas da região:** ganhe 1 dos 6 Créditos prioridade regional (créditos identificados pelos Conselhos Regionais USGBC e capítulos como tendo importância ambiental regional adicional). Um banco de dados de Créditos de prioridade regional e suas características geográficas e aplicabilidades está disponível no site da USGBC, www.usgbc.org.

O Quadro 11 mostra os resultados obtidos na análise da aplicação da dimensão Créditos Regionais e consta no ANEXO H.

6.1 Análise dos resultados encontrados

6.1.1 Espaço sustentável

Ao analisar essa dimensão, verifica-se que o empreendimento não é certificado LEED e já de início perde quatro pontos. A sua área externa possui um plano de manutenção, pois existe uma pequena área verde onde o cortador de grama usado é do modelo movido a muque. Em relação ao transporte, as compras são bem organizadas para que não se tenha que realizar muitas viagens e alguns alimentos são comprados diariamente, pois precisam ser usados de forma bem natural. Sobre as coberturas, o local conta com duas áreas não telhadas (usando a ventilação natural).

6.1.2 Uso racional da água

Nesse item, foi constatado que existe uma medição para todo o edifício (incluindo jardins, estacionamento, etc). Não existe um sistema de redução do consumo de água potável e no período de chuva a água da mesma é utilizada para regar a área verde.

6.1.3 Energia e atmosfera

Foi constatado que existe um sistema que controla a luminosidade no local, para o conforto dos usuários. Não existe no local uma medição setorizada do

consumo de energia (o consumo relatado na conta de energia é do empreendimento como um todo).

6.1.4 Materiais e recursos

Esse item é um dos mais beneficiados no empreendimento. Procura-se usar o mínimo de papel e descartáveis, os eletrônicos possuem o selo ENERGY STAR (computadores e impressoras) e as mesas e cadeiras foram produzidas com madeira de reflorestamento.

6.1.5 Qualidade ambiental interna

A existência de duas áreas não telhadas facilita o uso da ventilação natural (redução do uso de energia). O empreendimento conta com uma área reservada para fumantes, faz uso de um filtro de partículas e, além disso, não faz uso de pesticidas nas áreas verdes.

6.1.6 Inovação na operação

A inovação na operação se dá pelo uso de contêineres, que reduziram o tempo de duração da obra além de serem sustentáveis (reuso de material). Não se sabe por parte dos proprietários se o engenheiro responsável pela obra e os projetistas são Profissionais Acreditados LEED.

6.1.7 Créditos regionais

Em relação às propriedades ambientais específicas da região de São Luís, a obra contribui para a diminuição dos resíduos da construção civil na cidade.

5.1.8 Possibilidade de certificação

As chances de obtenção da Certificação LEED EBOM no empreendimento são mínimas, pois o mesmo só atingiu 28 pontos (onde o mínimo para se certificar seriam 40 pontos). A análise realizada mostra que a Dimensão Energia e Atmosfera é a mais afetada: de nove itens, oito não são cumpridos. A medição setorizada de água e energia, reuso da água, implantação de coletores de energia limpa, redução da poluição luminosa (por funcionar somente à noite e contar com uma pista de dança) são alguns fatores que direcionariam o empreendimento a implantar a metodologia LEED.

6.2 Adequações para enquadramento na metodologia LEED

Com base nas orientações para certificação LEED, existe a possibilidade de gradação em Certificado, Prata, Ouro e Platina, de acordo com a pontuação obtida. A gradação Certificado é o nível mínimo da certificação estudada e para obtê-la é necessário ter um total de no mínimo 40 pontos.

O empreendimento estudado obteve 28 pontos e para que se conquiste o nível mínimo é necessário que o mesmo obtenha mais 12 pontos por meio de adequações em algumas dimensões da metodologia.

As sugestões para o enquadramento na modalidade Certificado (40 pontos) seriam o investimento nas dimensões Espaço Sustentável, Energia e

Atmosfera e Qualidade Ambiental Interna (as que possuem menos créditos atendidos).

Espaço Sustentável:

A sugestão seria a adequação dos Créditos 6 (Gestão da Qualidade do Escoamento Superficial) e 7.2 (Redução das Ilhas de Calor – Coberturas) com o uso de telhado verde, que pode ser extensivo ou intensivo. Extensivos são aqueles que contêm um substrato menor que 150mm e se planta grama. Intensivos são os telhados verdes com substrato maior que 150mm e onde se plantam além de grama, vegetação com cerca de 1,50m de altura. Os telhados verdes extensivos podem ter declividade de até 45º, enquanto que para os intensivos o máximo é de 10º.

Além da redução das ilhas de calor (ganho térmico climático), também melhora o escoamento pluvial (pode chegar a 57% da redução do escoamento superficial). Assim, seriam obtidos mais 2 pontos com o uso de telhado verde, que nesse caso será para apenas 31,5% da cobertura (40m²). Para o empreendimento analisado, obtivemos o valor de R\$2.600,00 para essa modificação (onde o m² custa R\$65,00, levando em consideração os materiais e a mão de obra), conforme Quadro 12.

Energia e Atmosfera:

As adequações a serem feitas nessa dimensão constam no Crédito 2.1 (Comissionamento do Edifício Existente – Investigação e Análise). Segundo Fábio Luis Leite Neves, diretor comercial da Anthares, conforme definição do *ASHRAE Guideline 0-2005 – The Commissioning Process*, “O processo de comissionamento

trata-se de um processo de controle de qualidade com foco na otimização da entrega de um projeto. O processo tem com objetivo verificar e documentar que a instalação e todos os seus sistemas e conjuntos são planejados, projetados, instalados, testados, operados e mantidos para atender os Requisitos de Projeto do Proprietário” – OPR (*Owner’s Project Requirements*).

Muito parecido com o descrito, o retrocomissionamento diz respeito à edificação que não contou com o comissionamento. No caso de edifícios existentes que buscam a certificação LEED EB O&M (uso e manutenção), trata-se de fazer o comissionamento do processo de renovação do edifício. O objetivo é sempre o mesmo: documentar os objetivos em eficiência energética, ver instalado e que o desempenho corresponda às metas estabelecidas. O comissionamento é válido e eficiente em qualquer situação, desde que se queira atingir determinado desempenho energético para o edifício.

A lista dos sistemas com comissionamento requerido pelo LEED são:

- Sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração mecânicos e passivos, assim como os seus respectivos sistemas de controle.
- Iluminação e seu respectivo sistema de controle.
- Sistemas de água quente (para uso doméstico).
- Sistemas de energia renovável (eólica, solar, etc.).

Para se pontuar no crédito 2.1, é necessário contratar um profissional qualificado tecnicamente para avaliar e certificar a eficiência dos sistemas propostos. Este processo deve ser documentado de modo a permitir o acompanhamento do desempenho dos sistemas ao longo da sua vida útil. Assim, com a investigação e análise do sistema de comissionamento para a energia consumida no empreendimento estudado seriam conquistados mais 2 pontos, com um custo adicional de 1% do custo total do empreendimento.

Além disso, o Crédito 4 (Energia Renovável) também pode ser adequado com o uso de placas solares. A energia solar não polui durante seu uso. A poluição decorrente da fabricação dos equipamentos necessários para a construção dos painéis solares é totalmente controlável utilizando as formas de controle existentes atualmente. As centrais necessitam de manutenção mínima. Os painéis solares são a cada dia mais potentes, ao mesmo tempo em que seu custo vem decaindo. Isso torna cada vez mais a energia solar uma solução economicamente viável. O uso de painel solar que gera 12% de energia solar levaria à obtenção de mais 6 pontos.

Para calcular os custos da geração de energia solar no local, utilizou-se do consumo mensal de energia do local. Gerar 12% de energia renovável corresponde a substituir um total de 1.049KWh da unidade consumidora do empreendimento. Assim, foi feita uma simulação, como mostra a Figura 11 a seguir:



Figura 11 – Simulação do uso de placa solar. Fonte: Portal Solar, 2016.

Para o empreendimento analisado, obtivemos o valor de R\$75.390,00 para essas modificações, conforme Quadro 12.

Qualidade Ambiental Interna

As modificações a serem feitas nessa dimensão referem-se ao Crédito 2.1 (Conforto dos ocupantes – Pesquisa da satisfação dos ocupantes). Implementar um sistema de pesquisa de satisfação para as queixas dos ocupantes em relação ao conforto térmico, acústico, níveis de iluminação e quaisquer outras questões de conforto dos ocupantes.

Esse sistema poderia ser feito através de uma simples planilha de Excel, sem acrescentar nenhum custo ao empreendimento. A pesquisa deve ser feita com pelo menos 30% dos ocupantes totais do local e levaria a obtenção de mais 1 ponto.

Outro Crédito que sofreria adequações seria o 3.4 (Limpeza Verde – Equipamentos de limpeza sustentável). Os itens exigidos são:

- Limpadores a vácuo, certificados pelo *Carpet and Rug Institute* (CRI) “*Green Label*” e operando com nível sonoro abaixo de 70dBA;
- Equipamentos de extração de carpetes usados para limpeza profunda reparadora certificado pelo *Carpet and Rug Institute* “*Seal of Approval*” com programa de testes para extratores de limpeza reparadora;
- Equipamentos de manutenção de pisos, incluindo os elétricos e à bateria, enceradeiras e lixadeiras, equipadas a vácuo, locais de armazenamentos de partículas e/ou outros sistemas de captura de partículas finas devem operar com nível sonoro abaixo de 70dBA;
- Equipamentos de piso com combustível a base de propano possuem alta eficiência, motores de baixa emissão com conversores e silenciosos que

correspondem ao *California Air Resources Board* (CARB) ou *Environmental Protection Agency* (EPA) e operar com nível sonoro abaixo de 90dBA;

- Manter registro de todos os equipamentos de limpeza para documentar a data de aquisição do equipamento, trabalhos de manutenção e reparação, e incluir fichas de especificações para cada tipo de equipamento em uso.

A utilização e controle desses equipamentos (o equipamento escolhido é um Rainbow, que é certificado na modalidade Silver pelo CRI Green Label para aspiradores de pó na eficiência de limpeza e melhora na qualidade do ar no interior de um empreendimento) levará a obtenção de mais 1 ponto para concluir os 12 pontos restantes para a certificação LEED do empreendimento estudado. Para o empreendimento analisado obtivemos o valor de R\$7.000,00 para essas modificações, conforme Quadro 12 .

6.2.1 Custos de implementação dos critérios LEED na construção estudada

A análise dos custos de implementação foi feita a partir dos custos básicos de certificação e os custos adicionais referentes às adequações para obtenção do total de um mínimo de 40 pontos exigidos. Segue no Quadro 12 uma estimativa de custos para a implementação da metodologia LEED no empreendimento estudado.

A implementação da Metodologia LEED ao empreendimento estudado gera custos, porém há inúmeros benefícios já citados neste trabalho. Em geral, a certificação pode levar também a grandes economias como mostra o quadro 13.

Quadro 12 – Estimativa dos custos de implementação da Metodologia LEED

Custos de Implementação da Metodologia LEED para o Estudo de Caso			
Custos Básicos de Certificação	Registro do Projeto junto ao USGBC	US\$ 1200	R\$ 3.972,00
	Análise de Pré-certificação	US\$ 4250	R\$ 14.067,50
	Análise combinada: concepção e construção	US\$ 2750	R\$ 9.102,50
	Análise de projeto	US\$ 2250	R\$ 7.447,50
	Análise de construção	US\$ 750	R\$ 2.482,50
Custos Adicionais	Aplicação de Telhado Verde em 40m ² da cobertura		R\$ 2.600,00
	Sistema de comissionamento(1% do custo do empreendimento)		R\$ 14.000,00
	Placa solar (geração de 12%)		R\$ 61.390,00
	Equipamentos sustentáveis (certificado CRI)		R\$ 7.000,00
Custos Totais			R\$ 122.062,00

Quadro 13 – Economias geradas pela Metodologia LEED. Fonte: ANPRAC, 2010

Benefícios Financeiros do LEED para cada 0,3 m ² durante 20 anos	
Economia de energia	US\$ 5,80
Redução de emissões	US\$ 1,20
Economia de água	US\$ 0,50
Economia em operações e manutenções	US\$ 8,50
Benefícios de produtividade e saúde	US\$ 36,90 a 55,30
Subtotal	US\$ 52,90 a 71,30
Média de custos extras para um edifício verde (Desconto)	US\$ 3,00 a 5,00
Total de economia para 20 anos / por 0,30m ²	US\$ 50 a 65

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foi possível observar que a metodologia LEED é viável e traz benefícios ambientais, econômicos e sociais. Para obtê-la é necessário passar por vários procedimentos, mas quando é levado em consideração o ganho ambiental, não importando o motivo pelo qual a empresa deseja a certificação, é sempre um grande passo na direção do desenvolvimento sustentável.

Práticas sustentáveis já vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos no mundo e o processo de certificação vem então organizar e direcionar estas ações dentro da construção civil, que é responsável por grande parte dos problemas ambientais, com o alto consumo de água, geração de resíduos e poluição do ar.

Foi observado também que práticas de planejamento e gestão são essenciais para a boa implantação da metodologia. Faz-se necessária a presença de profissionais capacitados e que tenham o desejo de colocar em prática os requisitos de uma construção verde, que agregam qualidade ao produto final, valorizam o empreendimento e potencializam o lucro.

Como já foi exposto no trabalho, a certificação LEED é de origem americana e por esse motivo diverge em alguns pontos com a realidade do Brasil. Nos Estados Unidos, um dos maiores problemas é com o alto consumo de energia, e isso fica claro nas especificações do LEED. Já o Brasil tem outros pontos fracos, como a parte social e econômica.

Além disso, tem-se o fato do LEED ser baseado em pontos, onde cada crédito gera uma pontuação, e ao final com a soma é possível que não se alcance o desempenho desejado e assim, não consiga a certificação.

No empreendimento estudado observa-se que alguns itens exigidos pela Metodologia LEED ainda são pouco desenvolvidos. Pela análise chegou-se a 28 pontos, onde necessita-se de 40 pontos, no mínimo, para ganhar a certificação. O investimento nas dimensões Espaço Sustentável, Energia e Atmosfera e Qualidade

Ambiental Interna (que são os itens que possuem menos créditos atendidos) poderia levar à certificação do investimento.

Os custos de implementação da metodologia no empreendimento estudados foram baseados nos gastos fixos da certificação e os custos das adequações. Assim chegou-se a um total de R\$ 125.637,00 para que o empreendimento possa receber a Certificação LEED. Porém, existem inúmeras vantagens de se implementar a metodologia e os benefícios econômicos podem chegar a U\$ 65 por 0,30 m², durante 20 anos.

Para trabalhos futuros, sugere-se um estudo de caso de outro empreendimento em que se possa acompanhar todas as etapas de um processo de certificação, desde o projeto até a operação e manutenção, e assim avaliar o verdadeiro enquadramento da metodologia no Brasil. Também seria interessante fazer um comparativo entre essa certificação e outras dentro do âmbito da construção sustentável.

Portanto, a conclusão que se tira sobre a certificação LEED é que ela vem crescendo dentro do setor da Construção Civil e que é possível sim diminuir os impactos gerados pela Engenharia Civil. A conscientização da sociedade e dos profissionais da área é algo muito importante para o crescimento das práticas sustentáveis e consolidação desta e de outras certificações ambientais.

REFERÊNCIAS

40FOREVER. **RAINBOW: O paraíso no seu dia a dia.** Disponível em: <<http://40forever.com.br/rainbow-o-paraíso-no-seu-dia-a-dia/>>. Acesso em: out 2016

AECWEB. **Os Verdadeiros Impactos da Construção Civil.** Disponível em: <http://aecweb.com.br/cont/m/rev/os-verdadeiros-impactos-da-construcao-civil_2256_10_0>. Acesso em: jul 2016.

ARAÚJO, V.M. **Práticas recomendadas para a gesto mais sustentável de canteiros de obras.** 228p. Dissertação(Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2009.

BRITO, A. C.; VITORINO, F.; AKUTSU, M. Avaliação ambiental de edifícios. **Revista Técnica**, n. 133, abr, 2008.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção.** Belo Horizonte: FIEMG,2008.

DAHLSTROM, R. **Gerenciamento de Marketing Verde.**São Paulo:Cengage Learning, 2011.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa.** São Paulo : Atlas, 1995.

ECODHOME. **Passo a passo para fazer um telhado verde (com custo).** Disponível em: <<http://ecodhome.com.br/blog/777/>>. Acesso: Out. 2016

ELA ENGENHARIA E ARQUITETURA. **Comissionamento ainda é pouco usado no Brasil.** Disponível em: <<http://engenhariaearquitetura.com.br/noticias/631/Comissionamento-ainda-e-pouco-usado-no-Brasil.asp>>. Acesso em: out. 2016

GARÉ , J. C . **Contribuições da Construção Civil Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável.** 164 p. Dissertação(Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração – Mestrado . Área de concentração: Gestão para o desenvolvimento da Regionalidade. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. São Caetano do Sul, 2011.

GBC BRASIL. **Certificação LEED**. Disponível em: <<http://gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso: Jul. 2016

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ªed. São Paulo: Atlas, 2008.

MAIA NETO, F. **A Sustentabilidade na Construção Civil**. Disponível em: < <http://forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=590>>. Acesso em: jul 2016.

MOTTA, A. L. T. S. **Certificado de Sustentabilidade para a Construção Civil**. Revista MEMO online. UFF. P. 38-42. Maio. 2011

PINHEIRO, Manuel Duarte. **Ambiente e Construção Sustentável**. 1 ed. Portugal: Instituto do Ambiente, 2006, 243 p

PNUMA. **Rumo a uma economia verde**: Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza. 2011. Disponível em http://web.unep.org/greeneconomy/sites/unep.org/greeneconomy/files/field/image/green_economy_full_report_pt.pdfAcesso: agosto de 2016.

PORTAL SOLAR. **Placa Solar Preço**. Disponível em: <<http://portalsolar.com.br/placa-solar-preco.html>>. Acesso em: out. 2016

Revista Técnica- Projeto.**Como construir : certificação de projeto Leed**. ed 217- Abril 2015.

SEIFFERT, M. E. B. **ISSO 14001 sistema de gestão ambiental**: implementação objetiva e econômica. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. 138p. 1.

SUSTENTARQUI. **Saiba quais são os selos para Construção Sustentável**. Rio de Janeiro, 20/03/2014. Disponível em <<http://sustentarqui.com.br/dicas/selos-para-construcao-sustentavel/>> Acesso : julho de 2016.

USGBC. **LEED**. Disponível em : <[http:// usgbc.org/leed](http://usgbc.org/leed)>. Acesso: Agosto.2016.

ANEXO A - Quadro 1 – Certificações ambientais na construção civil .

Certificação	Características	País de Origem
Building Research Establishment Environmental Assessment Method(BREEAM)	Trata a respeito do gerenciamento do edifício (saúde, conforto, água, Energia, transporte, qualidade do ambiente e resíduos).	Reino Unido (década de 90)
Haute Qualité Environnementale (HQE)	Aborda sobre Ecogestão, Ecoconstrução, Conforto e Saúde em 14 objetivos.	França (década de 90)
Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)	Formado por 7 dimensões para obtenção de pontos que variam de 40 a 110 , que levam a 4 níveis de certificação .	Estados Unidos (1993)
German Sustainable Building Council (DGNB)	Trata das qualidades econômica, ecológica, do sitio, dos processos, técnica e social.	Alemanha (2007)
National Australian Buildings Environmental Rating System (NABERS)	Mede a eficiência energética, uso da água, gestão de resíduos e coberta qualidade do ambiente de um edifício ou arrendamento e seu impacto sobre o meio ambiente.	Austrália (2004)
Building Environmental Performance Assessment Criteria (BEPAC)	Inspirado pelo <i>BREEAM</i> .	Canadá
Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE)	Consiste em uma lista de verificação para o design sustentável.	Japão (2002)

Sistema Voluntário para a Avaliação da Construção Sustentável (LIDERA)	Abrange a integração local, recursos, cargas ambientais, conforto ambiental, vivência socioeconômica, gestão ambiental e inovação.	Portugal (2005)
Alta Qualidade Ambiental (AQUA)	Aborda sobre Ecogestão, Ecoconstrução, Conforto e Saúde em 14 objetivos.	Brasil (2007)
Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal	Abrange apenas edifícios habitacionais e certifica em três níveis.	Brasil (2008)
Qualiverde	Aborda sobre a gestão da água, eficiência energética, desempenho térmico e projeto.	Brasil ; Rio de Janeiro-RJ (2012)
Selo BH sustentável	Faz parte dos projetos de Sustentabilidade da Prefeitura de Belo Horizonte e visou também a Copa do Mundo da FIFA Brasil 2014 .	Brasil ; Belo Horizonte-MG (2012)

Fonte : Baseado em Garé(2011) e Sustentarqui(2014)

ANEXO B – Quadro 5 - Pré-requisitos e Créditos para Espaço Sustentável.

Fonte: GBC,Brasil

Sim	?	Não	Espaço Sustentável		26 Pontos
0	0	0			
		x	Crédito 1	Construções Certificadas LEED	4
x			Crédito 2	Plano de Manutenção Áreas Externas	1
x			Crédito 3	Plano de Manutenção Integrado p/ Controle de Pestes, Erosão e Paisagismo	1
x			Crédito 4	Transporte Alternativo	3 a 15
				x Redução em 10%	3
				Redução em 13.75%	4
				Redução em 17.5%	5
				Redução em 21.25%	6
				Redução em 25%	7
				Redução em 31.25%	8
				Redução em 37.5%	9
				Redução em 43.75%	10
				Redução em 50%	11
				Redução em 56.25%	12
				Redução em 62.5%	13
				Redução em 68.75%	14
				Redução em 75%	15
x			Crédito 5	Desenvolvimento do Espaço - Proteção e Restauração do Habitat	1
		x	Crédito 6	Gestão da Quantidade do Escoamento Superficial	1
		x	Crédito 7.1	Redução das Ilhas de Calor - Não Telhado	1
		x	Crédito 7.2	Redução das Ilhas de Calor - Coberturas	1
		x	Crédito 8	Redução da Poluição Luminosa	1
				TOTAL	6

ANEXO C – Quadro 6 - Pré-requisitos e Créditos para Uso Racional da Água.

Fonte: GBC,Brasil

Sim	?	Não	Uso Racional da Água			14 Pontos
0	0	0				
Y			Prereq 1	Redução do Consumo de Água Potável		Requisito
		x	Crédito 1	Medição da Performance da Água		1 a 2
				Medição de todo o edifício		1
				Medição segregada do edifício		2
		x	Crédito 2	Redução Consumo de Água Potável		1 a 5
				Redução em 10%		1
				Redução em 15%		2
				Redução em 20%		3
				Redução em 25%		4
				Redução em 30%		5
x			Crédito 3	Paisagismo com uso eficiente		1 a 5
				x Redução em 50%		1
				Redução em 62.5%		2
				Redução em 75%		3
				Redução em 87.5%		4
				Redução em 100%		5
		x	Crédito 4	Gestão da Torre de Resfriamento		1 a 2
				Gestão de Produtos Químicos		1
				Uso de água não-potável		1
TOTAL						1

ANEXO D – Quadro 7 - Pré-requisitos e Créditos para Energia e Atmosfera.

Fonte: GBC,Brasil

Sim	?	Não	Energia e Atmosfera			35 Pontos
0	0	0				
Y			Prereq 1	Melhores Práticas de Gestão para Eficiência Energética : Planejamento, Documentação, Avaliação e Oportunidades		Requisito
Y			Prereq 2	Performance Mínima de Eficiência Energética		Requisito
Y			Prereq 3	Gestão de Gases Refrigerantes		Requisito
x			Crédito 1	Otimizar Performance da Eficiência Energética		1 a 18
				x	ENERGY STAR Rating : 71/Acima da média nacional 21%	1
					ENERGY STAR Rating : 73/Acima da média nacional 23%	2
					ENERGY STAR Rating : 74/Acima da média nacional 24%	3
					ENERGY STAR Rating : 75/Acima da média nacional 25%	4
					ENERGY STAR Rating : 76/Acima da média nacional 26%	5
					ENERGY STAR Rating : 77/Acima da média nacional 27%	6
					ENERGY STAR Rating : 78/Acima da média nacional 28%	7
					ENERGY STAR Rating : 79/Acima da média nacional 29%	8
					ENERGY STAR Rating : 80/Acima da média nacional 30%	9
					ENERGY STAR Rating : 81/Acima da média nacional 31%	10
					ENERGY STAR Rating : 82/Acima da média nacional 32%	11
					ENERGY STAR Rating : 83/Acima da média nacional 33%	12
					ENERGY STAR Rating : 85/Acima da média nacional 35%	13
					ENERGY STAR Rating : 87/Acima da média nacional 37%	14
					ENERGY STAR Rating : 89/Acima da média nacional 39%	15
					ENERGY STAR Rating : 91/Acima da média nacional 41%	16
					ENERGY STAR Rating : 93/Acima da média nacional 43%	17
					ENERGY STAR Rating : 95+ /Acima da média nacional 45%+	18
		x	Crédito 2.1	Comissionamento do Edifício Existente - Investigação e Análise		2
		x	Crédito 2.2	Comissionamento do Edifício Existente - Implementação		2
		x	Crédito 2.3	Comissionamento do Edifício Existente - Continuidade		2
		x	Crédito 3.1	Medição do Desempenho - Sistemas Automatizados do prédio		1
		x	Crédito 3.2	Medição do Desempenho - Nível do Sistema Medido		1 a 2
					Medição , 40%	1
					Medição , 80%	2
		x	Crédito 4	Energia Renovável		1 a 6
					Gerada no local 3%/Contratada 25%	1
					Gerada no local 4,5%/Contratada 37,5%	2
					Gerada no local 6%/Contratada 50%	3
					Gerada no local 7,5%/Contratada 62,5%	4
					Gerada no local 9%/Contratada 75%	5
					Gerada no local 12%/Contratada 100%	6
		x	Crédito 5	Gestão de Refrigerantes Melhorado		1
		x	Crédito 6	Relatório da Redução das Emissões		1
					TOTAL	1

ANEXO E – Quadro 8 - Pré-requisitos e Créditos para Materiais e Recursos.

Fonte: GBC,Brasil

Sim	?	Não	Materiais e Recursos			10 Pontos
0	0	0				
Y			Prereq 1	Política de Compras Sustentáveis		Requisito
Y			Prereq 2	Política de Gestão de resíduos sólidos		Requisito
x			Crédito 1	Compras Sustentáveis - Consumíveis Contínuos		1
x			Crédito 2	Compras Sustentáveis		1 a 2
				x 40% de Eletrônicos		1
				x 40% de Mobiliário		1
x			Crédito 3	Compras Sustentáveis - Facilidades de alterações e ampliações		1
x			Crédito 4	Compras Sustentáveis - Redução do mercúrio em lâmpadas, 90 pg/lum-hr		1
x			Crédito 5	Compras Sustentáveis - Alimentos		1
		x	Crédito 6	Gestão de Resíduos Sólidos - Auditoria da Geração		1
x			Crédito 7	Gestão de Resíduos Sólidos - Materiais de Escritório, 50%		1
x			Crédito 8	Gestão de Resíduos Sólidos - Bens Duráveis		1
x			Crédito 9	Gestão de Resíduos Sólidos - Facilidades de alterações e ampliações		1
					TOTAL	9

ANEXO F – Quadro 9 – Pré-requisitos e Créditos para Qualidade Ambiental Interna. Fonte: GBC,Brasil

Sim	?	Não	Qualidade Ambiental Interna			15 Pontos
0	0	0				
Y			Prereq 1	Performance Mínima da Qualidade Ambiental Interna		Requisito
Y			Prereq 2	Controle Ambiental da Fumaça do Tabaco		Requisito
Y			Prereq 3	Política de Limpeza Verde		Requisito
		x	Crédito 1.1	Programa de Gestão da Qualidade Ambiental Interna		1
x			Crédito 1.2	Monitoramento da Qualidade do Ar		1
x			Crédito 1.3	Acréscimo da Ventilação		1
x			Crédito 1.4	Redução das partículas na distribuição do ar		1
		x	Crédito 1.5	Plano de Qualidade do Ar - Durante a Construção		1
		x	Crédito 2.1	Conforto dos Ocupantes - Pesquisa satisfação dos ocupantes		1
x			Crédito 2.2	Controle dos Sistemas - Iluminação		1
x			Crédito 2.3	Conforto dos Ocupantes - Monitoramento do conforto térmico		1
		x	Crédito 2.4	Conforto dos Ocupantes - Luz do dia e Vista, 50% Luz do dia / 45 % Vista		1
x			Crédito 3.1	Limpeza Verde - Programa de limpeza verde de alta performance		1
		x	Crédito 3.2	Limpeza Verde - Avaliação da Eficácia - Pontuação ≤ 3		1
x			Crédito 3.3	Limpeza Verde - Compras de materiais sustentáveis		1
		x	Crédito 3.4	Limpeza Verde - Equipamentos de limpeza sustentáveis		1
		x	Crédito 3.5	Limpeza Verde - Controle de fontes de poluentes e químicos internos		1
x			Crédito 3.6	Limpeza Verde - Manutenção integrada de pragas internas		1
					TOTAL	8

ANEXO G – Quadro 10 - Pré-requisitos e Créditos para Inovação na Operação.

Fonte: GBC,Brasil

Sim	?	Não	Inovação e Operação			6 Pontos
0	0	0				
x			Crédito 1	Inovação na Operação		1 a 4
				x	Inovação ou Performance Exemplar	1
				x	Inovação ou Performance Exemplar	1
					Inovação ou Performance Exemplar	1
					Inovação	1
	x		Crédito 2	Profissional Acreditado LEED AP		1
		x	Crédito 3	Documentação dos impactos do custo da construção sustentável		1
					TOTAL	2

ANEXO H – Quadro 11 - Pré-requisitos e Créditos para Créditos Regionais.

Fonte: GBC, Brasil

Sim	?	Não	Créditos regionais			4 Pontos
0	0	0				
x			Crédito 1	Prioridades Ambientais Específicas da Região		1 a 4
				x	Prioridades Ambientais Específicas da Região	1
					Prioridades Ambientais Específicas da Região	1
					Prioridades Ambientais Específicas da Região	1
					Prioridades Ambientais Específicas da Região	1
					TOTAL	1