

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Lourdes Jaqueline do Canto Franco

**APLICAÇÃO DE ALGUNS CRITÉRIOS DA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL LEED
EM PROJETO DO FNDE – ESCOLA PÚBLICA**

Santa Cruz do Sul

2017

Lourdes Jaqueline do Canto Franco

**APLICAÇÃO DE ALGUNS CRITÉRIOS DA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL LEED
EM PROJETO DO FNDE – ESCOLA PÚBLICA**

Trabalho de conclusão apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da
Universidade de Santa Cruz do Sul para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

M. Sc. Camila Crauss
Professor Orientador - UNISC

M. Sc. Ricardo Walter Glauche
Professor Examinador - UNISC

Dr. Adriane de Assis Lawisch Rodriguez
Professora Examinadora - UNISC

Santa Cruz do Sul

2017

RESUMO

Atualmente questões sustentáveis tomam importância nos debates das mais diversas áreas, dentre elas a área da construção civil, pela sua significativa produção de resíduos, os materiais utilizados, entre outros aspectos que podem prejudicar o meio ambiente. Neste estudo será apresentado um dos modelos existentes e mais usados mundialmente o sistema LEED (Leadership in Energy and Environmental Design ou em português, Liderança em Energia e Design Ambiental), desenvolvido pelo Conselho de Edifícios Verdes dos Estados Unidos, a mesma busca certificar as construções no quesito de eficiência energética e o quanto sua construção e operação podem ser sustentáveis. A LEED é uma certificação que se organiza por quatro categorias, classificadas por pontos e este sistema de pontos se dá em conformidade com dados apresentados nos créditos relacionados à construção civil, eficiência energética, gerenciamento de água e construções sustentáveis. Este trabalho apresentará um estudo de caso com função de aplicar os critérios da certificação LEED na Escola Estadual de Ensino Fundamental Olavo Bilac, localizada na zona rural do município de Rio Pardo – RS, projeto padrão FNDE, viabilizando a sustentabilidade em um espaço social.

Palavras Chaves: Certificação, construção civil, construção sustentável, escola, sustentabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tripé da Sustentabilidade	21
Figura 2 – Qualidade de um Edifício Verde.....	31
Figura 3 – Níveis de Certificação LEED.....	48
Figura 4 – Torneiras banheiros masculino e feminino.	64
Figura 5 – Modelo torneira com temporizador médio 7s	65
Figura 6 – Válvula de descarga embutida na parede.	65
Figura 7 – Acabamento simples 9 litros e acabamento de 3/6 litros	66
Figura 8 – Luminárias das salas de aula do Bloco Pedagógico	67
Figura 9 – Pannel Placa Fotovoltaica.	69
Figura 10 – Materiais recicláveis utilizados na horta escolar	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aspectos Ambientais gerados pelas atividades da Construção	26
Tabela 2 – Critérios de Avaliação - Pontuação	38
Tabela 3 – Classificação Provável no BREEAM	38
Tabela 4 – Tabela de Estimativa de consumo predial médio mensal.....	56
Tabela 5 – Consumo médio da Escola.	62
Tabela 6 – Dados para cálculo de consumo mensal para irrigação.....	62
Tabela 7 – Índice de chuva pluviométrica	63
Tabela 8 – Dimensionamento da Cisterna.....	63
Tabela 9 – Checklist LEED School V.3	72
Tabela 10 –Orçamento para captação de água da chuva	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vantagens das Certificações Ambientais	35
Quadro 2 – Blocos de Critérios no Processo da Avaliação BREEAM	37
Quadro 3 – Benefícios do Processo AQUA	40
Quadro 4 – Exigências das 14 Categorias do Processo AQUA	43
Quadro 5 – Classificação da Etiqueta Procel Edifica	45
Quadro 6 – Classificação final para etiquetagem Procel	46
Quadro 7 – Categorias da Certificação LEED.....	49
Quadro 8 – Custo da Certificação LEED	50
Quadro 9 – Áreas Chaves e Critérios da Certificação LEED.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Exigências mínimas para a Certificação no Processo AQUA.....	42
Gráfico 2 – Percentuais de Certificações LEED	50

LISTA DE IMAGEM

Imagem 1 – Mapa de Localização da escola	60
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AQUA	Alta Qualidade Ambiental
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CFC	Clorofluorcarbono
CIC	Câmara da Indústria da Construção Civil
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ECO 92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
FEBRABAN	Federação Brasileira de Bancos
FNDE	Fundo de Desenvolvimento da Educação
FV	Fotovoltaica
GBCB	Green Building Council Brasil
IBEC	Instituto Japonês de Engenharia e Custo
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	Organização Internacional 19 de Padronização
Labee	Laboratório de eficiência energética em edificação
LEED	Liderança em Energia e Design Ambiental
NBR	Norma Técnica Regulamentadora
NST	Norma Técnica Sabesp
ONU	Organização das Nações Unidas
RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USGBC	U.S Green Building Council
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 ÁREA E DELIMITAÇÃO DO TEMA	14
3 JUSTIFICATIVA	15
4 OBJETIVOS.....	17
4.1 Objetivo geral	17
4.2 Objetivos específicos.....	17
5 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
5.1 Histórico das Questões Ambientais.....	18
5.2 Sustentabilidade.....	20
5.3 Desenvolvimento Sustentável.....	22
5.4 Impactos Ambientais da Construção Civil	24
5.5 Construções Sustentáveis x Sustentabilidade	26
5.6 Certificação Ambiental.....	30
5.7 Objetivos da Certificação Ambiental	33
5.8 Vantagens da Certificação na Construção Civil	34
5.9 Alguns Tipos de Certificação na Construção Civil	35
5.9.1 Certificação BREEAM.....	35
5.9.3 Certificação CASBEE	39
5.9.4 Certificação AQUA	40
5.9.5 Certificação GBTOOL	43
5.9.6 Certificação PROCEL EDIFICA	44
5.9.7 Certificação CASA AZUL	46
5.9.2 Certificação LEED	47
5.10 Aspectos positivos e negativos do sistema de certificação LEED	51
5.11 Categorias de Certificação.....	52
6 METODOLOGIA.....	53

6.1 Histórico da Escola.....	53
6.2 Base para Certificação LEED.....	54
6.3 Levantamento de dados	54
6.3.1 Sustentabilidade do Espaço - SS	55
6.3.2 Racionalização do Uso de Água - WE	55
6.3.3 Energia e Atmosfera - EA	57
6.3.4 Materiais e Recursos - MR.....	58
6.3.5 Inovação e Processos de Projeto - ID.....	58
6.3.6 Qualidade Ambiental Interna - IQE.....	58
7 RESULTADOS	59
7.1 Espaço Sustentável	59
7.2 Uso Racional da Água.....	61
7.3 Energia e Atmosfera.....	66
7.4 Materiais e Recursos.....	69
7.5 Inovação e Processos do Projeto	70
7.6 Qualidade Ambiental Interna	70
7.7 Otimização do Resultado.....	76
8 CONCLUSÃO.....	79
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXO A – Layout Geral	86
ANEXO B – Planilha Orçamentária de 2009	87
ANEXO C – Checklist	88
ANEXO D – Relatório de Visita	89
ANEXO E – Planilha Orçamentária 2017	90
ANEXO F – Relatório de Vistoria do Terreno	91
ANEXO G – Planta Baixa – Estacionamento para Deficiente Físico	92
ANEXO H – Projeto da Cisterna.....	93

ANEXO I – Corte da Cisterna.....	94
----------------------------------	----

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a humanidade começou a construir moradias provisórias próximas dos demais, posteriormente gerou as chamadas vilas, e logo surgiram grandes aglomerações humanas denominadas cidades, sendo até hoje a forma que os seres humanos escolheram para viver em sociedade e prover suas necessidades, baseando-se na reprodução ampliada do capital e exploração dos recursos naturais, conseqüentemente a degradação ambiental gerada no ambiente urbano pela ocupação humana sugere a necessidade de se buscar alternativas viáveis que minimizem estas ações e promovam uma relação harmônica entre o homem e a natureza (CARLOS ,1994).

O crescimento desordenado destas cidades proporcionou um desequilíbrio ambiental significativo, despertando inúmeras discussões sobre a preservação do meio ambiente entendida como elemento essencial à satisfação das necessidades humanas das gerações atuais, futuras e dos modelos de desenvolvimento. Dentre os diversos termos utilizados recentemente, o termo desenvolvimento sustentável adquire cada vez mais consenso, porém, ainda encontra na prática as suas maiores dificuldades.

Por isso o termo sustentabilidade torna-se cada vez mais importante nas atividades humanas que com o passar do tempo vem buscando a aquisição de produtos que tenham um conceito de sustentabilidade, tentando minimizar os impactos ambientais.

Numa sociedade mais consciente dos impactos ambientais, que vem evoluindo e se organizando de maneira a garantir a preservação da natureza, começa a constituir um ambiente a sua volta que insere neste contexto o tema de construção sustentável, com uma visão mais coerente, eficiente e ambientalmente mais segura.

Conforme Gebrim (2013), “no Brasil a dificuldade em preservar o meio ambiente é agravada pelos grandes desafios que o setor da construção civil ainda enfrenta em termos de déficit habitacional ...”, desta forma devemos observar aspectos que possam reduzir os impactos ambientais e buscar incentivar ações sustentáveis.

Para obter o parâmetro de construção sustentável a sociedade buscou um conjunto de práticas a serem executados antes, durante e após os trabalhos de construção com o intuito de uma construção que provoque menores impactos ao meio ambiente reduzindo ao máximo o consumo de recursos naturais proporcionando ao morador/usuário conforto e qualidade de vida.

A área da construção civil gera muitos resíduos e consome inúmeros recursos naturais, causando impacto . Neste contexto é importante definir um conceito de construção

sustentável, com este objetivo organizam instituições que desenvolvem certificações ambientais, através de normas, que certificam a eficiência ambiental do empreendimento.

Dentre estas certificações a LEED (Leadership in Energy and Environmental Design ou em português, Liderança em Energia e Design Ambiental) torna-se a referência nos critérios necessários para obter-se uma construção sustentável, transformando uma área de construção em setor sustentável, setor este que visa a preservar o meio ambiente com aplicações simples na estrutura da edificação.

2 ÁREA E DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente trabalho será desenvolvido na área da construção civil, voltado especificamente para o estudo da certificação ambiental LEED na construção civil, através de estudo de caso para obtenção de uma certificação por meio dos critérios necessários para uma edificação sustentável, levando em consideração uma estrutura já existente.

3 JUSTIFICATIVA

Degani (2010) ressalta,

“O conceito de construção sustentável é variável de acordo com as prioridades de cada país e está relacionado diretamente com as especificidades de seu clima, tradições construtivas, estágio de desenvolvimento industrial, cultura, natureza da edificação existente e característica dos diversos agentes envolvidos”.

O estudo das certificações ambientais na construção civil se faz necessário por ser um tema muito discutido na atualidade, diante das informações que quantificam e qualificam a atividade humana sobre o meio ambiente, pois uma construção sustentável não se baseia somente na concepção de uma construção que utiliza somente materiais ambientalmente corretos e destina corretamente para reciclagem os resíduos, mas sim uma construção que adota uma gama de princípios relacionados ao conforto térmico e iluminação natural, buscando eficiência energética e um ambiente salubre, fazendo o reaproveitamento da água da chuva, entre outras ações.

Considerando que a construção civil é uma das atividades que mais geram resíduos poluidores no meio ambiente, representando um grande problema para ser administrado, além do intenso consumo de recursos naturais, pois os grandes empreendimentos colaboram na mudança significativa das paisagens e com todas as demais da sociedade.

Neste sentido, os resíduos gerados pela construção civil se deparam com um grande desafio de conciliar as atividades produtivas e lucrativas com o desenvolvimento sustentável, sendo as certificações ambientais nesse contexto uma alternativa estratégica importante para produzir o espaço de forma mais sustentável, atendendo a uma série de exigências que torna um empreendimento mais atraente e eficaz para o desenvolvimento de uma cidade.

De acordo com Valente (2009) as construções sustentáveis causam menor impacto ambiental em todas as suas etapas quando a ideia de sustentabilidade é adotada desde a concepção do produto até projeto, sendo aplicado em todos os processos da construção e de uso da edificação.

Devemos nos conscientizar que uma edificação sustentável não está relacionada somente com uso de materiais sustentáveis, ou recicláveis, mas sim em requisitos como conforto térmico, iluminação natural, reaproveitamento da água da chuva entre outros aspectos ambientalmente corretos (BORGES, 2008).

Para desenvolver esta consciência ambiental, promoveram-se vários setores mercadológicos, por exemplo as certificações ambientais que visam à construção sustentável, destaca-se o atual sistema de certificação LEED, onde Grebim (2013) justifica o seu uso, por ser um sistema de certificação verde para construções mais difundido dentre as existentes no mundo, pois procura desenvolver um padrão que proporcione melhor desempenho ambiental e econômico às construções baseando-se em princípios, práticas, materiais e padrões sustentáveis.

Na atual conjunção social o desenvolvimento sustentável é de suma importância a construção de obras públicas que tenham como objetivo o uso racional da água e da eficiência energética (DEGANI, 2010).

De acordo com o momento que vivemos as escolas vem trabalhando soluções sustentáveis na educação dos jovens, uma maneira diferente de olhar para o planeta e o futuro, de uma forma mais consciente. Como a escola tem papel fundamental na educação, sendo responsável também pela formação do cidadão, estes trabalhos sobre sustentabilidade são de extrema importância para o futuro do planeta.

A consciência ambiental e sustentável pode ser iniciada pelo simples fato da estrutura da escola aderir a critérios sustentáveis como a eficiência energética e redução do uso da água, entre outros, ou seja, fazendo uso das certificações ambientais não só havendo o incentivo pedagógico.

Visando esta ideia este trabalho mostra os critérios da ferramenta atualmente mais utilizada na área das certificações ambientais, o sistema de certificação LEED, onde se classifica uma construção pelo quanto à mesma é sustentável, por meio de critérios que avaliam a edificação desde a sua construção até a sua operação.

Salienta-se que o estudo de caso se justifica pela importância de discutir, difundir e iniciar a ideia de ambientes sustentáveis na área da educação e pública em geral possibilitando a aplicabilidade destes critérios e a idealização de obras civis mais sustentáveis e viáveis economicamente na área pública educacional.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Este trabalho visa apresentar conceitos de certificação ambiental, especificamente o sistema de certificação LEED em uma escola pública, avaliando os critérios de possível viabilidade de aplicação, verificando se o empreendimento alcança a pontuação suficiente para obtenção de selo ambiental.

4.2 Objetivos específicos

- Propor diretrizes de aplicação dos critérios da Certificação LEED em uma escola pública;
- Propor modificações necessárias na estrutura e projeto para a obtenção da certificação;
- Determinar a possibilidade de uma obra pública tornar-se sustentável;
- Realizar uma análise de custos, através de um orçamento comparativo entre os sistemas: “convencional” e sustentável.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 Histórico das Questões Ambientais

Para Beleze (2014) as questões ambientais na era industrial tornaram-se uma preocupação com o meio ambiente e se intensificam nos anos 60 por meio da publicação do livro “*A Primavera Silenciosa*”, que denunciava o uso de herbicidas e seus efeitos no meio ambiente nos Estados Unidos.

Na década de 1960, com a crescente urbanização gerou-se a degradação da qualidade de vida, inseriu-se na pauta de discussões das Conferências e os fóruns UN-Habitat, questões envolvendo moradia, infra-estrutura, saneamento básico e meio ambiente, frente ao reconhecimento da precariedade dos assentamentos humanos dando ênfase a gestão urbana e nos processos de participação e inclusão social.

Em 1972, a Declaração de Estocolmo, conforme Correa (2009), elaborou princípios comuns a serem seguidos mundialmente para preservar e melhorar o meio ambiente humano, porém a relação desenvolvimento e preservação ambiental ficou incerta conforme podemos observar em um de seus princípios:

“As políticas ambientais de todos os Estados deveriam estar encaminhadas para aumentar o potencial de crescimento atual ou futuro dos países em desenvolvimento e não deveriam restringir esse potencial nem colocar obstáculos à conquista de melhores condições de vida para todos. Os Estados e as organizações internacionais deveriam tomar disposições pertinentes, com vistas a chegar a um acordo para se poder enfrentar as consequências econômicas que poderiam resultar da aplicação de medidas ambientais nos planos nacionais e internacionais”.

Segundo Silva (2003) a compreensão necessária sobre as metas de proteção ambiente se fortaleceram a partir da década de 80, iniciando uma série de reuniões e encontros de grande abrangência, como em Montreal no Canadá em 1987, no Rio de Janeiro no Brasil em 1992 e em Kyoto no Japão em 1997, entre outros que definiram algumas das metas de proteção ambiental.

Já em 1987, foi apresentado relatório “*Nosso Futuro Comum*” ou “*Relatório de Brundtland*” realizado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, destacou-se a busca de uma prática sustentável e também um conceito de Desenvolvimento Sustentável, que Brundtland (1991) , definiu como: “Desenvolvimento econômico e social que atende as necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”, com uma nova ideia da relação do homem e

meio ambiente fica a consciência de que há um limite mínimo para o bem-estar da sociedade e um limite máximo para a utilização dos recursos naturais.

Segundo Brundtland (1991), o Relatório da Comissão Brundtland relacionou várias medidas a serem adotadas pelos países para promover e garantir um desenvolvimento sustentável, tais como: limitação do crescimento populacional; garantia de recursos básicos (água, alimentos, energia) em longo prazo; preservação da biodiversidade e dos ecossistemas; diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologia com uso de fontes energéticas renováveis; aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas; controle da urbanização desordenada e integração entre campo e cidades menores; atendimento das necessidades básicas (saúde, escola, moradia).

Em 1992, a segunda conferência ambiental organizada pela ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS), no Rio de Janeiro em 1992, denominada como ECO 92, reuniu chefes de 108 estados para elaborar um plano de ação com intuito de preservar os recursos naturais, onde as nações do norte buscaram defender o direito a um ambiente saudável, uma vez que as nações do sul queriam o desenvolvimento. Como consequência resultou na agenda 21, documento com inúmeras recomendações, estratégias e metas para uma exploração sustentável dos recursos naturais, sem interferir no desenvolvimento, dando origem ao protocolo de Kyoto. (GUSTAVSEN,2007).

Para Correa (2009) a ECO - 92 adotou como compromisso específico três convenções uma sobre *Mudança do Clima*, sobre *Biodiversidade* e uma *Declaração sobre Floresta*, também aprovou documentos com objetivos amplos de caráter político como a *Declaração do Rio* e a *Agenda 21*, que embaçam o conceito sustentabilidade com o desenvolvimento econômico e a consciência ecológica.

Conforme o Ministério do Meio ambiente a Agenda 21, “pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica”. No Brasil o conceito de Sustentabilidade e de Desenvolvimento Sustentável deu-se por meio da elaboração da Agenda 21, um instrumento de planejamento participativo para desenvolvimento sustentável do país, resultando de uma vasta consulta à população, sendo um processo de planejamento participativo de um determinado território que envolve sua implantação, de um Fórum de Agenda 21 que é composto por governo e sociedade civil, se responsabilizando na construção de um Plano Local de Desenvolvimento Sustentável, estruturando prioridades locais por meio de projetos e ações, de acordo com Beleze (2014).

Em 1976 houve a primeira Conferência em Vancouver, Canadá, o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (HABITAT - I), onde em 1978 se estabelece o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU - HABITAT), que é encarregada de coordenar e harmonizar atividades em assentamentos humanos auxiliando as questões de moradia com o desenvolvimento sustentável (ONU).

Em 1996 em Istambul na Turquia ocorreu à elaboração da Agenda Habitat II que teve como enfoque o Desenvolvimento Sustentável da Agenda 21 na Construção Civil, tendo com preocupação o desenvolvimento social em um meio ambiente saudável e estimulador das potencialidades, o Habitat II adotou duas metas: Moradias adequadas para todos e Desenvolvimento de assentamentos humanos sustentável em um mundo de urbanização (ONU).

Ocorreu em Quito, no Equador, em 2016 a terceira Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável, fortalece o compromisso global com urbanização sustentável, abrindo discussões sobre os desafios urbanos, como forma de planejar e gerenciar cidades, vilas e aldeias para desenvolvimento sustentável. (ONU)

Na construção civil começou-se a produção de projetos ecológicos conhecidos como *green desing*, devido ao conceito de produto “verde” que surgiu na década de 70 com a crise energética do Petróleo, conforme Silva (2003) essa iniciativa não possuía critérios definidos.

5.2 Sustentabilidade

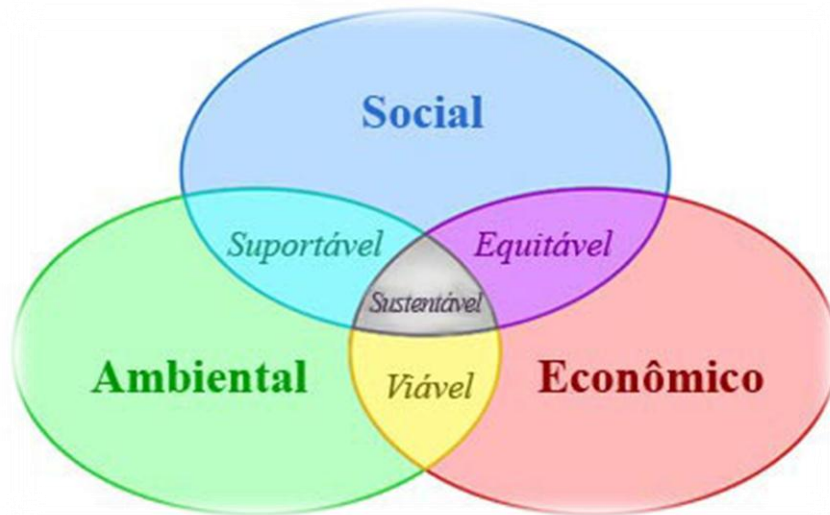
Foi século XX que se evidenciaram três fatores dos problemas na área ambiental, a amplitude dos efeitos nocivos da poluição, a crescente quantidade do uso excessivo de recursos naturais e a constatação das transformações antropogênicas irreversíveis ao meio ambiente, sendo que os efeitos nocivos ao meio ambiente adquiriram dimensões planetárias (ROCHA, 2011).

Estes fatores geraram inúmeros debates sobre a noção de sustentabilidade, uma delas foi escrita por Rocha ,

“A noção da sustentabilidade nasceu a partir da noção dos limites do uso produtivo de estoques físicos renováveis (ritmos de regeneração), dos recursos não renováveis (substitutos a serem achados). Vale salientar então que a finitude dos recursos deve ser vista da exploração dos recursos renováveis e não renováveis onde a base tecnológica é a dos parâmetros do consumismo ocidental.” (ROCHA, 2011, p.14)

Na busca do equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável é a base do chamado tripé da sustentabilidade, conforme Figura 1.

Figura 1 – Tripé da Sustentabilidade



Fonte: www.sustentarte.gov.br

Já em 1987 surge um conceito global desenvolvido nos trabalhos do Relatório Bruthland, que sustentabilidade é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.

Para Serra (2008) a definição que tange sustentabilidade é “Processo sustentável que emprega somente recursos sustentáveis, ou, ao empregar recursos não renováveis, o faz em ritmo tal que permite o desenvolvimento de sucedâneos”, embora venha sendo um termo muito discutido, ainda é permeado por um conceito pouco nítido por parte acadêmica, empreendedores e agentes envolvidos.

Veiga (2005) defende que sustentabilidade possui sete premissas, citadas abaixo:

- Com uma sustentabilidade significativa teríamos uma maior estabilização da população e na maioria das regiões;
- Realização de práticas econômicas que resultem em cobrança de custos reais, crescimento em qualidade em vez de quantidade, e a vida a partir dos dividendos da natureza e não do seu capital;
- Tecnologias com baixo impacto ambiental;

- Necessita-se que a riqueza seja distribuída de forma igualitária, especialmente para que a extrema pobreza deixe de ser comum;
- Constituir instituições globais e transnacionais mais fortes para lidar com os problemas globais urgentes;
- Necessita-se de um público mais bem informado sobre os desafios múltiplos e interligado do futuro;

Desde sempre o termo sustentabilidade domina grande parte do discurso de diferentes setores da sociedade, sendo usado para dar força ao antigo desejo filosófico de uma sociedade mais humana, mas acredita-se que a sustentabilidade é alcançada através de um modelo de desenvolvimento que busca o bem estar com o equilíbrio sociocultural, econômico e ambiental, e este modelo deve ser entendido dentro da coerência de uma revisão histórica que destaca a importância da construção civil dentro do processo (MOTTA, 2009).

Cabestré (2008) complementa que o importante é a sociedade estruturar-se em termos de sustentabilidades próprias, segundo suas tradições culturais, parâmetros próprios e composição étnica específica, podendo assim associar sustentabilidade à vida humana, à cultura e ao meio ambiente, enfim a tudo que está em torno do indivíduo e da sociedade contemporânea na perspectiva de sua perpetuação.

5.3 Desenvolvimento Sustentável

A sustentabilidade e desenvolvimento sustentável são conceitos diferentes, de acordo com Gonçalves (2008), o desenvolvimento sustentável é um conjunto de ações voltadas para solucionar e minimizar problemas econômicos, ambientais e sociais que podem ameaçar nossa sobrevivência, necessitando de ações conjuntas de governo, setores privados e sociedade visando o esgotamento de recursos naturais, desigualdade social e desenvolvimento econômico ilimitado.

Já Becker (2002), destaca uma nova noção de desenvolvimento sustentável: “A noção de desenvolvimento sustentável vem sendo utilizada como portadora de um novo projeto para a sociedade, capaz de garantir, no presente e no futuro, a sobrevivência dos grupos sociais e da natureza.”

No texto preparatório à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (Eco - 92) em 1987 publicou-se a ideia de desenvolvimento sustentável, nos seguintes termos: é aquele “capaz de garantir as necessidades das gerações futuras”, uma noção que busca a

integração entre diferentes níveis sociais, ou seja, entre a exploração dos recursos naturais, o desenvolvimento tecnológico e as mudanças sociais (BECKER, 2002).

Silva (2003), destacou a importância das dimensões de sustentabilidade ambiental, social e econômica para um desenvolvimento sustentável;

“A dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável requer o equilíbrio entre proteção do ambiente físico e seus recursos, e o uso destes recursos de forma a permitir que o planeta continue a suportar uma qualidade de vida aceitável. A dimensão social requer o desenvolvimento de sociedades justas, que proporcionem oportunidades de desenvolvimento humano e um nível aceitável de qualidade de vida. A dimensão econômica, por sua vez, requer um sistema econômico que facilite o acesso a recursos e oportunidades e o aumento de prosperidade para todos, dentro dos limites do que é ecologicamente possível e sem ferir os direitos humanos básicos.” (SILVA,2003, p.1).

Desde 1983 a ONU adota o conceito formal de desenvolvimento sustentável como “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”, fazendo uso de estratégias e buscando o equilíbrio do desenvolvimento sustentável nas três dimensões da sustentabilidade: ambiental, sócio-cultural e econômica, sendo definidas como metas as ações “ambientalmente responsáveis, socialmente justas, economicamente viáveis” .

Na visão de Motta (2009) o conceito de desenvolvimento sustentável surge a partir do problema do desenvolvimento da nossa civilização, um problema global que apesar da busca de ações locais direcionadas a sustentabilidade, deve ser pensada num horizonte global em diversos setores no que abrange desenvolvimento.

Conforme Almeida (2006), deve adotar uma nova concepção econômica no que se diz respeito a desenvolvimento sustentável:

“A concepção “econômica” do desenvolvimento sustentável aponta para novos mecanismos de mercado como solução para adicionar a produção à capacidade de suporte dos recursos naturais (inclusive aqueles de taxaço ambiental). O que se visa, portanto, é estender a regulação mercantil sobre a natureza, fazendo com que a luta social pelo controle de recursos naturais passe em maior medida pelo mercado, e não (ou cada vez menor) pela esfera política. Ignora-se (ou tenta-se ignorar) o conflito pelo controle sobre os recursos naturais, procurando criar condições para poupá-lo sem, no entanto, considerar as condições sócio-políticas que regem o poder de controle e uso destes recursos.” (ALMEIDA, 2006, p.18).

Na construção civil, uma área economicamente abrangente , Correa (2009) destaca que o conceito de Desenvolvimento Sustentável é apresentado pela primeira vez na década de 80 pelo Relatório Brundtland, aos temas relacionados aos sistemas que envolvem o setor,

sendo feita uma reflexão sobre a real abrangência e o alcance destes conceitos de sustentabilidade ao tema principal da pesquisa, que é a sustentabilidade na construção civil.

5.4 Impactos ambientais da Construção Civil

Em meados do Século XX os impactos ambientais negativos gerados pelo desenvolvimento começaram a preocupar; no entanto várias tentativas e discussões para buscar soluções para minimizar ou eliminar estes impactos esbarram-se pelos setores produtivos da sociedade, entre eles o da construção civil (CASAGRANDE, 2004).

Casagrande (2004), de acordo com *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*, a nível global as atividades de construção e demolição da construção civil é um dos modelos de produção e consumo mais ineficientes e nada econômicos, conforme itens citados:

- Média de 12 a 16 % de consumo de água;
- Uso de 25 % da madeira florestal;
- Entre 30 a 40% do consumo de energia;
- De 20 a 30 % da produção de gases com Efeito Estufa;
- O total de 40 % dos resíduos, sendo de 15 a 30 % são depositados em aterros sanitários;
- E 15 % dos materiais produzidos são transformados durante a execução da obra em resíduos.

A construção civil é uma das indústrias que nas suas atividades de construção, operação e demolição exercem o maior impacto sobre o meio ambiente, (SILVA, 2003). Esta área é responsável por atender a necessidade de uma demanda importante da população nas questões estruturais, porém, conseqüentemente, causa impactos ambientais, pois é uma das área que mais consome recursos naturais, podendo retirar da natureza até 50% de todos os recursos que utiliza em seu processo (JOHN e AGOPYAN, 2011).

Para Febraban (2010) os principais impactos ambientais causados pelas atividades da construção civil são as emissões de gases de efeito estufa, a geração de resíduo, o consumo de água e energia. Já Valente (2009) destaca o alto consumo de recursos naturais, além da alta emissão de gases efeito estufa, principalmente pelos usos dos componentes utilizados na construção, e em suas todas as suas etapas gera significativa quantidade de resíduos.

Gonçalves (2008) destaca em seus estudos direcionados a construção civil, que a quantidade de resíduos de construção e demolição gerados é em média de 150 kg/m² de área construída, constituindo de 41% a 70% de resíduos sólidos urbanos, em determinadas cidades mais da metade dos resíduos gerados são provenientes da construção civil.

Araújo e Cardoso (2010) enfatizam a importância da seleção de materiais nas mais diversas etapas de uma construção, desde a escolha de materiais renováveis até os fornecedores que estejam habilitados legalmente pelas leis trabalhistas e leis ambientais, realizando um trabalho de pesquisa de aspectos ambientais influenciados pelas diversas faces de uma construção, relacionados na Tabela 1.

A principal fonte de emissões atmosféricas se dá pela produção de materiais e componentes da construção, pode-se citar a indústria do cimento e do alumínio sendo materiais com grande emissão de CO₂ (VALENTE, 2009).

Casagrande (2004) destaca alguns exemplos, como o do cimento, onde a produção de uma tonelada pode emitir de 600kg a 1000kg de dióxido de carbono (CO₂), a queima dos tijolos cerâmicos e os processos de transformação de aço, alumínio e do plástico, muito utilizados na construção civil que também são grandes emissores de CO₂ e outros gases poluentes.

Conforme informações do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2014) durante todas as etapas da construção civil o consumo de energia resulta em 50 % da final disponível no país, e a maior parcela é consumida na etapa de ocupação da edificação.

A água potável é outro fator importante para sobrevivência humana, no entanto a construção civil utiliza uma parte significativa da mesma, sendo que em áreas urbanas pode chegar a 50 % do consumo da região (CBCS, 2009). Agopyan e John (2011) relatam que problema do uso sustentável da água no Brasil resulta da perda no momento da distribuição, pois 1/3 da água retirada da natureza se perde pelas falhas no sistema de abastecimento.

Duarte (2016) ressalta que é de extrema importância todas as etapas da construção civil, avaliando os aspectos ambientais envolvidos e os possíveis impactos ambientais, pois estes impactos ambientais ocorrem desde a extração da matéria-prima, nas fases de projeto e produção, no transporte de materiais e nas etapas de construção, uso e manutenção até a fase de demolição.

Tabela 1. Aspectos ambientais gerados pelas atividades da construção no canteiro de obras.

TEMAS	ASPECTOS AMBIENTAIS
Recursos	Consumo de recursos
	Consumo e desperdício de água
	Consumo e desperdício de energia
Incômodos e poluições	Geração de resíduos perigosos
	Geração de resíduos sólidos
	Emissão de vibração
	Emissão de ruídos
	Lançamento de fragmentos
	Emissão de material particulado
	Risco de geração de faíscas em locais inflamáveis
	Desprendimento de gases, fibras e outros
	Renovação do ar
	Manejo de materiais perigosos
Resíduos	Pera de materiais por entulho
	Manejo de resíduos
	Destinação de resíduos
	Manejo e destinação de resíduos perigosos
	Queima de resíduos no canteiro
Infraestrutura de Canteiros de Obras	Remoção de edificações
	Supressão da vegetação
	Risco de desmoronamento
	Existência de ligações provisórias
	Esgotamento de águas servidas
	Risco de perfuração de redes
	Geração de energia no canteiro
	Existência de construções provisórias
	Impermeabilização de superfícies
	Ocupação de via pública
	Armazenamento de materiais
	Circulação de materiais, equipamentos, máquinas e veículos
	Manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos.

Fonte: Adaptado de Degani (2003, *apud* Araújo e Cardoso, 2010)

5.5 Construção Sustentável x Sustentabilidade

A construção sustentável baseia-se na construção que faz uso de materiais, métodos e tecnologias que minimizem os impactos ambientais, que supram às necessidades da

sociedade, a redução dos danos ao meio ambiente podendo ser controlados na etapa de avaliação e planejamento da obra (VALENTE, 2009).

Grebrim (2011, p.19) ressalta que,

“As construções sustentáveis promovem intervenções sobre o meio ambiente, com o objetivo de não esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras. Esse modelo de construção utiliza materiais e soluções, que promovem a redução da poluição, o bom uso e a economia dos materiais, água e de energia além do conforto e salubridade de seus usuários”.

Para Leite (2011) a construção sustentável, “deve envolver a questão social, econômica e ambiental, utilizando práticas sustentáveis não apenas visando lucros, mas também pensando na preservação do meio ambiente e no valor social”. De acordo com as várias percepções dos impactos ambientais causados pelo setor da construção civil, iniciaram-se discussões sobre construções sustentáveis que vem ganhando destaque e espaço nas ultimas décadas, assim surgindo um novo conceito chamado Green Building (Edifício Verde), que busca uma construção com princípios sustentáveis.

O Ministério do Meio Ambiente descreve construção sustentável como um conjunto de medidas adotadas durante todas as etapas da obra que visam à sustentabilidade da edificação, por meio destas medidas é possível minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente e promover a economia dos recursos naturais e a melhoria na qualidade de vida de seus ocupantes.

Também é ressaltado pelo Ministério do Meio Ambiente que uma obra sustentável considera todo o projeto, iniciando pela sua pré-construção onde deve ser analisado o ciclo de vida do empreendimento e os materiais que serão usados no mesmo, sendo organizados os cuidados com geração de resíduos e minimização do uso de matéria – prima com o reaproveitamento de materiais durante a execução da obra até o tempo de vida útil da obra e a sustentabilidade de sua manutenção.

Conforme Gonçalves (2006) apud Prediger (2008), o tema da sustentabilidade vem influenciando nas abordagens de projeto na arquitetura contemporânea e conta com iniciativas e exemplos nas mais diversas condições urbanas e ambientais, como as questões de conforto ambiental e suas relações com a eficiência energética, recursos para a construção e operação do edifício, como materiais, energia e água, fazem parte das variáveis que vêm sendo exploradas, com especial atenção na formulação de propostas.

Pinheiro (2006) salienta: “Em síntese, construir sustentavelmente não significa apenas liderança ambiental, mas significa construir de forma estável, fiável, energeticamente

eficiente e na qual os edifícios fazem sentido, não só do ponto de vista funcional, mas também do ponto de vista de negócio”, para isso uma construção sustentável ideal, deve ter sua autossuficiência e sua auto responsabilidade, sendo o ponto mais importante da mesma, onde auto sustentabilidade é a capacidade de manter-se, gerando e reutilizando seus próprios recursos e resíduos. A ideia deste tipo de construção não alude apenas preservar o meio ambiente, mas também proteger seus ocupantes da poluição dos grandes centros urbanos.

Silva (2003) conceitua uma indústria sustentável como uma agregação de valor, a redução da poluição, o uso sustentável dos recursos, responder efetivamente as partes interessadas , e buscar melhorar o presente sem comprometer o futuro, o autor também ressalta que a construção sustentável não é “o desempenho ambiental excepcional à custa de uma empresa que saia do mercado, nem desempenho financeiro excepcional à custa de efeitos adversos no ambiente e na comunidade local”.

A construção verde é termo usado para dar iniciativas a construções mais sustentáveis e eficientes quanto ao uso de materiais, como consumo de energia, o conforto aos usuários, vida útil maior e a reciclagem destes materiais ao final do seu ciclo de vida, o uso das mesmas é frequente em países desenvolvidos e envolvidos com o equilíbrio dos três eixos da sustentabilidade, o âmbito econômico, social e ambiental, que são de suma importância, para o termo “Construção Sustentável” (SILVA, 2003).

Destaca Silva (2003), que para uma construção ser sustentável não pode gerar desequilíbrios nos eixos econômico, social e ambiental, definidos como:

- Sustentabilidade econômica: objetiva reduzir os custos da construção e aumentar seus ganhos em cada etapa do ciclo de vida, buscando com maior eficiência o uso dos recursos como materiais, mão de obra, água e energia.
- Sustentabilidade social: trabalhar em parceria com funcionários, fornecedores, clientes e comunidade em geral, visando atender as necessidades nos grupos sociais envolvidos no processo da etapa de planejamento a demolição.
- Sustentabilidade ambiental: tentar ao máximo reduzir os impactos ambientais e promover a melhoria na qualidade do ambiente.

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA, 2007) define que a construção sustentável está ligada a princípios básicos, tais como:

- Qualidade ambiental interna e externa;
- Redução do consumo energético;
- Redução de Resíduos;

- Redução de consumo de água;
- Aproveitamento de condições naturais locais;
- Implantação e análise do entorno;
- Reciclar;
- Reutilizar e reduzir resíduos;
- Inovação.

Conforme a Câmara da Indústria da Construção Civil de Belo Horizonte (CIC, 2008), “a qualidade do ambiente interno diz respeito ao conforto ambiental das edificações e leva em consideração à acústica, as condições térmicas e as condições luminosas”, partindo disso a CIC (2008) destaca a importância de realizar as avaliações das condições climáticas da região, assim poderá ser analisado como será feito o projeto de conforto interno da edificação, e de maneira sustentável tentar fazer uso da luz natural do sol, ou seja, aliando o conforto interno e externo da edificação com o aproveitamento das condições naturais locais que leva em conta o aproveitamento de recursos naturais.

A ASBEA (2007) ressalta a importância de não haver danos à flora, fauna e ecossistema local, como isso Valente (2009) considera o uso da luz solar, vento e vegetação como etapa da construção para conforto ambiental na fase de ocupação do empreendimento, também se deve analisar o entorno do empreendimento, o paisagismo como forma de aproveitamento dos recursos naturais da região, que ajudará a compor o ambiente construído com a natureza local.

Barros e Bastos (2015) defendem que para uma construção sustentável o gerenciamento de resíduos é imprescindível, bem como o destino adequado a cada resíduos gerado, e afirma que este problema será sanado na medida em que forem criados programas que atendam a Políticas Nacionais dos Resíduos Sólidos e a Resolução CONAMA 307/2002, que visa à redução, reutilização e reciclagem dos resíduos e seu destino final adequado, por meio de sistemas de gestão, devendo ser disponibilizado coleta seletiva no próprio empreendimento pela construtora responsável. A respeito disso Valente (2009) menciona “é na fase de ocupação a importância que os usuários têm para que seja feita a separação e o descarte correto dos resíduos através da conscientização dos moradores”.

Dentre todos os fatores que são essenciais para uma construção sustentável o consumo de água deve ser otimizado sendo de suma importância para todas as instâncias da sociedade, assim para Valente (2009) a gestão e a economia da água estão relacionadas com sistemas que reduz o consumo da água de forma significativa como o aproveitando os recursos naturais, tal como o reaproveitamento do uso da água da chuva coletada e tratada adequadamente para o

uso da obra. Já a ASBEA (2007) cita outras soluções para uso eficiente da água, como o reaproveitamento das águas de lavagem para a utilização nos sanitários e também a utilização de torneiras com acionamento eletrônico.

Outro fator, assim como água, que deve ter seu consumo reduzido é a energia, Valente (2009) destaca que a eficiência energética é possível por meio de utilização de fontes renováveis com o uso de recursos naturais do meio ambiente, tendo com exemplo o aquecedor solar e a gás. A ASBEA (2007) traz como alternativas de redução do consumo de energia a utilização de equipamento de tecnicamente comprovados que tem menor consumo e melhor eficiência e a iluminação de baixo consumo energético.

Agopyan e John (2011) definem outro princípio importante na construção sustentável à inovação que é “conhecimento novo colocado em prática, isto é, o conhecimento aplicado e adotado pelos setores produtivos”, sendo que para obtermos a sustentabilidade na construção este princípio de inovação deve ser levado em conta.

Dentre todos os princípios básicos citados para uma construção sustentável, se deve lembrar que a sustentabilidade na construção pertence a todos os envolvidos, deste o projeto até a ocupação (ASBEA, 2007).

Resende (2007) também ressalta as atividades de concepção, planejamento e projeto como sendo fundamental para alcançar uma construção sustentável, pois é nestas etapas que avaliações importantes são feitas como materiais a serem utilizadas, fontes de energia, tecnologias, fornecedores, riscos, custos, prazos, processos entre outros fatores.

Segundo John (2000) uma construção sustentável irá depender da escolha dos materiais e dos recursos a serem utilizados, que combinados com os devidos detalhamentos do projeto resultem em menores danos ao meio ambiente e visem maiores benefícios sociais dentro da viabilidade econômica disponível.

Para Grebrim (2011) conceito do termo *Green Building* ou Edifício Verde é a construção projetada, construída e desenvolvida para uso mínimo de água e energia, selecionando materiais que minimizem os impactos no meio ambiente durante o processo de produção e principalmente não prejudiquem funcionários e usuários, também ressalta que com crescimentos dos movimentos em prol da preservação do meio ambiente as questões legais e normativas, darem importância aos aspectos ambientais no processo construtivo passa a ser um aspecto positivo para os negócios e um ótimo marketing.

Conforme Valente (2009) a construção verde apresenta muitos benefícios, entre alguns como:

- Aumento da eficiência no uso da energia, no gerenciamento da água,

- Geração de esgoto,
- Otimização na aplicação e utilização de materiais;
- Redução das emissões de carbono; entre outros.

Além dos benefícios o *Green Building* Grebim (2011), destaca o aspecto das melhorias resultantes tal como a qualidade do ambiente interno visando a maior satisfação e saúde do usuário, sendo assim considerada uma edificação de alto desempenho.

Salienta Leite (2011) estes edifícios têm como objetivo atender a desempenhos ambientais relativos a cinco grandes temas: local sustentável, eficiência de água, eficiência de energia, conservação dos materiais e dos recursos, e qualidade ambiental interna, princípios mostrados na Figura 2.



Fonte: Nova Arquitetura, 2011

5.6 Certificação Ambiental

Para Agopyan e John (2011) a certificação é “um instrumento de comunicação (marketing) que informa o consumidor, que determinado produto ou serviço atende aos requisitos mínimos de uma especificação”.

Barros (2015) destaca que “a certificação ambiental mais utilizada é a ISO 14000 - International Organization Standardization (em português “Organização Internacional 19 de Padronização”), desenvolvida pela *International Organization for Standardization*. Ela é composta por uma série de normas que estabelecem diretrizes sobre a gestão ambiental dentro de empresas assim como sobre o produto, segundo a análise do seu ciclo de vida”.

Na ISO 14000 as certificações ambientais se definem além de uma “marca de conformidade” , ou seja, após teste de laboratório o produto recebe um nível mínimo de qualidade para seu uso exigido por uma determinada norma, por isso, o “selo verde” passa a ser o mais alto grau de conformidade, este atesta a conformidade do produto com as normas vigentes, além de atestar o tanto que o produto impacta ou não o meio ambiente.

No início a ISO 14000 atribuía o selo verde somente a produtos, posteriormente passou-se a atribuir o mesmo aos processos, em vários níveis de adequação ambiental , segue os níveis:

- Nível 1: produtos biodegradáveis;
- Nível 2: produtos biodegradáveis e recicláveis;
- Nível 3: produtos e embalagens biodegradáveis e recicláveis;
- Nível 4: idem, elaborados por processos com pouco ou nenhum impacto ambiental;
- Nível 5: idem, com transformação de tecnologia *hard* em *80ft*, com menor impacto, menor custo, menos matéria-prima, maior produtividade, menos resíduos e rejeitos.

Tendo uma abrangência ampla, a ISO 14000 conceitua certificação ambiental como, “passa a ser o de rotulagem ou etiquetagem baseada em considerações ambientais, destinada ao público, certificando que o produto originado de determinado processo apresenta menor impacto no ambiente em relação a outros produtos comparáveis disponíveis no mercado”.

Porém a ISO 14001, apresentam em sua certificação ambiental alguns pontos básicos que a caracterizam, tais como:

- É voluntária e independente, pois é aplicada por terceiros a quem se disponha a integrar o sistema,
- É aplicada, conforme critérios bem definidos, a produtos, famílias de produtos e processos;
- É positiva, ou seja, representa premiação, e, como tal, torna-se um instrumento de *marketing* das empresas; é um mecanismo de informação ao consumidor;
- Difere da certificação convencional, que é baseada em normas (qualidade mínima) ou critérios (excelência);
- Diferem dos rótulos informativos de produtos, que apresentam dados técnicos, como composição, credibilidade, etc.;
- Difere das etiquetas de advertência ou alerta, normalmente obrigatórias, quanto à periculosidade de venenos, cigarros etc.

A certificação ambiental e seus conceitos começaram a ser utilizados a partir da preocupação com o desenvolvimento sustentável, assim também como no ramo da construção civil que criou um novo nicho de imobiliário os “Edifícios verdes”, onde os empreendimentos serão avaliados por vários tipos de certificações (BUENO e ROSSIGNOLO, 2013).

Silva (2003), destaca que a partir das análises do ciclo de vida para os impactos dos produtos industrializados que desenvolveu – se um método de avaliação ambiental para edifícios, isso ocorreu no Rio de Janeiro 1992.

Zangalli (2012) descreve as certificações como, “normativas que estabelecem um padrão de planejamento, construção, gestão e comercialização de empreendimentos” , portanto, consistem na declaração, efetuada por um organismo de certificações, de que um produto, processo ou sistema está conforme os requisitos especificados.

Destaca Tavares (2006) que as avaliações ambientais se baseiam na avaliação do Ciclo de Vida e por meio dos Selos e Certificações Ambientais, onde o primeiro sistema de avaliação ambiental no ramo da construção civil foi o método BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), desenvolvido pelo Reino Unido em 1990, servindo de base para os posteriores métodos, pois este sistema foi o primeiro da visar a alta qualidade ambiental. Após surgiu o sistema francês HQE (*Haute Qualité Environnementale*) e logo o norte americano LEED (*Leadership in Energy and Environmental*).

5.7 Objetivos da Certificação na Construção Civil

As certificações têm como objetivo promover a redução do uso dos recursos naturais promovendo conforto e qualidade aos usuários, ou seja, conscientizar todos os envolvidos no processo de construção, inicia-se uma mudança desde o projeto até a entrega ao usuário final. Sabemos que inicialmente o custo é maior, mas os custos operacionais tornam-se relativamente baixos, resultando em um imóvel usualmente mais saudável para seu usuário, conservando água e energia e reduzindo a emissão de gases (GREBIM, 2013).

Para a efetivação desde objetivo as organizações fornecem as certificações e instruções necessárias para setor da construção civil com o intuito de que os empreendimentos sejam realizados da melhor maneira e avaliando se estão sendo seguidos as instruções corretamente, pois é importante que se incremente os métodos de projeto e das construções na busca de alto desempenho (GREBIM, 2013).

O sistema de avaliação ambiental na construção civil se desenvolveu a partir de um exercício de estruturação de conhecimentos e considerações numa visão prática, quando se

gerou um consenso entre os estudos realizados e a percepção das agências governamentais, onde a classificação de desempenho juntamente com o sistema de certificações seria eficiente na formação de práticas para reconhecer uma construção sustentável, definindo critérios de avaliação, certificações e especialistas para apoio ao seu desenvolvimento (PINHEIRO, 2006).

Nos critérios de avaliação relacionam-se os aspectos construtivos, climáticos e ambientais, sendo que não se avalia somente a edificação em si, levam-se em consideração o seu todo, cidade a qual esta localizada e ambiente global. Os indicadores tem a função de atribuírem uma pontuação técnicas ao grau de atendimento aos respectivos critérios a qual se baseiam os sistemas de avaliação ambiental (GREBIM, 2013).

As organizações independentes são responsáveis pelas certificações ambientais, buscando garantir que a construção certificada tenha um funcionamento ou complete o processo conforme os critérios do sistema de garantia da qualidade ambiental, dentre as certificações mais usadas a ISO 14000, onde temos uma série de normas que estabelecem diretrizes sobre a área de gestão ambiental dentro das empresas (GREBIM, 2013).

Conforme Valente (2009) “A certificação na construção civil é uma ferramenta de grande importância que estabelece um processo de gerenciamento de seus impactos da edificação sobre o meio ambiente, consolidando a responsabilidade de todas as partes como as empresas e os órgãos de controle ambiental”.

Na área da construção civil as iniciativas são as mais variadas, utilizando selos de certificação para edificações sustentáveis ou até mesmo adotados selos estrangeiro por região, mas a finalidade é a mesma: aliar as ferramentas da engenharia e tecnologias sem gerar danos a meio ambiente (GREBIM, 2013).

Atualmente no Brasil necessita-se de um sistema de certificação ambiente próprio, cada vez mais a preocupação e os cuidados com resíduos de obras e reciclagem, que no momento são adotados sistemas de outros países para poder ter uma construção sustentável (SILVA, 2007).

5.8 Vantagens da Certificação na construção civil

As certificações ambientais têm suas vantagens e resultados a longo prazo, como por exemplo, o consumo de água que atua diretamente no custo do usuário, sendo ele o principal beneficiado, a curto prazo o usuário terá o custo inicial do empreendimento. Grebim (2013) complementa que os empreendimentos sustentáveis são cada vez mais exigidos no mercado

atual, é que as empresas certificadas são beneficiadas da seguinte forma: empreendimentos diferenciados e mais valorizados, mais potencial de atingir novos mercados, redução de custos de produção, maior visibilidade, uma vez que a consciência ambiental vem aumentando, aumento da credibilidade, redução de custos devido a acidentes ambientais, redução na utilização de recursos naturais e redução no custo com mão de obra qualificada.

Valente (2009) destaca que os empreendimentos certificados beneficiam todas as partes envolvidas tais como empresa, cliente e meio ambiente, como podemos visualizar no Quadro 1:

Quadro 1 – Vantagens das Certificações Ambientais

VANTAGENS	VANTAGENS
EMPRESA	Abertura de novos empregos; Aumento da credibilidade frente ao mercado; Redução de acidentes ambientais; Redução com os custos devido aos acidentes ambientais; Redução na utilização dos recursos naturais; Redução dos custos com utilização de mão de obra qualificada.
CLIENTE	Conservação de recursos naturais; Redução da poluição; Incentivo a reciclagem; Produtos e Processos mais limpos.
MEIO AMBIENTE	Conservação de recursos naturais; Redução da poluição; Incentivo a reciclagem.

Fonte: Adaptado Ana Melhado, 2009.

Barros (2015) complementa que o empreendedor ao buscar a certificação ambiental tem a intenção de valorizar sua edificação adicionando um atrativo ao investimento, principalmente em edifícios comerciais, por possuir um produto diferenciado e pelo fato das empresas investirem no *marketing* ambiental; atingir a parcela do mercado, cada vez maior, que exige do produto desempenho ambiental adequado; obter licenças preferenciais em certos municípios; atender determinadas exigências para financiamentos e contratos públicos e privados, entre outros.

A construção certificada é mais valorizada e incorre em menores custos futuros por possíveis passivos ambientais (CARVALHO, 2013). O construtor garante que a inserção de sua obra ocorra de maneira menos impactante ao meio, e, após, atesta a veracidade desta informação com a obtenção do selo por uma entidade reconhecida.

5.9 Alguns Tipos de Certificação na Construção Civil

5.9.1 Certificação BREEAM

O método desenvolvido para avaliação de desempenho ambiental de edifícios conhecido como BREEAM, foi criado pelo Building Research Establishment (BRE), pelo setor privado, em parceria com indústria, no Reino Unido (SANTOS, 2009).

Foi no início de 1990, com muitas exigências que se dava enfoque ao interior das edificações, ao entorno do mesmo e ao meio ambiente. Na certificação BREEAM, “ficava claro o conceito de se buscar boas condições de conforto e salubridade para o ser humano com o menor impacto ambiental tanto em termos de consumo de recursos como de emissões” (AKUTSU *et al.*, 2008).

Destaca-se que sua primeira versão foi em 1993, (BALDWIN *et al.*, 1998 *apud* SILVA, 2003), e no momento sua atual versão é a BREEAM 98, que é um sistema significativo no mercado e com componentes importantes de política ambiental em diversos negócios e foi adotado com excelência no Reino Unido.

O sistema de avaliação BREEAM é metodologia mais aceita internacionalmente, sua versão foi adaptada às condições necessárias para ser aplicada no Canadá e Hong Kong, e outras versão estão sendo criadas e adaptadas na Dinamarca, Noruega, Austrália, Nova Zelândia e Estados Unidos, considerando que a BREEAM foi aplicada em mais de mil casos na Europa, Ásia e América do Norte (SILVA, 2003).

Santos (2009) descreve que a avaliação acontece em um processo formal baseado em auditoria externa, onde o edifício avaliado por avaliadores treinados e indicados pelo BRE, sendo este responsável por determinar os critérios e métodos desta avaliação e garantir a qualidade do processo.

A avaliação BREEAM tem como objetivo orientar maneiras de minimizar os efeitos adversos dos edifícios nos ambientes local e global, com o intuito de promover um ambiente internamente saudável e confortável (BALDWIN *et al.*, 1998 *apud* SILVA, 2003).

Santos (2009) descreve alguns objetivos específicos deste método de avaliação:

- Diferenciar edifícios de menor impacto ambiental no mercado;
- Motivar práticas ambientais no projeto, operação de gestão e manutenção;
- Determinar critérios e padrões indo além daqueles exigidos por lei, normas e regulamentações; e
- Conscientizar proprietários, ocupantes, projetistas e operadores quanto aos benefícios e edifícios com menor impacto ambiental.

Esta avaliação possui itens que são obrigatórios e outros que tem função classificatória, considerando os impactos do edifício sobre o meio ambiente, a saúde e conforto do usuário e a gestão de recursos, assim a classificação do edifício resulta do atendimento a itens obrigatórios e a uma quantidade mínima de itens classificatórios (AKUTSU *et al.*, 2008).

O sistema de avaliação da BREEAM 98 *for office*, é constituído de três blocos de critérios conforme Quadro 2:

Quadro 2: Blocos de Critérios no Processo da Avaliação do BREEAM (Edifícios de escritório)

Projeto, edifícios novos e reabilitações (mín. 200 pontos)		
Projeto e execução	Desempenho edifício	Gestão e Operação (O&M)
	Ed. existente, desocupados (EPI equivalentes)	
	Edifícios existentes, em uso (mín. 160 pontos)	

Fonte: Adaptado Santos – 2009

Outro aspecto importante desta avaliação são os créditos ambientais, distribuídos em nove categorias, conforme tabela 2, destaca por BALDWIN *et al.*, 1998 *apud* SILVA, 2003.

De acordo com Silva (2003) o sistema de avaliação BREEAM possui em seu processo uma lista de verificação (*checklist*) que tem como objetivo nortear as equipes de projeto e gestão do edifício que realizaram o detalhamento de requisitos específicos para a obtenção de critérios ambientais.

Santos (2009) ressalta que “os critérios são ponderados para obtenção de um índice de desempenho ambiental (EPI), que habilita a certificação em uma das classes de desempenho e permite comparação relativa entre os edifícios certificados pelo sistema”, ou seja, conforme o EPI obtido, são atribuídos níveis de certificação.

Tabela 2: Critérios de Avaliação - Pontuação

CATEGORIAS (% total de pontos)	PONTOS (máx. 1062 pts)
Gestão (14,1 %) – Aspectos globais de política e procedimentos ambientais	150
Saúde/Conforto (14,1%) – Ambiente interno e externo ao edifício	150
Uso de energia (19,6%) – Energia operacional e emissão de CO ₂	208
Transporte (11,3%) – Localização do edifício e emissão de CO ₂ relacionada a transporte	120
Uso de água (4,5 %) – Consumo e vazamento	48
Uso de materiais (9,8%) – Implicações ambientais da seleção de materiais	
Uso do solo (3%) – Direcionamento de crescimento urbano (evitando greenfields e encorajando a recuperação de brownfields e uso de vazios urbanos)	32
Ecologia local (3%) – Valor ecológico do sítio	96 pts
Poluição (14,5%) – Poluição da água e ar, excluindo CO ₂ (Tratado no item energia)	154 pts

Fonte: Adaptado BALDWIN *et al.*, 1998 *apud* SILVA, 2003

Tabela de Classificação provável no BREEAM, conforme pontos obtidos na lista de verificação simplificada, Tabela 3:

Tabela 3: Classificação Provável no BREEAM

Nível de Classificação	Projeto e Execução	Gestão e Operação
Aprovado	> 200 pts (25%)	> 160 pts (21,1%)
Bom	> 300 pts (37,5%)	> 280 pts (36,9%)
Muito bom	> 380 pts (47,5%)	> 400 pts (52,8%)
Excelente	> 490 pts (61,3%)	> 520 pts (68,6%)

Tabela: Adaptada de Santos (2009)

O sistema de avaliação BREEAM atualmente em seu processo possui critérios vários tipos de edifícios, como habitações térreas, escritórios, Shopping Center entre outros (AKUTSU *et al.*, 2008). No Brasil a certificação ainda é pouco difundida contendo seis empreendimentos com a certificação BREEAM, como o Edifício-sede do BNDES no Rio de Janeiro.

5.9.2 Certificação CASBEE

O Sistema de avaliação CASBEE foi desenvolvido em 2001, por um comitê de pesquisa com colaboração acadêmica, indústria e governos nacionais e locais, que instituiu o Consórcio de Construção Sustentável Japão (JSBC), (IBEC – Instituto Japonês de Engenharia de custos).

A IBEC – Instituto Japonês de Engenharia de Custos, destaca que sistema de avaliação abrange o que tange o desempenho de Eficiência do Ambiente Construído (CASBEE), ou seja, avaliar o desempenho ambiental dos edifícios e do ambiente construído, pois foi projetado para melhorar a qualidade de vida das pessoas, o uso do ciclo de vida e as cargas ambientais associadas ao ambiente construído.

De acordo com Santos (2009), o sistema CASBEE apresenta quatro instrumentos básicos de avaliação:

- Voltados ao projeto (em desenvolvimento);
- Construções novas;
- Edifícios existentes;
- Reformas.

AKUTSU (*et al.*,2008), aborda os critérios do sistema que tem como foco a qualidade ambiental e desempenho do edifício, onde a classificação da mesma e representado por letras, Q (*Building environmental quality and performance*) caracteriza as questões de qualidade interna do ambiente, como conforto e saúde do usuário, qualidade do serviço, que inclui a funcionalidade e a durabilidade e o meio local. A diminuição de cargas ambientais LR (*Reduction of Building environmental loadings*) aponta a eficiência energética do desempenho da envoltória, uso de energia renovável, eficiência de sistema e sua operação, na área de gestão de recursos avalia a economia e reuso de água como também o reuso e reciclagem de materiais, entre outros, e o item impactos na vizinhança se atenta para a poluição do ar, sonora, vibrações, etc.

Conforme Santos (2009), a pontuação resultante do sistema se dá através de uma ponderação entre os dois sistemas igual nota final (BEE – *Building Environmental Efficiency*), correspondendo à classificação do edifício.

5.9.3 Certificado AQUA

De acordo com Pinheiro (2006) o Sistema de avaliação AQUA - Alta Qualidade Ambiental é uma versão brasileira adaptada do HQE - Haute Qualité Environnementale (França) que define a qualidade ambiental dos edifícios e dos seus equipamentos (em produtos e serviços) e os restantes conjuntos de operação, de construção ou adaptação, que lhe conferem aptidão para satisfazer as necessidades de dar resposta aos impactos ambientais sobre o ambiente exterior e a criação de ambientes interiores confortáveis.

A Fundação Vanzolini é a uma instituição privada sem fins lucrativos, responsável pela implantação do processo no Brasil, tem como objetivo garantir a qualidade ambiental de um empreendimento, seja novo ou reabilitação fazendo uso de auditorias independentes.

Leite (2011) descreve os benefícios que certificação AQUA possui além das melhorias que atingem o empreendedor, comprador e a questão sócio-ambiental, sendo apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3: Benefícios do Processo AQUA

BENEFÍCIOS DO PROCESSO AQUA		
EMPREENDEDOR	COMPRADOR	SÓCIO-AMBIENTAL
Prova a alta qualidade das suas construções	Economia direta da água e energia	Menor consumo de água e energia
Diferenciar seu portfólio no mercado	Menores condomínios – energia, água, conservação e manutenção	Redução de emissão de gases efeito estufa
Aumentar a velocidade de vendas e locações	Melhores condições de conforto, saúde e estética	Redução de poluição
Manter o valor do seu patrimônio ao longo do tempo	Maior valor patrimonial ao longo do tempo	Melhores condições de saúde nas edificações
Associar a imagem da empresa à AQUA		Melhor aproveitamento da infraestrutura local
Melhorar o relacionamento com órgãos ambientais e comunidades		Menor impacto na vizinhança
		Melhores condições de trabalho
		Redução de produção de resíduos
		Gestão de riscos naturais, solo, água e ar

Fonte: Adaptado da Fundação Vanzolini, 2011

Leite (2011) explica que o processo de certificação é organizado por meio de aspectos relacionados à implementação do sistema de gestão ambiental (empreendedor), o ajuste do ambiente e ambiente imediato e informações transmitidas pelo empreendedor aos usuários.

A Fundação Vanzolini (2011) a “obtenção do desempenho ambiental tem como fundamento o conceito de que uma dos métodos mais confiáveis de obter tal desempenho passa pelo apoio de uma organização eficaz e rigorosa do empreendimento”, desta forma a instituição Fundação Vanzolini tem como referencial técnico de certificação estruturando-se em dois elementos:

- QAE (Qualidade Ambiental do Edifício), avalia o desempenho arquitetônico e técnico do edifício.
- SGE (Sistema de Gestão do Empreendimento), avalia o sistema de gestão ambiental implementado, que define a qualidade, organização e controle dos processos operacionais em todas as fases, do programa, passando pela criação do projeto, execução e operação ou uso.

Segundo a Fundação Vanzolini (2011) a SGE apresenta uma série de exigências que se adaptam as diferentes formas organização e definição das funções dos vários agentes envolvidos em um empreendimento, sendo assim, cabe a cada agente interpretar e atender as exigências em função das especificidades em cada fase, conforme a Fundação Vanzolini (2011), o referencial se divide em quatro etapas descritas a seguir:

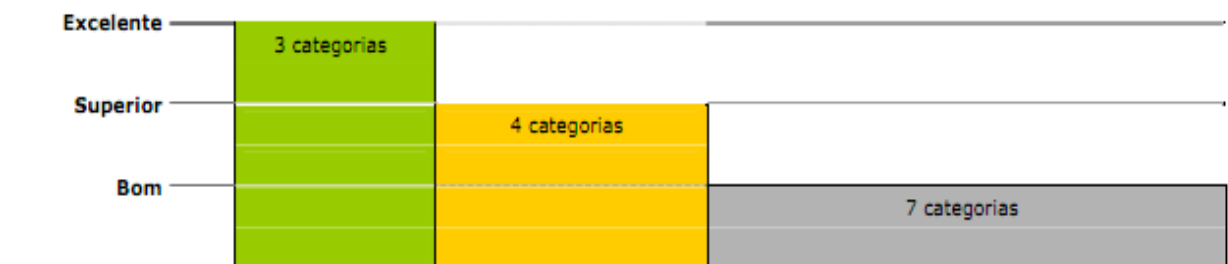
- Comprometimento do empreendedor, onde são descritos os elementos de análise solicitados para a definição do perfil ambiental do empreendimento e as exigências para formalizar tal comprometimento,
- Implementação e funcionamento, no qual são descritas as exigências em termos de organização,
- Gestão do empreendimento, no qual são descritas as exigências em termos de monitoramento e análises críticas dos processos, de avaliação da QAE, de atendimento aos compradores e de correções e ações corretivas,
- Aprendizagem, onde são descritas as exigências em termos de aprendizagem da experiência e de balanço do empreendimento.

A Fundação Vanzolini (2011) ressalta que o empreendedor será o agente principal do SGE, pois o mesmo atuará na implantação, acompanhamento e melhoria do sistema, porém suas escolhas deverão ocorrer acompanhadas de justificativa e com coerência, pois serão exigidas todas as formalizações das análises, decisões e modificações.

Na fase de avaliação do QAE permite que seja verificada nas diferentes etapas do empreendimento a adequação ao perfil ambiental definido, esta avaliação são divididas em 14 categorias as quais são descritas em preocupações associadas a cada um dos desafios, que por sua vez são traduzidos em critérios e indicadores de desempenho (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2011).

Conforme Leite (2011) o empreendimento recebe a certificação não havendo níveis intermediários, o sistema é classificado no critério desempenho em três níveis: Bom (práticas correntes, legislação), Superior (boas práticas) e Excelente (melhores práticas), na obtenção da certificação é exigido que um número mínimo de classificação, Excelente, e um número máximo da classificação, Bom. Também é importante salientar que este sistema tem uma peculiaridade onde o padrão mínimo de exigência remete ao que está normatizado e regulamentado, o Gráfico 1 ilustra a concessão das exigências necessárias para a certificação:

Gráfico 1 - Exigência mínima para certificação no Processo AQUA



Fonte: Fundação Vanzolini, 2011

A Fundação Vanzolini (2011) apresenta no Quadro 6, com as 14 categorias necessárias para satisfazer as exigências relacionadas ao controle de impactos sobre o ambiente externo e o desenvolvimento de um ambiente interno confortável e saudável, reunindo um conjunto de preocupações em quatro grupos: eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde de cada uma.

Quadro 4 - Exigência das 14 Categorias do Processo AQUA

Controle de impacto sobre o ambiente externo		Criação de um ambiente interno confortável e saudável	
Sítio e Construção		Conforto	
Categoria 01	Relação do edifício com o seu entorno.	Categoria 08	Conforto hidrotérmico
Categoria 02	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos.	Categoria 09	Conforto acústico
Categoria 03	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental.	Categoria 10	Conforto visual
Gestão		Categoria 11	Conforto olfativo
Categoria 04	Gestão de energia.	Saúde	
Categoria 05	Gestão de água.	Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria 06	Gestão de resíduos de uso e operação do edifício.	Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Categoria 07	Manutenção – Permanência do desempenho ambiental.	Categoria 14	Qualidade sanitária da água

Fonte: Adaptada de Fundação Vanzolini, 2011

O sistema de certificação AQUA tem seu processo finalizado até 30 dias, após as auditorias presenciais e análise técnica que verifiquem os critérios do referencial teórico de cada fase (Leite 2011).

5.9.4 Certificação GBTOOL

Criada por meio de um consórcio envolvendo vários países da Europa, Ásia e América (*Green Building Challenge*) a ferramenta GBTOOL é um sistema internacional de avaliação de edifícios, que tem objetivo a busca de edifícios mais “corretos” nos aspectos ambientais (LEITE, 2011).

De acordo com Silva (2003) a expressão *Green Building* foi empregada no ramo da construção civil para integrar todas as iniciativas na busca de construções mais duráveis, que fazem uso dos recursos de forma mais eficiente, apresentem conforto e adaptam –se facilmente as necessidades dos usuários, e principalmente que tenham seus produtos de possível reutilização e reciclagem.

Para Cole e Larsson (2002) destaca que , “por se tratar da primeira certificação que busca a flexibilidade e ponderação de pontuações de forma a ser adaptável às diferentes

realidades regionais, ou seja, é a principal certificação com flexibilidade de aplicação internacional”.

È um sistema de certificação que pode ser adotado por qualquer entidade de avaliação que organize fatores de ponderação para os itens considerados, até porque o GTBOOL não possui órgão certificador (AKUTSU *et al.*, 2008).

O GBTOOL tem como campo de avaliação o consumo de recursos, cargas ambientais, qualidade do ambiente interno, qualidade do serviço, aspectos econômicos e gestão antes da ocupação do edifício (AKUTSU *et al.*, 2008).

5.9.5 Etiqueta PROCEL EDIFICA

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL é um programa governamental reconhecido internacionalmente, criado em 30 de dezembro de 1986 pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pela Eletrobrás, com objetivo de favorecer o uso eficiente e o combater ao desperdício da energia elétrica (GRILLO E AMORIM, 2004)

O Inmetro (2008) destaca que o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, PROCEL Edifica, surgiu legalmente a partir da Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, como mecanismo de avaliação da conformidade para classificação do nível de eficiência energética das edificações.

Muitos modelos de certificações que tem como critério o uso de energia eficiente, são utilizados no Brasil, geralmente os critérios de outros países assim destacam-se a utilização e desenvolvimento de um sistema de avaliação e certificação brasileiro o programa de etiquetagem do PROCEL Edifica. (SILVA, 2003)

De acordo com a Eletrobrás (2012) o consumo de energia nas edificações é em torno de 45% do consumo faturado no país, no entanto a estimativa realizada pelo Governo Federal é de reduzir em 50% para as novas edificações e de até 30% das edificações que promoverem reformas fazendo uso da eficiência energética.

Grillo e Amorim (2004), destacam as metas do programa:

- Reduzir o consumo de energia elétrica nas edificações;
- Estimular as ações de consumo racional de energia elétrica;
- Divulgar os conceitos de eficiência energética em edificações, inserindo o tema arquitetura bioclimática;
- Disseminar o uso de energias renováveis;

- Utilizar tecnologias mais eficientes em projetos, equipamentos e na fabricação de materiais de construção;
- Conscientizar profissionais que podem influenciar o planejamento de uma cidade, na concepção de projetos e na construção de prédios eficientes;
- Elaborar guias técnicos, incluindo a revisão de publicações existentes;
- Apoiar a realização de projetos-demonstração; divulgar boas práticas nos projetos e construções que agreguem conceitos de conforto ambiental e eficiência energética.

Segundo Campos (2010) através de requisitos de avaliação do Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e seguindo o método que está no Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C) é obtida a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

Campos (2010), salienta que o sistema de etiquetagem de edifícios possui caráter voluntário para edificações novas e as já existentes, sendo aplicável a edifícios com área útil mínima de 500 m² e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3 kV, incluindo edificações condicionadas, 29 parcialmente condicionadas e não condicionadas, pode ser fornecida uma etiqueta para o edifício completo ou parte do edifício, uma etiqueta parcial.

Segundo o Inmetro (2008) todos os requisitos são avaliados separadamente, devendo atender o desempenho da envoltória, a respeito da eficiência e potência instalada do sistema de iluminação e a eficiência do sistema de condicionamento do ar com níveis de eficiência, tais como: A (maior eficiência) a E (menos eficiência), também os pesos de classificação dos níveis são dados da seguinte forma:

- Envoltória = 30%
- Sistema de iluminação = 30%
- Sistema de Condicionamento de Ar = 40%

O quadro 5 a seguir demonstra o nível de classificação de cada requisito:

Quadro 5 – Classificação da Etiqueta Procel EDIFICA

NÍVEIS DE EFICIÊNCIA PROCEL	EQUIVALENTE NUMÉRICO (EqNum)
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fonte: Adaptado Inmetro (2008)

Conforme Campos (2010) há iniciativas positivas para aumento da eficiência energética final do edifício que resultaram em ponto de bonificação da classificação, tais como: Sistema para racionalização de água e Fontes renováveis de energia ou inovações tecnológicas.

Outro aspecto da composição de pesos e respectivos equivalentes numéricos é a equação disponível no RTQ-C, calcula-se a pontuação total e resulta na classificação global do edifício descrita no quadro 6:

Quadro 6 - Classificação final para etiquetagem PROCEL

PONTUAÇÃO DA ETIQUETA PROCEL	CLASSIFICAÇÃO FINAL
$\geq 4,5$ a $5,0$	A
$\geq 3,5$ a $< 4,5$	B
$\geq 2,5$ a $< 3,5$	C
$\geq 1,5$ a $< 2,5$	D
$< 1,5$	E

Fonte: Adaptado de INMETRO 2008.

5.9.6 Certificação CASA AZUL

A Caixa Econômica Federal conceito Selo Casa Azul como;

“é uma classificação socioambiental dos projetos habitacionais financiados pela Caixa. É a forma que o banco encontrou de promover o uso racional de recursos naturais nas construções e a melhoria da qualidade da habitação. A principal missão do selo é reconhecer projetos que adotam soluções eficientes na construção, uso, ocupação e manutenção dos edifícios” (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).

Conforme o Labeee (Laboratório de Eficiência Energética em Edificação), que participou juntamente com membros da USP, UNICAMP e UFSC da elaboração do Manual do “Selo Casa Azul: Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável” da CAIXA (2010), têm como objetivo identificar e estimular ações no ramo da construção civil com resultados que contribuam com a redução dos impactos ambientais.

A Caixa Econômica Federal (2017) disponibiliza aos seus usuários o manual o qual que dá suporte aos projetistas e empreendedores, contendo estratégias adaptadas para a realidade habitacional do país e na incorporação da “agenda do empreendimento”.

No guia da CAIXA (2010) o Selo Casa Azul da CAIXA (2010) dispõe de 53 critérios para certificação, dentre eles:

- Qualidade urbana;
- Projeto e conforto;

- Eficiência energética;
- Conservação de recursos materiais;
- Gestão de água;
- Práticas sociais.

Segundo Bueno e Rossignolo (2013), o Selo da Casa Azul da CAIXA é uma importante iniciativa da Caixa Econômica Federal, este método baseia-se na verificação durante a análise de viabilidade técnica do projeto, avaliando o a partir de critérios estabelecidos, para incentivar projetos sustentáveis.

O Selo Casa Azul da CAIXA organiza-se pelos níveis bronze, prata e ouro destinado ao projeto, que o recebe quando o empreendimento estiver obedecendo a 19 critérios obrigatórios, e um número de critérios opcionais (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2017).

5.9.7 Certificação LEED

A USGBC (*U.S. Green Building Council*), uma instituição que na busca de desenvolver edifícios sustentáveis com ambiente saudáveis para se viver e trabalhar, consequentemente lucrativos, criou a Certificação LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*), que no Brasil em 2007 criou-se a GBCB (*Green Building Council Brasil*), órgão não governamental vinculado a USGB, com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento econômico das indústrias do ramo da construção sustentável (LEITE, 2011).

De acordo com a USGBC (*U.S. Green Building Council*) (2017) a LEED é destaque pois,

“dentre os vários sistemas de avaliação existentes no mundo é dito como uma das ferramentas mais facilmente aplicáveis ao mercado de construção, ao basear-se em racionalização de consumo. Enquanto alguns sistemas fornecem uma quantidade de informações elevadas a respeito do desempenho da edificação, o LEED apresenta apenas um simples número, representado o somatório de pontos acumulados ao longo da avaliação, facilitando o entendimento de leigos e profissionais da área”.

Para a GBC do Brasil (2010) o objetivo da LEED é sobretudo a aceitação de práticas dos Edifícios Verdes, já Valente (2009) o objetivo da LEED é “promover uma conscientização em todos os envolvidos no processo desde a fase do processo, passando pela construção, até o usuário final, incorporando soluções que irão permitir uma redução do uso de recursos naturais, promovendo conforto e qualidade para seus usuários”.

O Governo Federal publicou a Instrução de Normativo Nº 01/2010, para normatizar os critérios de sustentabilidade ambiental para aquisição de bens, a contratação de obras e

serviços pela Administração Pública Federal na área da engenharia, destaca-se o Art. 4º nos termos do art. 12 da Lei Nº 8.666 de 1993,

“as especificações e demais exigências do projeto básico ou executivo, para contratação de obras e serviços de engenharia, devem ser elaboradas visando à economia da manutenção e operacionalização da edificação, a redução do consumo de energia e água, bem como utilização de tecnologias e materiais que reduzam o impacto ambiental” (BRASIL, 2010).

O LEED é baseado em um sistema de classificação de edificações, partindo de critérios de sustentabilidade em diferentes categorias, também envolve pré-requisitos obrigatórios, possui um sistema de pontuação cumulativa que permite às edificações obter diferentes classificações, estas pontuações para a certificação LEED foi criado com o objetivo de transformar o setor de construção em um setor sustentável, fornecendo padrões que definem o que é um green building e aprimorado constantemente através de um processo de discussão aberto à participação do setor público, produtivo e do terceiro setor (GBCB, 2009).

Leite (2011) relata que a certificação LEED quantifica o grau de proteção ambiental do empreendimento em níveis, as análises de documentos indicam sua adequação a itens obrigatórios e classificatórios, independente das diferentes categorias o LEED oferece quatro níveis de certificação que dependem da pontuação total obtida na avaliação. São eles: Certificação Básica (40 a 49 pontos), Prata (50 a 59 pontos), Ouro (60 a 79 pontos) e Platina (80 a 110 pontos), mostrados na Figura 3.

Figura 3 - Níveis de certificação LEED



Fonte: GBCB, 2011

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 de forma satisfatória, porém para se obter aprovação no sistema LEED é necessário satisfazer um conjunto de critérios de desempenho

em áreas chaves determinadas originando subdivisões em áreas específicas pontuáveis, sendo que alguns critérios devem ter cumprimento obrigatório (LEITE, 2011).

Leite (2011) também destaca outro aspecto da certificação LEED é sua aplicação em diferentes tipos de construção e a abrangência da mesma, levando em conta o ciclo de vida da construção em diferentes etapas e tipos, residenciais, comerciais, públicos, novos, já existentes, na manutenção e operação de edifícios existentes, sendo então subdivididos em categorias que representam esta diversidade, têm-se diferentes pontuações e pré-requisitos que estão representadas com uma breve descrição, no Quadro 8.

Quadro 8 - Categorias da Certificação LEED

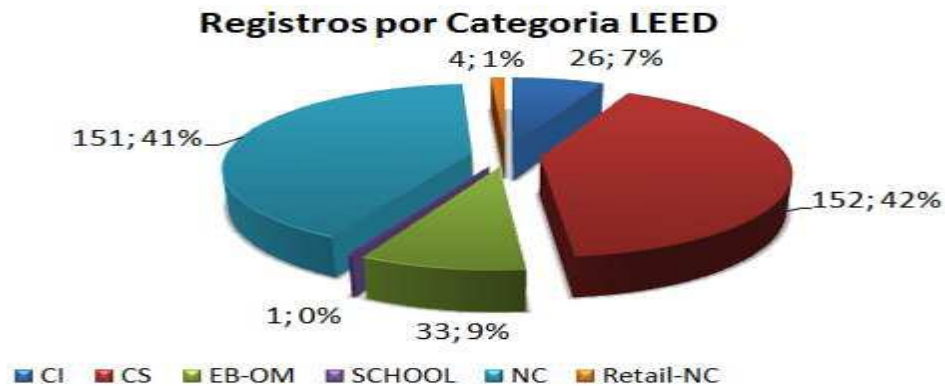
CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
LEED NC	Novas construções e grandes projetos de renovação.
LEED ND	Desenvolvimento de bairros (localidade).
LEED CS	Projetos da envoltória e parte central do edifício.
LEED Retail NC e CI	Lojas de varejo.
LEED Healthcare	Unidades de saúde.
LEED EB – OM	Operações de manutenção de edifícios existentes.
LEED Schools	Escolas.
LEED CI	Projetos de interiores e edifícios comerciais.

Fonte: Adaptada da GBCB, 2011

Conforme Hernandes (2006), a certificação LEED – NC é a versão que registra o maior número de projetos e certificações, sendo a mais conhecida pelos profissionais.

Destaca o GBCB até o mês de novembro de 2011, trezentos e oitenta e três empreendimentos já foram registrados no Brasil, sendo as categorias com maiores números de registros a LEED NC e LEED CS, o que podemos verificar no Gráfico 2, descrição conforme Quadro 3:

Gráfico 2 - Percentuais de Certificações LEED registradas até 09/11/2011



Leite (2011) descreve as etapas da certificação LEED que são definidas por meio da plataforma online do GBCI (*Green Building Council Institute*), primeiramente são fornecidos dados gerais do empreendimento e declaração de intenção, a efetivação desta etapa é dada com o registro do projeto na página LEED online, sendo realizada uma análise preliminar determinando a viabilidade da construção sustentável, após ser aprovada a viabilidade da mesma a documentação necessária que apresenta os pré-requisitos e créditos deve adicionada a plataforma para uma pré análise da certificação, a fase final acontece quando toda a documentação for inserida na plataforma sendo realizada a revisão final que resulta na certificação ou não do empreendimento, também ocorre a etapa de auditoria da fase de projeto com duração em média três meses e a fase de construção dura em média de três a seis meses após sua conclusão, aumentando o custo do empreendimento devido a certificação é de 5% a 10%, sendo os custos diretos estão detalhados no Quadro 7.

Quadro 9 - Custo certificação LEED

Quanto custa o LEED	
Taxa de Cadastro	USD 600,00
Adicionais	
Projetos com até 5 mil m ²	USD 2.250,00
De 5 mil até 50 mil m ²	0,45 USD/m ²
Acima de 50 mil m ²	USD 22.500,00
Consultoria	
Aproximadamente 1% do custo da obra	

Fonte: Adaptada de Coelho, 2010

5.10 Aspectos positivos e negativos da Certificação LEED

De acordo com Grebim (2013) a certificação LEED apresenta grande potencial na disseminação de conceitos e boas práticas, nos requisitos de análise e simulações de desempenho na área de eficiência energética conforto térmico e luminoso, entre outros. Também salienta que a certificação tem grande importância no seu país de origem e vem influenciando o mercado em geral, além de agregar desde o início do projeto e em todas as suas etapas o princípio da redução de custo.

Para Lamberts (2006) “a falta de normas brasileiras para dar suporte é o aspecto negativo do sistema em relação às demandas nacionais”. Já Romero (2006) afirma sobre o potencial de contribuição da LEED, enfatiza que “na área de eficiência energética, no uso de algumas normas com referência de desempenho tem saldo positivo pelo fato de que não possuímos equivalentes nacionais” .

De acordo com Vittorino (2006) as normas deveriam ser revisadas e aplicadas gradativamente, mesmo consciente que sua aplicação não é um desafio técnico, mas sabendo da distância dos níveis de desempenho com a realidade nacional, por exemplo, a norma de qualidade do ar interno é coerente em nossa realidade, no entanto a de eficiência energética necessita de revisão nos itens que dizem respeito à resistência térmica e conforto, pois o “ser humano è o mesmo”.

Rozendo (2006) salienta alguns critérios do sistema LEED já utilizados por profissionais especializados com adaptações no Brasil, sendo assim o uso do sistema não deve ser descartado em sua opinião devido à ausência de equivalências nacionais, pois seu impacto é positivo no desempenho das construções.

No entanto a certificação LEED um sistema pensado e organizado segundo as ideais da Agenda Verde, apresenta uma abordagem insatisfatória para realidade de alguns países, no que diz respeito ao conceito de Green Building relacionado com a Agenda Verde vem perdendo espaço no Brasil o conceito de sustentabilidade, sendo considerado o mais amplo por envolver aspectos sociais, econômicos e ambientais (JOHN,2006).

Conforme Grebim (2013) a inserção da certificação LEED no país e no mundo, relaciona aspectos positivos e negativos segundo as demandas que devem a ser analisadas e revisadas devido a sua aplicabilidade não só nos Estados Unidos, mas também em todos os outros países.

5.11 Categorias de Certificação

Conforme Degani (2010) o recebimento da certificação no empreendimento significa, “confirmar que os empreendimentos foram projetados e construídos por meio de estratégias destinadas a melhorar o desempenho em termos de energia, água, redução da emissão de CO₂, melhor qualidade no interior do ambiente, administrando o uso dos recursos naturais e minimizando os recursos naturais”.

Grebim (2013) destaca que depois de compreendida a estrutura da certificação LEED, cada categoria deve ser analisada em sua totalidade, conteúdo, estrutura e metas. Salienta também que cada categoria é composta por pré-requisitos e créditos pontuados por sua relevância e dificuldade de cumprimento, onde os pré-requisitos são itens obrigatórios a serem realizados para recebimento da certificação.

O quadro 9 descreve as áreas chaves e critérios de certificação LEED,

Quadro 9 – Áreas chave e Critérios da Certificação LEED

ÁREA DE CHAVES (Key Area)	CRITÉRIOS
Sustentabilidade do Sítio (SS)	Erosão e controle de sedimentos, Seleção do local, re desenvolvimento urbano, re desenvolvimento de locais ambientalmente contaminados, transporte, redução dos distúrbios provocados pela construção, gestão de situações de mau tempo, recuperação e proteção de espaços abertos, paisagem e design, exterior e redução da saída da radiação de luz direta
Gestão de Água (WE)	Eficiência na utilização de água, tecnologia inovadoras de tratamento.
Energia e Atmosfera (EA)	Instruções fundamentais dos sistemas dos edifícios, desempenho energético mínimo, redução de CFC's, energias renováveis, instruções adicionais, medição e verificação, energia verde e degradação da camada de ozônio.
Materiais e Recursos (MR)	Recolhimento e armazenamento de materiais recicláveis, reutilização do edifício, gestão de resíduos de construção, reutilização de recursos, conteúdo reciclado de materiais, materiais locais/regionais, materiais rapidamente renováveis e madeira certificada.
Qualidade Ambiental Interna (IEQ)	Informações sobre medidas inovadoras incorporadas no projeto e quais os seus benefícios sustentáveis.
Inovação e Processos de Projetos (ID)	Desempenho mínimo de qualidade do ar interior, controle interior do fumo do tabaco, monitorização do dióxido de carbono, eficiência crescente da ventilação, plano de gestão da qualidade interior do ar, materiais de baixa emissão de COV's, capacidade de controle de sistemas, conforto térmico, iluminação material e vistas.

Fonte: Adaptado de USGBC, 2011

6. METODOLOGIA

6.1 Histórico da Escola

O estudo foi realizado na Escola Municipal de Ensino Fundamental Olavo Bilac, localizada no Passo da Areia, 2º Distrito do interior do município de Rio Pardo - RS, localidade com aproximadamente 4100 habitantes.

A escola envolvida no estudo possui 12 turmas com atendimento manhã e tarde, totalizando 253 alunos da rede pública municipal da Pré-escola até 9º ano, conta com o trabalho de 15 professores das mais diversas áreas do conhecimento, além de 02 profissionais especializados na área especial, 05 funcionários e 01 selador, funcionando em um novo espaço desde 2012, de acordo com Projeto do Layout Geral em Anexo A.

A estrutura atual de escola é um projeto padrão do FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação) apresentando Bloco Pedagógico com 6 salas de aula, sala de leitura e sala de informática, Bloco Administrativo e Bloco de serviço. O processo de aquisição de um novo espaço para escola iniciou-se em 2010, por meio do Plano de Ações Articuladas – PAR programa lançado pelo Governo Federal com objetivo de tomar conhecimento das necessidades de cada município.

Conforme a descrição do FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação) o projeto é organizado da seguinte forma,

O projeto do Espaço Educativo Urbano e Rural de 6 Salas de Aula destina-se à construção de escola de um pavimento, a ser implantada nas diversas regiões do Brasil. O edifício tem capacidade de atendimento de até 360 alunos, em dois turnos (matutino e vespertino), e 180 alunos em período integral. Foi considerada como ideal a implantação dessas escolas em terreno retangular com medidas de 80m de largura por 50m de profundidade e declividade máxima de 3%. (FNDE, 2017).

O projeto de implantação da escola iniciou-se em 2009 com o encaminhamento da documentação e aprovação pelo Governo Federal, ainda no final do mesmo ano foram lançados os procedimentos para contratação da empresa por meio de licitação conforme orienta a Lei Federal 8.666/93, que trata licitações e contratos da Administração Pública. O orçamento lançado no ano do projeto resultou num investimento de R\$ 870.680,34 (Oitocentos e setenta mil, seiscentos e oitenta reais e trinta e quatro centavos) em Anexo B.

Motta (2017) ressalta que em uma obra pública deve dar preferência aos aspectos de sustentabilidade ambiental, visando minimizar os impactos ambientais gerados pela

construção civil e aos seus usuários e com o intuito de prolongar a vida útil do empreendimento e reduzir os custos de execução e manutenção.

6.2 Base para Certificação LEED

Fazendo uso da metodologia do sistema LEED apresentado anteriormente, foi feita uma análise dos pré-requisitos e dos requisitos necessários para obtenção da certificação, a partir disso alguns pré-requisitos obrigatórios para atendimento da certificação, para o efeito de pesquisa são considerados como atendidos, sendo a análise executada por meio da verificação ao atendimento aos requisitos dispostos em cada crédito.

Na certificação do sistema LEED a análise é realizada em 8 (oito) áreas de tipologia, Localização e Transporte, Espaço Sustentável, Eficiência do uso da água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade Ambiental Interna, Inovação e Processos e Créditos de Prioridade Regional, todos foram analisados conforme Checklist de projeto conforme Anexo C.

6.3 Levantamento de dados

Para efeito de sondagem realizou-se várias visitas na escola em questão, na busca de dados de seu funcionamento de sistema de água e energia e estrutura, conforme Anexo D, além de entrevista com alunos, professores e funcionários. Estas informações foram utilizadas para conhecimento das médias de uso de energia, consumo de água mensal utilizado pela escola e a organização de cada ambiente e seu funcionamento, onde cada critério tem um valor total a serem avaliados, são exigidos alguns documentos com projetos arquitetônicos, projetos complementares e memoriais descritivos, devem ser avaliados para confirmação do requisito.

Obeve-se por meio de relatos que Escola Municipal de Ensino Fundamental Olavo Bilac apresenta mínimas iniciativas sustentáveis significativas na maioria das etapas de sua construção, não tendo base de nenhuma certificação ambiental nas suas etapas construtivas, este estudo almeja que ocorra ao menos a certificação básica, onde a escola precisa atingir a pontuação de 40 a 49 pontos.

6.3.1 Sustentabilidade do Espaço (SS)

A sondagem realizada na escola e no seu entorno para verificar o atendimento mínimo do preenchimento dos créditos nesta tipologia, como a localização a qual foi destinada para construção da escola e a disponibilidade de paradas de ônibus para transportes em geral viabilizando o deslocamento para a zona urbana.

6.3.2 Racionalização do uso da água (WE)

Nos créditos de Racionalização do uso da água (WE) foi averiguado o sistema de água nos banheiros, cozinha e uso em geral e se o mesmo se encontra de acordo com o especificado no Projeto Hidráulico, entendendo como este uso é realizado no cotidiano da escola se há algum tipo de racionalização em seu uso ou projeto de conscientização de uso da água em andamento.

Observa-se uma área significativa de jardim e horta escolar que rotineiramente é regada pelos alunos para efeito de processo ensino aprendizagem, nesta verificação conclui-se a necessidade de buscar um sistema que não faça uso da água potável, para solução será adotada uma cisterna, a mesma será dimensionada pelo Método de Rippl de acordo com a NBR 15527/07, conforme fórmulas, o volume de água no reservatório no tempo t (eq. 1), volume de chuva aproveitável no tempo t (eq. 2) e demanda ou consumo no tempo t (eq. 3) abaixo:

Neste método podem-se usar as séries históricas mensais ou diárias.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad \dots (1)$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{Precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação} \quad \dots (2)$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0. \quad \dots (3)$$

onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$Q_{(t)}$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

$D_{(t)}$ é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

No item demanda e consumo e no cálculo de consumo para a irrigação da área de jardim e horta escolar baseou-se na Norma Técnica Sabesp NTS 181 de São Paulo de 2012 que estipula a previsão de consumo de água litros/dia, conforme Tabela 4:

Tabela 4 – Tabela de Estimativa de Consumo Predial Médio Diário

Prédio	Consumo (L / dia) (4)
Alojamentos provisórios	80 per capita (*)
Ambulatórios	25 per capita (*)
Apartamentos (2)	200 per capita (*)
Casas populares ou rurais (2)	120 per capita (**)
Residências (2)	150 per capita (**)
Residências de luxo (2)	300 per capita (**)
Cavalariças	100 por cavalo (*)
Cinemas e teatros	2 por lugar (*)
Edifícios públicos ou comerciais (3)	50 per capita (**)
Escolas - com período integral	100 per capita (**)
Escolas - Internatos	150 per capita (*)
Escolas - por período (até 3)	50 per capita (**)
Escritórios (3)	50 per capita (**)
Estações ferroviárias, rodoviárias e metroviárias.	25 por passageiro (**)
Garagens	50 por automóvel (**)
Hotéis c/ cozinha e lavanderias	300 por hóspede (**)
Hotéis s/ cozinha e lavanderias	120 por hóspede (*)
Jardins	1,5 por m² (**)
Lava-rápidos automáticos de veículos	250 por veículo (*)
Lavanderias	30 por kg de roupa (*)
Matadouros - Animais de grande porte	300 por cabeça abatida (*)
Matadouros - Animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida (*)
Mercados	5 por m ² de área (*)
Oficinas de costura	50 per capita (**)
Oficinas de reparo de automóveis	300 per capita (**)
Orfanatos - Asilos - Berçários	150 per capita (**)
Creches	50 per capita (*)

Fonte: Reproduzida da NTS 181 (2012)

Observação:

(*) Tabela 59.1 – TOMAZ, Plínio. **Previsão de consumo de água**. Interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. São Paulo: Comercia Editora Hermano & Bugelli Ltda, 2000.

(**) Valores atribuídos pela comissão da Sabesp que elaborou a presente norma.

- (1) Esta tabela poderá ser utilizada para prédio ou categoria de consumidor que não constar, no Anexo B;
- (2) Considerar a ocupação de 2 pessoas por dormitório;
- (3) Considerar 1 pessoa para cada 10 m^2 de área construída;
- (4) O período de apuração da média diária é de um mês corrido.

Também se buscou recurso no uso eficiente do uso da água em acessórios com tecnologias mais modernas para reduzir o consumo deste recurso tão importante para sobrevivência humana.

6.3.3 Energia e Atmosfera (EA)

Na questão de tipologia de Energia e Atmosfera (EA) verificou-se realidade da mesma está em conformidade com o Projeto Elétrico, visando o tipo de luminária usada, equipamentos utilizados e a classificação dos mesmos em critério de consumo de energia, utilizamos de cálculos com a média de consumo de energia dos últimos dozes meses para obter o consumo mensal e o quanto se pode reduzir fazendo a troca de alguns itens de iluminação por um sistema de iluminação principalmente interno mais eficiente e econômico.

Também se observou as condições estruturais e espaciais para a instalação de um sistema de placas solares que de acordo com Aldous (2000), para a geração de energia solar necessita-se de painéis fotovoltaicos (FV) que contêm células feitas de semicondutores de silício, esses semicondutores absorvem energia da luz quando os raios solares atingem os painéis, assim os elétrons sejam liberados para circular livremente.

As células FV possuem um campo elétrico que capta esses elétrons forçando-os a ir numa determinada direção, criando uma corrente direta, que ao passar pelo inversor é convertida em corrente alternada, esta será usada na rede elétrica.

Os painéis fotovoltaicos devem ser posicionados em locais que não haja sombra, devendo ser orientados para o Norte, ou em um ângulo de inclinação adequado, igual à latitude do local para absorver a máxima quantidade e tirar proveito de energia solar o ano todo. A instalação do sistema deve ser feito por um eletricista profissional e com experiência

em sistemas fotovoltaicos e não requer manutenção periódica, assim, o sistema fornecerá eletricidade por mais de 25 anos.

6.3.4 Materiais e Recursos (MR)

No aspecto de Materiais e Recursos (MR) observamos os materiais utilizados na estrutura da escola por meio dos produtos descritos no Memorial Descritivo e Especificações Técnicas elaboradas pelo FNDE para orientar a aquisição dos materiais e ser utilizado e onde foi adquirido os mesmos, também o destino dado atualmente para os materiais recicláveis produzidos na ambiente escolar.

6.3.5 Inovação e Processos de Projetos (ID)

Na tipologia de Inovação e Processos de Projetos (ID) e Créditos Regionais (RP) foi realizadas entrevistas com os educandos e educadores para certificação da valorização do espaço sustentável por meio de projetos e ações.

6.3.6 Qualidade Ambiental Interna (IEQ)

A Qualidade Ambiental Interna (IEQ) foi analisada cada ambiente, buscando saber dos usuários como se sentem no ambiente em relação ao ar interno, também os materiais utilizados no acabamento da escola como tintas entre outros utilizados.

7. RESULTADOS

Considerando que a Escola Municipal de Ensino Fundamental Olavo Bilac é uma construção já existente, sendo um prédio com mesmos de 5 anos de utilização, seu custo difere do inicial significativamente, pois atualmente para a construção da mesma seria necessário um investimento de R\$ 1.250.017,21 (Hum milhão, duzentos e cinquenta mil, dezessete reais e vinte e um centavos), conforme orçamento atualizado pelas tabelas do SINAPI e SEINFRA do mês de junho de 2017, apresentado no Anexo E.

Foram analisados por meio de Checklits os aspectos funcionais e construtivos visíveis na busca de uma escola sustentáveis e apta a receber a Certificação LEED, sendo a partir das visitas , entrevistas com usuários e coleta de dados realizou a descrição dos aspectos sustentáveis.

7.1 Espaço Sustentável

Pré-requisito 1 – Prevenção da Poluição na atividade da construção: Tem como objetivo reduzir a poluição gerada pelas atividades do processo construtivo, controlando a erosão do solo, geração de poeira e sedimentação dos cursos de água, sendo obrigatória a confirmação deste requisito.

Crédito 1 – Seleção local do empreendimento: A escola está implantada em local apropriado amparada através do Relatório de Vistoria do Terreno conforme Anexo F. Por meio de entrevistas com moradores e o antigo proprietário do terreno, verificou-se que não houve a existência de algum tipo de plantio e depósito de lixo no terreno ou nos seus arredores.

Crédito 2 – Densidade Urbana e Conexão com a comunidade : A mesma não atende a este crédito, pois se localiza em zona rural a 20 Km da entrada principal da zona urbana, conforme mapa de localização a Imagem 1.

Imagem 1: Localização da Escola



Fonte: Google Maps

Crédito 4.1 – Alternativa de transporte (Acesso ao transporte público): Neste crédito observa-se parada de ônibus na frente da escola entre outras próximas, ou seja, a escola localiza-se em via principal de transporte público. Através de pesquisa com os ocupantes, há apenas uma empresa de ônibus responsável pela linha, à mesma oferece vários horários e disponibiliza um padrão de conforto e segurança para os usuários.

Crédito 4.3 – Alternativa de transporte (Uso de Veículos de Baixa Emissão): Preenche este crédito, pois se observou o uso significativo de bicicletas e outros meios de transportes rurais que não emitem nenhum poluente.

Crédito 4.4 – Alternativa de transporte (Área de estacionamento): Apresenta local adequado para estacionamento tanto em projeto como determinado na construção, inclusive estacionamento para deficiente físico, conforme o Anexo G.

Crédito 5.2 – Desenvolvimento do espaço (Maximizar espaços abertos) : A escola tem áreas abertas não impermeáveis com jardim em uma área aproximada de 20%, contemplado área de jardim e horta escolar.

Crédito 7.1 – Redução de ilha de calor, Áreas descobertas: A escola contempla espaço de plantio de vegetação natural com jardim, irrigado e cuidado pelos alunos, além de vasos de vegetação.

Crédito 7.2 – Redução de ilha de calor, Áreas cobertas: O projeto da escola conforme memorial e construção do telhado são com telha cerâmica e para preencher este crédito pode

ser pintada com Tinta Térmica para telha, sendo uma tinta sustentável com as seguintes vantagens:

- Reduz a passagem do calor proveniente da cobertura para o interior dos ambientes. Algumas marcas afirmam que refletem até 90% dos raios ultravioleta, diminuindo em até 35% a temperatura interna (aproximadamente, estima-se que sua aplicação reduza a temperatura em até 5°C);
- Impermeabiliza o telhado, trazendo mais proteção (prolongando sua vida útil);
- Evita a proliferação de fungos e a formação de limo;
- Sua aplicação é simples e pode ser manual ou mecânica. Para alta camada: rolo de lã, pincel, trincha ou vassoura de poliéster (grandes superfícies). Para baixa camada: pistola, rolo de lã, pincel ou trincha. Deve-se evitar sua inalação, contato com a pele e olhos;
- É um produto sustentável por reduzir o consumo de energia;
- Pode ser aplicado em vários tipos de telhas: cerâmica porosa, concreto, fibrocimento, galvanizado, alumínio e zinco, lajes e coberturas (ao comprar, sempre verifique as especificações da tinta que está adquirindo, para saber suas características particulares e aplicações);
- Algumas marcas afirmam que sua aplicação sobre as telhas diminui o barulho produzido pela chuva em até 30%;
- Algumas marcas atendem às especificações para obtenção da Certificação LEED

Sua aplicação, em relação à espuma de spray de poliuretano, é mais simples, vantajosa e econômica.

Crédito 10 – Uso Conjunto de Instalações: A escola oferece acesso à comunidade uso compartilhado do ginásio de esportes, de salas de aula para implantação de projetos comunitários e estacionamento conjunto.

7.2 Uso racional da água

Pré – requisito 1 – Redução no uso da água: Este pré-requisito tem como objetivo implantar estratégias que reduzam em 20% o consumo de água utilizados em vasos, mictórios, lavatórios, chuveiros e cubas de cozinha, excluindo a irrigação. O consumo de água dia por pessoa, especificamente para escola é de 50 litros/dia, conforme a NST 181. A Escola

Municipal de Ensino Fundamental Olavo Bilac possui 253 alunos tendo um consumo mensal médio, conforme Tabela 5, se distribui para utilização do consumo dos alunos, uso dos sanitários masculinos e femininos, cozinha, limpeza da escola, irrigação do jardim e horta escolar.

Tabela 5: Consumo médio da escola

Meses	Consumo (m ³)
Novembro/2016	42
Dezembro/2016	64
Janeiro/2017	6
Fevereiro/2017	3
Março/2017	56
Abril/2017	68
Maió/2017	114
Junho/2017	92
Julho/2017	58
Agosto/2017	76
Setembro/2017	58
Novembro/2017	50
Total Ano	687
Média Anual	57,25

Fonte: Cia. Riograndense de Saneamento – CORSAN

Pode se observar que o mês de maio do decorrente ano a gasto significativo de água, este se justifica por um vazamento ocorrido um dos sanitários da escola.

Crédito 1 – Uso eficiente de água no paisagismo: A escola apresenta uma área de 200 m² de jardim e horta escolar, sabe-se que pela NST 181 (Norma Técnica Sabesp) são necessários 1,5 l/dia por m² para a irrigação diária e manualmente, totalizando a necessária mensal de 9 m³, de acordo com Tabela 6, para manter o jardim e horta escolar sendo bem cuidada. Para reduzir a utilização de água potável neste processo, foram buscados os índices de chuva pluviométricos da cidade de Rio Pardo/RS apresentado na Tabela 7 para a verificação da média anual, para projetar uma cisterna conforme dimensionamento na Tabela 8, proposto pela norma NBR 15527/, pelo Método Rippl:

Tabela 6: Dados para cálculo de Consumo Mensal para Irrigação

Destino	Área de Irrigação (m ²)	Quantidade Litros/dia	Quantidade de dias	Cálculo Litros	Total (m ³)
Jardim e Horta	200	1,5	30	200 x 1,5 x 30	9

Fonte: NST 181

Tabela 7: Índices de chuva pluviométrica

Meses	Chuva (mm)
Outubro/2016	347,6
Novembro/2016	187,2
Dezembro/2016	143,4
Janeiro/2017	135,7
Fevereiro/2017	129,2
Março/2017	154,9
Abril/2017	49,2
Mai/2017	187,8
Junho/2017	84,7
Julho/2017	41,4
Agosto/2017	100,7
Setembro/2017	135,4
Total Ano	1.697,2
Média Mensal	141,43

Fonte: www.irga.rs.gov.br

Tabela 8: Dimensionamento da Cisterna

Meses	Chuva Média Mensal	Demanda Mensal	Área de captação	Volume de Chuva Mensal	Diferença	Diferença de Valores Positivos da Coluna 5
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7
	mm	m ³	m ²	m ³	m ³	m ³
Outubro/2016	347,6	9,00	98,67	27	- 18,44	0
Novembro/2016	187,2	9,00	98,67	15	- 5,78	0
Dezembro/2016	143,4	9,00	98,67	11	- 2,32	0
Janeiro/2017	135,7	9,00	98,67	11	- 1,71	0
Fevereiro/2017	129,2	9,00	98,67	10	- 1,20	0
Março/2017	154,9	9,00	98,67	12	- 3,23	0
Abril/2017	49,2	9,00	98,67	4	5,12	5,12
Mai/2017	187,8	9,00	98,67	15	- 5,82	0
Junho/2017	84,7	9,00	98,67	7	2,31	2,31
Julho/2017	41,4	9,00	98,67	3	5,73	8,04
Agosto/2017	100,7	9,00	98,67	8	1,05	9,09
Setembro/2017	135,4	9,00	98,67	11	- 1,69	0
	mm/ano	m ³		m ³		m ³
Total	1.697,20	108,00		133,97		10
Coeficiente de Runoff (CR) = 0,8						

Fonte: NBR 15527

A cisterna será construída com uma caixa de água de 10.000 litros que fará a captação de água da chuva dos dois lados do telhado numa área de 98,67 m², a mesma ficará enterrada ao solo numa profundidade de 2,50 metros. Esta cisterna disponibilizará água para duas torneiras de jardim em pontos estratégicos para a irrigação do jardim e horta escolar e

também será utilizada para os vasos sanitários dos banheiros masculino e feminino do Bloco de Serviço, com auxílio de duas caixas de água de fibra de 1000 litros posta no telhado.

A cisterna contribuirá significativamente para redução da água potável e o não uso da água potável, mais de 50% de economia e terá um custo acessível para escola, em Anexo H e I o projeto da cisterna e corte.

Crédito 2 – Tecnologias Inovadoras para águas servidas: A escola em questão aposta em novas tecnologias como o uso de caixas de descarga de acionamento duplo, que reduzem a produção de dejetos e economia de água.

Crédito 3 – Redução do consumo de água: A escola possui dois banheiros localizados no Bloco Administrativo para uso individual e no Bloco de Serviço estão os banheiros masculinos e femininos para uso coletivo dos alunos, os mesmos têm banheiros adaptados para cadeirantes. De acordo com os acessórios utilizados nos banheiros verificamos um consumo significativo de água, considerando que cada aluno faz uso do banheiro pelo menos uma vez ao dia. As torneiras utilizadas são da Linha Deca bica alta com vazão mínima de 4 litros/minutos e vazão máxima de 167 litros/minutos, sendo 11 torneiras que geram um consumo de água mensal, de acordo com Figura 4.

Figura 4 – Torneiras Banheiro Masculino e Feminino



Fonte: Autor

Para obter uma redução à opção de não usar as torneiras convencionais e sim uma linha de torneiras com acionamento manual e temporizador com ciclo de tempo de 7s e vazão

de 1,8 litros/minutos com varias vantagens em seu sistema de tecnologia e principalmente na economia em seu uso, conforme modelo da Figura 5:

Figura 5: Modelo Torneira com temporizador médio 7s



Fonte: www.docol.com.br

Atualmente são utilizadas torneira bica alta que em 7s verifica-se um consumo de 469 ml, sendo que ao acionarmos a torneira com temporizador terá um consumo de 210 ml para 7s, diante destes resultados considerando que os 253 alunos farão uso uma vez pelos menos ao dia de uma torneira a economia será de 45%.

Outro aspecto analisado previsto em projeto são as caixas de descarga embutida com válvula conforme Figura 6 na parede, com acabamento de acionamento simples, o que mostra a Figura 7:

Figura 6: Válvula Descarga embutida na parede



Fonte: www.docol.com.br

Figura 7: Acabamento simples 9 litros e Acabamento de 3/6 litros



Fonte: Autor

As caixas de descarga embutida na parede com um único acionamento comumente usada nos projetos públicos faz uso de 9 litros por descarga, conforme NBR 11852/92, se os 253 alunos utilizarem o banheiro pelos menos uma vez, será totalizado 2.277 litros de água dia, em 20 dias de funcionamento da escola no mês, este uso é de 45.540 litros de água, mas estas caixas de descargas ao ser dotado kits conversor de válvula de descarga passam a tem acionamento duplo de 3 e 6 litros conforme figura, mesmo sendo usado o máximo de 6 litros resulta em 1.518 litros de água dia e em 20 dias um total de 30.360 litros de água, reduzindo até 67% o consumo de água e resíduos.

7.3 Energia e Atmosfera

Pré – requisito 1 – Comissionamento dos sistemas de energia: Tem como objetivo verificar se as demandas e o projeto estão de acordo nos critérios de sistema de energia, como climatização, iluminação, água quente e energia limpa estão instalados, calibrados e desempenhando as funções adequadamente. Para funcionamento deste pré - requisito é necessário um técnico responsável para um projeto de elaboração de manutenção preventiva com a definição de critérios de inspeção.

Pré – requisito 2 – Performance mínima de energia: Estabelece as obrigações mínimas de eficiência energética para os sistemas prediais propostos.

Pré – requisito 3 – Gestão de gases refrigerantes: Devido à adesão do Brasil em 1990 ao Protocolo de Montreal por meio do Decreto n.º 99.280 de 06/06/90, não é permitido que

sejam usados fluidos refrigerantes à base de clorofluorocarboneto - CFC, nos sistemas de base de aquecimento, ventilação, ar-condicionado e refrigerantes de projeto.

Crédito 1 – Otimização da performance energética: A iluminância é um aspecto a ser avaliado, pois uma boa qualidade de iluminação em uma sala de aula melhora a qualidade do processo ensino aprendizagem e principalmente, não prejudica a saúde visual dos usuários desta sala. No Brasil a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), estabelece e padroniza as normas técnicas de iluminação de ambientes de trabalho. A norma atualmente em vigor é a NBR ISO 8995-1 de março de 2013. A NBR ISO 8995-1 indica que a iluminação na área de trabalho de salas de aula deve ser no mínimo de 200 lúmen, no máximo de 500 lúmen ou um valor intermediário de 300 lúmen. Todas as dependências da escola foram visitadas com intuito de saber quantas luminárias e que tipo era usado, no Bloco Pedagógico onde tem as salas de aula cada uma possui 06 luminárias de sobrepôr, cada luminária com 01 lâmpada fluorescentes de 40 W, com 2200 lúmen, IRC de 70 e durabilidade de 6000 horas.

A luminária da sala de aula é ilustrada na Figura 8:

Figura 8: Luminárias das salas de aula do Bloco Pedagógico:



Fonte: Autor

A sala de informática e sala de leitura apresenta em cada ambiente 02 luminárias de sobrepôr, cada luminária com 01 lâmpada fluorescentes de 40 W com 2200 lúmen, IRC de 70 e durabilidade de 6000 horas. No Bloco Administrativo apresenta internamente 07 luminárias de sobrepôr, cada luminária com 02 lâmpada fluorescentes de 40 W com 2200 lúmen, IRC de

70 e durabilidade de 6000 horas e 02 luminárias de sobrepor, cada luminária com 01 lâmpada fluorescentes de 40 W com 2200 lúmen, IRC de 70 e durabilidade de 6000 horas. No Bloco de Serviço apresenta internamente 11 luminárias de sobrepor, cada luminária com 02 lâmpadas fluorescentes de 40 W com 2200 lúmen, IRC de 70 e durabilidade de 6000 horas. Pode-se verificar no cálculo abaixo o consumo mensal das 39 lâmpadas fluorescentes:

$$\frac{77\text{lâmpadas} \times 40\text{watts} \times 11\text{horas} \times 30\text{dias}}{1000} = 1.016,40\text{Wh} / \text{mês}$$

Sendo todas as lâmpadas trocadas para lâmpadas de LED com potência equivalente de 18 Watts, 1900 lúmen x IRC e durabilidade de 60.000 horas, podemos obter seu consumo mensal pelo cálculo abaixo:

$$\frac{77\text{lâmpadas} \times 18\text{watts} \times 11\text{horas} \times 30\text{dias}}{1000} = 457,38\text{Wh} / \text{mês}$$

A economia é significativa em relação ao consumo mensal de aproximadamente 45%, sem levar em consideração a vantagem de durabilidade.

Crédito 2 – Geração de energia renovável: A escola tem uma média anual de consumo de energia de 801 kWh/mês, observou-se na visita que no Bloco Pedagógico possui o maior número de luminárias e condicionadores de ar e com o tempo de uso aproximado de 11 horas diárias sendo neste local apropriado para a instalação de placa solares fotovoltaica. Para atender a demanda de eletricidade da escola é necessário 6,62 kW de potência instalada, que corresponde a 22 painéis de placa fotovoltaicas (FV) de 99 por 1,96 contemplando 72 células e potência de 330 Watts, mostrado na Figura 9. Com este investimento a escola produzirá aproximadamente 9.525,60 kWh/ano uma média de 793,80 kWh/mês reduzindo o consumo de energia em quase 100%.

Figura 9: Painel Placa Fotovoltaica



Fonte: Autor

Crédito 3 – Melhoria no comissionamento: Será proposto a contratação ou treinamento de equipe de servidores do órgão público, como Técnico Responsável pelos sistemas, organizando uma rotina de manutenção e verificações constantes dos sistemas resultando pelo bom funcionamento e economia .

Crédito 5 – Medições e verificações: O Técnico Responsável pelos sistemas, organizará um plano de monitoramento rotineiro de manutenção e verificações constantes dos sistemas com registros em planilhas resultando pelo bom funcionamento e economia .

Crédito 6 – Energia verde: Será adotado varias ações que contemplam o uso de energia verde, dentre elas a instalação de painéis de Placas Fotovoltaicas e lâmpadas de Led.

7.4 Materiais e Recursos:

Pré - requisito 1 – Depósito e coleta de materiais recicláveis: Este pré-requisito está diretamente ligado à coleta seletiva pratica no empreendimento, destinando uma área de fácil acesso a estocagem e segregação de resíduos recicláveis, como papel e papelão, vidros, plásticos e metais.

Crédito 3 – Reuso de Materiais: Na metodologia e dinâmica da escola materiais reciclados com garrafas plásticas é destinado a trabalhos na área de jardinagem e horta escolares, como para contornar os canteiros de flores e horta escolar, o que se pode observar na Figura 10.

Figura 10: Materiais Recicláveis utilizados horta escolar



Fonte: Autor

Também são reutilizados os cartuchos de tonner, sendo entrega para empresa responsável e são recarregados para uso.

Crédito 5 – Materiais Regionais: Por meio de entrevistas com os Técnicos Responsáveis e observando o orçamento e notas do empreendimento os materiais adquiridos para a obra foram extraídos, processados e manufaturados na própria cidade ou em cidades com menos de 800 Km de distância.

7.5 Inovação e Processo do projeto

Crédito 1.1 – Inovação ou performance exemplar – 50% de economia de água: Atende satisfatoriamente pelo uso de água não potável, fazendo uso de cisterna, descargas com acionamento duplo e torneiras temporizadoras.

Crédito 3 – Escola como uma ferramenta de ensino: Preenche o crédito devido às ações realizadas de sustentabilidade e cuidados com o empreendimento como um todo.

7.6 Qualidade Ambiental Interna:

Pré - requisito 1 – Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno: Objetiva avaliar se as áreas de ventilação natural estão de acordo com as exigências da localização.

Pré - requisito 2 – Controle de Fumaça do cigarro: No ambiente escolar é proibido fumar tanto em áreas internas dos blocos como a externas.

Pré – requisito 3: Desempenho Mínimo de Acústica: Garantir, por estudos a acústica, que em sala de aula e espaços de aprendizagem tenham o conforto e nível máximo de exposição ao ruído de 45 dB(A), conforme NBR 15575/13.

Crédito 2 – Aumento da Ventilação: A escola adotará projetos educacionais visando à arborização ao redor dos blocos com objetivo de minimizar o calor externo e melhorar a qualidade do ar e a ventilação.

Crédito 4.2 – Materiais de baixa Emissão (Tintas e Vernizes): O Memorial Descritivo da obra determina a pintura das superfícies metálicas com tinta esmalte CORALIT , e aplicação de complemento de base com primer Kromik Metal Primer 74, conforme ficha técnicas produtos tóxicos e não sendo produtos com baixa emissão poluente. As paredes externas e internas foram pintadas com tinta acrílica de cor marfim ou verde claro, como são tintas a base de água possuem menores riscos de contaminação do ambiente e de intoxicação de quem o manuseia. Sabe-se que a única pintura realizada foi em 2012, propõe-se que na próxima pintura geral da escola sejam utilizados produtos com baixa emissão de poluentes tais como a Tinta Mineral Natural que é uma tinta a base de terra e emulsão aquosa, sendo escolhidas jazidas certificadas com uniformidade considerável e potencial de extração por longa data, 100% ecológica e sem poluente, com várias vantagens como 15 tonalidades de cores e podendo ser aplicada em todos os tipos de superfície, sem contar sua durabilidade de repintura de 6 ou 10 anos.

Crédito 6.1 – Controle de Sistemas (Iluminação): A referida escola atende a este crédito, pois a equipe de técnicos na área de eletricidade que realizam manutenção de rotina no sistema elétrico.

Crédito 8.1 – Iluminação Natural e Paisagem (Luz do dia): A escola apresenta áreas internas bem ventiladas por meio de esquadrias que proporcionam uma iluminação e ventilação natural.

Todos os créditos analisados são representados por uma pontuação conforme Checklist, Tabela 9, apresentado:

Tabela 9: Checklist Leed School V.3

	S	?	N	Crédito	Itens	Pontos
Sustentabilidade do espaço (SS)	S			OBRIGATÓRIO 1	Prevenção da poluição da atividade da Construção	-
	S			OBRIGATÓRIO 2	Remediação das áreas contaminadas	-
	01			Crédito 1	Seleção do Terreno	1
			04	Crédito 2	Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade	4
			01	Crédito 3	Reabilitação do campo (vinculado ao item obrigatório 2)	1
	04			Crédito 4.1	Transporte Alternativo, Acesso ao Transporte público	4
			01	Crédito 4.2	Transporte Alternativo, Bicletário e Vestiário para os ocupantes	1
	02			Crédito 4.3	Transporte Alternativo, Uso de Veículos de Baixa emissão	2
	02			Crédito 4.4	Transporte Alternativo, Área de estacionamento	2
			01	Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço, Proteção e restauração do Habitat	1
	01			Crédito 5.2	Desenvolvimento do espaço, Maximizar espaços abertos	1
			01	Crédito 6.1	Projeto para águas Pluviais, Controle da quantidade	1
			01	Crédito 6.2	Projeto para águas Pluviais, Controle da quantidade	1
	01			Crédito 7.1	Redução da ilha de calor, Áreas Descobertas	1
	01			Crédito 7.2	Redução da ilha de calor, Áreas Cobertas	1
			01	Crédito 8	Redução da Poluição Luminosa	1
			01	Crédito 9	Plano Diretor do Local	1
01			Crédito 10	Uso Conjunto de Instalações	1	
13		11	Sustentabilidade do espaço (pontos estimados)			Pontos Possíveis 24
Racionalização do uso da água (WE)	S			OBRIGATÓRIO 1	Redução no Uso da Água - Redução de 20%	-
					Uso eficiente de água no paisagismo	2 a 4
	04			Crédito 1	Redução de 50%	2
			04		Uso de água não potável ou sem irrigação	4
	02			Crédito 2	Tecnologias Inovadoras para águas servidas	2
					Redução do consumo de água	2 a 4
					Redução de 30%	2
	04			Crédito 3	Redução de 35%	3
			04		Redução de 40%	4
	01			Crédito 4	Processo de redução do uso da água	1
11		00	Sustentabilidade do espaço (pontos estimados)			Pontos Possíveis 11

	S	?	N	Crédito	Itens	Pontos	
19	S			OBRIGATÓRIO 1	Comissionamento dos sistemas de energia	-	
	S			OBRIGATÓRIO 2	Performance Mínima de Energia	-	
	S			OBRIGATÓRIO 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes, Não uso de CFC's	-	
					Otimização da performance energética	1 a 19	
					12% Prédios novos ou 8% Prédios reformados	1	
					14% Prédios novos ou 10% Prédios reformados	2	
					16% Prédios novos ou 12% Prédios reformados	3	
					18% Prédios novos ou 14% Prédios reformados	4	
					20% Prédios novos ou 16% Prédios reformados	5	
					22% Prédios novos ou 18% Prédios reformados	6	
					24% Prédios novos ou 20% Prédios reformados	7	
					26% Prédios novos ou 22% Prédios reformados	8	
					28% Prédios novos ou 24% Prédios reformados	9	
					30% Prédios novos ou 26% Prédios reformados	10	
					32% Prédios novos ou 28% Prédios reformados	11	
					34% Prédios novos ou 30% Prédios reformados	12	
					36% Prédios novos ou 32% Prédios reformados	13	
					38% Prédios novos ou 34% Prédios reformados	14	
					40% Prédios novos ou 36% Prédios reformados	15	
					42% Prédios novos ou 38% Prédios reformados	16	
					44% Prédios novos ou 40% Prédios reformados	17	
					46% Prédios novos ou 42% Prédios reformados	18	
					19 48% Prédios novos ou 44% Prédios reformados	19	
	07					Geração local de energia renovável	1 a 7
						1% energia renovável	1
						23% energia renovável	2
						5% energia renovável	3
					7% energia renovável	4	
					9% energia renovável	5	
					11% energia renovável	6	
					07 13% energia renovável	7	
02			Crédito 3	Melhoria no comissionamento	2		
		01	Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	1		
02			Crédito 5	Medições e Verificações	2		
02			Crédito 6	Energia Verde	2		
32		01	Eficiência energética (pontos estimados)		Pontos Possíveis 33		

	S	?	N	Crédito	Itens	Pontos
Materiais e recursos (MR)	S			OBRIGATÓRIO 1	Depósito e Coleta de materiais recicláveis	-
			03	Crédito 1.1	Reuso do edifício, Manter Paredes, Pisos e Coberturas Existentes	1 a 2
					Reuso 75%	1
					Reuso 95%	2
			01	Crédito 1.2	Reuso do Edifício, Manter Elementos Interiores não estruturais	1
			01	Crédito 2	Gestão de Resíduos da Construção	1 a 2
					Destinar 50% para o reuso	1
					Destinar 75% para o reuso	2
	01			Crédito 3	Reuso de Materiais	1 a 2
					01 Reuso 5%	1
					Reuso 10%	2
			01	Crédito 4	Conteúdo Reciclado	1 a 2
					10% do Conteúdo	1
				20% do Conteúdo	2	
01			Crédito 5	Materiais Regionais	1 a 2	
				01 10% dos Materiais Extraído, Processado e Manufaturado Regionalmente	1	
				20% dos Materiais Extraído, Processado e Manufaturado Regionalmente	2	
		01	Crédito 6	Materiais de Rápida Renovação	1	
		01	Crédito 7	Madeira Certificada	1	
02		07	Materiais e recursos			Pontos possíveis: 13
Inovação e processo de Projeto (ID)	01			Crédito 1.1	Inovação ou performance exemplar - 50% de economia de água	1
			01	Crédito 1.2	Inovação ou performance exemplar	1
			01	Crédito 1.3	Inovação ou performance exemplar	1
			01	Crédito 1.4	Inovação ou performance exemplar	1
			01	Crédito 2	Profissional LEED	1
	01			Crédito 3	Escola como uma ferramenta de ensino	1
	02		04	Inovação e processo de projeto (pontos estimados)		
Créditos Regionais (RP)			01	Crédito 1.1	Credito Regional	1
			01	Crédito 1.2	Credito Regional	1
			01	Crédito 1.3	Credito Regional	1
			01	Crédito 1.4	Credito Regional	1
	00		04	Créditos Regionais (pontos estimados)		

	S	?	N	Crédito	Ítems	Pontos
Qualidade ambiental interna (IEQ)	S			OBRIGATÓRIO 1	O Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno	-
	S			OBRIGATÓRIO 2	Controle da fumaça do cigarro	-
	S			OBRIGATÓRIO 3	Desempenho Mínimo de acústica	-
			01	Crédito 1	Monitoração do Ar Externo	1
	01			Crédito 2	Aumento da Ventilação	1
			01	Crédito 3.1	Plano de Gestão de Qualidade do Ar, Durante a Construção	1
			01	Crédito 3.2	Plano de Gestão de Qualidade do Ar, antes da ocupação	1
	01			Crédito 4	Materiais de Baixa Emissão	1 a 4
					4.1 - Adesivos e Selantes	1
					01 4.2 - Tintas e Vernizes	1
					4.3 - Sistemas de piso	1
					4.4 - Madeiras Compostas e Produtos de Agrofibras	1
					4.5 - Móveis e mobílias	1
					4.6 - Tetos e Paredes	1
			01	Crédito 5	Controle interno de poluentes e produtos químicos	1
	01			Crédito 6.1	Controle de Sistemas, Iluminação	1
			01	Crédito 6.2	Controle de Sistemas, Conforto Térmico	1
			01	Crédito 7.1	Conforto Térmico, Projeto	1
			01	Crédito 7.2	Conforto Térmico, Verificação	1
	01			Crédito 8.1	Iluminação Natural e Paisagem, Luz do dia	1 a 3
01 75% das classes					1	
90% das classes					2	
75% de outros espaços					2 a 3	
01			Crédito 8.2	Iluminação Natural e Paisagem, Vistas	1	
		01	Crédito 9	Melhoria da performance acústica	1	
		01	Crédito 10	Prevenção de mofo	1	
05		09	Qualidade ambiental interna (pontos estimados)			Pontos possíveis: 19
S	?	N	TOTAL LEED SCHOOL V.3			
65		25	Total de pontos estimados			Pontos possíveis: 110

Fonte: Reproduzida JHE - engenharia (2013)

7.7 Otimização dos resultados

A Escola Municipal de Ensino Fundamental Olavo Bilac apresentou uma pontuação de 65 pontos recebendo a Certificação Ouro (Gold) da LEED, observa-se que as mudanças sejam efetivas é necessário investimento que resultará em uma vida útil maior para o empreendimento.

De acordo com os resultados o investimento terá um impacto positivo nas áreas de água e energia conforme podemos relacionar os custos com a cisterna, troca de equipamentos dos banheiros, troca de luminárias e energia renovável.

A cisterna foi dimensionada conforme exigências da NBR 15527/07 terá um orçamento de acordo com a Tabela 10.

Verifica-se que a cisterna implantada no local terá um custo de 1,6% do valor total da obra, diante de suas vantagens é um valor irrisório.

Atualmente a escola tem um custo mensal de água de R\$ 547,00 e com a implantação da cisterna se pode ter uma economia média de R\$ 273,00 mensal, este valor contribui significativamente para manutenção da cisterna que assim terá uma vida útil que se auto pagará, sem levar em consideração as vantagens ambientais oferecidas.

A troca das 11 torneiras convencionais utilizadas atualmente tem um custo de R\$ 857,29, sendo as mesmas substituídas por torneiras automáticas com temporizador o custo será de R\$ 1.208,90, considerando uma diferença no orçamento de R\$ 351,61.

A implantação de 08 kits conversor para válvula de descarga de 3 e 6 litros para redução da descarga atual de 9 litros, irá gerar um custos adicional ao orçamento de R\$ 1.040,00.

Pode se concluir que apenas com as novas tecnologias utilizadas nos banheiros já resultará em uma economia de 40% do consumo, com um investimento total de R\$ 1.391,61, o equivalente a 0,11% do valor total do orçamento da obra, ou seja, um valor insignificante para uma mudança tão significativa.

O consumo de energia mensal da escola é de 801 kWh gerando um valor de R\$ 906,40, mas com propostas feitas pela certificação a redução será positiva e as mudanças além de sustentáveis terá um retorno tanto de conforto do usuário como também financeiro.

Um das propostas é a troca das luminárias descritas e orçadas no projeto elétrico que totalizam um custo de R\$ 8.789,00 e uma redução significativa de energia, a troca das mesmas por luminárias de Led compatíveis em lúmen e eficiência terá um custo de R\$

10.377,53, já contemplada na nova planilha orçamentária de 2017 o aumento com luminárias foi de 18% em relação ao orçamento de 2009.

Tabela 10: Orçamentos para Captação de água da chuva

CISTERNA					
Item	Descrição	Unid.	Quant.	Pr. Unit.	Preço Total
01	Reservatório 10000 litros de PRFV para instalação enterrada	Unid.	01	-	-
02	Filtro para água de chuva – Malha filtrante >0,25mm conforme NBR 15.527.	Unid.	01	-	-
03	Freio d'água 100 mm	Unid.	01	-	-
04	Bomba Centrífuga Submersa – Potência 1,5 CV-220V monofásica	Unid.	01	-	-
05	Conjunto Flutuante 1”	Unid.	01	-	-
06	Chave boia de proteção de bomba centrífuga	Unid.	01	-	-
07	Instalações hidráulicas dos equipamentos internos da cisterna	CJ	01	-	-
08	Instalações elétricas dos equipamentos da cisterna conforme NBR 5410	CJ	01	-	-
09	Informações sobre a instalação e desenho de infraestrutura necessária	-	-	-	-
10	Abertura da vala	-	-	-	-
11	Reaterro	-	-	-	-
12	Sistema de ancoragem	-	-	-	-
TOTAL DA CISTERNA PRONTA					R\$ 16.300,00
CALHA PVC					
Item	Descrição	Unid.	Quant.	Pr. Unit.	Preço Total
13	Calha PVC 125mm – 3 metros	Peça	16	R\$ 78,65	R\$ 1.258,40
14	Suporte calha PVC	Unid.	103	R\$ 6,80	R\$ 700,40
15	Esquadro para calha PVC	Unid.	04	R\$ 31,60	R\$ 126,40
16	Bocal para calha PVC saída de 100 mm	Unid.	01	R\$ 40,90	R\$ 40,90
17	Separador de Folhas	Unid.	01	R\$ 80,00	R\$ 80,00
TOTAL DA CALHA					R\$ 2.206,10
CONEXÕES PARA ÁGUA DOS BANHEIROS					
Item	Descrição	Unid.	Quant.	Pr. Unit.	Preço Total
18	Reservatório de fibra 1000 litros	Unid.	02	R\$ 372,51	R\$ 745,02
19	Tubo PVC água 25 mm	m	10	R\$ 2,50	R\$ 25,00
20	Joelho PVC água 90° 25 mm	Unid.	03	R\$ 0,72	R\$ 2,16
21	Tee PVC água 25 mm	Unid.	01	R\$ 1,14	R\$ 1,14
22	Tubo PVC 100 mm	m	05	R\$ 7,17	R\$ 35,85
23	Joelho PVC 90° 100 mm	Unid.	04	R\$ 4,27	R\$ 17,08
24	Tee PVC 100 mm	Unid.	01	R\$ 9,40	R\$ 9,40
25	Junção PVC 100 mm	Unid.	01	R\$ 21,90	R\$ 21,90
26	Válvula de retenção 100 mm	Unid.	01	R\$ 134,99	R\$ 134,99
TOTAL DAS CONEXÕES					R\$ 1.392,54
27	Caixa inspeção 1,50 x 1,20 pronta	-	-	-	R\$ 270,76
28	Concreto Fck 25 Mpa	m ³	03	R\$ 340,00	R\$ 1.020,00
TOTAL					R\$ 21.189,40

Fonte: Autor

Outra proposta com maior custo é a implantação de painéis de placas fotovoltaicas que também contribuirá para a redução de energia, além de não poluir, ser recurso totalmente renovável, tendo um custo total médio com projeto e instalação de R\$ 36.000,00, aparentemente um custo alto para os padrões públicos, mas baixo em relação a sua vida útil de mais de 25 anos, e com uma redução considerável de quase 100% resultando somente no pagamento da taxa mensal mínima de serviço de energia elétrica no valor aproximado de R\$ 40,00, supondo que está diferença é de 866,40 na conta de energia elétrica, esta diferença será revertido para pagamento dos painéis de placas fotovoltaicas se pagaria em no máximo 4 anos, logo os valores reduzidos serão usados de forma benéfica para outros investimentos na escola.

A certificação no crédito de reuso de materiais se percebe que a escola não tem custo financeiro nenhum em suas ações para fazer a utilização de materiais recicláveis no ambiente escolar, proporcionando aos usuários, mais especificamente aos alunos, uma vivência de atitudes sustentáveis e a participação dos mesmos na criação de espaços que utilizam estes materiais como a organização da horta escolar.

Também por meio da certificação LEED contribui-se para a contemplação de um currículo com base nas características de desempenho do edifício, explorando as relações de ecologia humana, ecologia natural e do edifício, atendendo padrões curriculares, locais e estaduais.

O valor da certificação deve ser considerado no custo final, pois é necessário um o pagamento de taxas de cadastro e um profissional certificador. Para obter a certificação o custo da análise técnica necessária é apresentado no quadro 4 anteriormente.

Conforme já visto atualmente a escola teria um custo construtivo de R\$ 1.250.017,21 (Hum milhão, duzentos e cinquenta mil, dezessete reais e vinte e um centavos) para receber a certificação LEED, a escola teria que realizar um investimento de R\$ 57.542,02 o equivalente a 5% do valor atual da escola e para a parte técnica da certificação, mais um adicional de R\$ 21.927,97 uma porcentagem de 1,75% do valor atual da obra, totalizando um custo de R\$ 79.855,94, ou seja, 6,38% de acréscimo no valor total.

8 CONCLUSÃO

Na atualidade temas, como sustentabilidade, eficiência energética e meio ambiente são tão discutidos, para isso a certificação LEED surge como um norte para incentivar e orientar algumas iniciativas sustentáveis na construção civil no Brasil. A busca por soluções sustentáveis não é nenhuma novidade em questões econômicas e de eficiência, e pode-se verificar que o uso dos créditos da certificação é uma ferramenta interessante.

Sabe-se que a presença da certificação LEED, ou qualquer outra certificação, não tem o poder de resolver todos os problemas relacionados à sustentabilidade, mas serve com motivador para o desenvolvimento de processos, materiais e técnicas que visam preservar o meio ambiente.

Talvez futuramente as ações construtivas sustentáveis serão algo normal e usual, onde não mais a sustentabilidade econômica irá guiar os projetos e sim as questões ambientais, como por exemplo, bacias de duplo acionamento, torneiras com temporizadores e iluminação de LED, entre outras ações.

Pode ser verificado que a aplicação de sistema para certificação ambiental nas construções da realidade brasileira é limitada, pois as possibilidades de obter a pontuação mínima de pontos necessários para aquisição da certificação esbarram em diversas questões significativas para uma avaliação eficiente de desempenho ambiental. Ainda assim a certificação LEED pode ser considerada de grande potencial, pois privilegia uma relação próxima com as demandas de mercado e com forte benefício ambiental. A aplicabilidade da certificação pode ser evidenciada pelo fato dos objetivos do presente trabalho terem sido alcançados (pontuação necessária para a certificação).

Neste trabalho de análise conclui-se que a escola apresenta um espaço minimamente sustentável desde a sua implantação, oferecendo em seu entorno transporte público adequado, áreas abertas possibilitando o bem estar e contato constante dos usuários com o meio ambiente, ambientes internos que visam o conforto dos usuários e uso da edificação de forma comunitária.

No aspecto do uso racional da água o resultado foi surpreendente, pois o uso de água não potável para irrigação e uso nas caixas de descarga, por meio de captação da água da chuva, contribui para uma economia significativa, sem contar a aplicação de tecnologias nos banheiros como torneiras temporizadoras e descargas com duplo acionamento, estas simples e acessíveis propostas poderão gerar uma economia de mais de 40% no custo mensal da água para município.

Outra questão ambiental importante é eficiência energética, com propostas economicamente viáveis e tecnologias de fácil acesso na nossa região, às aplicações de troca de luminárias convencionais por luminárias de LED resultariam em uma economia muito positiva, mais a implantação de painéis de placa fotovoltaica a economia seria excelente de praticamente 100%, ou seja, a possibilidade do custo mensal de energia elétrica ser reduzida ao mínimo (pagamento somente da taxa mínima).

De forma geral o sistema de certificação LEED auxilia positivamente para uma análise de tecnologias e procedimentos possíveis de execução para construção e manutenção de forma sustentável. Ressalta que todas as propostas além de ser viáveis economicamente na visão de poder público, futuramente se pagam pela economia gerada, também pela maior vida útil proporcionada ao empreendimento.

A escola não somente deve ser um espaço sustentável, tem o seu papel social e pedagógico onde deve trabalhar e incentivar o pensamento sustentável, é importante que exista um envolvimento do aluno tanto no nível teórico quanto também na prática. Por isso, realizar ações sustentáveis é um bom caminho para engajar os alunos em uma mentalidade mais crítica sobre o uso dos recursos naturais e o relacionamento com o meio ambiente.

Ressalta-se que se a escola num primeiro momento não consiga recursos financeiros para pagamento da certificação, mas por meio da aplicação do checklist a mesmo tem noção dos valores envolvidos no procedimento, podendo assim realizar as mudanças e após com as economias geradas pelos novos sistemas buscar a certificação.

Por fim, analisando o potencial de impactos positivos e negativos da aplicação do sistema se tem um resultado benéfico, pois contribui de forma significativa para análise profunda a estrutura, espaço, manutenção e conforto dos usuários da escola, visando a formação de ideais mais sustentáveis que beneficiem o bem estar dos usuários e a vida útil da estrutura da escola como um todo.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. ABNT NBR ISO 14000/1996: Sistema de Gestão Ambiental – SGA.

_____. ABNT NBR ISO 14001/2004: Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação para uso.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - ASBEA. Recomendações Básicas para Projetos de Arquitetura. São Paulo, 2007.

ALDOUS, Scott. **Como funcionam as células solares.** HowStuffWorks - Como tudo funciona. 01/04/2000. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/celulassolares.htm>> . Acesso em 20 de outubro de 2017.

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. *O desafio da sustentabilidade na construção civil: Série Sustentabilidade* . 1. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

ALMEIDA, Maria F. L. *Sustentabilidade corporativa, inovação tecnológica e planejamento adaptativo: Dos princípios à ação.* 2006. 256 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Departamento de Engenharia Industrial. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2006.

ARAÚJO, V. M.; CARDOSO, F. F. *Análise dos aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras e suas correlações.* Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2010.

AKUTSU, M.; BRITO, A.C.; VITTORINO, F. Avaliação ambiental de edifícios. *Revista Técnica*, n. 133, p. 72-76, abr. 2008.

BARROS, M. C.; BASTOS, N. F. A. *Edificações Sustentáveis e Certificações Ambientais : Análise do Selo Qualiverde.* Rio de Janeiro: Universidade do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2015.

BECKER, Dinizar F. *Desenvolvimento Sustentável : necessidade e/ ou possibilidade.* 4. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002.

BELEZE, Renan Bolson. *Método para atendimento aos requisitos de implantação de uma casa sustentável com base no selo certificador referencial para casas®.* 2014. 154 f. TCC (Graduação) - Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014.

BUENO, C.; ROSSIGNOLO, J. A. Análise dos sistemas de certificação ambiental de edifícios residenciais no contexto brasileiro. *Revista de pesquisa de arquitetura e urbanismo*, n. 17, p. 6 – 22, jan. 2013.

BRASIL. Lei Federal n.º 10.295 de 17 de outubro de 2001. Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Brasília, 2001.

BRASIL, Instrução Normativa Nº 01 de 19 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela

Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. *Nosso futuro comum*: Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável. São Paulo: Gráfica, 2010. Disponível em <<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/manual-selo-casa-azul-caixa>> . Acesso em: 20 maio 2017.

CABESTRÉ, S. A.; GRAZIADE, T. M.; POLESEL FILHO, P. Comunicação Estratégica, Sustentabilidade e Responsabilidade socioambiental: um estudo destacando os aspectos teórico-conceituais e práticos. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO – INTERCOM, 2008, Natal/RN. *Anais...* Natal/RN, 200.

CAMPOS, Ivna B., Análise da Adequação de um edifício comercial a Etiqueta Procel Edifica de Eficiência Energética. 2010. 107 f. Monografia (Graduação Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará. Ceará, 2010.

CARLOS, Ana F. A. *A cidade*. São Paulo: Contexto, 1994.

CASAGRANDE JR, E. F., Inovação Tecnológica e Sustentabilidade: Possíveis Ferramentas para uma Necessária Interface. *Revista Educação & Tecnologia*, Paraná, 2004.

CARVALHO, T.S. *Gloria Palace Hotel: Um Estudo dos Aspectos de Sustentabilidade no Retrofit de um Hotel Histórico*. 2013. 158p.. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

COELHO, Laurimar. Carimbo Verde. *Revista Técnica*, n. 155, p. 32-39, Fev. 2010.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - CBCS. Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas. São Paulo, 2014.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. Posicionamento CBCS. Eficiência Energética. São Paulo, 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 307 de 05 de julho 2002. Brasília, DF, 2002.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CIC. Guia de Sustentabilidade na Construção. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.

COLE, R. J., LARSSON, N. *Green Building Challenge 2002*: GBTool User Manual. 2002.

CORRÊA, Lásaro. R. *Sustentabilidade na Construção Civil: Ênfase em Gestão e Tecnologia na Construção Civil*. 2009. 70 f. Monografia (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2009.

DEGANI, C. M. Modelo de gerenciamento da sustentabilidade de facilidades construídas. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ELETROBRAS. PROCEL EDIFICA - Eficiência Energética nas Edificações. Disponível em: < <http://www.eletronbras.com/elb/main.asp> > Acesso em 20 mai. 2017.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS - FEBRABAN. Café com Sustentabilidade: Construção Sustentável. São Paulo, 2010.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Processo AQUA. <<http://vanzolini.org.br/aqua/>>. Acesso em: 16 mai. 2017.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO – FNDE. Projeto 6 salas de aula. <<http://www.fn.de.gov.br/programas/par/eixos-de-atuacao/infraestrutura-fisica-escolar/item/5956-projeto-espaco-educativo-urbano-e-rural-6-salas>>. Acesso em 26 de agosto de 2017.

FRANCE, André L. R. *Diretrizes da Sustentabilidade nas Edificações e as Certificações*. 2013. 60 f. TCC (Graduação) - Engenharia Civil, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

GONÇALVES, J. C. S., DUARTE, D. H. S., *Arquitetura Sustentável: Uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino*. Disponível em: < www.antac.org.br >. Acesso em: 20 abr. 2017.

GONÇALVES, R L. A., *Diretrizes da sustentabilidade das edificações*. 2008. 68 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos – São Carlos, 2008.

GREBRIM, Henrique D. *O sistema LEED nas construções civil*. 2013. 56 f. TCC (Graduação) - Engenharia Ambiental, Faculdade de Planaltina, Distrito Federal, 2013.

GRILLO, J. C. S.; AMORIM, C. N. D. *Janela na Edificação: normas e indicações para projeto*. In: I Conferência Latino Americana de Construção Sustentável 10 ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. CLACS ENTAC 04, 2004.

INMETRO. Etiqueta de Eficiência Energética de Edificações, 2008. Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br> > . Acesso em: 05 mai. 2017.

INMETRO. Manual para Aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C, 2008. Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br> > . Acesso em: 05 mai. 2017.

INMETRO. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética, 2008. Disponível em: < <http://www.procelinfo.com.br> >. Acesso em: 08 mai. 2017.

JOHN, V.M.J. *Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.

LEITE, Vinicius Fares. *Certificação ambiental na construção civil: sistemas LEED e AQUA*. 2011. 59 f. Monografia (Graduação) - Escola de engenharia de UFMG, Belo Horizonte, 2011.

MOTTA, S.R.F.; AGUILAR, M.T.P. Sustentabilidade e Processos de Projetos de Edificações. *Gestão & tecnologia de Projetos*, v. 4, n. 1, p. 84 – 119, mai. 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/viewFile/50953/55034>> . Acesso em: 05 abr. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU.
<<https://nacoesunidas.org/agencia/onuhabitat>> . Acesso em: 15 mar. 2017.

PEDIGRER, Paula W., *Avaliação do Grau de Sustentabilidade de um Condomínio Residencial*. 2008. 136 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008.

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

RESENDE, Fernando. *Poluição atmosférica por emissão de material particulado: avaliação e controle nos canteiros de obras de edifícios* . São Paulo: Revisada, 2007.

ROCHA, Jefferson M. *Sustentabilidade em questões: Economia, Sociedade e meio Ambiente*. Jundiaí: Paco Editorial, 2011.

SANTOS, M.B. *Estratégias de Implantação de Sustentabilidade no Uso e Manutenção de Edificações Residenciais Existentes*. 2009. 59p.. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SERRA, Geraldo G., Sustentabilidade. *Téchne*,, Paraná, n. 133, p. 11-11, abril 2008.

SILVA, Vanessa G. *Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica*. 2003. 210 f. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, V. G. Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. *Revista Ambiente Construído* , n.7, p.47-66, 2007.

VALENTE, Josie Pingret. *Certificações na Construção Civil: Comparativo entre LEED e HQE*. 2009. 71 f. Monografia (Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

VEIGA, José. E. *Desenvolvimento Sustentável: Desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

TAVARES, S. A. *Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras*. 2006. 225 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de Santa Catarina, Santa Catarina, 2006.

TRIANA, Maria Andrea; LAMBERTS, Roberto; RUTTKAY, Oscar e outros. *Certificação LEED como Norteador do Processo de Projeto para um Edifício Comercial em*

Florianópolis, Brasil. Comunicação Técnica. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 2006, 23 a 25 de agosto, Florianópolis, SC, Brasil.

ZANGALLI JR, Paulo C. *Sustentabilidade Urbana e as Certificações Ambientais*. 2012. 56 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Engenharia Ambiental, FCT/UNIESP, 2012.

ANEXO A – Layout Geral

ANEXO B – Planilha Orçamentária 2009

ANEXO C – Checklist LEED Escola

ANEXO D – Relatório de Visita

ANEXO E – Planilha Orçamentária 2017

ANEXO F – Relatório de Vistoria do Terreno

ANEXO G – Planta Baixa do Estacionamento para Deficiente Físico

ANEXO H – Planta Baixa da Cisterna

ANEXO I – Corte Cisterna