

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
NÍVEL MESTRADO**

TIAGO BITELO DA SILVA

**Diretrizes para certificação LEED: o estudo de caso da Escola SESI de Ensino
Médio**

**SÃO LEOPOLDO
2016**

Tiago Bitelo da Silva

Diretrizes para certificação LEED: o estudo de caso da Escola SESI de Ensino
Médio

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em arquitetura e urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador(a): Prof. Dr. Daniel Reis Medeiros

São Leopoldo

2016

S586d	<p>Silva, Tiago Bitelo da Diretrizes para certificação LEED : o estudo de caso da Escola SESI de Ensino Médio / por Tiago Bitelo da Silva– 2016. 130 f. : il. ; 30 cm.</p> <p>Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Leopoldo, RS, 2016.</p> <p>“Orientação: Prof. Dr. Daniel Reis Medeiros.”</p> <p>1. Leadership in energy and environmental design (LEED). 2. Construção civil . 3. Certificação ambiental de edifícios. 4. Arquitetura escolar. 5. Projeto sustentável. I. Título.</p> <p>CDU: 72.011.183</p>
-------	--

Catálogo na Publicação:
Bibliotecário Alessandro Dietrich - CRB 10/2338

Tiago Bitelo da Silva

Diretrizes para certificação LEED: o estudo de caso da Escola SESI de Ensino
Médio

Dissertação apresentada como requisito
parcial para a obtenção do título de Mestre
Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da Universidade
do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Aprovado em 25 de Novembro de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Reis Medeiros – UNISINOS

Prof. Dr. André de Souza Silva – UNISINOS

Prof. Dr. Mário dos Santos Ferreira – PUCRS

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Paulo e Antoninha, pelo incondicional apoio à minha formação.

À gestora da Gestão de Engenharia do Sistema FIERGS, engenheira Helen de Oliveira Machado Bandeira, por acreditar no potencial das pessoas e viabilizar conquistas como esta.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Daniel Reis Medeiros, por todo o aprendizado proporcionado em suas disciplinas do programa do Mestrado e pelo apoio na concretização deste importante passo em minha carreira profissional.

RESUMO

A sustentabilidade na construção civil ganha importância com o avanço da degradação ambiental e a necessidade premente em se otimizar recursos. Sendo este um dos setores cujo impacto no meio ambiente é dos mais significativos, prover ações que reduzam o consumo de materiais e aumentem a eficiência energética das construções tornou-se uma importante diretriz na concepção de empreendimentos. Para ratificar as ações sustentáveis empregadas, surgiram as certificações ambientais, em uma abordagem na qual pode-se, de certa forma, pontuar o quanto um edifício é sustentável. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral estabelecer diretrizes de projeto para a certificação ambiental de edifícios LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) na categoria Schools de um edifício de uso educacional, através do estudo de caso da escola SESI de Ensino Médio, a ser construída na cidade de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul. Através da aplicação do *check-list* do LEED *for Schools*, foram identificados quais os critérios são atendidos pelo referido estudo de caso e quais deveriam ser contemplados, para viabilizar a certificação do empreendimento. Ao final do trabalho são apresentadas diretrizes de projeto a serem seguidas, conforme os níveis de certificação do LEED e um guia para certificação de outros empreendimentos educacionais. A análise deste estudo de caso demonstra a necessidade de adaptação dos projetos à normas técnicas norte-americanas e a importância da relação entre o projeto e a vizinhança onde é inserido, a necessidade de busca de materiais com certificado de origem e o atendimento a níveis de desempenho energético. Tais fatos demonstram que a busca pela certificação traz modificações de grande impacto nos projetos de instalações principalmente e a localização do empreendimento pode contribuir significativamente para sua viabilização.

Palavras-chave: LEED; Construção civil; Certificação ambiental de edifícios; Arquitetura escolar; Projeto sustentável

ABSTRACT

Sustainability in construction has a lot of importance with the advancement of environmental degradation and the urgent necessity to optimize resources. This is being one of the sectors which impact on the environment is the most significant, and provide actions that reduce material consumption and increase energy efficiency of buildings has become an important guideline in designing projects. To ratify the sustainable actions employed, there were the environmental certifications, in an approach which can, in a way, quantify how much is a building sustainable. This study has the general objective to establish design guidelines for LEED certification in the Schools category, through the case study of SESI's High School project, to be built in the city of São Leopoldo, Rio Grande do Sul. By applying the check-list of LEED for Schools, the criteria already attended by the project have been identified and also the ones that should be attended. At the end of this work design guidelines are described, according to the certification levels of LEED. The analysis of this case study demonstrates the need to adapt the project to the US technical standards and the importance of the relationship between the project and the neighborhood where it is inserted, the use of certified materials and the attendance to high performance levels of energy efficiency. These facts demonstrate that the quest for certification brings great impact of changes in the projects and that the location of the project can contribute significantly to it's viability .

Key-words: LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Construction. Environmental certification of buildings. Scholar architecture. Sustainable design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Detalhe do CIEP	20
Figura 2 - Estrutura pré-moldada em fabricação	21
Figura 3 - Escola Céu Pimentas (vista lateral)	22
Figura 4 - Escola Céu Pimentas (vista frontal)	22
Figura 5 - Escola Bairro da Luz	24
Figura 7 - Circulação interna no Hospital Sarah Kubitschek em Salvador	30
Figura 11 - Etapas da pesquisa.....	46
Figura 9 - Escola SESI de Ensino Médio	47
Figura 10 - Implantação	49
Figura 11 - Planta baixa pavimento térreo	50
Figura 12 - Planta baixa segundo pavimento	50
Figura 13 - Cortes longitudinais.....	51
Figura 14 - Cortes transversais	51
Figura 15 - Fachadas Leste / Oeste	52
Figura 16 - Fachadas Norte / Sul	52
Figura 17 – Guia de projetos - Capa	108
Figura 18 - Guia de projetos – Introdução	108
Figura 19 - Guia de projetos – Localização	109
Figura 20 - Guia de projetos – Localização	109
Figura 21 - Guia de projetos - Arquitetônico.....	110
Figura 22 - Guia de projetos - Arquitetônico.....	110
Figura 23 - Guia de projetos - Arquitetônico.....	111
Figura 24 - Guia de projetos - Hidrossanitário.....	111
Figura 25 - Guia de projetos – Hidrossanitário	112
Figura 26 - Guia de projetos – Climatização	112
Figura 27 - Guia de projetos – Climatização	113
Figura 28 - Guia de projetos – Climatização	113
Figura 29 - Guia de projetos - Instalações elétricas	114
Figura 30 - Guia de projetos - Instalações elétricas	114
Figura 31 - Guia de projetos - Materiais	115
Figura 32 - Guia de projetos – Canteiro de obras	115
Figura 33 - Guia de projetos - Canteiro de obras	116

Figura 34 - Guia de projetos - Operação da escola.....	116
Figura 35 - Guia de projetos - Check-list.....	117
Figura 36 - Guia de projetos - Check-list.....	117
Figura 37 - Guia de projetos - Check-list.....	118
Figura 38 - Guia de projetos - Check-list.....	118
Figura 39 - Guia de projetos - Check-list.....	119
Figura 40 - Guia de projetos - Check-list.....	119
Figura 41 - Guia de projetos - Check-list.....	120
Figura 42 - Guia de projetos - Check-list.....	120
Figura 43 - Guia de projetos - Check-list.....	121
Figura 44 - Guia de projetos - Check-list.....	121
Figura 45 - Guia de projetos - Check-list.....	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Questões sobre estudos de caso.....	46
Tabela 2 - Processo integrado	53
Tabela 3 - Localização e transportes	54
Tabela 4 - Terrenos sustentáveis.....	58
Tabela 5 - Eficiência hídrica	64
Tabela 6 - Uso da água interior.....	65
Tabela 7 - Redução do uso de água do interior	66
Tabela 8 - Cálculo do uso de água do interior.....	66
Tabela 9 - Energia e atmosfera.....	68
Tabela 10 - Materiais e recursos.....	73
Tabela 11 - Qualidade do ambiente interno	77
Tabela 12 – Inovação.....	82
Tabela 13 - Prioridade regional	83
Tabela 14 - Proposta de pontuação nível certificado	88
Tabela 15 - Proposta de pontuação nível prata.....	90
Tabela 16 - Proposta de pontuação nível ouro.....	92
Tabela 17 - Proposta de pontuação nível platina	94
Tabela 18 – Lista de verificação de projeto.....	101

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Registros por categoria LEED no Brasil	38
Gráfico 2 - Registros e certificados LEED no Brasil	39
Gráfico 3 - Pontuação atingida	83
Gráfico 4 - Nível Certificado	97
Gráfico 5 - Nível Prata	98
Gráfico 6 - Nível Ouro	98
Gráfico 7 - Nível Platina	99

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	American National Standards Institute
AQUA	Alta qualidade ambiental
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
BRT	Bus Rapid Transit
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
CFC	Clorofluorcarbono
CIEP's	Centros Integrados de Educação Pública
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP	Coefficient Of Performance
COV	Composto Volátil Orgânico
CR	Crédito
DOE	United States Department of Energy
EPA	United States Environmental Protection Agency
EUA	Estados Unidos da América
FDE	Fundação de Desenvolvimento da Educação
FIERGS	Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul
FSC	Conselho de manejo florestal
GBC	Green Building Council Brasil
BRASIL	
HK-	Hong Kong Building Environmental Assessment Method
BEAM	
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America
ISO	International Organization for Standardization
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design

LEED AP	Leadership in Energy and Environmental Design Accredited Professional
LEED CI	Leadership in Energy and Environmental Design for Commercial Interiors
LEED CS	Leadership in Energy and Environmental Design for Core & Shell
LEED EB	Leadership in Energy and Environmental Design for existing Buildings
OM	Operation and Maintenance
LEED NC	Leadership in Energy and Environmental Design for New Construction
LEED ND	Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood development
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
SESI	Serviço Social da Indústria
SRI	Índice de refletância solar
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
USGBC	United States Green Building Council

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Definição do Tema ou Problema	15
1.2 Delimitações do Trabalho	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo Geral	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.4 Justificativa	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 A arquitetura escolar	19
2.2 A sustentabilidade na construção civil e as ferramentas certificadoras	26
2.3 Os <i>green buildings</i> e a certificação LEED	34
3 METODOLOGIA	45
3.1 Estratégias de pesquisa	45
3.2 Etapas da pesquisa	46
3.2.1 Primeira etapa – análise projeto referencial	47
Apresentação do projeto referencial.....	47
Diagnóstico e alterações necessárias para certificação	47
3.2.2 Segunda etapa – diretrizes para projeto certificado	48
4 ESTUDO DE CASO	49
4.1 Apresentação do projeto	49
4.2 Análise do projeto quanto aos requisitos LEED for Schools	52
4.2.1 Processo integrado	53
Crédito: Processo Integrado	53
4.2.2 Localização e transportes.....	53
4.2.3 Terrenos sustentáveis	58
4.2.4 Eficiência hídrica	63
4.2.5 Energia e atmosfera	68
4.2.6 Materiais e recursos	73
4.2.7 Qualidade do ambiente interno	76
4.2.8 Inovação.....	82
4.2.9 Prioridade regional	82
4.3 Levantamento analítico	83

5 DIRETRIZES GERAIS PARA CERTIFICAÇÃO LEED DE NOVOS PROJETOS	.88
5.1 Níveis de certificação LEED	88
5.1.1 LEED Nível Certificado	88
5.1.2 LEED Nível Prata	90
5.1.3 LEED Nível Ouro	92
5.1.4 LEED Nível Platina	94
5.2 Distribuição dos pontos	96
5.3 DIRETRIZES DE PROJETO PARA CERTIFICAÇÃO	100
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	126
REFERÊNCIAS	127

1 INTRODUÇÃO

O uso eficiente dos recursos naturais é fundamental para garantir a vida das gerações futuras. O meio ambiente em degradação e o esgotamento dos recursos são em grande parte consequências dos atuais processos utilizados na construção civil e na operação de edifícios, onde há grande consumo de energia.

O meio ambiente propicia as condições de vida no planeta (AMARAL, 2013) e é do meio natural de onde são extraídas as matérias-primas utilizadas na indústria. Sendo os recursos naturais finitos, surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável, preconizando atender as necessidades atuais da humanidade sem comprometer a disponibilidade de recursos para as gerações futuras. Na busca pela racionalização dos recursos naturais ocorreram diversas frentes que buscaram reconhecer quais seriam os responsáveis pela degradação ambiental, sendo a construção civil apontada como uma das maiores consumidoras de recursos e geradora de resíduos.

Os chamados *green buildings* (BARROS, 2012) e a arquitetura sustentável são então temas de pauta recorrente no cenário atual da construção civil. Nestas áreas têm ocorrido diversas pesquisas e produção de informações, objetivando o desenvolvimento de novos produtos, a certificação de edifícios e acrescentar valor agregado aos espaços já estabelecidos. Na construção civil (AMARAL, 2013) surgiram diversas estratégias com viés sustentável, que abrangem desde a concepção do projeto, a construção em si e a fase de pós-ocupação com a operação e a manutenção dos empreendimentos.

A fim de validar as ações sustentáveis em uma construção, as certificações surgem como uma ferramenta avaliadora do desempenho ambiental (BARROS, 2012) e trazem uma mudança na forma em que o projeto é concebido e na execução da obra, pois age nos métodos, materiais e processos envolvidos na construção de um edifício.

1.1 Definição do Tema ou Problema

O desenvolvimento sustentável vem da necessidade em atender as demandas do presente sem comprometer os recursos disponíveis para as gerações futuras. A construção e operação de edifícios pode ser caracterizada como uma das atividades

mais agressivas e consumidoras de recursos da atualidade, aliada à crescente urbanização da população mundial.

A certificação de edifícios é uma ferramenta utilizada e difundida na indústria da construção civil para tornar o processo de construção e operação das edificações mais eficientes, com a redução do consumo de recursos. Estas atestam o atendimento destas edificações a critérios condicionantes, onde há a garantia pelo órgão certificador de que aquela construção causa baixo impacto ao meio ambiente.

A certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), de origem norte-americana é baseada em especificações de desempenho, tomando por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de organismos normativos.

A partir da opção por parte do empreendedor ou proprietário em construir um edifício certificado há a necessidade de uma análise dos impactos na qualidade arquitetônica e nos recursos econômicos envolvidos para a obtenção da certificação, pois estes são fatores importantes tomada de decisão.

Esta pesquisa terá como delimitação dentro deste tema a análise do projeto da Escola SESI de Ensino Médio. Trata-se de um empreendimento educacional cujo projeto arquitetônico foi concebido pela Gestão de Engenharia do Sistema FIERGS. Este projeto foi criado de forma a ser implantado de forma padronizada em diversas cidades do Rio Grande do Sul, estando em construção as primeiras unidades nas cidades de Montenegro e Gravataí.

Após um breve referencial teórico a respeito da arquitetura escolar, a arquitetura sustentável e as ferramentas utilizadas para o mercado na certificação de edifícios, será analisado o Guia de Referência LEED em sua versão 4 e sua aplicabilidade no projeto objeto deste estudo. Serão analisados os impactos destes critérios na concepção do projeto de arquitetura e instalações

1.2 Delimitações do Trabalho

O referido projeto será abordado como objeto de estudo para o entendimento de como os critérios estabelecidos pela Certificação LEED podem ser atendidos, conforme suas categorias Certificado, Prata, Ouro e Platina.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Estabelecer diretrizes de projeto para a certificação LEED da Escola SESI de Ensino Médio de modo a trazer ao conhecimento de projetistas os impactos da certificação nos projetos de arquitetura e complementares.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) identificar os critérios atualmente atendidos pelo projeto e os critérios que podem vir a ser atendidos;
- b) estabelecer possíveis cenários de certificação, conforme os níveis estabelecidos na certificação LEED.
- c) elaborar um caderno de diretrizes de projeto a serem contempladas para a certificação do objeto de estudo.

1.4 Justificativa

A construção de edifícios energeticamente eficientes é uma tendência vinda desta necessidade em se poupar recursos e reduzir os impactos na ocupação urbana no meio natural. As certificações ambientais destes empreendimentos são tidas como uma garantia de que um empreendimento foi concebido e construído através de preceitos que reduziram seu impacto sobre o meio ambiente durante sua obra e posterior operação.

Os edifícios educacionais construídos pelo SESI do Rio Grande do Sul possuem hoje como premissa a concepção de projetos com baixo custo de implantação com o uso de alguns critérios ambientais, sem objetivar certificações.

A entidade já possui como diretriz em suas obras o investimento em itens como:

- Reaproveitamento da água da chuva em sanitários e áreas externas;
- Torneiras com baixo consumo de água;
- Telhados termicamente isolantes;
- Pavimentações permeáveis;
- Luminárias de baixo consumo.

Sendo as obras do SESI de caráter educacional, optou-se pela certificação LEED *for Schools* que possui abordagem específica para a finalidade a qual se aplicam suas construções.

A análise da certificação de um empreendimento educacional traz a oportunidade do conhecimento dos impactos trazidos pelos critérios ambientais, seja do ponto de vista projetual ou econômico para a construção de escolas certificadas. Um maior conhecimento sobre o tema propicia maior facilidade por parte de empreendedores a realizarem estudos de viabilidade para a construção de edifícios verdes, trazendo a oportunidade de um aumento do número deste tipo de empreendimento e reduzindo conseqüentemente o consumo de recursos naturais.

Boeri e Longo (2013) em seu estudo sobre diretrizes de projetos para escolas sustentáveis, trazem a informação de que espaços educacionais altamente confortáveis e agradáveis, em edifícios com um caráter distintivo, com uma identidade reconhecível e elevados padrões de sustentabilidade, podem contribuir positivamente para a formação de espírito público e consciência ambiental de seus usuários e das comunidades locais onde estes são localizados.

As instituições educacionais agem diretamente na formação do indivíduo e tornam-se veículos disseminadores do conhecimento. A arquitetura educacional pode influenciar seus usuários positivamente quanto a boas práticas sustentáveis, tendo este trabalho o intuito de contribuir para este processo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A arquitetura escolar

Kowaltowski (2011) observa que projetar o ambiente de ensino é uma tarefa complexa e que deve ser o resultado de troca de ideias entre diversos âmbitos do conhecimento para que se obtenha um bom resultado. A arquitetura escolar traz a necessidade da reflexão a respeito dos aspectos técnicos inerentes ao projeto aliados aos reflexos desta tipologia à proposta pedagógica a ser adotada pela instituição de ensino.

Frago e Escolano (1998) trazem o conceito de que a arquitetura escolar institui uma concepção de valores voltados para a ordem, disciplina e vigilância. Estes valores são interpretados, conforme os autores, em marcos para a aprendizagem social e motora, além de uma abordagem que envolve questões estéticas, culturais e ideológicas. O espaço educacional refletiu, ao longo do tempo, as inovações pedagógicas das mais diversas linhas de ensino em suas concepções gerais e em seus aspectos mais técnicos, trazendo a necessidade de uma análise deste espaço como um ambiente que expressa, além de sua materialidade, determinados discursos. Por tratar-se de espaço que age como mediador cultural na formação do indivíduo, a escola torna-se um elemento significativo do currículo, traduzindo o espaço em si como uma forma de experiência e aprendizagem.

O arquiteto ao definir os espaços de um ambiente escolar (KOWALTOWSKI, 2011) deve ter pleno domínio sobre os aspectos pedagógicos, pois a concepção do projeto arquitetônico pode influenciar no conceito de ensino a ser aplicado na escola.

A arquitetura escolar é interpretada como um programa educador (FRAGO e ESCOLANO, 1998), sendo um elemento invisível do currículo, apesar de o espaço em si ser algo explícito e material. A criança ao frequentar a edificação educacional internaliza e aprende com as relações deste espaço, com os traçados arquitetônicos do edifício, pois a estética do ambiente escolar responde a padrões culturais e pedagógicos.

Nos países em desenvolvimento (KOWALTOWSKI, 2011) a concepção projetual das escolas é diretamente influenciada pelas condições políticas e socioeconômicas, não devendo ser esquecidos preceitos básicos para um bom projeto a fim de proporcionar um ambiente de qualidade para a aprendizagem.

Durante a década de 80 foram implementados no Estado do Rio de Janeiro os Centros Integrados de Educação Pública, os chamados “CIEP’s, projeto concebido por Oscar Niemeyer (MIGNOT 2001). Este projeto padrão trouxe uma concepção alinhada entre a arquitetura e o ideal pedagógico da escola, com o conceito da educação em turno integral e da “escola-casa”. Através de linhas arrojadas e uma arquitetura diferenciada, as comunidades onde o projeto era inserido tinham a percepção de que ali a criança era a prioridade.

Figura 1 - Detalhe do CIEP



Fonte: Archdaily¹

Mignot (2001) nomeia os CIEP’s como emblemáticos, pois sua arquitetura diferenciada trouxe identidade à escola pública, contrastando com a tipologia escolar produzida até então. Foram concebidos em um contexto de abandono do ensino público, logo após o fim do período da ditadura militar. O projeto arquitetônico expressava a priorização do processo de aprendizagem e ia além, ao favorecer em um programa composto por salas de aula, salas de leitura, gabinetes médicos e odontológicos, refeitórios e quadras de esporte, um conceito de que a boa escola era

¹ Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/01-32045/passarela-professor-darcy-ribeiro-sambodromo-do-rio-de-janeiro-oscar-niemeyer/32045_32191>. Acesso em: 12/07/2015

protetora da infância e da sociedade. Conforme Mignot (2001) ocorreram diversas correntes a favor e contra este projeto, concebido em estrutura de concreto pré-fabricada, no intuito de reduzir custos de implantação.

Figura 2 - Estrutura pré-moldada em fabricação



Fonte: Archdaily²

A FDE (Fundação de Desenvolvimento da Educação) foi criada em 1987 e é o agente público responsável pela gestão das escolas do estado de São Paulo. Este órgão passou a adotar medidas consideradas sustentáveis nos projetos de novas escolas (PANOBIANCO, 2014), com o estabelecimento de diretrizes que considerassem as condições climáticas e topográficas dos locais de implantação, além do incentivo ao uso de mão de obra e materiais locais. Nos anos 2000 a FDE passa a utilizar estruturas em concreto pré-moldado visando maior qualidade e rapidez, aliado a um menor custo.

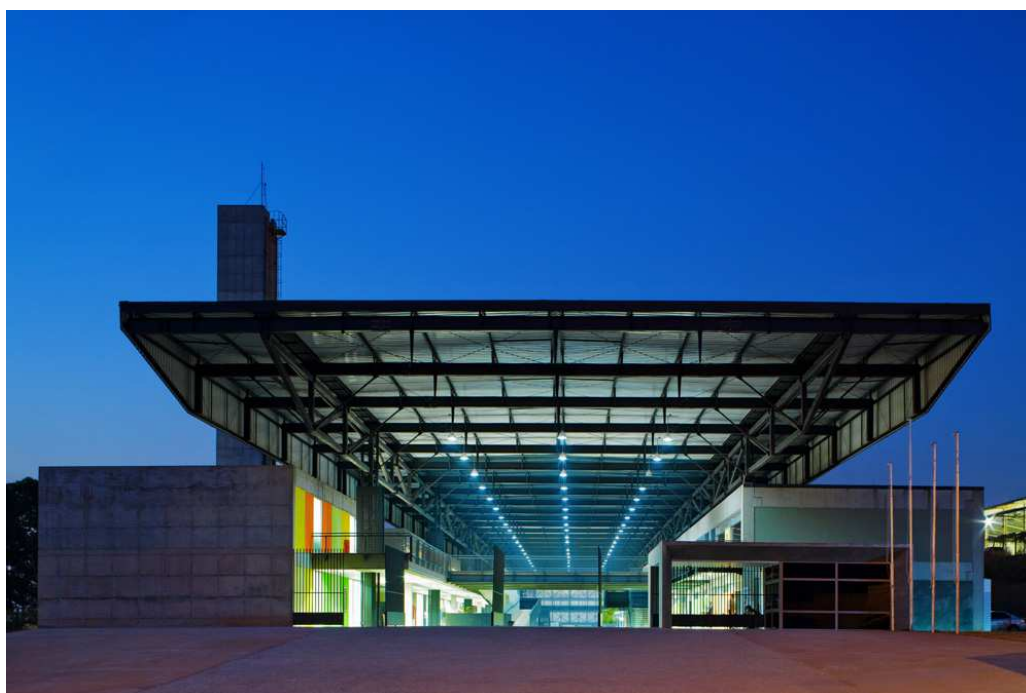
Para viabilizar o atendimento de diversos critérios de projeto e gestão nas escolas, a FDE criou diversos catálogos técnicos orientativos a projetistas, gestores e público em geral.

² Disponível em: http://pdt12.locaweb.com.br/images/cieps_arq2.jpg; Acesso em: 12/07/2015.

Figura 3 - Escola Céu Pimentas (vista lateral)

Fonte: Archdaily³

Figura 4 - Escola Céu Pimentas (vista frontal)

Fonte: Archdaily³

Azevedo (2002) ressalta que após a vivência nos ambientes familiares, é na escola que a criança é inserida em uma experiência coletiva. Neste contexto a

³ Disponível em <http://www.archdaily.com.br/br/01-26029/ceu-pimentas-biselli-mais-katchborian-arquitetos>; Acesso em 09/06/2016.

experiência espacial é de suma importância para o desenvolvimento de sua inteligência. Assumindo a importância e a complexidade que a concepção do edifício escolar possuem, percebe-se que a dinâmica presente nestes espaços é pouco conhecida pelos profissionais da área da engenharia e arquitetura, resultando em espaços inadequados para a proposta pedagógica pretendida. Esta desconexão traz a necessidade de uma nova abordagem que reconheça a multidisciplinaridade e a abrangência dos ambientes escolares.

Em seu estudo para a construção de um modelo conceitual de edificação escolar, Azevedo (2002), cita a importância em se oferecer no ambiente escolar boas condições ambientais a fim de fortalecer a relação pessoas-ambiente, com o uso de isolamento de fontes poluidoras, proteção contra ruídos externos e a implantação concebida a partir da orientação solar e direção dos ventos mais favoráveis. Também é citada a questão da relação do edifício com a topografia existente, onde deve-se minimizar as interferências na configuração natural do terreno e no manejo de espécies vegetais nativas.

Kowaltowski (2011) versa sobre a necessidade da humanização do espaço escolar, ressaltando a importância da adequação com a escala humana. A disposição do mobiliário, a ser feita de modo a incentivar o convívio entre os usuários e sua interação com o ambiente e uma síntese entre materiais, cores e elementos construtivos devem ser favoráveis ao propósito de um ambiente integrador.

Através de parâmetros projetuais, que buscam a relação entre o homem, o ambiente construído e o ambiente natural, vem à tona o conceito de sustentabilidade aplicado ao edifício escolar. Azevedo (2002) cita que estas questões devem ser tratadas desde o início do processo, ainda na fase de concepção projetual, visando a obtenção de uma arquitetura de alta qualidade ambiental. O edifício também deve promover a eficiência energética, o conforto ambiental e a proteção ao meio-ambiente, sendo utilizadas como estratégias para tal uma concepção arquitetônica que contemple uma adequação regional climática no local a ser inserido. Ao tirar partido de materiais e acabamentos adequados, dispositivos de sombreamento, sistemas eficientes de iluminação natural e artificial, entre outros, esta conexão entre o homem e os ambientes natural e construído pode ocorrer de forma mais adequada.

Azevedo (2002) relaciona o desempenho de alunos e professores ao conforto térmico e visual das edificações, já que ambientes com ventilação inadequada, por exemplo, podem reduzir a atenção do aluno, limitando sua produtividade. O

desempenho térmico da edificação é resultado de diversos fatores de projeto, como, por exemplo, a solução adotada para fechamentos laterais e verticais, a concepção de fachadas e esquadrias e o padrão construtivo adotado. O uso da luz natural é diretamente relacionado ao conforto visual, sendo também fator importante na redução do consumo energético da construção e contribuindo para o aprendizado, pois realça as cores e a aparência dos objetos.

A relação entre o ambiente e o comportamento do usuário (KOWALTOWSKI 2011) pode ser inclusive relacionada ao vandalismo, onde ambientes menos humanizados tendem a ser mais depredados por seus usuários. Ambientes sem iluminação natural, presença de grades, pouca variedade de formas e cores, poucas aberturas para o exterior, entre outros fatores, afastam a arquitetura da escala humana. Onde há uso de elementos que tragam o ambiente para uma percepção mais adequada em termos de escala, a satisfação dos usuários tende a ser maior, favorecendo um comportamento social adequado nestes locais.

No âmbito da sustentabilidade a FDE conquistou em 2010 a Certificação AQUA (Alta qualidade ambiental) em três escolas: Ilha da Juventude, Bairro da Luz e Escola Jaguaré (PANOBIANCO, 2014). Estas foram as primeiras escolas públicas do Brasil a receberem esta certificação.

Figura 5 - Escola Bairro da Luz



Fonte: Piniweb⁴

Nos projetos de novas escolas ou reformas, conforme o Relatório de Gestão dos anos 2007-2010 da FDE (FDE, 2010, apud PANOBIANCO, 2014) são estabelecidas ações que visam a sustentabilidade no uso racional da água, eficiência

⁴ Disponível em <http://piniweb.pini.com.br/construcao/sustentabilidade/escolas-publicas-em-sao-paulo-recebem-selo-de-sustentabilidade-187300-1.aspx>; Acesso em 09/06/2016.

energética e outras ações relacionadas ao contexto da arquitetura escolar, conforme listado abaixo (FDE, 2010, página 121):

- Instalação de bacias sanitárias com volume de descarga reduzido (até 6 litros por descarga);
- Adoção de torneiras de fechamento automático para lavatórios e bebedouros;
- Incorporação das válvulas de fechamento automático nos mictórios;
- Uso de torneiras com arejador nas pias;
- Utilização de torneiras de jardim e de lavagem com dispositivos para uso restrito;
- Uso de dispositivos restritores de vazão de água no sistema hidráulico;
- Implantação de reservatórios para retenção das águas de chuva com o objetivo de promover seu gerenciamento e contribuir para a absorção da água nos terrenos, evitando enchentes;
- Armazenagem e reaproveitamento de águas pluviais na descarga de bacias sanitárias, economizando assim o consumo da água potável do sistema de abastecimento público. Estima-se uma economia de 180 m³ de consumo de água, ao mês, para um prédio com área de aproximadamente 2.000 m² de cobertura, com retorno do investimento na implantação do sistema no período de 18 a 24 meses;
- Proibição da utilização de madeira de espécies escassas ou ameaçadas na construção de escolas, abrangendo insumos, componentes e serviços em que a matéria é empregada;
- Banimento do uso de materiais cuja matéria-prima é o amianto;
- Adoção de lâmpadas de alto rendimento e com menor teor de mercúrio, de luminárias eficientes e de reatores de alto fator de potência;
- Uso de caixas de transporte para o descarte de lâmpadas, para posterior descontaminação;
- Uso de energia solar para aquecimento de água;
- Instalação de bicicletários nas escolas novas;
- Revisão de procedimentos para avaliação e seleção de insumos para mobiliário, considerando o ciclo de vida, o aporte energético na fabricação e a reinserção da matéria-prima após sua utilização. Isso induz a indústria ao uso de materiais e procedimentos sustentáveis, considerando os grandes volumes das compras públicas e a melhoria continuada nos processos de aquisição e fabricação de equipamentos escolares;
- Adoção de estruturas pré-fabricadas nas obras, o que garante economia de recursos, já que o uso dessas composições reduz a utilização de formas, escoramentos e cimbramentos. Garante que haja organização nos canteiros de obras e evita o desperdício;
- Para a gestão dos resíduos das obras, foi criado o Manual para gestão ambiental de resíduos de construções escolares, que orienta o correto descarte do entulho e do lixo resultante das construções;
- Implantação de coleta seletiva e um sistema de gestão de resíduos da construção civil.

A partir de estratégias ambientais aplicadas ao projeto da arquitetura escolar (AZEVEDO, 2002), os estudantes podem compreender melhor o impacto das atividades humanas sobre o meio ambiente, sendo que as condições naturais utilizadas no edifício (ventilação e iluminação natural, sistemas alternativos de energia) tornarão a arquitetura um instrumento pedagógico, fortalecendo a consciência ecológica em seus usuários.

2.2 A sustentabilidade na construção civil e as ferramentas certificadoras

O desenvolvimento da humanidade se baseia em um consumo cada vez maior de recursos naturais, gerando degradação e poluição ambiental. As limitações na quantidade de recursos e as mudanças ambientais e climáticas já perceptíveis mostram que este quadro é insustentável (MOTTA, AGUILAR, 2009).

Estima-se que as cidades utilizam mais de 50% das fontes mundiais de energia, sendo o setor da construção civil responsável pelo consumo de 40% dos recursos naturais, 40% da energia e 40% das emissões poluentes (MOTTA, AGUILAR, 2009). Entende-se que a partir deste cenário a busca por um modo de vida sustentável é cada vez mais presente na sociedade, incluindo-se nesta busca a indústria da construção civil.

Nos países em subdesenvolvidos ou em desenvolvimento o quadro é agravado pela alta taxa de urbanização nestes locais, com o aumento da população e o crescimento econômico (CSILLAG, 2007).

Uma das primeiras definições de desenvolvimento sustentável foi divulgada pelo *Brundtland Report* no ano de 1987, onde afirmou-se que o desenvolvimento sustentável é aquele no qual as demandas por recursos do presente são atendidas, sem comprometer o acesso das gerações futuras a estes recursos (GONÇALVEZ, DUARTE, 2006). O tema teve continuidade nas décadas seguintes através de conferências de âmbito mundial como a Rio'92 no Rio de Janeiro em 1992 e a Rio+10 em Johannesburgo, em 2002.

O conceito da construção sustentável teve inicialmente foco na concepção de edifícios energeticamente mais eficientes, necessidade esta advinda da crise do petróleo nos anos 70. Araújo (2008) cita que, com o passar do tempo, as necessidades foram sendo modificadas e o conceito da sustentabilidade na construção passou a abranger outras diretrizes, tais como o entulho gerado nas obras, uso racional da água, os resíduos gerados na operação dos edifícios e as emissões de CO₂ envolvidas em todo o processo.

O desenvolvimento da construção civil no Brasil é um processo de suma importância dadas as deficiências em habitação e infraestrutura (DEGANI; CARDOSO, 2002) aqui encontradas. Em uma época em que os edifícios passam a atingir seus limites quanto desempenho ao uso, vem a necessidade em se adotar novos critérios na concepção de projeto de empreendimentos e reformas. O projeto

pode ser visto como uma oportunidade para o aperfeiçoamento ambiental dos edifícios, sendo responsável pela aplicabilidade da sustentabilidade na construção civil.

O tema da sustentabilidade vem influenciando a arquitetura contemporânea, extrapolando as questões de conforto ambiental. Os projetos de menor impacto ambiental vêm explorando variáveis que são relacionadas à eficiência energética e recursos para a construção e operação do edifício (GONÇALVEZ, DUARTE, 2006).

Conforme Edwards e Hyett (2013), a sustentabilidade torna-se cada vez mais um item de relevância do projeto arquitetônico no século XXI, o qual possui uma dimensão social e estética, servindo a tecnologia como ligação entre ambas. Trata-se de um novo conceito do projeto de arquitetura no qual há uma conciliação do habitat humano e a natureza. Estes autores apontam que a sustentabilidade é um indicador chave da qualidade do projeto, pois um projeto sustentável deve gerar valor por um período maior de tempo e utilizando os recursos existentes. Também comparam a tríade Vitruviana composta por *Firmitas*, *Utilitas* e *Venustas* com o chamado pilar da sustentabilidade, sendo o viés econômico, social e ambiental as bases da teoria sustentável.

O projeto sustentável deve ser fruto de uma visão holística de pensamento, sem separar os propósitos a serem atingidos. A formação de equipes multidisciplinares, altamente especializadas em áreas distintas da sustentabilidade, pode ser considerada como uma forma de restringir o acesso ao conhecimento e à arquitetura ecológica a proprietários e investidores de alto poder aquisitivo (ARAÚJO, 2008). Ao se disseminar o conhecimento aplicado ao projeto sustentável, este poderá tornar-se de domínio público, sendo um processo cultural da disciplina de projetos.

A sustentabilidade na construção deve ser entendida em um conceito de longo prazo (PARDINI, 2009), visto os custos envolvidos no ciclo de vida de um edifício. Entretanto, a viabilidade das ações sustentáveis em um projeto é mensurada prioritariamente em análises de custo inicial, em uma visão de curto prazo. As tecnologias possuem um custo de implantação maior para o empreendedor, que acaba descartando a utilização de estratégias mais robustas quanto a sustentabilidade. Deve-se considerar o fato de que, na operação de um edifício, o uso destas tecnologias acaba por ter um retorno de investimento devido à economia que trará no consumo energético, entre outros. A decisão em se construir um edifício mais sustentável deve ser pautada por um estudo de viabilidade, baseado não somente

nos custos iniciais de implantação, mas também em uma análise dos custos do ciclo de vida do empreendimento. As edificações sustentáveis podem desta forma apresentar-se como negócios de maior rentabilidade.

Na arquitetura contemporânea observa-se o uso intensivo da tecnologia na viabilização de práticas sustentáveis, sendo apontado por Edwards e Hyett (2013) a tecnologia o motor mais importante do projeto.

Além da tecnologia, há itens normativos que apoiam o projetista ao conceber uma arquitetura sustentável. Araújo (2008) cita as normas ISO 21930 (2007) – *Sustentabilidade na construção civil – Declaração ambiental de produtos para construção* e ISO 15392 (2008) – *Sustentabilidade na construção civil – Princípios gerais*. O Comitê Técnico da ISO traz o seguinte conceito para definir as edificações sustentáveis (ARAÚJO, 2008, página 2):

“Edificação sustentável é aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício. (ISO/TC 59/SC3 N 459)”

A arquitetura de baixo impacto ambiental não é exclusiva de um estilo ou um movimento arquitetônico (GONÇALVEZ, DUARTE, 2006), pois são encontrados exemplos desde a arquitetura vernacular, passando pelo modernismo e sua influência corbusiana até a arquitetura atual chamada por vezes de *high-tech* ou *eco-tech*. As soluções adotadas quanto ao conforto ambiental e à eficiência energética, independente da época, trazem conhecimentos da física como transferência de calor, mecânica dos fluidos e o uso de recursos locais, utilizando uma tecnologia apropriada.

No Brasil, os conceitos de arquitetura bioclimática, precursores de certa forma da arquitetura sustentável no país, surgiram com grande expressão durante a arquitetura modernista carioca. Nota-se que esta escola predominante do período de 1930 a 1960, preconizava o uso de recursos bioclimáticos tendo como objetivo o conforto ambiental e adaptação ao clima (GONÇALVEZ, DUARTE, 2006). No entanto o uso de quebra-sóis tinha por vezes influências corbusianas e suas intenções estéticas. Alguns estudos a respeito das obras do período constataram que elementos pretensamente utilizados para o desempenho ambiental foram utilizados meramente por preocupações formais (RUSSO, 2004 apud GONÇALVEZ, DUARTE, 2006).

Figura 6 - Para-sóis no edifício do Ministério de Educação e Saúde no Rio de Janeiro, projeto do arquiteto Lucio Costa



Fonte: Archdaily.⁵

Goulart (2010) traz à reflexão o fato de que os projetistas de edifícios verdes procuram alcançar uma harmonia não somente estética, mas também ecológica entre a edificação e o ambiente natural onde está inserida. Há uma busca por estratégias a nível urbano, como a minimização das ilhas de calor e impacto no microclima, com o uso dos espaços verdes e estratégias a nível da edificação, que impactam em sua composição estética, como o uso da cor, vegetação como sombreamento, tipos de vidro e dispositivos de proteção solar.

Um claro exemplo atual de aplicabilidade de conceitos estéticos, técnicos e projetuais ligados à sustentabilidade está na obra do arquiteto brasileiro João Filgueiras Lima (RIBEIRO, 2007) cujos princípios de economicidade, funcionalidade e uma visão racional do projeto sempre estiveram presentes, aliados à sua dimensão artística. O viés sustentável de sua obra abrange o conforto ambiental, a tecnologia, o meio ambiente e a humanização dos espaços com a utilização dos sheds, ventilação zenital, jardins internos e painéis coloridos, resultando em uma linguagem estética singular.

⁵ Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/01-134992/classicos-da-arquitetura-ministerio-de-educacao-e-saude-lucio-costa-e-equipe/520e7c93e8e44e4bf9000119>. Acesso em: 10/11/2015

Figura 7 - Circulação interna no Hospital Sarah Kubitschek em Salvador



Fonte: Archdaily.⁶

Ao elaborar o projeto, deve o seu autor tomar ciência dos impactos ambientais que o edifício terá ao longo do seu ciclo de vida. Identificar na concepção do projeto arquitetônico decisões que possam atuar de forma positiva na redução destes impactos é uma grande oportunidade a ser conquistada (DEGANI; CARDOSO, 2002). Esta visão do ciclo de vida envolve as seguintes etapas:

- Fase de Planejamento: abrange a investigação do sítio e seu entorno, aspectos legais e levantamento da vegetação, flora, fauna, mananciais, entre outros.
- Fase de Implantação: durante a execução da obra é que as decisões de projeto passam a exercer influência sobre o meio natural. Fatores como métodos construtivos, materiais, gestão e transporte de resíduos e uma concepção de projeto que preveja intervenção mínima na vegetação e nos recursos hídricos do local podem reduzir significativamente os impactos ambientais.
- Fase de uso: nesta etapa as decisões do projeto arquitetônico e complementares continuam a exercer impacto sobre o meio ambiente. A utilização de equipamentos com baixo consumo energético e de água, materiais com alta durabilidade, sistemas de reaproveitamento de águas servidas e a adoção de sistemas eficientes de iluminação e ventilação natural trazem economia de recursos naturais.
- Fase de manutenção: é citado como papel do arquiteto a previsão para futuras ampliações e modernização do empreendimento, a fim de evitar demolições e

⁶ Disponível em: http://adbr001cdn.archdaily.net/wp-content/uploads/2012/03/1331071224_img_9248.jpg. Acesso em: 10/11/2014

interferências desnecessárias ao entorno. Quanto aos projetos complementares, o uso de sistemas eficientes de instalações elétricas, hidráulicas e ventilação devem objetivar o mínimo uso de água e energia.

- Fase de demolição: o projeto deve prever uma demolição racional da edificação, em um processo em que são ações benéficas ao meio ambiente o uso de materiais reaproveitáveis, desmontáveis e recicláveis.

Na concepção do projeto, existem diversas vertentes e práticas que buscam um aperfeiçoamento do desempenho do edifício, desde a sua concepção até a demolição, conforme citado anteriormente. (DEGANI; CARDOSO, 2002). A partir da necessidade em se construir edificações energeticamente mais eficientes aliadas ao avanço tecnológico da indústria da construção civil, surgiram as certificações ambientais.

A partir da década de 1980 o processo de concepção do projeto de arquitetura passou a contemplar quesitos relativos ao desempenho ambiental (BUENO; ROSSIGNOLO, 2010), levados por discussões ocorridas em eventos como a ECO-92 e na Agenda 21. A busca pelo equilíbrio entre a sociedade e o meio ambiente pode ser caracterizada pelo chamado *triple bottom line*, que considera as três dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento sustentável.

Segundo Silva (2007), no que tange ferramentas de avaliação de edifícios, houve um objetivo em se estabelecer metas de desempenho relacionadas a condições locais e usos específicos. Como exemplos são citadas a certificação BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) e LEED. No conceito de análise do ciclo de vida, originalmente aplicado ao desenvolvimento de produtos e posteriormente aplicado ao âmbito da construção civil (SILVA, 2003) desenvolveram-se metodologias para avaliação ambiental de edifícios. Estas metodologias surgiram, pode-se dizer, para atender aos preceitos discutidos a partir da ECO'92⁷, onde havia um objetivo comum em atender e estimular uma demanda crescente de mercado por níveis superiores de desempenho ambiental. A partir de avaliações e diagnósticos do ambiente construído, os projetistas passaram a ter premissas a serem seguidas e surgiu a possibilidade em se atribuir selos ambientais para os edifícios. A partir da crescente implantação de princípios

⁷ Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro em junho de 1992.

ambientais na construção civil surgiu a necessidade do mercado em estabelecer critérios e sistemas que avaliassem o desempenho das edificações.

Na implantação de um empreendimento, o canteiro de obras convencional é um grande gerador de resíduos (AMARAL, 2013) não sendo muitas vezes alvo de uma gestão responsável por parte das construtoras, causando impactos negativos ao meio ambiente. Muitos dos problemas causados por um canteiro de obras acabam por ter consequências nas vizinhanças, como ruídos e contaminação dos solos.

Na extração de recursos naturais para a construção civil (DEGANI, 2002, apud PARDINI, 2009) há uma prática comum quanto à ação indiscriminada na extração de bens e na disposição no meio ambiente dos resíduos gerados dos processos de beneficiamento de matérias primas. Estas ações levam à escassez de recursos não renováveis, desmatamento e outros danos ao meio ambiente.

Na construção civil as interpretações referentes ao movimento da edificação sustentável levaram o mercado a propor medidas para a redução de impactos ambientais na forma de projetar, construir e gerenciar os empreendimentos. O uso destes princípios (BUENO; ROSSIGNOLO, 2010) gerou benefícios no que diz respeito ao uso eficiente dos recursos energéticos, onde um enfoque ecológico e social passou a ser utilizado como premissa na incorporação de empreendimentos.

Nos países desenvolvidos (SILVA, 2003), onde as sociedades atingiram níveis de desenvolvimento que possibilitaram uma maior qualidade de vida e igualdade social, houve em contrapartida uma degradação acentuada dos ambientes naturais. Constatado mais tarde que esta degradação atingira nível global, a questão ambiental passou a ser o centro das atenções nas agendas destes países. A partir desta agenda foram estabelecidos maiores níveis de regulamentações e de discussões em torno da manutenção e renovação do ambiente construído urbano. No Brasil ainda há a necessidade da redução da desigualdade social e econômica, onde a relação custo-benefício nas ações ambientais é de suma importância para o desenvolvimento do país. A agenda ambiental do Brasil deve abranger diversas áreas da sustentabilidade (econômica, social, ambiental) e a certificação de edifícios deve estar alinhada a esta necessidade.

As ferramentas certificadoras surgiram da necessidade em se avaliar as ações sustentáveis aplicadas aos projetos, como forma de se mensurar o desempenho ambiental de um empreendimento. A classificação conforme o desempenho de um

edifício é tida como um eficiente método para fomentar as ações ambientais nas novas edificações (SILVA, 2007).

Em 1990, de acordo com Motta e Aguilar (2009) foi lançado na Inglaterra o primeiro sistema de avaliação ambiental predial do mundo, o BREEAM. Este foi utilizado como base para outras ferramentas certificadoras do mercado, como:

- LEED (*Leadership in energy and environmental design*);
- HK-BEAM (*Hong Kong Building Environmental Assessment Method*);
- CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) do Japão.

Boa parte destes sistemas de avaliação de desempenho ambiental é melhor aplicado a edifícios em projeto, agindo nas análises de potencial previsto antes da construção (SILVA, 2007). Apesar de serem implantados em países diferentes, estes sistemas se assemelham em sua estrutura, pois avaliam questões em comum. Por serem também originários de países desenvolvidos, onde há um equilíbrio social e de distribuição de riqueza, estes priorizam a redução do consumo de recursos. Nos países em desenvolvimento os sistemas de avaliação ambiental deveriam ir além, abordando por exemplo questões relativas a sustentabilidade econômica dos edifícios.

A abordagem da sustentabilidade na construção civil deve também abranger a dimensão social (PARDINI, 2009) e ter adaptações e variações conforme o país onde o empreendimento esta ser avaliado.

Em 1999 foi criado o índice *Dow Jones* de Sustentabilidade (PARDINI, 2009), no qual as empresas são avaliadas quanto ao seu desempenho no âmbito da sustentabilidade ambiental. Este índice traz um *ranking* listando as empresas líderes em parâmetros de desenvolvimento sustentável, onde para o empresário há uma geração de valor agregado e mitigação de riscos para o investidor.

No mercado corporativo as questões ambientais eram tratadas de forma pontual e empírica (AMARAL, 2013), com o uso de recursos como painéis solares, lâmpadas de baixo consumo, sensores de presença, vidros de alto desempenho, entre outros. Com o objetivo em se reduzir o consumo de recursos naturais, estas ações pautaram a arquitetura ambiental. Com a criação das ferramentas certificadoras, como o LEED e o BREEAM, estas ações antes isoladas passaram a ser agrupadas conforme suas características afins (água, energia, implantação) e criou-se um sistema de pontuação com faixas de certificação.

2.3 Os *green buildings* e a certificação LEED

O termo *green architecture* (KATS, 2003, apud PARDINI, 2009) surgiu no início dos anos 90 na publicação britânica *The Independent* e posteriormente na revista norte-americana *Architecture Magazine*.

O *Green Building* ou edifício verde (LEITE, 2011) denomina as construções concebidas a fim de atender um desempenho ambiental pré-definido, tendo por premissa decisões de projeto que considerem cinco temas: local sustentável, uso eficiente da água, eficiência energética, conservação de materiais e recursos e qualidade ambiental interna. Com estas ações, o empreendedor e o usuário final propiciam, durante as fases de construção e ocupação, uma redução nos impactos gerados ao meio ambiente por esta edificação.

Johnson (2005) apud Barros (2012) aponta seis princípios básicos que conceituam um *green building*.

- A localização do empreendimento, suas relações e impactos com o ambiente onde é inserido, além da disponibilidade de meios de transporte é lista como o primeiro princípio a ser observado em uma edificação sustentável;
- A redução do consumo energético, visando o atendimento de níveis de desempenho para o edifício com o uso de fontes renováveis ou alternativas e o uso de sistemas mais eficientes;
- O uso racional da água, com o estabelecimento de ações que tragam redução do consumo, além do tratamento e reuso de águas servidas no empreendimento;
- A utilização de produtos com baixo impacto ambiental, gestão responsável de resíduos e ações para a redução ou reutilização de materiais no processo de construção e operação do edifício.
- A qualidade do ambiente interior é tratada como o quinto princípio do conceito de um *green building*, onde são abordadas características do projeto relacionadas ao uso de iluminação e ventilação naturais e redução do uso de revestimentos e materiais em geral que gerem a emissão de compostos voláteis no ar interior.
- O sexto princípio fala sobre a operação e manutenção, para que projetistas utilizem materiais e sistemas mais eficientes com baixos

impactos em seus ciclos de vida, além de uma boa relação custo benefício.

Conforme apresentado a seguir, percebe-se que a certificação LEED traz em sua origem os preceitos apontados por Johnson (2005), analisando-se as categorias avaliadas por esta certificação.

Durante a fase de projeto de um *green building* (KIBERT, 2007, apud BARROS 2012) a viabilidade deste tipo de empreendimento não ocorre de forma isolada, havendo a necessidade intrínseca nestes casos de um aporte de soluções conjuntas por parte de todos os intervenientes do processo. Para que o desempenho final e os custos de implementação e operação de um edifício atinjam os objetivos iniciais, o incorporador, projetistas, fornecedores e demais agentes devem ter uma comunicação e colaboração totalmente integrada desde o início da concepção do projeto.

Criada pelo *United States Green Building Council*, entidade norte-americana sem fins lucrativos formada por mais de 12.000 organizações da indústria da construção, o LEED surgiu com o intuito de fomentar práticas sustentáveis no mercado da construção civil através da implementação de critérios de desempenho e ferramentas de avaliação que possam ser compreendidas de forma universal (BARROS, 2012).

Esta certificação é baseada em parâmetros estabelecidos de desempenho e tem por referência normas e recomendações de entidades norte-americanas (FOSSATI, 2008, apud BARROS 2012):

- ASHRAE – *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*,
- ASTM – *American Society for Testing and Materials*
- EPA – *United States Environmental Protection Agency*
- DOE – *United States Department of Energy*

Este processo de Certificação, (LEITE, 2011) ocorre em níveis de pontuação que avaliam o grau de atendimento do projeto aos requisitos estabelecidos pelo LEED. Em um método de avaliação de documentos, que comprovem o atendimento do projeto aos itens obrigatórios e classificatórios, são atribuídos pontos através de um *check-list*, que em um somatório final define qual o nível atingido. Alguns itens são obrigatórios, denominados “Pré-requisitos”, sendo que no caso do não atendimento de algum destes o projeto não possui condições em ser certificado. As categorias e suas pontuações são divididas da seguinte forma (USGBC, 2013): Certificação Básica

(40 a 49 pontos), Prata (50 a 59 pontos), Ouro (60 a 79 pontos) e Platina (80 a 110 pontos).

Através deste sistema de pontuação (AMARAL, 2013) baseado no atendimento de critérios que visam a eficiência energética e boas práticas no viés ambiental, o LEED reconhece no empreendimento as boas práticas empregadas no design, construção e manutenção, incentivando no mercado da construção civil o uso de materiais sustentáveis. Por tratar-se de uma certificação norte-americana, porém usada globalmente, o LEED incluiu critérios regionais que permitem a adaptação da ferramenta certificadora em lugares de climas e localizações diferentes.

Devido à simplicidade apresentada em sua metodologia de aplicação, através do *check-list* de verificação, o LEED tornou-se um dos selos ambientais mais conhecidos em todo o mundo (PARDINI, 2009).

Conforme o USGBC, o LEED em sua versão 4 traz as seguintes categorias (*Rating Systems*) e tipologias disponíveis para submeter um empreendimento à edificação.

1. Categoria BD+C (*Building design and construction*): destinado às seguintes tipologias:
 - a. NC (*New Construction & Major Renovation*) é destinado a empreendimentos em geral que serão construídos ou que passarão por intervenções em seus sistemas de ar condicionado, envoltória e realocação.
 - b. CS (*Core & Shell*) – Núcleo e envoltória: possui como foco a certificação de prédios de salas de interiores comerciais, que terão seus espaços internos comercializados posteriormente. Para tal, a certificação abrange os ambientes relacionados às áreas comuns, sistemas de ar condicionado e estrutura principal. Não são considerados, devido à grande variação de ocupações que o prédio poderá ter, alguns detalhes como mobiliário.
 - c. *Schools* – LEED para Escolas, possui foco na criação de espaços escolares saudáveis e confortáveis, possibilitando um melhor desempenho de alunos e docentes. Promove a redução com custos para operação e manutenção do edifício e propicia a criação de práticas de educação ambiental no próprio ambiente escolar.

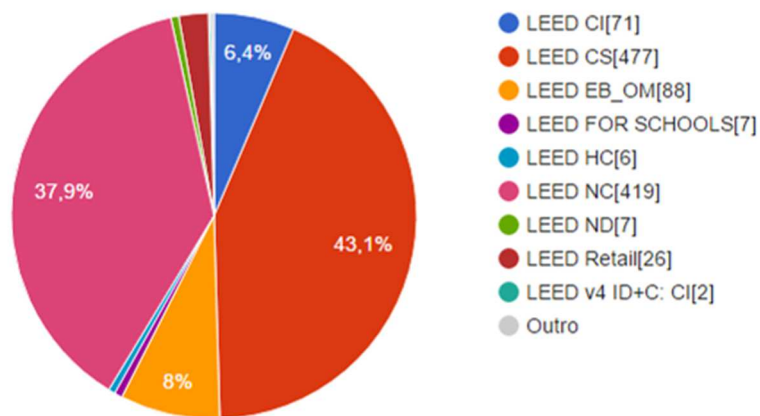
- d. *Retail NC e CI* é destinado a lojas de varejo, reconhecendo as especificidades que esta tipologia apresenta quando comparada com outras tipologias comerciais. Propõe a redução da pegada ecológica da edificação, sendo subdividida em dois tipos de certificação:
 - LEED *for Retail NC* – para novas construções ou grandes reformas em lojas de varejo
 - LEED *for CI* – LEED para Interiores Comerciais, quando a loja está localizada em um edifício, como um shopping center por exemplo.
 - e. *Hospitality* – LEED para locais de hospedagem, destinado a certificação de hotéis e afins
 - f. *Data Centers* – LEED para Data Centers, aplicado à certificação de construções destinadas a este uso, traz diversos critérios específicos quanto à climatização e eficiência energética
 - g. *Warehouses & Distribution Centers* – LEED para Galpões e Centros de Distribuição, aplica os preceitos LEED esta tipologia, anteriormente não abordada de forma específica no LEED v3
 - h. LEED *Healthcare* – LEED para Unidades de Saúde, direcionado exclusivamente à tipologia hospitalar, considera as especificidades que uma edificação deste tipo possui, sendo totalmente distinta de um empreendimento comercial comum.
2. Categoria LEED EB-OM (*Existing buildings – Operation and Maintenance*) possui foco na eficiência operacional e na manutenção do edifício já construído sem os preceitos da certificação. Propõe maximizar a eficiência operacional e reduzir custos de manutenção e impactos ao meio ambiente.
 3. Categoria LEED ID+CC (*Interior Design and Construction*) age na certificação de projetos que envolvem somente a parte interna das edificações, abordando ambientes comerciais (*Retail*), hospedagem (*Hospitality*), e projetos corporativos (*Commercial interiors*).
 4. Categoria LEED ND (*Neighborhood development*) – destinado para o desenvolvimento de bairros, engloba ruas, casas, escritórios, shoppings, mercados e áreas públicas. Integra princípios de crescimento planejado, através do urbanismo sustentável, edificações verdes e mistura de usos dos espaços urbanos. Também preconiza a utilização do transporte público e a concepção de espaços públicos de alta qualidade.

5. Categoria LEED HOMES – destinada a residências unifamiliares ou multifamiliares:

- a. *Homes* – LEED para Residências, aplica os preceitos da certificação para residências unifamiliares ou multifamiliares de até 3 pavimentos
- b. *Midrise* – LEED para edifícios multifamiliares de 4 a 8 pavimentos. Observa-se que acima de 8 pavimentos o empreendimento deve ser avaliado na tipologia NC (*New Construction*).

No Brasil, o primeiro edifício a receber a certificação LEED foi a agência do Banco Real, na Granja Viana em 2007. Atualmente o país possui 7 empreendimentos de uso educacional registrados, conforme dados disponibilizados pelo GBC Brasil. No total são 1.106 projetos registrados e 335 empreendimentos certificados conforme gráficos abaixo.

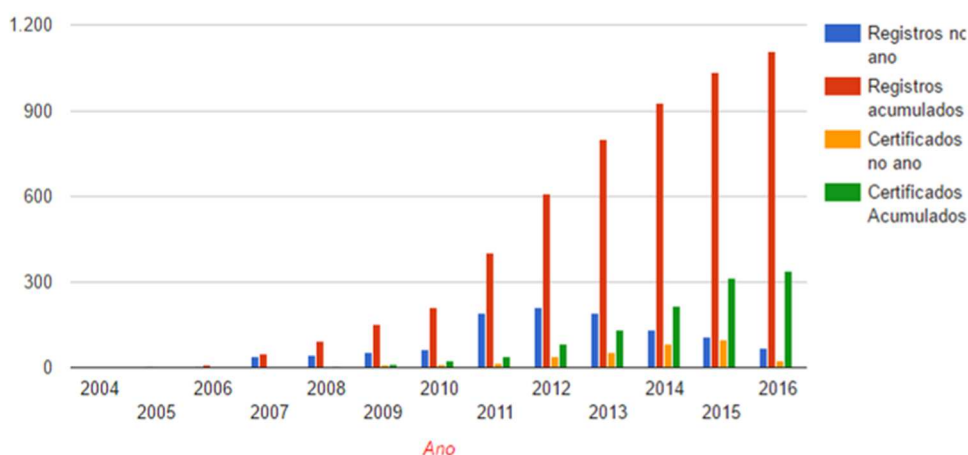
Gráfico 1 - Registros por categoria LEED no Brasil



Fonte: USGBC Brasil⁸

⁸ Disponível em <http://www.gbcbrasil.org.br/graficos-empreendimentos.php>. Acesso em 12/06/2016.

Gráfico 2 - Registros e certificados LEED no Brasil



Fonte: USGBC Brasil - Julho de 2016⁹

São listadas a seguir as oito dimensões que abrangem o processo de projeto, construção e pós ocupação da edificação, identificando e medindo a eficácia e o desempenho ambiental da construção avaliados pelo LEED. Todas possuem pré-requisitos, que são compostos por práticas obrigatórias e créditos, baseados em recomendações que creditam pontos ao projeto.

- Processo integrado
- Localização e transportes
- Terrenos sustentáveis
- Eficiência hídrica
- Energia e Atmosfera
- Materiais e recursos
- Qualidade do ambiente interno
- Inovação
- Prioridade regional

Para a localidade onde será implementado o projeto alvo do estudo de caso deste trabalho, conforme o LEED V4, os critérios regionais são os seguintes:

- Produção de energia renovável
- Desenvolvimento do terreno – Proteger ou Restaurar Habitat
- Gestão de águas pluviais
- Estratégias avançadas de qualidade do ar interior
- Luz natural

⁹ Disponível em <http://www.gbcbrazil.org.br/graficos-empresendimentos.php>. Acesso em 12/06/2016.

- Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Ingredientes

Na categoria Energia e Atmosfera, para a avaliação da edificação quanto aos pré-requisitos e créditos dispostos nesta faz-se necessária a simulação energética do empreendimento. O sistema de certificação LEED não possui como propósito explorar todos os parâmetros de sustentabilidade no âmbito da construção civil (CAVALCANTE, 2010), mas oferece um conjunto de diretrizes relacionadas ao desempenho energético a serem atendidas, a título de referência.

Com o aumento das tarifas de energia elétrica nos últimos anos (MARTINEZ, 2009) houve uma demanda por parte da construção civil para o uso eficiente da energia elétrica, item abordado nos conceitos das edificações sustentáveis. Para o atendimento dos parâmetros estabelecidos pelo LEED na categoria de Energia e Atmosfera, é necessária a utilização de parâmetros construtivos na envoltória do edifício que sejam termicamente eficientes. A escolha dos componentes das fachadas dos edifícios deve ser estudada desde a fase inicial de concepção do projeto, a fim de evitar custos não previstos quando da necessidade em se adaptar um empreendimento aos parâmetros estipulados na certificação.

Durante a simulação energética, o projeto é comparado a um modelo de referência que possui elevado desempenho de sua envoltória. O projeto em análise deve apresentar desempenho superior ao modelo, conforme estabelecido nos critérios do LEED. Tendo como referência projetos que buscaram a certificação (CAVALCANTE, 2010), verifica-se que devido a este alto desempenho já apresentado pelo modelo de referência, os projetos acabam por atender à redução do seu consumo energético através de alterações nos sistemas de climatização e iluminação. Equipamentos de escritório e de áreas comuns consomem geralmente de 40% a 50% do total gasto em energia em um edifício. Sistemas de ventilação e condicionamento de ar correspondem a um terço e iluminação um quarto do consumo.

Para que sejam reduzidos os entraves para a certificação de um edifício, (AMARAL, 2013) é fundamental que a decisão em se certificar um empreendimento seja tomada no início do projeto. Fatores como localização e equipe de projetistas podem ser determinantes para a certificação. Também é importante que o empreendedor perceba que, apesar dos maiores custos iniciais para a elaboração dos projetos, há um ganho posterior devido ao menor consumo energético e manutenção dos edifícios.

Em linhas gerais, Barros (2012) aponta através de pesquisas diversas algumas dificuldades apontadas por empreendedores para a implementação da Certificação LEED. Alguns itens impactantes que podem ser apontados são o alto custo da certificação, documentação e projeto e o prazo para recuperação do investimento aplicado. Há também entraves referentes ao fornecimento de materiais e soluções tecnológicas que atendam aos requisitos do LEED, assim como a necessidade de uma simulação energética complexa que é requerida para a certificação.

É apontada também como uma dificuldade recorrente dos empreendimentos a serem certificados a falta de uma visão integrada dos projetos e a resistência de projetistas ou empreendedores em alterar itens da arquitetura, como por exemplo redução de áreas envidraçadas em empreendimentos comerciais (CAVALCANTE, 2010). A colaboração entre as equipes de projeto, consultores e incorporadores deve ocorrer desde a concepção inicial do projeto, visto que a arquitetura possui influência direta no desempenho energético do edifício. As decisões de projeto devem ser estudadas de forma a conciliar os diversos interesses dos envolvidos.

No âmbito profissional (BARROS, 2012) percebe-se que há uma desinformação dos profissionais quanto à ferramenta certificadora, assim como deficiências no treinamento de construtoras e fornecedores. Quanto ao projeto, falta ao mercado da construção civil um processo integrado de projeto, sendo recomendado pelo USGBC que um Profissional LEED AP seja integrante da equipe. Este profissional, acreditado pelo órgão certificador através de exame técnico, terá o conhecimento necessário para o andamento do processo.

Nos Estados Unidos (PARDINI, 2009) a legislação de vários estados contribuiu para a disseminação da Certificação LEED, ao serem estabelecidos incentivos e requisitos de sustentabilidade em obras públicas e privadas. A partir desta iniciativa, o processo de certificação tornou-se prática mais usual para construtoras e projetistas, com a consequente redução de riscos envolvidos ao processo.

Estas leis (KATS 2004, apud PARDINI 2009) foram fruto do reconhecimento por parte dos governos dos impactos gerados ao meio ambiente pela construção civil, onde foram abordados na legislação questões referentes ao alto custo da energia elétrica e problemas relacionados ao seu suprimento, riscos de racionamento de água e má gestão na disposição de resíduos, despesas crescentes na operação e manutenção de edifícios públicos, pressões políticas vindas da preocupação com o aquecimento global, entre outros.

Referente ao projeto em si, (AMARAL, 2013) a metodologia praticada no mercado em que cada disciplina é desenvolvida de forma separada e posteriormente é compatibilizada não é adequada ao projeto certificado. Ao se decidir pela certificação de um empreendimento, toda a equipe deve, desde o início, conhecer todas as premissas necessárias. O projeto sustentável necessita de uma visão sistêmica de processo, onde as experiências de cada profissional devem ser difundidas com a constante troca de ideias. Itens como a escolha adequada de materiais, técnicas construtivas e detalhes na execução que visem reduzir os impactos da obra no entorno são fundamentais para que se atinja uma performance adequada à certificação. O trabalho desenvolvido pelo comissionamento acarreta em um custo adicional a ser contabilizado no processo, sendo inclusive um dos fatores de encarecimento do projeto certificado. Este profissional orienta e posteriormente comprova que as ações estabelecidas em projeto serão atendidas durante a execução da obra, sendo de suma importância para o sucesso da certificação.

No Brasil, destaca-se nos últimos anos a aplicação da certificação na arquitetura comercial (BUENO; ROSSIGNOLO, 2010), mesmo sendo a Certificação LEED pautada em um contexto norte-americano. A pontuação obtida por um empreendimento vem de critérios pautados por normas norte-americanas, elaboradas a partir de características climáticas e construtivas próprias do seu país de origem, não havendo adaptações regionais aos parâmetros estabelecidos.

Barros (2012) aponta que nem todos os benefícios dos *green buildings* são imediatamente quantificáveis, tais como benefícios de *marketing*, reduções no consumo de energia, água, materiais e recursos naturais, pois são mensuráveis somente após sua ocupação. No entanto, pesquisas tem apontado os benefícios econômicos proporcionados por estes edifícios, como por exemplo a redução em até 30% em energia elétrica, 50% do consumo de água, redução em 90% da geração de resíduos e 35% de redução em emissões de carbono (TÉCHNE, 2010, apud BARROS, 2012). Os custos de manutenção são reduzidos em até 13% e há um incremento de 27% no nível de satisfação dos ocupantes (KATS, 2003).

Conforme estudo da *California's Sustainable Building Task Force* (BARROS, 2012), investimentos da ordem de 2% do custo global de um empreendimento sustentável podem gerar até 20% de economia nos custos de operação, tendo como referência um período pós ocupação de 20 anos (KATS, 2003, apud BARROS, 2012).

Há outras oportunidades e vantagens trazidas pela implementação de um *green building*, conforme apontado por Pardini (2009):

- Ganhos em imagem para a incorporadora;
- Atração de multinacionais para empreendimentos deste tipo;
- Aplicação da análise de custos do ciclo de vida do empreendimento durante sua fase de projeto;
- Tomadas de decisão de projeto feitas a partir da análise de custos e benefícios;
- Sinergia de departamentos de compras e manutenção em uma mesma empresa;
- Remuneração de projetistas por desempenho, ao proporem ganhos em economia e desempenho da edificação;
- Inovação na estrutura de locação.

O processo de certificação LEED proporciona um desenvolvimento da cadeia produtiva de construções sustentáveis (PARDINI, 2009), ao se envolver projetistas, fornecedores, executores e futuros usuários nos conceitos aplicados à certificação. Também ao se analisar os custos do ciclo de vida de um empreendimento deste tipo, desde a fase de concepção de projeto, a concepção deste ganha uma nova perspectiva no incremento de ganhos ambientais e econômicos.

Além dos ganhos obtidos em economia de energia, manutenção e operação, existem também os benefícios na qualidade ambiental interior do edifício. Espaços com melhor conforto térmico e visual, maior qualidade do ar e acesso à luz natural trazem ganhos às empresas que ocupam este tipo de edifício, com a redução de abstenções e aumento da produtividade de funcionários. Em escolas verifica-se também uma redução nas ausências e atrasos de alunos e funcionários (KATS, 2003, apud BARROS, 2012).

No âmbito do empreendimento educacional, através do LEED *for Schools*, conforme o GBC Brasil, o GBC pretende fomentar práticas de educação ambiental dentro do próprio ambiente escolar. Outra intenção da ferramenta é reduzir os custos com a operação e a manutenção do edifício.

Conforme o Guia de Referência LEED v4, a certificação direcionada a escolas possui algumas particularidades. Nesta tipologia são abordados itens específicos conforme segue:

- Grupo: Terrenos Sustentáveis:
 - Avaliação ambiental do terreno
 - Planejamento geral do terreno
 - Uso conjunto das instalações
- Grupo: Qualidade do Ambiente Interno:
 - Materiais de baixa emissão (proibição da presença de formaldeído)
 - Desempenho Acústico

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi escolhida como principal estratégia a elaboração de um estudo de caso, a partir da análise dos créditos da certificação LEED *for Schools* aplicados ao projeto da Escola SESI de Ensino Médio.

3.1 Estratégias de pesquisa

O estudo de caso é, conforme Ventura (2007), uma modalidade de pesquisa fundamentada com a escolha de um objeto definido pelo interesse em casos individuais. Este estudo visa a investigação de uma situação específica e contextualizada, a partir de uma delimitação em tempo e lugar, para que se viabilize uma busca de informações a respeito do objeto do estudo. Este pode ser classificado, entre outros, como um caso particular, buscando compreender o que é comum e o que é singular ao objeto em si, tendo através do resultado final uma resposta mais assertiva à problemática inicialmente apresentada.

Yin (2015) traz à tona o fato de que o estudo de caso é uma investigação que compreende um método abrangente de coleta e análise de dados, onde é ressaltada pelo autor a importância do nível de controle que o pesquisador possui sobre os eventos. Tal fato é de suma importância para o desenvolvimento do estudo em foco deste trabalho, visto que o autor é o responsável técnico pelo projeto usado como objeto de estudo desta dissertação.

Também a respeito do estudo de caso, (Gil, 1995, apud Ventura 2007 p. 385) aponta quatro fases para o seu desenvolvimento:

- 1) Delimitação da unidade que constitui o caso
- 2) Coleta de dados
- 3) Seleção, análise e interpretação dos dados
- 4) Elaboração dos relatórios parciais e finais

Estas fases apontadas por Gil (1995) foram as bases norteadoras para a estratégia de elaboração do estudo de caso aqui proposto, sendo também complementadas pelas três questões abordadas por Yin (2015) em sua fundamentação teórica para abordagem dos estudos de caso, representadas no quadro abaixo:

Tabela 1- Questões sobre estudos de caso

Questões inerentes aos estudos de caso, conforme Yin (2015)	Abordagem proposta
Como definir um caso que está sendo estudado	<ul style="list-style-type: none"> • Problemática: quais as premissas necessárias para a certificação LEED for Schools da Escola SESI de Ensino Médio
Como determinar os dados relevantes que devem ser coletados	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico do objeto do estudo através da análise do projeto quanto ao check-list LEED
O que deveria ser feito com os dados após a coleta	<ul style="list-style-type: none"> • Definir critérios de projeto que viabilizem a certificação do empreendimento

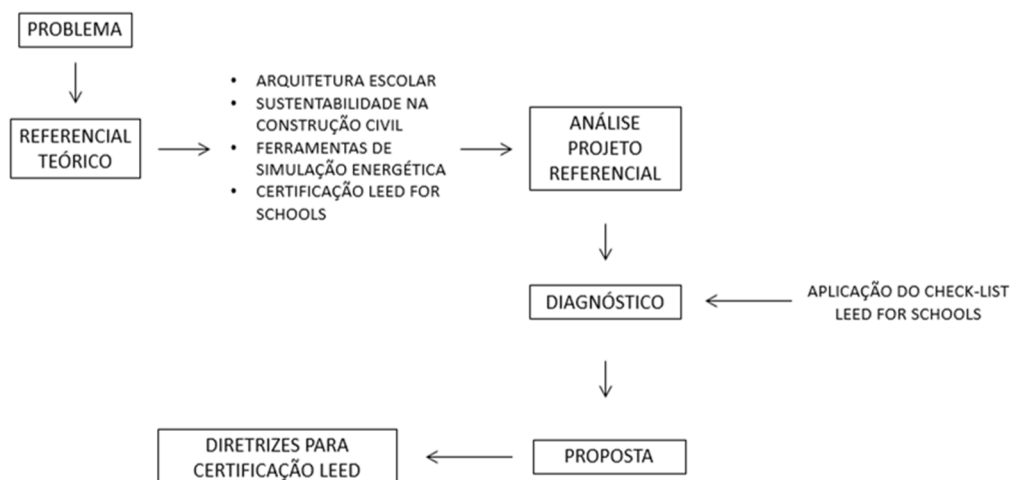
Fonte: autor

A estratégia de pesquisa também tem como embasamento a revisão bibliográfica apresentada sobre a arquitetura escolar, a sustentabilidade na construção civil, e o Guia de certificação LEED. O sistema LEED foi o escolhido pois este possui uma ferramenta específica para a certificação de ambientes escolares, denominado *LEED for Schools*.

3.2 Etapas da pesquisa

A partir dos contextos abordados sobre o estudo de caso no item anterior e a definição das estratégias, propõe-se a seguinte definição de etapas de pesquisa:

Figura 8 - Etapas da pesquisa



Fonte: autor

3.2.1 Primeira etapa – análise projeto referencial

Apresentação do projeto referencial

Nesta etapa será apresentado o projeto referencial, objeto do estudo em si. Trata-se da Escola SESI de Ensino Médio, projeto padrão desenvolvido pelo autor deste trabalho, para ser implementado em diversas cidades do Rio Grande do Sul. As primeiras unidades estão sendo construídas nos municípios de Gravataí e Montenegro e não possuem certificação ambiental. Para a unidade de São Leopoldo, serão avaliados os impactos para sua possível certificação na categoria *Schools* do LEED.

Figura 9 - Escola SESI de Ensino Médio



Fonte: autor

Diagnóstico e alterações necessárias para certificação

O diagnóstico será composto pela análise e aplicação dos preceitos de pontuação do *check-list* LEED *for Schools* versão 4, onde serão avaliados quais os critérios são atendidos e quais critérios não são atendidos pelo projeto em sua concepção original. Através de tabela adaptada a partir do modelo do LEED, na primeira coluna haverá a demarcação de “S / P / N” sendo respectivamente “sim” para critérios atendidos, “possível” neste caso de critério não atendido inicialmente, mas que poderá ser contemplado após alteração do projeto ou “não” para aqueles itens que devido à determinadas características do projeto ou de sua localização não poderão ser atendidos. A análise terá como referencial o projeto arquitetônico e complementares e outros documentos referentes ao projeto, tais como memoriais descritivos e planilha orçamentária. Na terceira coluna serão listados os possíveis

pontos a serem adquiridos com o atendimento do respectivo pré-requisito. As tabelas serão divididas conforme os grandes grupos estabelecidos pelo LEED, apresentados no referencial bibliográfico.

Referente a análise de conteúdo, Martins (2008) cita que esta faz parte do planejamento dos estudos de caso, visto que subsidia o pesquisador no processo de descrição e compreensão dos dados coletados, podendo estes confirmar posições ou evidências. A descrição analítica poderá ser orientada pelas hipóteses e pelo referencial teórico apresentados pelo pesquisador.

Após a apresentação de cada tabela, será realizada uma análise descritiva a respeito de cada item, onde serão explicitadas quais as características do projeto que o permitem atender ou não os pré-requisitos.

Esta etapa será finalizada com a apresentação de possíveis cenários para certificação divididos nas categorias Certificado, Prata, Ouro e Platina do LEED. Estes cenários tiveram como critério o atendimento a créditos que foram ou que, conforme constatado na análise do projeto, mais facilmente atendidos pelo empreendimento em estudo.

3.2.2 Segunda etapa – diretrizes para projeto certificado

Levando-se em consideração os resultados obtidos durante as fases de análise e diagnóstico e as informações da revisão bibliográfica, será apresentada a Lista de Verificação de Projeto, sendo descritos critérios a serem adotados nos projetos do Sistema FIERGS que almejam a certificação. No Apêndice I estes critérios serão apresentados em formato de Guia de Projetos, divididos conforme disciplinas de projeto (arquitetônico, hidrossanitário, entre outros) e questões relativas à localização e operação do empreendimento.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Apresentação do projeto

O projeto em análise é constituído por um edifício destinado ao uso escolar, localizado no Bairro Vicentina, na cidade de São Leopoldo – RS. Este empreendimento possui 2.644,85m² de área construída, possui estrutura em concreto pré-moldado e uso predominante de materiais leves em sua configuração interna, a fim de possibilitar futuras alterações de uso.

O local de implantação do projeto é uma área desabitada de aproximadamente 20.000,00m², coberta por uma mata de eucaliptos.

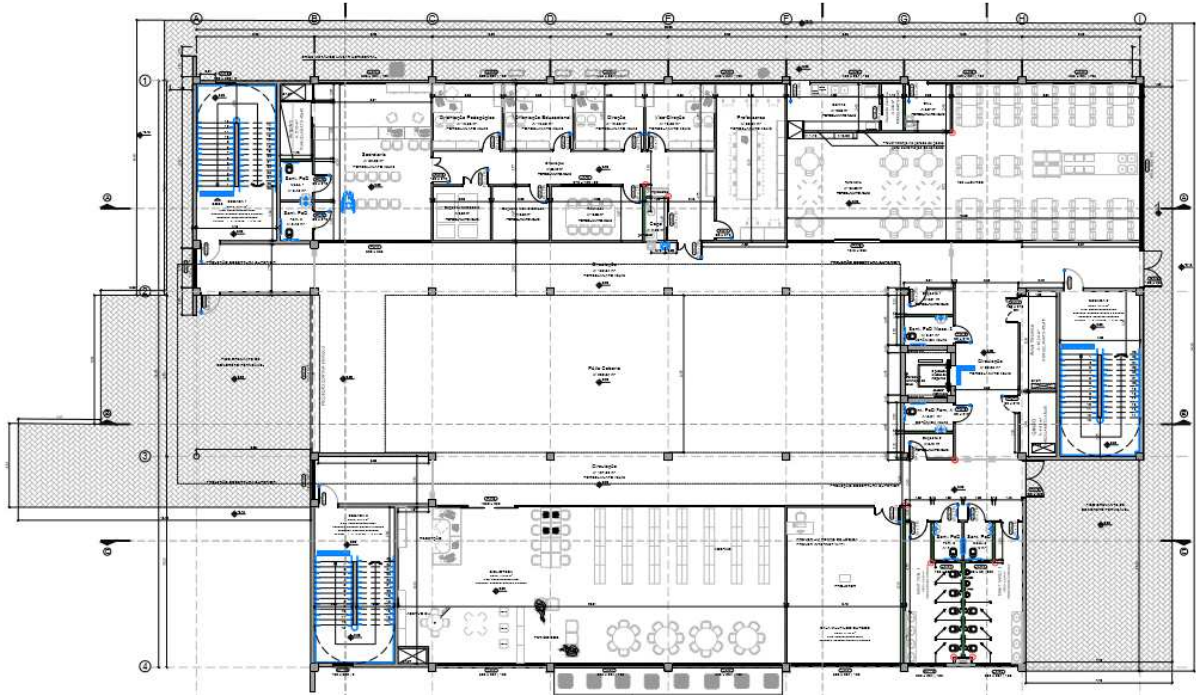
Figura 10 - Implantação



Fonte: autor

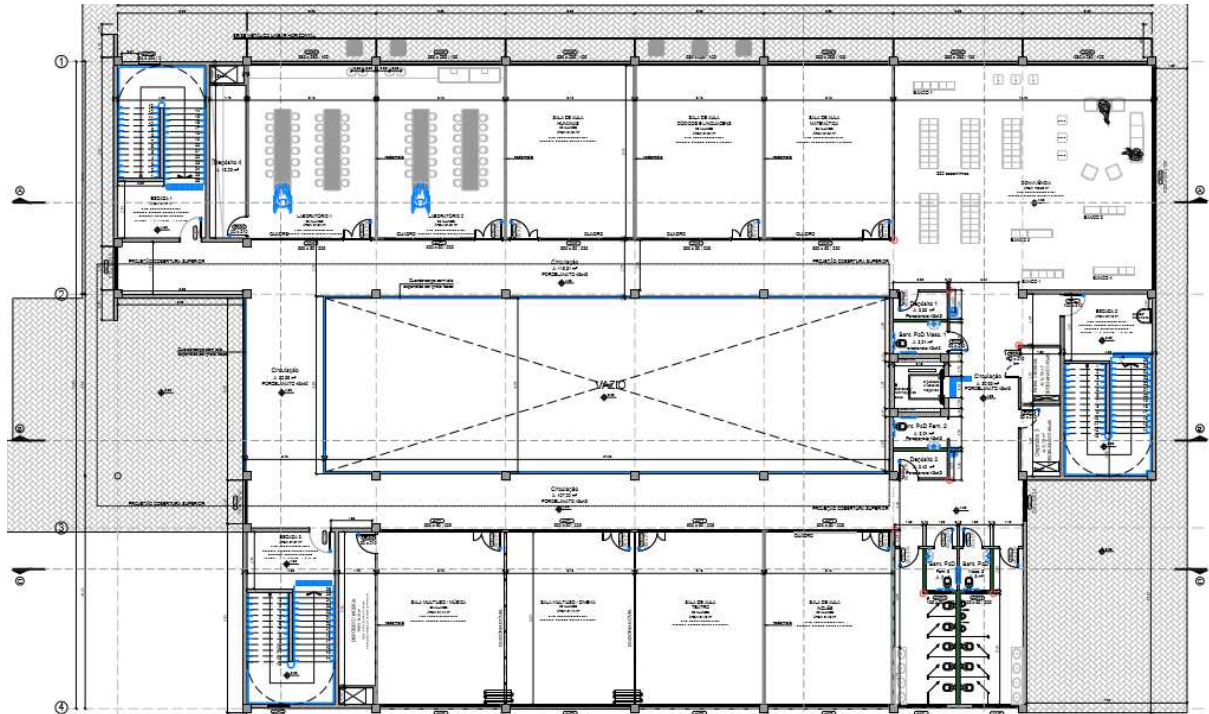
Em sua concepção formal, este é composto por duas barras ligadas por cobertura que conforma um pátio interno, destinado às atividades de recreação. Nas áreas laterais estão localizados os espaços administrativos, biblioteca, refeitório, sanitários e salas de aula. As escadas foram posicionadas nas extremidades para o atendimento à legislação de prevenção contra incêndio, devido às distâncias máximas a serem percorridas pelos usuários em caso de sinistro.

Figura 11 - Planta baixa pavimento térreo



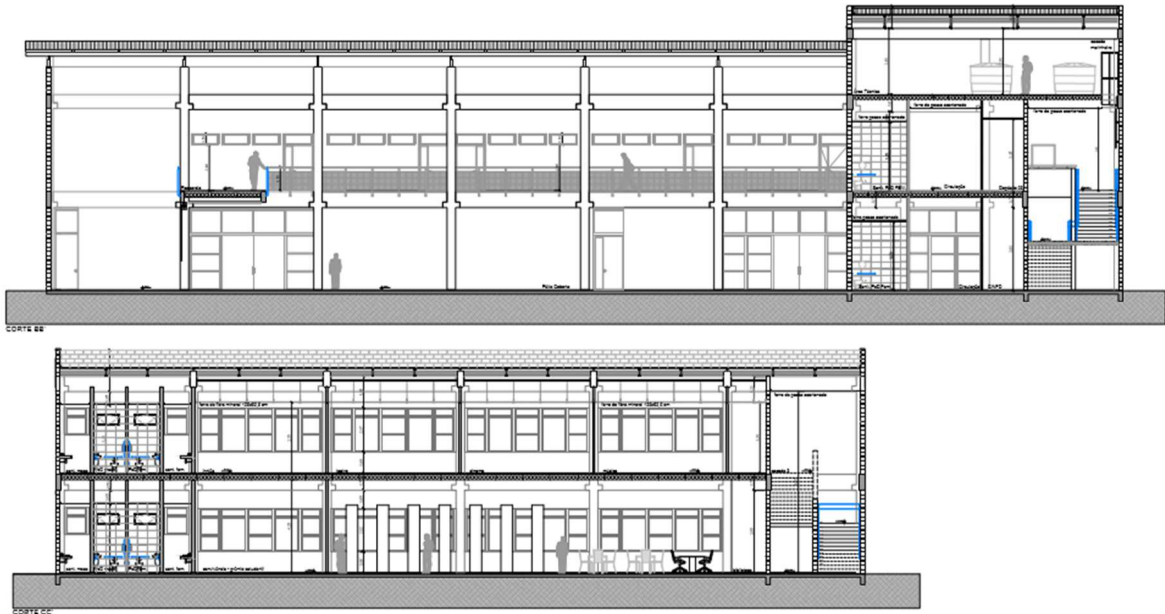
Fonte: autor

Figura 12 - Planta baixa segundo pavimento



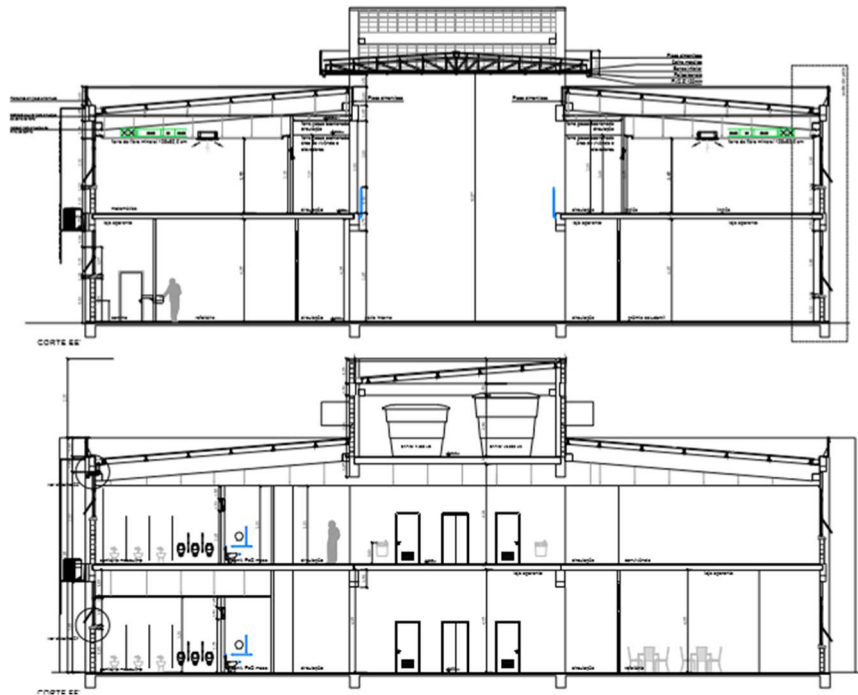
Fonte: autor

Figura 13 - Cortes longitudinais



Fonte: autor

Figura 14 - Cortes transversais



Fonte: autor

Figura 15 - Fachadas Leste / Oeste



Fonte: autor

Figura 16 - Fachadas Norte / Sul



Fonte: autor

4.2 Análise do projeto quanto aos requisitos LEED for Schools

A seguir serão apresentadas as tabelas de *check-list* adaptadas do LEED para o projeto e suas respectivas análises conforme apresentado na metodologia. A

descrição sobre do que se trata de cada item tem como referência o LEED v4 para Projeto e Construção de edifícios (USGBC, 2013). Nas três primeiras colunas os critérios são avaliados quanto ao seu atendimento: (S – Sim), (P – Possível) e (N – Não). Nas colunas seguintes são descritos o crédito e a pontuação máxima a ser atendida por este. No entanto, conforme estabelecido pelo LEED v4, ao se atender um critério nem sempre é obtida a pontuação máxima, conforme o desempenho obtido ou outras métricas estabelecidas. Na coluna final são exibidos os pontos obtidos pelo projeto analisado.

4.2.1 Processo integrado

Crédito: Processo Integrado

A tabela abaixo é referente ao item de processo integrado, que aborda uma análise prévia dos inter-relacionamentos entre sistemas. Nesta etapa devem ser avaliados os sistemas de energia, envoltória, condições do terreno, uso de sistemas de água e documentar como a análise destes sistemas auxiliou nas decisões de projeto do empreendimento.

Tabela 2 - Processo integrado

S	P	N		PONTOS POSSÍVEIS	PONTOS OBTIDOS
	X		Crédito	1	0
			Processo Integrado		

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Durante a elaboração do projeto de referência esta análise não foi realizada, sendo possível sua execução para atendimento deste requisito.

4.2.2 Localização e transportes

Este grupo aborda itens referentes à localização do projeto e suas relações com o entorno e acesso a transportes.

Tabela 3 - Localização e transportes

S	P	N			PONTOS POSSÍVEIS	PONTOS OBTIDOS
0	0	0	Localização e Transporte		15	
		X	Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	15	1
X			Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	1	
		X	Crédito	Local de Alta Prioridade	2	
		X	Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	5	
	X		Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	4	
	X		Crédito	Instalações para Bicicletas	1	
	X		Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1	
	X		Crédito	Veículos Verdes	1	

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Crédito: Localização do LEED Neighborhood (Bairros)

Este item, conforme o USGBC (2014) cria diretrizes a fim de evitar empreendimentos em terrenos inadequados, a fim de reduzir a distância percorrida por veículos, permitindo também maior acesso aos meios de transporte público. Para a pontuação neste critério, o projeto deve ser localizado no limite de um empreendimento certificado LEED para Desenvolvimento de Bairros.

Devido ao fato de que o projeto referência não se localiza em um Bairro certificado LEED, não há a possibilidade de atendimento deste critério.

Crédito: Proteção de áreas sensíveis

Para a obtenção deste crédito, conforme o USGBC (2014), a área de projeção do empreendimento deve ser localizada em um terreno desenvolvido previamente, ou não fazer parte de terras agrícolas conforme legislação norte-americana ou equivalente, áreas de conservação ambiental, áreas de planícies alagáveis, áreas distantes a menos de 30 metros de corpos d'água e áreas distantes a menos de 15 metros de zonas úmidas.

Na análise da localização do projeto, verifica-se que este está localizado em área não previamente desenvolvida, porém o terreno não se localiza em áreas de uso não permitido conforme descrito no parágrafo anterior, estando o projeto apto ao atendimento deste crédito.

Crédito: Local de alta prioridade

O objetivo deste crédito, conforme o USGBC (2014), é incentivar a localização do projeto em áreas com restrições de desenvolvimento, como por exemplo, vazios urbanos em bairros históricos, terrenos listados em áreas de interesse social para habitação (somente EUA) ou terreno localizado em área onde haja a identificação de contaminação do solo ou água subterrânea, com a devida execução da remediação.

O projeto analisado não se localiza em área que atenda aos critérios estabelecidos por este crédito, não sendo possível obter a pontuação deste item.

Crédito: Densidade do entorno e Usos Diversos

Conforme o USGBC (2014) com este crédito propõe-se proteger terras agrícolas e o habitat naturais com a implementação em áreas já consolidadas urbanisticamente, facilitando a locomoção a pé e reduzindo as distâncias a serem percorridas por veículos, além do fácil acesso a meios de transporte público.

Para atendimento deste critério o projeto deve estar localizado, em um raio de 400 metros, em área com densidade de ocupação residencial de 17,5 unidades/hectare, para áreas de até 5.050 metros quadrados de área de terreno edificável e 30 unidades/hectare para áreas de até 8.035 metros quadrados por hectare de terreno edificável.

Por localizar-se em área cujo entorno é totalmente desocupado, estando fora da malha urbana, o projeto em análise não possui condições de pontuar neste crédito.

Crédito: Acesso a transporte de qualidade

Através deste crédito procura-se incentivar que os empreendimentos estejam localizados em áreas onde haja a oferta de modos de transporte intermodal ou uso reduzido de veículos automotores, com a consequente diminuição das emissões de gases poluentes. Para este crédito, a categoria Escolas (*Schools*) possui critérios específicos a serem atendidos, divididos em três opções:

Opção 1: localizar as entradas do empreendimento a uma distância de até 400 metros de pontos de ônibus ou 800 metros de pontos de BRT ou trens e metrô metropolitanos, havendo requisitos referentes ao número de viagens ofertadas

diariamente nos pontos estabelecidos. Quanto maior o número de viagens, maior é o número de pontos a serem atingidos, até um limite de quatro pontos.

Opção 2: demonstrar que os alunos que moram a um máximo de 1.200 metros (abaixo 8ª série ou 14 anos) e 2.400 metros (9ª série e acima ou 15 anos de idade e acima), em um percentual a partir de 50% do total de alunos. Conforme o percentual atingido, poderão ser obtidos de um até quatro pontos.

Por localizar-se em área próxima à rodovia de alto tráfego, com diversas linhas de ônibus, o projeto em análise atende a este crédito, na opção 1. Quanto à opção 2, devido à escola ser uma implantação nova, não há como, antes de sua operação, identificar o local de residência de seus alunos.

Crédito: Instalações para bicicletas

Através deste crédito há a busca pelo incentivo e maior facilidade do uso da bicicleta como meio de transporte individual, conseqüentemente reduzindo o uso de veículos automotores e promovendo atividades físicas utilitárias e recreativas (USGBC, 2014).

Para a categoria Escolas (Schools) o LEED institui neste crédito critérios próprios, onde é estabelecido que o acesso ou o local para guarda de bicicletas devem estar localizados a uma distância de 180 metros de uma rede de bicicletas que se conecte a pelo menos 10 usos diversos, um ponto de sistema de ônibus rápido tipo BRT ou estação de trem, estando os destinos a uma distância de até 4.800 metros do projeto. Devem ser oferecidas ciclovias em toda a extensão do terreno, sem barreiras.

Também deve ser oferecido um depósito de bicicletas e vestiários para pelo menos 5% dos ocupantes regulares do edifício, com um mínimo de quatro vagas, além de chuveiro com vestiário para os 100 primeiros ocupantes regulares (exceto alunos) com um chuveiro adicional para cada 150 ocupantes regulares. As vagas de armazenamento devem ser de fácil acesso, localizadas a menos de 100 metros de distância das entradas principais do edifício.

O projeto em análise prevê bicicletário, mas em sua concepção original não foi contemplado vestiário, sendo recomendado que para atingir pontuação neste crédito este item deve ser atendido ainda na fase de elaboração de projeto. Por tratar-se de uma escola, sem atividades esportivas profissionais, o vestiário não foi contemplado

inicialmente na concepção do projeto, perdendo este a oportunidade em pontuar neste crédito.

Crédito: Redução de área de projeção de estacionamento

Com o estabelecimento deste crédito há o objetivo em se minimizar os prejuízos que ocorrem ao meio ambiente decorrentes das implantações de estacionamentos, com consumo de terreno, escoamento superficial da água e incentivo à dependência do automóvel (USGBC, 2014).

Para atendimento deste crédito, o projeto não deve exceder os requisitos mínimos estabelecidos do código local (Plano Diretor) da localidade. Os cálculos devem contemplar todas as vagas pertencentes ao projeto, inclusive as alugadas e quaisquer estacionamentos pertencentes ao projeto, mesmo que fora dos limites do terreno do empreendimento.

Também devem ser oferecidos estacionamentos preferenciais para caronas solidárias (5% do total de vagas) e vagas de estacionamento para veículos de frota não devem ser contabilizadas, a menos que tais veículos sejam usados regularmente pelos funcionários em deslocamentos diários ao trabalho ou a fins de negócios.

Tratando-se do projeto em análise, o estacionamento varia conforme cada cidade onde é implantado, podendo o objeto deste estudo de caso contemplar os itens estabelecidos neste critério do LEED. Em consulta ao Plano Diretor da Cidade de São Leopoldo, onde localiza-se o projeto em estudo, não há por parte da legislação item que especifique o número de vagas a serem contempladas conforme a área construída ou finalidade de uso do empreendimento, sendo este item avaliado de forma empírica pelos setores de aprovação.

Crédito: Veículos verdes

Com este crédito o USGBC (2014) promove o incentivo ao uso de automóveis movidos a combustíveis convencionais.

Para a categoria Escolas (Schools) há o estabelecimento de critérios específicos para o atendimento deste crédito, onde existem duas opções, uma relacionada ao uso de veículos verdes para passageiros e outra referente ao uso de ônibus verdes ou veículos de propriedade da escola:

Opção 1: poderão ser instalados equipamentos para recarga de veículos elétricos, em 2% do total de vagas existentes no projeto. Estas vagas devem ser identificadas e serem dotadas de conexões por tomada, atendendo a requisitos técnicos e normativos. Ou poderão ser oferecidas instalações para abastecimento de combustíveis alternativos ou um posto de troca de baterias capazes de reabastecer um número de veículos por dia igual a pelo menos 2% de todas as vagas de estacionamento.

Opção 2: Implementar ações para que todos os ônibus da escola cumpram a determinadas normas de emissão, por um período mínimo de sete anos, além de desenvolver um plano para que 100% dos demais veículos pertencentes à escola sejam verdes, com pontuação mínima de 45 no guia anual de classificação veicular do Conselho Americano para uma Economia de Eficácia Energética, ou um equivalente para projetos fora dos EUA.

No projeto em análise, a opção mais viável, porém não implementada no projeto original, é a implantação de vagas específicas para veículos verdes, prevendo os respectivos pontos de abastecimento, podendo então este critério ser atendido.

4.2.3 Terrenos sustentáveis

Neste grupo são previstas ações que visam a redução da poluição da fase de construção do empreendimento, minimizando a erosão do solo, sedimentação de cursos d'água e partículas em suspensão no ar.

Tabela 4 - Terrenos sustentáveis

S	P	N		PONTOS POSSÍVEIS	PONTOS OBTIDOS
0	0	0	Terrenos Sustentáveis	12	
S			Pré-req	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório
S			Pré-req	Avaliação Ambiental do Terreno	Obrigatório
	X		Crédito	Avaliação do Terreno	1
	X		Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
X			Crédito	Espaço Aberto	1
	X		Crédito	Gestão de Águas Pluviais	3
	X		Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2
	X		Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1
	X		Crédito	Planejamento Geral do Terreno	1
	X		Crédito	Uso Conjunto das Instalações	1

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Pré-requisito: Prevenção da Poluição na Atividade de Construção

Para atendimento a este pré-requisito (item obrigatório) deve ser criado, conforme o USGBC (2014) um plano de erosão e sedimentação para as atividades de construção, independentemente do tamanho do projeto a ser implementado. Este plano deve cumprir os requisitos da Licença Geral de Construção – *CGP* da Agência de Proteção Ambiental dos EUA ou o que for prescrito pela legislação local, o que for mais rigoroso.

O projeto em estudo pode contemplar a elaboração deste plano, sendo item complementar a ser acrescido ao memorial descritivo e à documentação exigida à empresa executora da obra.

Pré-requisito: Avaliação ambiental do terreno

Este pré-requisito é exclusivo da categoria Escolas (Schools) e Unidades de Saúde (Healthcare) e determina a necessidade de elaboração de uma “Avaliação Ambiental do Terreno Fase I” conforme norma americana ASTM E1527-05 ou equivalente local a fim de averiguar se há indícios de contaminação no local de implantação do empreendimento. Caso a avaliação Fase I comprove a contaminação, deverá ser efetuada a Avaliação Ambiental Fase II, conforme descrito na norma americana ASTM E1903-11 ou equivalente local. O local deverá passar por processo de remediação seguindo as recomendações dos órgãos ambientais locais.

Para atendimento deste pré-requisito deverá ser contratado laudo específico, que deverá seguir as normas mencionadas pelo LEED v4 e tomadas as ações previstas caso haja confirmação de contaminação no terreno.

Crédito: Avaliação do terreno

Neste crédito o projetista deve avaliar as condições do terreno a fim de prever opções sustentáveis na proposição de sua implantação, informando quais foram as decisões tomadas quanto às intervenções no terreno.

Devem ser avaliados os itens a seguir, descritos brevemente: topografia (mapeamento do terreno), hidrologia (cuidados relativos a recursos hídricos e áreas de enchente), clima (exposição solar, ventos, precipitação), vegetação (mapeamento da massa vegetal existente), solos (delimitação de áreas para uso na agricultura

quando aplicável), uso humano (vistas e infraestrutura existente, uso de materiais com potencial de reciclagem e uso) e efeitos na saúde humana (proximidade de populações vulneráveis, fontes de poluição do ar).

Este levantamento de dados deve demonstrar quais as ligações entre o projeto proposto e as condicionantes locais, devendo ser relatados como estes itens influenciaram na concepção do projeto. Caso algum dos itens não seja abordado, deverá ser descrita justificativa.

O estudo de caso em análise possui condições que permitem a realização da avaliação do terreno conforme prescrito no crédito, visto os dados disponíveis sobre a área já efetuados pelo proprietário.

Crédito: Desenvolvimento do terreno – Proteger ou Restaurar Habitat

Neste item o objetivo conforme o USGBC (2014) é fomentar a preservação de áreas naturais existentes e restaurar áreas porventura degradadas.

Para atendimento deste crédito 40% da área do terreno deve ser preservada, quando houver. Também há duas opções prescritas, sendo possibilitada a restauração do local com o plantio de vegetação, restauro dos solos modificados, entre outros. No caso específico de escolas os campos esportivos são isentos dos critérios de restauração dos solos, não sendo estas áreas computáveis para atingir a área mínima necessária. Outra opção é a de fornecimento de apoio financeiro (US\$ 4,00 por metro quadrado) da área total do terreno a uma instituição de preservação ambiental reconhecida nacional ou localmente.

No caso em estudo este critério pode vir a ser atendido, caso seja elaborado plano paisagístico, ambiental e de manejo de solos conforme prescrito no LEED v4. Os projetos do SESI passaram a contemplar a partir de 2016 projetos de paisagismo, que para atingir a pontuação do referido crédito devem seguir as diretrizes deste.

Crédito: Espaço aberto

Este crédito visa a implementação de espaço aberto que incentive a interação dos usuários com o ambiente natural, promovendo a recreação passiva e prática de atividades físicas.

Para atendimento, o projeto deve contemplar em sua área de implantação área externa de pelo menos 30% do total do terreno, sendo destes 25% cobertos por

vegetação aérea. Este espaço deve ser fisicamente acessível, contemplando áreas pavimentadas para pedestres, áreas para recreação, espaços de jardim ou áreas para hortas comunitárias.

O projeto em análise atende ao critério descrito acima visto que seu projeto de implantação prevê área acima de 30% do total coberta por vegetação, contemplando espaços para lazer e utilizações diversas.

Crédito: Gestão de águas pluviais

Neste crédito há a intenção em se reduzir o volume de escoamento superficial de águas pluviais, promovendo um comportamento hídrico de superfície semelhante ao natural, com base em condições históricas e ecossistemas locais.

A obtenção deste crédito se baseia no cumprimento de percentuais relativos ao escoamento das águas de superfície, devendo a drenagem do solo corresponder a um índice de 95% a 98% de eventos pluviométricos locais. Há também a opção em se realizar um gerenciamento do volume do escoamento na condição de cobertura natural do solo, para a condição de pós-implantação.

O projeto objeto deste estudo de caso pode atender aos preceitos deste crédito, através da previsão destes critérios no projeto de drenagem pluvial.

Crédito: Redução de Ilhas de Calor

Neste crédito o objetivo é a redução dos efeitos das ilhas de calor nos microclimas construídos.

Para o cumprimento deste crédito há opções que permitem uma correlação entre a área de telhado e as áreas sem telhado e com vegetação, uso de vegetação sobre áreas pavimentadas, sombreamento através de estruturas cobertas por sistemas de geração de energia ou uso de telhas com características mínimas de refletância. Também podem ser utilizados telhado com vegetação ou implantar um estacionamento coberto, cujo telhado deve também atender a determinados requisitos.

O projeto da Escola em análise pode atender ao crédito descrito acima, através da especificação de cobertura que cumpra aos requisitos técnicos estabelecidos pelo LEED v4.

Crédito: Redução da poluição luminosa

Este crédito tem por objetivo melhorar a visibilidade do céu noturno, mitigando os efeitos da iluminação artificial em áreas externas dos empreendimentos.

O LEED v4 determina alguns métodos que podem ser seguidos para obtenção deste crédito, onde há a busca da determinação de parâmetros para iluminação para cima e transgressão da luz, conforme critérios estabelecidos. O limite de iluminação deve ser localizado nas divisas da propriedade que o LEED ocupa, havendo exceções para casos como divisas com vias ou áreas públicas e imóveis contíguos ao mesmo proprietário. Também são excetuados deste critério os itens de iluminação sinalizadora, iluminação de fachadas e paisagismo, iluminação de praças cívicas ou para fins artísticos, rodovias e áreas específicas com desligamento programado.

Para atendimento deste critério o projeto em análise deverá adotar os requisitos estabelecidos quanto à iluminação externa em seu projeto de instalações elétricas.

Crédito: Planejamento geral do terreno

Este critério é exclusivo da categoria Escolas (Schools) e visa garantir que, independente de mudanças futuras em programas ou dados socioeconômicos, os benefícios obtidos através do atendimento de determinados critérios sejam praticados de forma continuada.

Para o atendimento deste crédito, o projeto deve atender ao menos quatro dos seis créditos listados abaixo.

- Terreno de alta prioridade
- Desenvolvimento do Terreno – Proteção ou Restauração do Habitat
- Espaço aberto
- Gestão de águas pluviais
- Redução de Ilhas de Calor
- Redução da Poluição Luminosa

Utilizando métodos de cálculo associado entre estes critérios, deve ser desenvolvido um plano de desenvolvimento futuro do terreno, no qual são descritas as atividades atuais e futuras do empreendimento, dentro do espaço de vida útil do edifício. As áreas de pavimentação, estacionamento e serviços públicos devem ser incluídas.

Para que o projeto em análise possa atender este critério, poderá ser elaborado pela equipe de projeto em conjunto com o proprietário este plano, tendo então o projeto possibilidade de pontuação neste item.

Crédito: Uso contínuo das instalações

Este também é um crédito exclusivo da categoria Escolas (Schools) e visa integrar a comunidade através do compartilhamento dos espaços para eventos e cerimônias não relacionadas a atividade educacional.

São determinadas três opções para atendimento deste critério:

Opção 1: tornar determinados espaços do edifício abertos ao público, devendo pelo menos três dos listados a seguir: auditório; ginásio; lanchonete; uma ou mais salas de aula; parques ou estádios; estacionamento.

Opção 2: firmar contratos com a comunidade ou outras organizações para destinar pelo menos dois espaços do empreendimento para uso específico, conforme listado a seguir: escritório comercial; clínica de saúde; centros comunitários; biblioteca; estacionamento; uma ou mais empresas comerciais.

Opção 3: permitir através de acordos com outras instituições o uso de dois ou mais espaços pelos alunos, sendo: auditório; ginásio; lanchonete; uma ou mais salas de aula; piscina; parques e estádios.

O projeto em análise, devido à natureza de uso que o SESI possui em suas instalações, poderá atender a este critério, visto a prática recorrente da entidade em compartilhar espaços de seus Centros de Atividades com as comunidades adjacentes.

4.2.4 Eficiência hídrica

Neste grupo são abordadas ações para redução do consumo de água do empreendimento.

Tabela 5 - Eficiência hídrica

S	P	N			PONTOS POSSÍVEIS	PONTOS OBTIDOS
0	0	0	Eficiência Hídrica		12	
S		Pré-req	Redução do Uso de Água do Exterior		Obrigatório	
S		Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior		Obrigatório	
S		Pré-req	Medição de Água do Edifício		Obrigatório	
X			Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2	2
X			Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	7	1
		X	Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento	2	
	X		Crédito	Medição de Água	1	

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Pré-requisito: Redução do uso de água do exterior

Este item, que é obrigatório, visa a redução do consumo de água para irrigação das áreas de paisagismo do empreendimento. Há duas opções para que o projeto possa atender este pré-requisito:

Opção 1: estabelecer um projeto paisagístico cujas espécies não necessitem de irrigação permanente;

Opção 2: reduzir o consumo com irrigação de forma que este seja 30% mais eficiente nos meses de pico que o baseline, conforme calculado pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA.

Sendo este um pré-requisito, seu atendimento é obrigatório para a certificação do projeto em estudo. O projeto paisagístico deverá analisar as espécies a serem utilizadas para cumprir o determinado pelo LEED v4.

Pré-requisito: Redução do uso de água do interior

Este item, por ser um pré-requisito, é obrigatório e estabelece padrões de consumo reduzido de água para dispositivos e conexões devem apresentar consumo 2% menor em relação baseline. Equipamentos e processos que consomem água devem atender a consumos específicos, sendo que no caso de edifícios escolares também são avaliados equipamentos de cozinha.

A tabela abaixo mostra a baseline e o consumo de bacias sanitárias, mictórios, torneiras de banheiros e torneiras de cozinha utilizadas no projeto:

Tabela 6 - Uso da água interior

Dispositivo utilizado em projeto	Baseline	Consumo dispositivo	Redução em relação à baseline
Bacia sanitária (Modelo Deca P540) com válvula de descarga Silent Flux Fabrimar	6lpf	5,4lpf padrão, podendo ser regulado	10%
Mictório (Modelo com Válvula para mictório Pressmatic Compact)	3,8 lpf	0,7 lpf	81,57%
Torneiras de banheiros (Modelo Docol Pressmatic LEED)	1,9 lpm	1,8 lpm	5,26%
Torneira de cozinha (Modelo Docol Bica Alta Triplus LEED)	8,3 lpm	8,0 lpm	3,6%

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Verifica-se que o projeto já é concebido com dispositivos que atendem aos requisitos de consumo estabelecidos. Os demais itens apontados no LEED v4 neste pré-requisito não se aplicam ao projeto em estudo.

Pré-requisito: Medição de água do edifício

Este pré-requisito preconiza apoiar no uso eficiente da água através do uso de hidrômetros para que o proprietário possa acompanhar o consumo.

O projeto em estudo possui hidrômetro, cujo equipamento é exigido pela concessionária de água local. Para atendimento ao pré-requisito, deverão ser encaminhados ao USGBC relatórios mensais e anuais por um período de cinco anos após a certificação do empreendimento.

Crédito: Redução do uso de água exterior

Neste crédito é mensurada a pontuação a ser obtida a partir do atendimento do pré-requisito de mesmo nome.

No projeto em estudo serão utilizadas espécies vegetais que dispensam o uso de irrigação permanente, sendo obtidos, conforme o LEED v4, dois pontos neste crédito.

Crédito: Redução do uso de água do interior

Neste crédito é mensurada a pontuação a ser obtida a partir do atendimento do pré-requisito de mesmo nome, conforme tabela apresentada abaixo:

Tabela 7 - Redução do uso de água do interior

Porcentagem de redução	Pontos a serem obtidos pela tipologia Escolas
25%	1
30%	2
35%	3
40%	4
45%	5

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Para mensurar os percentuais de redução de consumo de água o USGBC disponibiliza em seu site uma tabela a partir da qual o usuário insere os dados de consumo das instalações do empreendimento. Após a inserção dos dados, é apresentada em uma aba resumo a redução de consumo obtida, conforme demonstrado abaixo:

Tabela 8 - Cálculo do uso de água do interior

Group Name	Baseline Case (liters/year)			Design Case (liters/year)		
	Annual Flush Volume	Annual Flow Volume	Annual Consumption	Annual Flush Volume	Annual Flow Volume	Annual Consumption
Group 1	501.650,00	38.831,52	540.481,52	365.125,00	36.830,00	401.955,00
Annual baseline water consumption (liters/year)						540.481,52
Annual design water consumption (liters/year)						401.955,00
Percent water use reduction (%)						25,63%

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

A partir do resultado obtido verifica-se que a redução de consumo de água do interior do projeto em estudo é de 25,63%. Este possui em seu memorial descritivo e

projeto hidrossanitário o uso de torneiras de baixo consumo com aerador e válvulas do tipo “Silent-flux” com regulador de vazão. Entretanto, mesmo com o uso destes equipamentos, verifica-se que por não ter sido contemplado o aproveitamento de águas pluviais em válvulas de descarga por exemplo, o percentual de economia obtido foi relativamente baixo, obtendo somente um ponto neste crédito.

Crédito: Uso de água de torre de resfriamento

Este crédito visa a conservação da água utilizada em torres de resfriamento, procurando prevenir e controlar a corrosão, formação de crostas e micróbios no equipamento.

O projeto em estudo não possui torre de resfriamento, não obtendo então pontuação neste crédito.

Crédito: Medição de água

A partir dos preceitos deste crédito há a possibilidade do proprietário identificar oportunidades de economia de água. Para atingir pontuação neste crédito, é necessária a instalação de hidrômetro em pelo menos dois subsistemas de água.

Ao analisar os subsistemas listados no LEED v4, verifica-se que para obtenção deste critério o projeto em estudo poderá mensurar separadamente um dos itens listados abaixo:

Irrigação: deverá ser medida pelo menos 80% da água a ser consumida em irrigação;

Dispositivos e conexões hidráulicas internos: medir pelo menos 80% do consumo dos dispositivos listados no pré-requisito consumo de água interior;

Água recuperada: medir o componente de água recuperada do empreendimento.

Para o atendimento deste crédito, o projeto já possui sistema de medição geral de consumo, que poderá ser subdividido em dispositivos internos e irrigação.

4.2.5 Energia e atmosfera

Na categoria de Energia e Atmosfera os pré-requisitos e créditos abordam uma visão global quanto à eficiência energética, buscando a redução do consumo energético através de estratégias de projeto e uso de fontes renováveis (USGBC, 2013). O processo de Comissionamento é apontado como item crítico na operação de um edifício de alta performance, sendo necessário para assegurar que as intenções de projeto foram atendidas.

Tabela 9 - Energia e atmosfera

S	P	N		PONTOS POSSÍVEIS	PONTOS OBTIDOS
0	0	0	Energia e Atmosfera (Energy and Atmosphere)	31	
S			Pré-req Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório	
S			Pré-req Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório	
S			Pré-req Medição de Energia do Edifício	Obrigatório	
S			Pré-req Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório	
	X		Crédito Comissionamento Avançado	6	
	X		Crédito Otimizar Desempenho Energético	16	
	X		Crédito Medição de Energia Avançada	1	
	X		Crédito Resposta à Demanda	2	
		X	Crédito Produção de Energia Renovável	3	
		X	Crédito Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1	
		X	Crédito Energia Verde e Compensação de Carbono	2	

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Pré-requisito: Comissionamento Fundamental e Verificação

Neste pré-requisito ocorre a aplicação do processo de comissionamento para averiguar se os sistemas e conjuntos elétricos, mecânicos, hidráulicos e de energia renovável irão operar conforme estabelecido nas normas norte-americanas ASHRAE 0-2005 e ASHRAE 1.1-2007.

Para que o projeto em estudo atenda a este pré-requisito, deverá ser elaborado um plano de comissionamento, onde haverá um registro documental durante a elaboração de projetos, execução e entrega final da obra que comprovará a performance energética do edifício conforme pretendido. Deverão ser desenvolvidos itens como check-lists de construção, procedimentos de testes de sistemas e definição de requisitos mínimos de iluminação, ar externo, manutenção preventiva, entre outros.

Ao final deverá ser elaborado um relatório de todo o processo, onde o proprietário é informado sobre as conclusões e recomendações para operação do edifício. Também deverá ser preparado pelo agente comissionador um Plano

atualizado de requisitos, operações e manutenção de instalações - documento este semelhante a um manual de uso e operação relacionado aos sistemas existentes no empreendimento que conterá informações relevantes para a operação do edifício com eficiência (USGBC 2013).

Pré-requisito: Desempenho mínimo de energia

Este pré-requisito tem por objetivo assegurar que o projeto terá um desempenho mínimo de eficiência energética (USGBC, 2013).

Para o atendimento deste pré-requisito, existem três opções de análise do projeto:

Opção 1: Simulação de energia de todo o edifício

Deverá ser realizada simulação energética do projeto, devendo este apresentar melhoria de 5% na avaliação de desempenho da envoltória e núcleo central, em comparação com a avaliação do desempenho do projeto *baseline*. O projeto *baseline* deverá ser calculado conforme a Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010, Apêndice G, utilizando um modelo de simulação.

Opção 2: Conformidade prescritiva: Guia Avançado de Projeto Energético

Elaborar o projeto conforme o disposto na Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010, cumprindo os requisitos de eficiência para equipamentos de ventilação, dutos, climatização, umidificadores e aquecimento de água estabelecidos no Capítulo 4 (Estratégias e Recomendações de Projeto por Zona Climática) do Guia Avançado de Projeto Energético ASHRAE 50%.

Opção 3: Conformidade prescritiva: Guia *Advanced Buildings Core Performance*

Nesta opção o projeto deverá estar em conformidade com o disposto na Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010 na sua Seção 1 (Estratégias de processo de projeto), Seção 2 (Requisitos de Core e Performance) e Seção 3: Estratégias de desempenho aprimorado.

O projeto em estudo, por não ser certificado, não foi analisado quanto a este pré-requisito, podendo este ser contemplado com a assessoria de profissional habilitado.

Pré-requisito: Medição de energia do edifício

Neste pré-requisito há a intenção em identificar oportunidades de economia de energia do edifício.

Para o cumprimento deste, deverão ser instalados medidores de energia que computem o consumo total do edifício, sendo aceitos os medidores de concessionárias de serviços públicos.

O projeto em estudo poderá atender a este pré-requisito pois possui medidor de energia elétrica, devendo, no entanto, o proprietário compartilhar com o USGBC, por um período de 5 anos, os dados de consumo (USGBC, 2013).

Pré-requisito: Gerenciamento de gases refrigerantes

Para prover a redução dos danos causados à camada de ozônio, este pré-requisito preconiza a proibição do uso de refrigerantes à base de clorofluorcarbono (CFC) em sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração.

O projeto em estudo não atende ao pré-requisito pois o projeto de climatização possui condicionadores de ar do tipo cassete que utilizam gás R22 que possui hidroclorofluorcarbonos em sua composição.

Crédito: Comissionamento avançado

Neste crédito há a possibilidade em se adicionar serviços ao comissionamento empregado no pré-requisito de Comissionamento fundamental e verificação. Para a obtenção deste crédito há três opções nas quais o agente comissionador deverá executar uma série de ações, tais como: verificação e testes sazonais dos sistemas; verificar eficácia do treinamento de operadores; inclusão de itens relacionados ao uso e manutenção dos sistemas no plano de comissionamento, entre outros.

O projeto em análise, por não ser certificado, não possui em sua equipe um agente comissionador, podendo este critério ser atendido no caso de assessoria por profissional habilitado.

Crédito: Otimizar desempenho energético

Este crédito objetiva a obtenção de níveis de desempenho energético maiores que os preconizados nas normas prescritas no pré-requisito Desempenho mínimo de energia (USGBC, 2013).

Deverão ser tomadas ações na redução de carga energética do edifício através da simulação energética ou conformidade prescritiva. Conforme o percentual atingido, podem ser obtidos de 1 a 16 pontos neste crédito.

O projeto em estudo, por não ser certificado, não foi analisado quanto a este crédito, podendo este ser contemplado com a assessoria de profissional habilitado.

Crédito: Medição de energia avançada

A fim de apoiar na gestão da energia do edifício, neste crédito é descrita a instalação de medidores adicionais ao estabelecido no pré-requisito Medição de energia do edifício.

Para o atendimento deste, deverão ser previstos em projeto a instalação de medidores em qualquer uso final individual que represente 10% ou mais do consumo anual do edifício. Estes medidores devem registrar em intervalos de uma hora ou menos e transmitir os dados para um local remoto, armazenando os dados de medição por pelo menos 36 meses.

O projeto em análise pode atender a este crédito caso o projeto de instalações elétricas contemple a medição individualizada dos sistemas de iluminação, força e climatização.

Crédito: Resposta à demanda

Este crédito visa a participação em tecnologias e programas de resposta à demanda.

Para que o projeto em análise obtenha este crédito, o empreendimento deverá participar de um programa de resposta à demanda. O projeto de instalações elétricas deve contemplar sistemas de resposta de demanda automatizados em tempo real. O proprietário deve comprometer-se em participar de um plano de resposta à demanda plurianual para pelo menos 10% da demanda de pico estimada de eletricidade.

Crédito: Produção de energia renovável

Para fomentar o autoabastecimento com fontes renováveis, este crédito propõe o uso por parte dos proprietários de sistemas alternativos de energia. Deve ser calculado o percentual de custo equivalente da energia utilizada gerada por sistema renovável com o custo total de consumo energético do empreendimento. Conforme o percentual atingido, podem ser obtidos de um a três pontos.

O projeto em análise não atende a este crédito pois não possui sistemas de geração de energia renováveis.

Crédito: Gerenciamento avançado de gases refrigerantes

Neste crédito são estabelecidas ações adicionais às previstas no pré-requisito Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes.

Para que este crédito seja atendido, não devem ser utilizados gases que possuam potencial de destruição da camada de ozônio (ODP). Há a opção em se calcular o impacto dos gases refrigerantes aplicados no projeto, no caso da utilização de equipamentos de climatização novos e existentes.

O projeto em estudo não atende ao critério pois o projeto de climatização possui condicionadores de ar do tipo cassete que utilizam gás R22 que possui hidroclorofluorcarbonos em sua composição.

Crédito: Energia verde e compensação de carbono

Para o atendimento deste crédito o empreendimento deve firmar um contrato onde há o fornecimento de pelo menos 50% da energia proveniente de fontes renováveis, uso de compensações de carbono e certificados de energia renovável para atenuar o uso dos efeitos do uso de eletricidade.

O projeto em análise não atende a este crédito visto que não há, por parte da concessionária de energia, a possibilidade em se contratar energia de fontes renováveis.

4.2.6 Materiais e recursos

Na categoria de materiais e recursos há um foco na redução da energia e outros impactos relacionados ao ciclo de vida dos materiais da construção (USGBC, 2013). Cada um dos créditos estabelecidos visa ações que abrangem, além da produção e uso de materiais com reduzido impacto ambiental, a destinação dos resíduos gerados pelas construções.

Tabela 10 - Materiais e recursos

S P N				PONTOS POSSÍVEIS	PONTOS OBTIDOS
0	0	0	Materiais e Recursos	13	
S			Pré-req	Armazenamento e Coleta de Recicláveis	Obrigatório
S			Pré-req	Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório
	X		Crédito	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	5
	X		Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto	2
	X		Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-primas	2
	X		Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material	2
	X		Crédito	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	2

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Pré-requisito: Armazenamento e coleta de recicláveis

Este pré-requisito tem por objetivo a redução dos resíduos gerados pelos usuários dos edifícios a serem transportados e descartados em aterros sanitários (USGBC, 2013).

Para o atendimento deste pré-requisito o empreendimento deve dispor de local específico para coleta e armazenamento dos resíduos, contemplando a separação dos materiais recicláveis (papel misto, papelão ondulado, vidro, plástico e metais). Para o armazenamento e descarte de pilhas, lâmpadas com mercúrio e resíduos eletrônicos o proprietário deverá tomar medidas adequadas e seguras.

O projeto em estudo contempla área dedicada para central de resíduos, visto que esta é inclusive uma exigência da Secretaria Municipal do Meio Ambiente para obtenção da Licença de Operação.

Pré-requisito: Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição

Este pré-requisito trata dos resíduos gerados durante a construção dos empreendimentos, buscando a redução dos volumes a serem descartados em aterros sanitários, com a recuperação, reciclagem ou reuso de materiais (USGBC 2013).

Para atendimento deste pré-requisito devem ser estabelecidas metas de reaproveitamento de resíduos e definidas estratégias para o uso destes no projeto. Ao final da obra o proprietário deverá fornecer um relatório detalhando os fluxos de resíduos gerados, com as taxas de descarte e reaproveitamento.

No estudo de caso deste trabalho já está contemplada a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC, conforme exigência da Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Resolução 307 do CONAMA. Este documento contempla diversos itens exigidos para o atendimento deste pré-requisito, podendo ser complementando para atendê-lo na totalidade.

Crédito: Redução do impacto de ciclo de vida do edifício

Neste crédito são incentivados o reuso de materiais, principalmente em reformas, estabelecendo-se pontuações a partir de porcentagens de materiais reutilizados no projeto. No caso de novas construções, deve-se realizar uma análise do ciclo de vida da estrutura e do recinto do projeto, devendo esta apresentar redução de 10% em comparação a um edifício baseline, a ser analisada em ferramentas de avaliação de ciclo de vida. Esta redução deve ocorrer em três das seis categorias listadas a seguir:

- Potencial de aquecimento global (gases do efeito estufa - CO₂);
- Destruição da camada de ozônio (kg CFC-11);
- Acidificação da terra e fontes de água (H⁺ ou SO₂);
- Eutrofização (kg de nitrogênio ou fosfato);
- Formação de ozônio troposférico (kg de NO_x, kg de O₃ ou de etileno);
- Destruição de recursos de energia não renovável (em MJ).

No projeto em estudo este critério pode ser atendido caso seja feita esta análise dos materiais empregados. Aponta-se para a dificuldade em se obter as informações dos fabricantes quanto às características dos mesmos, referente às categorias de ciclo de vida estabelecidas neste critério.

Crédito: Divulgação e otimização de produto do edifício - Declarações ambientais de produto

Através deste crédito há o incentivo ao uso de materiais cujas informações sobre seu ciclo de vida estejam disponíveis.

Para o atendimento deste critério, devem ser utilizados pelo menos 20 produtos de uso permanente, de cinco fabricantes distintos pelo menos, que atendam a declarações específicas de produto em conformidade com normas específicas ou produtos que cumpram definições de declaração ambiental aprovadas pelo USGBC.

Como segunda opção há a possibilidade em utilizar-se produtos que atendam a critérios específicos de redução de impacto ambiental para 50%, por custo, do valor total de produtos instalados de forma permanente no projeto. Estes produtos devem ser certificados por terceiros ou atenderem a programa aprovado pelo USGBC.

No projeto em estudo os materiais especificados não atendem aos requisitos estabelecidos neste crédito, podendo este ser atendido com a alteração das especificações atuais.

Crédito: Divulgação e otimização de produto do edifício – Origem de matérias primas

Através deste crédito há o incentivo ao uso de materiais cujas informações sobre seu ciclo de vida estejam disponíveis com enfoque na declaração ambiental das matérias primas utilizadas.

São estabelecidos requisitos para o uso de pelo menos 20 produtos instalados de forma permanente no edifício cujo processo fabril atenda a compromissos de extração responsável de matérias primas ou normas e programas que atendam critérios de aquisição responsável. Os materiais de estrutura e envoltória não podem corresponder a mais de 30% do total de produtos em conformidade com este crédito.

No projeto em estudo os materiais especificados não atendem aos requisitos estabelecidos neste crédito, podendo este ser atendido com a alteração das especificações atuais.

Crédito: Divulgação e otimização de produto do edifício – Ingredientes do material

Este crédito determina a especificação de materiais cujos ingredientes químicos estejam catalogados conforme inventários, declarações de saúde ou outros programas aprovados pelo USGBC. Os requisitos possuem o intuito de se reduzir o uso de materiais que originem substâncias perigosas. Para o atendimento a estes requisitos os produtos devem apresentar inventários, declarações de saúde ou programas aprovados pelo USGBC a respeito do inventário químico.

Os materiais de estrutura e envoltória não podem corresponder a mais de 30% do total de produtos em conformidade com este crédito.

No projeto em estudo os materiais especificados não atendem aos requisitos estabelecidos neste crédito, podendo este ser atendido com a alteração das especificações atuais.

Crédito: Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição

Este crédito tem por objetivo a redução dos materiais a serem descartados, estabelecendo requisitos para reutilização e reciclagem de resíduos. Os requisitos deste crédito estabelecem taxas de reaproveitamento de material ou a redução do total de material descartado.

O projeto em estudo neste trabalho pode vir a atender este crédito, estabelecendo e comprovando de forma detalhada a destinação dos resíduos gerados pela obra a centros de reciclagem ao invés do descarte destes a aterros sanitários.

4.2.7 Qualidade do ambiente interno

Na categoria de Qualidade do ambiente interno os créditos abordam as decisões de projeto referentes a qualidade do ar interno, conforto térmico, visual e acústico (USGB, 2013).

Tabela 11 - Qualidade do ambiente interno

S P N				PONTOS POSSÍVEIS	PONTOS OBTIDOS
0	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	16	
S			Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
S			Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
S			Pré-req	Desempenho Mínimo Acústico	Obrigatório
	X		Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2
	X		Crédito	Materiais de Baixa Emissão	3
	X		Crédito	Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção	1
	X		Crédito	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	2
	X		Crédito	Conforto Térmico	1
	X		Crédito	Iluminação Interna	2
	X		Crédito	Luz Natural	3
	X		Crédito	Vistas de Qualidade	1
	X		Crédito	Desempenho Acústico	1

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Pré-requisito: Desempenho mínimo da qualidade do ar interior

São estabelecidos neste pré-requisito condicionantes mínimos estabelecidos para qualidade do ar. São estabelecidos requisitos para ventilação e monitoramento baseados em normas norte-americanas e europeias. Nos espaços ventilados naturalmente devem ser observados critérios específicos para configuração de abertura de ar externo.

Para o atendimento deste pré-requisito o projeto em estudo deve ser alterado de forma a atender as normas estrangeiras citadas no LEED v4, visto que em sua origem o projeto foi concebido sob os critérios de normas brasileiras.

Pré-requisito: Controle ambiental da fumaça de tabaco

Este pré-requisito estabelece a proibição do fumo dentro dos edifícios e em áreas externas próximas às entradas e janelas operáveis.

Na categoria Escolas há um requisito específico que estabelece a proibição do ato de fumar em todo o terreno, devendo haver sinalização em toda a área.

O projeto em estudo atende ao pré-requisito visto a proibição de fumar em áreas internas e externas aplicadas às escolas do SESI.

Pré-requisito: Desempenho mínimo acústico

Este é um pré-requisito exclusivo da categoria escolas, visando a melhoria do desempenho acústico das salas de aula. São estabelecidos requisitos mínimos para a entrada de ruídos externos e tempo de reverberação. As especificações de materiais e acabamentos devem atender aos requisitos de absorção de som especificados na norma ANSI S12.60-2010 Parte 1 – Diretrizes, requisitos de projeto e critérios de desempenho acústico para escolas ou norma equivalente. São permitidas exceções no caso de edifícios históricos onde ocorram restrições ou limitações.

Para o cumprimento deste pré-requisito o projeto deverá ser alterado de forma que os ambientes de sala de aula possuam materiais que atendam às normas citadas, atendendo ao desempenho acústico mínimo necessário.

Crédito: Estratégias avançadas de qualidade do ar interior

Para promover maior qualidade do ar interior, são estabelecidos requisitos para espaços ventilados mecanicamente e naturalmente. Devem ser atendidas estratégias para sistemas de entrada, prevenção de contaminação cruzada interna e filtração, além de taxas diferenciadas para renovação de ar, em conformidade com normas norte-americanas.

Para a obtenção do ponto referente a este crédito os sistemas de ventilação do projeto em análise devem ser adaptados para atendimento às normas citadas no LEED v4, visto que foram baseados em normas brasileiras.

Crédito: Materiais de baixa emissão

Neste crédito são abordados requisitos referentes aos contaminantes químicos presentes em diversos elementos da edificação, tais como tintas, adesivos, pisos, madeiras, isolamento de tetos e paredes, móveis, entre outros. São avaliadas as emissões de compostos orgânicos voláteis (COVs) no interior do edifício, além de métodos para os quais estas emissões são determinadas.

Para escolas e unidades de saúde não são permitidos o uso de produtos com formaldeído em sua composição. Também é proibida a utilização de asfalto aplicado a quente para telhados e selantes de piche, para todas as categorias.

No estudo de caso em análise neste trabalho não há por parte do memorial descritivo especificação a respeito do uso de materiais com baixo índice de emissão de compostos voláteis. O crédito pode ser atendido com a alteração das especificações.

Crédito: Plano de gerenciamento da qualidade do ar interior na construção

Neste crédito são abordadas estratégias para o desenvolvimento de um plano de gestão de qualidade do ar interior para as fases de construção e pré-ocupação do edifício. Todos os materiais de absorção devem ser protegidos contra danos por umidade. Devem ser atendidas medidas de controle recomendadas em normas específicas e proibido o uso de produtos de tabaco dentro do edifício e a pelo menos 7,5 metros da entrada do mesmo durante sua construção.

Para a obtenção deste crédito o estudo de caso em análise deve, no seu projeto de ventilação, deve atender aos requisitos de filtragem dispostos no LEED v4 além das demais estratégias abordadas. No canteiro de obras deverá ser proibido o uso de produtos de tabaco.

Crédito: Avaliação da qualidade do ar interior

Neste crédito são disponibilizadas duas estratégias para melhorar a qualidade do ar no edifício após a construção e durante a ocupação deste. Após a conclusão e limpeza completa da obra, com todos os itens em madeira, portas, tintas, carpetes, pisos diversos, estações de trabalho e divisórias instalados são possíveis duas opções para atendimento deste crédito, sendo uma antes e outra após a ocupação.

Antes da ocupação poderá ser realizado flush-out do edifício a partir de critérios específicos de vazão e temperatura interna. Durante a ocupação há a possibilidade, antes do flush-out ser concluído, do estabelecimento de condições diferenciadas de ventilação forçada, a ser iniciada sempre três horas antes da ocupação.

Caso desejado, este critério poderá ser atendido com a condução de testes de qualidade do ar interior, demonstrando que contaminantes diversos não excedam determinados níveis de concentração nos ambientes.

Para que o projeto em estudo atenda a este crédito, estas ações deverão ser tomadas conforme relatado acima no empreendimento, não sendo esta, atualmente, uma prática das obras do SESI.

Crédito: Conforto térmico

Para atendimento deste crédito os sistemas de climatização, ventilação e a envoltória do edifício devem atender aos requisitos da Norma ASHRAE 55-2010 - Condições de conforto térmico para ocupação humana ou as Normas ISSO 7730:2005 – Ergonomia do ambiente térmico e CEN EM 15251:2007 – Parâmetros de entrada do ambiente interno, para projeto e avaliação do desempenho energético de edifícios.

Pelo menos 50% dos espaços devem ter controle individual de controle térmico, de modo que possam ser ajustados pelos ocupantes a temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar ou umidade.

O projeto em análise não atende a este critério, podendo ser adaptado aos requisitos estabelecidos para obtenção da pontuação referente a este item.

Crédito: Iluminação interna

Neste crédito são abordadas estratégias que visam o controle da iluminação dos ambientes por parte dos ocupantes. Para obtenção deste crédito uma das estratégias permitidas é a do controle individual da iluminação em pelo menos 90% dos espaços, com três níveis (ligada, desligada, média).

O projeto analisado não atende a este critério, visto que, apesar de todos os ambientes possuírem controle individual de iluminação, este não é oferecido em três níveis. Para a obtenção do ponto referente a este crédito o projeto de instalações elétricas deverá contemplar esta configuração.

Crédito: Luz natural

Para o atendimento deste crédito é necessário o controle de ofuscamento para todos os espaços ocupados no edifício, sendo estabelecidas estratégias baseadas em simulação da iluminação natural, além da medição da iluminância dos ambientes.

O projeto analisado não atende a este critério, pois durante a elaboração dos projetos não foram realizadas as simulações propostas no crédito. Para a pontuação estas poderão ser efetuadas e realizadas as devidas alterações nos dispositivos (esquadrias, brises) que controlam a entrada da luz natural do edifício.

Crédito: Vistas de qualidade

Neste crédito o projeto deve permitir aos usuários que haja linha de visada direta para a área externa com vidraças para 75% de toda a área de piso regularmente ocupada. Esta área deve ter pelo menos dois dos quatro tipos de vistas descritos a seguir:

- Múltiplas linhas de visada para vidraças em diferentes direções;
- Vistas que incluam pelo menos dois dos itens a seguir: flora, fauna ou céu; movimento; objetos a pelo menos 7,5 metros do exterior das vidraças;
- Vistas desobstruídas a uma distância mínima de pelo menos três vezes a altura das janelas;
- Vistas com um fator de visão de 3 ou mais conforme estabelecido no guia “Janelas e escritórios: um estudo sobre o desempenho do trabalhador de escritório e o ambiente interno”.

O projeto em análise pode vir a atender este crédito caso sejam reposicionados brises que bloqueiam parcialmente as vistas externas e alteradas divisões internas de ambientes que não possuem vista exterior.

Crédito: Desempenho acústico

Este crédito estabelece critérios específicos para a categoria de escolas. Os requisitos para níveis máximos de ruído em sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado deve ser de menos de 35dBA em salas de aula e espaços de aprendizagem. Também são estabelecidos requisitos quanto a transmissão de som e desempenho acústico de janelas externas.

O projeto em análise possui um sistema de ventilação cujo nível de ruído não possui critério pré-estabelecido, atendendo ao estabelecido no crédito. Quanto ao desempenho de janelas externas o fabricante não possui laudo específico que comprove o atendimento quanto ao desempenho.

4.2.8 Inovação

Na categoria de inovação há a obtenção de pontos para os projetos que obtêm desempenho excepcional ou inovador nas categorias anteriormente apresentadas.

Tabela 12 – Inovação

S	P	N		PONTOS POSSÍVEIS	PONTOS OBTIDOS
0	0	0	Inovação	6	
	X		Crédito	Inovação	5
	X		Crédito	Profissional Acreditado LEED	1

Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Crédito: Inovação

Para obtenção deste crédito as equipes de projeto podem utilizar critérios inovadores que resultem em um desempenho ambiental significativo em uma estratégia não abordada no LEED. Conforme descrito no LEED v4, um desempenho exemplar é aquele em que um ponto é concedido ao obter o dobro dos requisitos do crédito ou quando é alcançada a porcentagem próxima do limiar incremental.

O projeto em análise não atende a este crédito, podendo vir a atender com a definição de estratégias de projeto mais eficazes em um dos critérios já atendidos.

Crédito: Profissional acreditado LEED

O projeto analisado poderá atender a este requisito caso haja a contratação deste profissional que poderá contribuir de forma efetiva nas estratégias de certificação, definições de projeto, execução das obras e ocupação do edifício.

4.2.9 Prioridade regional

Na categoria de prioridade regional podem ser obtidos até quatro pontos, quando o projeto atende a critérios estabelecidos como itens de importância regional para a localidade do empreendimento.

No projeto em análise, localizado na cidade de São Leopoldo, o USGBC estabelece como créditos regionais os itens listados na tabela abaixo.

Tabela 13 - Prioridade regional

S	P	N		PONTOS POSSÍVEIS	PONTOS OBTIDOS
0	0	0	Prioridade Regional	4	
		X	Crédito Produção de Energia Renovável	1	
	X		Crédito Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1	
	X		Crédito Luz Natural	1	
	X		Crédito Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material	1	
	X		Crédito Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	1	
	X		Crédito Gestão de Águas Pluviais	1	

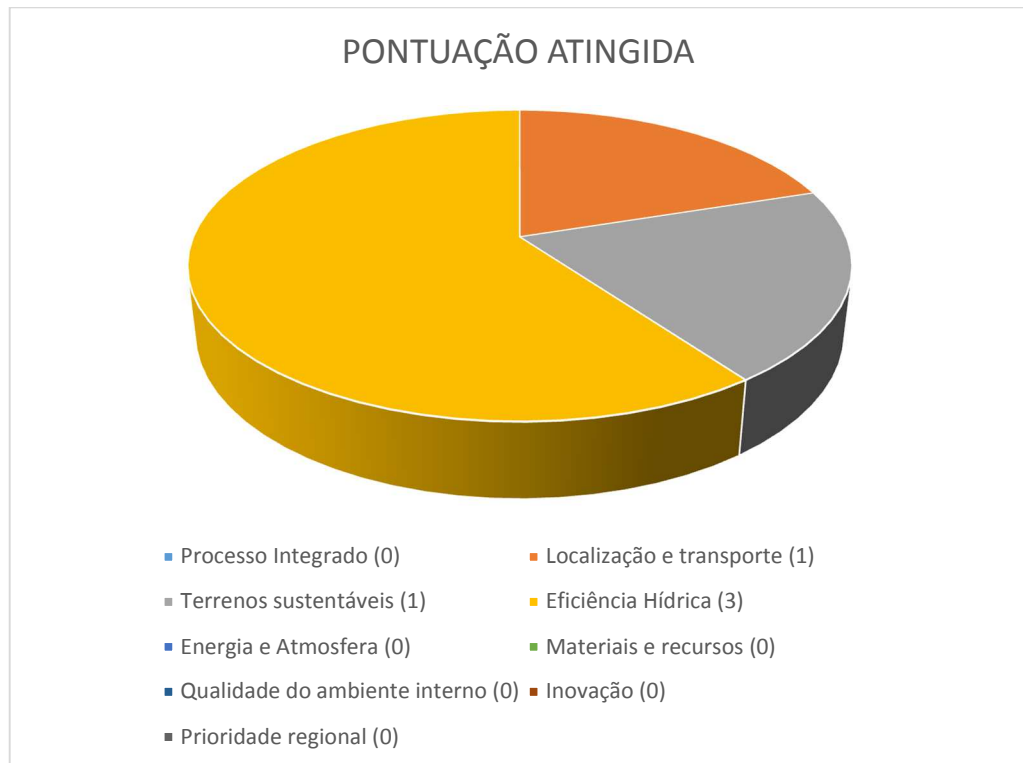
Fonte: USGBC adaptada pelo autor

Conforme analisado anteriormente, dos créditos listados nesta categoria, o item Produção de energia renovável não é atendido pelo projeto em análise. Os demais itens podem ser atendidos caso ocorram as alterações de projeto.

4.3 Levantamento analítico

A partir da análise do projeto quanto aos critérios do LEED em sua versão 4, na categoria Escolas, obtém-se um gráfico representativo com a pontuação atingida pelo referido estudo de caso.

Gráfico 3 - Pontuação atingida



Fonte: autor

Verifica-se que o estudo de caso obteve 5 dos 40 pontos exigidos para obtenção da Certificação LEED. Apesar do fato de que este apresenta em sua origem diversos critérios relativos a sustentabilidade, ainda há a necessidade de atendimento por parte do projeto de inúmeras diretrizes para viabilizar a certificação.

Na Categoria Processo Integrado, o projeto não pontuou por não possuir um estudo analítico em sua concepção sobre os inter-relacionamentos entre sistemas, como água, eletricidade, envoltória e implantação. Este é um item que poderá ser facilmente atendido para a obtenção da certificação, visto que parte de uma análise que pode ser realizada pelos projetistas envolvidos e o coordenador do projeto.

Na Categoria Localização e Transportes o projeto contemplou um ponto por não estar localizado em área ambiental protegida. Os demais pontos possíveis não foram obtidos pois este não está localizado em um bairro certificado LEED e principalmente, não se localiza em local urbanisticamente adensado ou em um vazio urbano em área consolidada. O terreno de implantação deste estudo de caso está em área completamente desocupada e sem densificação populacional próxima, sendo, devido a sua localização, perdida a oportunidade em se obter diversos pontos. Desta forma recomenda-se que o empreendedor busque sempre locais previamente adensados, visto que somente no crédito “Densidade do entorno e usos diversos” são possíveis 5 pontos.

Por estar localizado próximo a via de ligação entre cidades de região metropolitana de Porto Alegre, há a oferta de transporte público, sendo este um quesito passível em ser atendido para a certificação. O projeto também não contemplou vestiários para os usuários de bicicletas, o que o impediu de pontuar neste quesito, sendo um item de fácil atendimento em uma revisão de projeto. Quanto à redução das áreas de estacionamento, a Prefeitura Municipal não possui quantificação mínima pré-estabelecida para que este critério possa ser analisado, porém, para obtenção de pontuação no Crédito Veículos Verdes, o projeto pontuaria de disponibilizasse locais para recarga de baterias de veículos elétricos, apostando em uma tendência futura do mercado de automóveis no Brasil.

Na Categoria Terrenos Sustentáveis o projeto pontuou somente no crédito Espaço aberto, pois este possui área superior a 30% coberta por vegetação. O crédito Desenvolvimento do terreno poderia ser atendido com a elaboração de plano paisagístico a ser elaborado pela própria equipe autora do projeto.

No crédito Planejamento geral do terreno, o atendimento depende da elaboração de um plano de desenvolvimento da implantação do empreendimento. Percebe-se a viabilidade em obtenção de maior pontuação nesta categoria visto que este também é um item que pode ser contemplado pelos autores do projeto na concepção deste.

O crédito Uso contínuo das instalações pode vir a ser facilmente atendido com um planejamento por parte do proprietário em compartilhar os espaços do local com sua comunidade próxima, cabendo à operação da escola articular esta sinergia entre o empreendimento e sua vizinhança.

Os demais créditos desta categoria dependem do atendimento de diretrizes específicas a serem atendidas no projeto para obtenção da pontuação, com o manejo de águas pluviais, uso de coberturas com materiais refletantes ou coberturas com vegetação e projeto luminotécnico das áreas externas a fim de evitar a poluição luminosa deste com suas vizinhanças.

Na Categoria “Eficiência hídrica” o estudo de caso obteve três dos doze pontos possíveis. Este demonstrou baixa eficiência principalmente no crédito Redução do uso de água do interior, onde obteve somente dois de sete pontos. Ao se analisar o consumo dos equipamentos hidrossanitários especificados no projeto, em comparação com o baseline do LEED, a economia proporcionada por estes foi relativamente baixa, conforme apresentado na Tabela 6. O único equipamento de maior desempenho utilizado foi a válvula de mictório que obteve consumo de 81,57% em relação ao baseline.

O projeto poderia facilmente obter a pontuação no crédito Medição de água instalando medidores de consumo setorizados para consumo interno, irrigação externa ou água recuperada.

Na Categoria Energia e Atmosfera o projeto não obteve nenhum dos trinta e dois pontos possíveis, porém cabe observar que para o atendimento dos créditos nesta categoria é necessária a contratação de comissionamento externo e simulação energética do projeto. Devido ao fato deste ser um estudo de caso que não foi encaminhado para a certificação pelo proprietário, a contratação destes não foi realizada e a equipe responsável pela elaboração do projeto não possui o conhecimento necessário para tal.

O projeto também não pontou na categoria de materiais e recursos, sendo apontado em um estudo realizado (ALSHAMRANI; GALAL; ALKASS, 2014) no

Canadá que existem diversos obstáculos na indústria da construção civil na oferta de materiais reciclados, pontuado pelos autores que a situação torna-se mais crítica em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Para a pontuação nesta categoria são exigidos pelo LEED em suas diretrizes certificados de origem dos materiais empregados no projeto, com restrições, no caso de projetos de escolas, da presença de substâncias como formaldeído nos componentes do edifício. Para o manejo dos resíduos gerados pela construção, além do atendimento a preceitos legais que foram contemplados pelo projeto em estudo, há a necessidade de um maior detalhamento da destinação destes, devendo ser priorizado o encaminhamento dos resíduos para centros de reciclagem.

Na Categoria Qualidade do ambiente interno o projeto não obteve nenhum dos dezesseis pontos disponíveis mas durante a aplicação do check-list observou-se a possibilidade de atendimento pelo projeto de todos os créditos. Conforme exposto na análise do projeto, para a pontuação nos créditos desta categoria é necessário o atendimento a normas de desempenho acústico americanas como a ANSI S12.60-2010 ou de condições de conforto térmico como a ASHRAE 55-2010, visto que o estudo de caso aqui analisado atendeu às normas brasileiras. Os itens referentes ao crédito de conforto térmico e de iluminação interna poderiam ser atendidos de forma mais viável oferecendo-se aos usuários a possibilidade do controle da climatização e iluminação dos ambientes de forma customizada.

Para garantir que os ambientes tenham vistas para o meio exterior, atendendo ao crédito Vistas de qualidade, são necessárias alterações no projeto arquitetônico tais como: mudança de layout interno para maior iluminação natural de todos os ambientes, estudo de brises de fachada para que estes não obstruam as vistas interiores e área de janelas equivalente a 75% da área de piso projetada.

No crédito referente ao desempenho acústico do projeto este não pontuou pois é necessária a utilização de sistemas de climatização e ventilação com níveis máximos de ruído de 35dB, não sendo disponibilizada pelo fabricante deste tal informação. O mesmo ocorre com o desempenho acústico das esquadrias externas.

Na Categoria Inovação o projeto não pontuou pois nos itens em que foi avaliado, como eficiência hídrica, este não obteve desempenho excepcional e tampouco possui premissas ambientais diferenciadas que pudessem ser avaliadas para pontuação nesta categoria.

Caso o projeto tivesse em sua equipe de trabalho um profissional certificado LEED, poderia então obter ao menos um ponto nesta categoria.

Na Categoria Prioridade Regional, quando o projeto atende a créditos considerados de relevância para a localidade onde este está implantado. No estudo de caso analisado este não atendeu a estes créditos, portanto não pontuou nesta categoria.

5 DIRETRIZES GERAIS PARA CERTIFICAÇÃO LEED DE NOVOS PROJETOS

A partir da análise do projeto quanto ao *check-list* do LEED realizada no item 4, verifica-se que o projeto analisado não obteve a pontuação mínima necessária, além de não atender diversos pré-requisitos obrigatórios. A seguir serão apresentados possíveis cenários de pontuação do projeto. Estes são divididos conforme os níveis Certificado, Prata, Ouro e Platina. O critério utilizado para escolha dos itens a serem atendidos em cada nível proposto leva em consideração custos e impactos em alterações de projeto.

5.1 Níveis de certificação LEED

5.1.1 LEED Nível Certificado

Para obtenção do nível LEED Certificado, é necessário o atendimento dos itens descritos como pré-requisitos e a obtenção de 40 pontos nos demais critérios. É proposto, conforme tabela abaixo extraída do LEED v4, o atendimento dos seguintes itens:

Tabela 14 - Proposta de pontuação nível certificado

S	?	N		PONTOS OBTIDOS	
1			Crédito	Processo Integrado	1
5	0	0	Localização e Transporte		5
		0	Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	0
1			Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	1
		0	Crédito	Local de Alta Prioridade	0
		0	Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	0
1			Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	1
1			Crédito	Instalações para Bicicletas	1
1			Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1
1			Crédito	Veículos Verdes	1
12	0	0	Terrenos Sustentáveis		11
S			Pré-req	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório
S			Pré-req	Avaliação Ambiental do Terreno	Obrigatório
1			Crédito	Avaliação do Terreno	1
2			Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2

1		Crédito	Espaço Aberto	1
2		Crédito	Gestão de Águas Pluviais	2
2		Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2
1		Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1
1		Crédito	Planejamento Geral do Terreno	1
1		Crédito	Uso Conjunto das Instalações	1

4	0	0	Eficiência Hídrica	4
S		Pré-req	Redução do Uso de Água do Exterior	Obrigatório
S		Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
S		Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
2		Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2
1		Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	1
		0	Uso de Água de Torre de Resfriamento	0
1		Crédito	Medição de Água	1

6	0	0	Energia e Atmosfera (Energy and Atmosphere)	6
S		Pré-req	Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório
S		Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
S		Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
S		Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
2		Crédito	Comissionamento Avançado	2
1		Crédito	Otimizar Desempenho Energético	1
1		Crédito	Medição de Energia Avançada	1
1		Crédito	Resposta à Demanda	1
		0	Produção de Energia Renovável	0
1		Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
		0	Energia Verde e Compensação de Carbono	0

1	0	0	Materiais e Recursos	1
S		Pré-req	Armazenamento e Coleta de Recicláveis	Obrigatório
S		Pré-req	Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório
		0	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	0
		0	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto	0
		0	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-primas	0
		0	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material	0
1		Crédito	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	1

7	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	7
S		Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
S		Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
S		Pré-req	Desempenho Mínimo Acústico	Obrigatório
1		Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1
		0	Materiais de Baixa Emissão	0
1		Crédito	Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção	1
0		Crédito	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	0

1		Crédito	Conforto Térmico	1	
1		Crédito	Iluminação Interna	1	
1		Crédito	Luz Natural	1	
1		Crédito	Vistas de Qualidade	1	
1		Crédito	Desempenho Acústico	1	
1	0	0	Inovação	1	
		0	Crédito	Inovação	0
1		Crédito	Profissional Acreditado LEED	1	
4	0	0	Prioridade Regional	4	
1		Crédito	Prioridade Regional: Luz natural	1	
1		Crédito	Prioridade Regional: Gestão de águas pluviais	1	
1		Crédito	Prioridade Regional: Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	1	
1		Crédito	Prioridade Regional: Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1	
40	0	0	TOTAIS	Pontos Possíveis: 40	

Fonte: USGBC adaptado pelo autor

5.1.2 LEED Nível Prata

Para obtenção do nível LEED Prata, é necessário o atendimento dos itens descritos como pré-requisitos e a obtenção de 50 pontos nos demais critérios. É proposto, conforme tabela abaixo extraída do LEED v4, o atendimento dos seguintes itens:

Tabela 15 - Proposta de pontuação nível prata

S	?	N		PONTOS OBTIDOS	
1		Crédito	Processo Integrado	1	
6	0	0	Localização e Transporte	6	
		0	Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	0
1		Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	1	
		0	Crédito	Local de Alta Prioridade	0
		0	Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	0
2		Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	2	
1		Crédito	Instalações para Bicicletas	1	
1		Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1	
1		Crédito	Veículos Verdes	1	
11	0	0	Terrenos Sustentáveis	12	

S		Pré-req	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório
S		Pré-req	Avaliação Ambiental do Terreno	Obrigatório
1		Crédito	Avaliação do Terreno	1
2		Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
1		Crédito	Espaço Aberto	1
3		Crédito	Gestão de Águas Pluviais	3
2		Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2
1		Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1
1		Crédito	Planejamento Geral do Terreno	1
1		Crédito	Uso Conjunto das Instalações	1

5	0	0	Eficiência Hídrica	5
S		Pré-req	Redução do Uso de Água do Exterior	Obrigatório
S		Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
S		Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
2		Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2
2		Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	2
		0	Uso de Água de Torre de Resfriamento	0
1		Crédito	Medição de Água	1

12	0	0	Energia e Atmosfera (Energy and Atmosphere)	11
S		Pré-req	Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório
S		Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
S		Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
S		Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
3		Crédito	Comissionamento Avançado	3
4		Crédito	Otimizar Desempenho Energético	4
1		Crédito	Medição de Energia Avançada	1
2		Crédito	Resposta à Demanda	2
		0	Produção de Energia Renovável	0
1		Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
		0	Energia Verde e Compensação de Carbono	0

2	0	0	Materiais e Recursos	2
S		Pré-req	Armazenamento e Coleta de Recicláveis	Obrigatório
S		Pré-req	Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório
		0	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	0
		0	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto	0
1		Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-primas	1
		0	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material	0
1		Crédito	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	1

8	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	8
S		Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
S		Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
S		Pré-req	Desempenho Mínimo Acústico	Obrigatório

1		Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1
1	0	Crédito	Materiais de Baixa Emissão	1
1		Crédito	Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção	1
0		Crédito	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	0
1		Crédito	Conforto Térmico	1
1		Crédito	Iluminação Interna	1
1		Crédito	Luz Natural	1
1		Crédito	Vistas de Qualidade	1
1		Crédito	Desempenho Acústico	1

1	0	0	Inovação		1
		0	Crédito	Inovação	0
1			Crédito	Profissional Acreditado LEED	1

4	0	0	Prioridade Regional		4
1			Crédito	Prioridade Regional: Luz natural	1
1			Crédito	Prioridade Regional: Gestão de águas pluviais	1
1			Crédito	Prioridade Regional: Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	1
1			Crédito	Prioridade Regional: Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1

50	0	0	TOTAIS	Pontos Possíveis:	50
-----------	----------	----------	---------------	-------------------	-----------

Fonte: USGBC adaptado pelo autor

5.1.3 LEED Nível Ouro

Para obtenção do nível LEED Prata, é necessário o atendimento dos itens descritos como pré-requisitos e a obtenção de 60 pontos nos demais critérios. É proposto, conforme tabela abaixo extraída do LEED v4, o atendimento dos seguintes itens:

Tabela 16 - Proposta de pontuação nível ouro

S	?	N		PONTOS OBTIDOS	
1			Crédito	Processo Integrado	1
6	0	0	Localização e Transporte		6
		0	Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	0
1			Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	1
		0	Crédito	Local de Alta Prioridade	0
		0	Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	0
2			Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	2
1			Crédito	Instalações para Bicicletas	1

1		Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1
1		Crédito	Veículos Verdes	1

12 0 0 Terrenos Sustentáveis				12
S		Pré-req	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório
S		Pré-req	Avaliação Ambiental do Terreno	Obrigatório
1		Crédito	Avaliação do Terreno	1
2		Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
1		Crédito	Espaço Aberto	1
3		Crédito	Gestão de Águas Pluviais	3
2		Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2
1		Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1
1		Crédito	Planejamento Geral do Terreno	1
1		Crédito	Uso Conjunto das Instalações	1

6 0 0 Eficiência Hídrica				6
S		Pré-req	Redução do Uso de Água do Exterior	Obrigatório
S		Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
S		Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
2		Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2
3		Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	3
		0	Uso de Água de Torre de Resfriamento	0
1		Crédito	Medição de Água	1

20 0 0 Energia e Atmosfera (Energy and Atmosphere)				20
S		Pré-req	Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório
S		Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
S		Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
S		Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
6		Crédito	Comissionamento Avançado	6
8		Crédito	Otimizar Desempenho Energético	8
1		Crédito	Medição de Energia Avançada	1
2		Crédito	Resposta à Demanda	2
2		Crédito	Produção de Energia Renovável	2
1		Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
		0	Energia Verde e Compensação de Carbono	0

2 0 0 Materiais e Recursos				2
S		Pré-req	Armazenamento e Coleta de Recicláveis	Obrigatório
S		Pré-req	Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório
		0	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	0
		0	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto	0
1		Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-primas	1
		0	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material	0
1		Crédito	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	1

8 0 0			Qualidade do Ambiente Interno	8	
S			Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
S			Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
S			Pré-req	Desempenho Mínimo Acústico	Obrigatório
1			Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1
1		0	Crédito	Materiais de Baixa Emissão	1
1			Crédito	Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção	1
0			Crédito	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	0
1			Crédito	Conforto Térmico	1
1			Crédito	Iluminação Interna	1
1			Crédito	Luz Natural	1
1			Crédito	Vistas de Qualidade	1
1			Crédito	Desempenho Acústico	1
1 0 0			Inovação	1	
		0	Crédito	Inovação	0
1			Crédito	Profissional Acreditado LEED	1
4 0 0			Prioridade Regional	4	
1			Crédito	Prioridade Regional: Luz natural	1
1			Crédito	Prioridade Regional: Gestão de águas pluviais	1
1			Crédito	Prioridade Regional: Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	1
1			Crédito	Prioridade Regional: Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1
60 0 0			TOTAIS	Pontos Possíveis:	60

Fonte: USGBC adaptado pelo autor

5.1.4 LEED Nível Platina

Para obtenção do nível LEED Platina, é necessário o atendimento dos itens descritos como pré-requisitos e a obtenção de 80 pontos nos demais critérios. É proposto, conforme tabela abaixo extraída do LEED v4, o atendimento dos seguintes itens:

Tabela 17 - Proposta de pontuação nível platina

S ? N					PONTOS OBTIDOS
1			Crédito	Processo Integrado	1
6 0 0			Localização e Transporte		6
		0	Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	0
1			Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	1
		0	Crédito	Local de Alta Prioridade	0
		0	Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	0

2		Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	2
1		Crédito	Instalações para Bicicletas	1
1		Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1
1		Crédito	Veículos Verdes	1

12	0	0	Terrenos Sustentáveis	12
S		Pré-req	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório
S		Pré-req	Avaliação Ambiental do Terreno	Obrigatório
1		Crédito	Avaliação do Terreno	1
2		Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
1		Crédito	Espaço Aberto	1
3		Crédito	Gestão de Águas Pluviais	3
2		Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2
1		Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1
1		Crédito	Planejamento Geral do Terreno	1
1		Crédito	Uso Conjunto das Instalações	1

10	0	0	Eficiência Hídrica	10
S		Pré-req	Redução do Uso de Água do Exterior	Obrigatório
S		Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
S		Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
2		Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2
7		Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	7
	0	Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento	0
1		Crédito	Medição de Água	1

28	0	0	Energia e Atmosfera (Energy and Atmosphere)	28
S		Pré-req	Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório
S		Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
S		Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
S		Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
6		Crédito	Comissionamento Avançado	6
15		Crédito	Otimizar Desempenho Energético	15
1		Crédito	Medição de Energia Avançada	1
2		Crédito	Resposta à Demanda	2
3		Crédito	Produção de Energia Renovável	3
1		Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
	0	Crédito	Energia Verde e Compensação de Carbono	0

4	0	0	Materiais e Recursos	4
S		Pré-req	Armazenamento e Coleta de Recicláveis	Obrigatório
S		Pré-req	Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório
	0	Crédito	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	0
	0	Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto	0
2		Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-primas	2

0	Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material	0
2	Crédito	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	2

14	0	0	Qualidade do Ambiente Interno	14
S	Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório	
S	Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório	
S	Pré-req	Desempenho Mínimo Acústico	Obrigatório	
1	Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1	
3	Crédito	Materiais de Baixa Emissão	3	
1	Crédito	Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção	1	
2	Crédito	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	2	
1	Crédito	Conforto Térmico	1	
2	Crédito	Iluminação Interna	2	
2	Crédito	Luz Natural	2	
1	Crédito	Vistas de Qualidade	1	
1	Crédito	Desempenho Acústico	1	

1	0	0	Inovação	1
0	Crédito	Inovação	0	
1	Crédito	Profissional Acreditado LEED	1	

4	0	0	Prioridade Regional	4
1	Crédito	Prioridade Regional: Luz natural	1	
1	Crédito	Prioridade Regional: Gestão de águas pluviais	1	
1	Crédito	Prioridade Regional: Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	1	
1	Crédito	Prioridade Regional: Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1	

80	0	0	TOTAIS	Pontos Possíveis:	80
-----------	----------	----------	---------------	-------------------	-----------

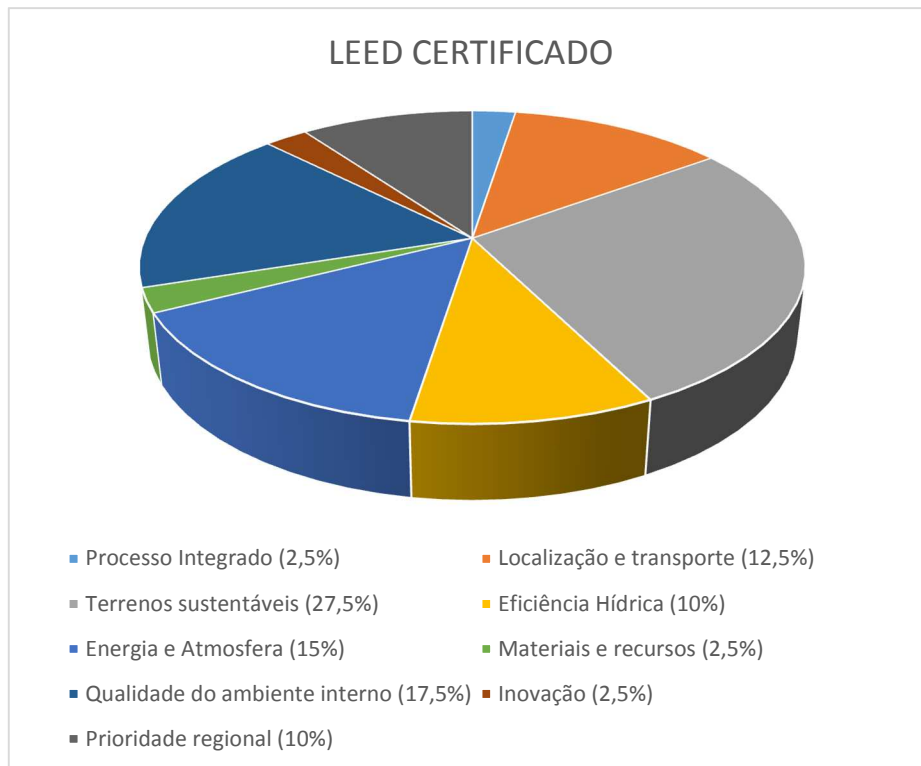
Fonte: USGBC adaptado pelo autor

5.2 Distribuição dos pontos

Os gráficos abaixo demonstram a distribuição dos pontos atendidos em cada um dos níveis de certificação, dentro dos grupos de créditos estabelecidos pelo *check-list* do LEED.

Para o Nível Certificado a maior quantidade de pontos foi alocada na Categoria Terrenos Sustentáveis e Qualidade do Ar Interno, pois nestas, o atendimento dos critérios envolve a mudança de práticas de baixo impacto nos projetos e na execução da obra propriamente dita.

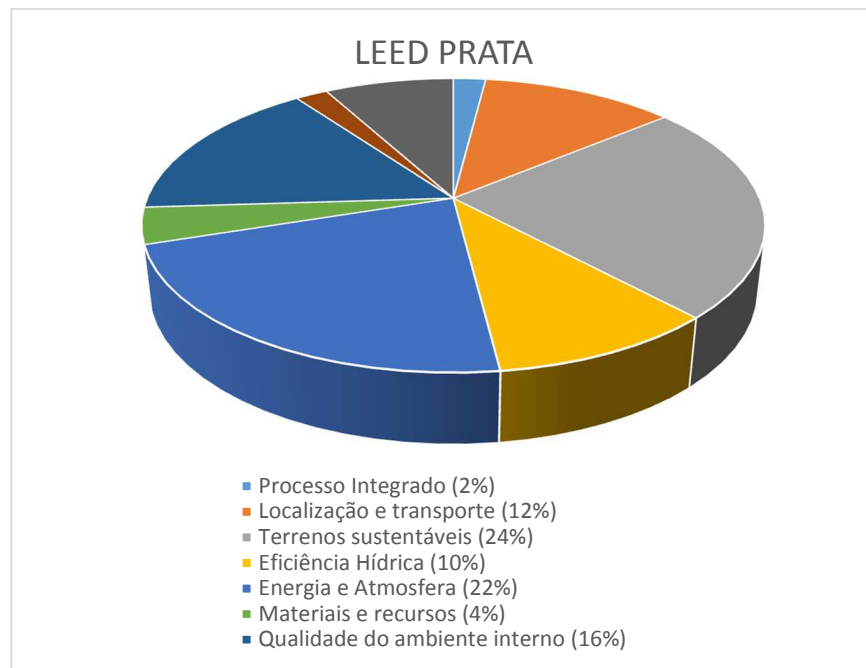
Gráfico 4 - Nível Certificado



Fonte: autor

Para o Nível Prata foram incrementados os critérios a serem atendidos na Categoria Energia e Atmosfera, pois através de simulação energética poderiam ser propostas alterações em envoltória e sistemas de climatização. Estas alterações envolvem mudanças mais significativas de projeto e custos de execução.

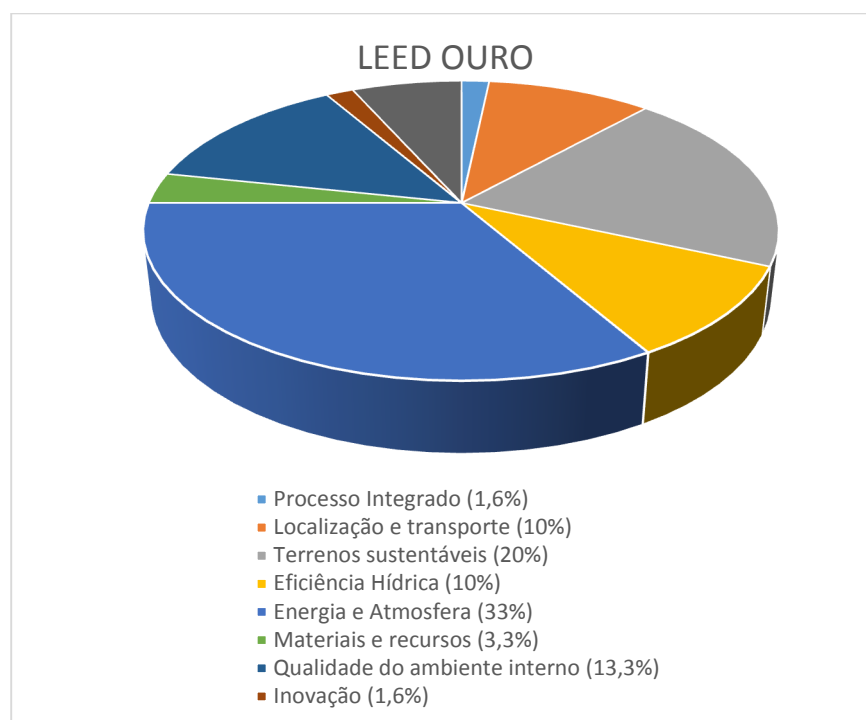
Gráfico 5 - Nível Prata



Fonte: autor

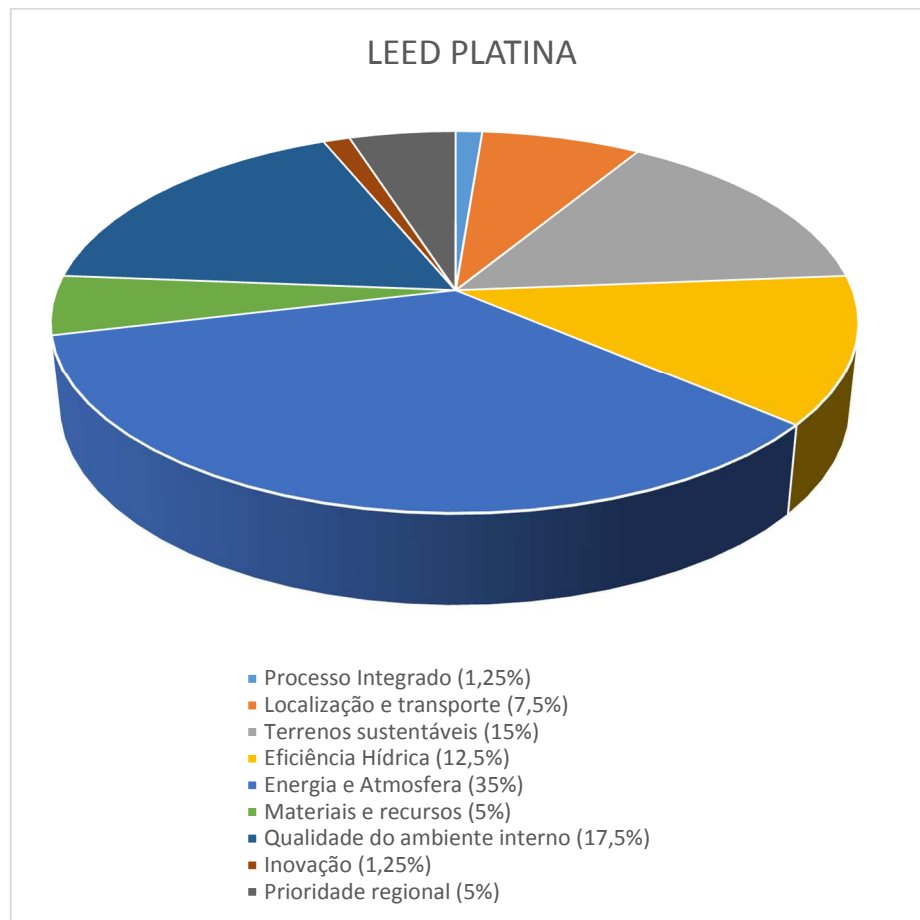
Nos Níveis Ouro e Platina segue-se com a estratégia de incremento nas ações da Categoria Energia e Atmosfera, havendo a necessidade de maior investimento na eficiência energética do edifício.

Gráfico 6 - Nível Ouro



Fonte: autor

Gráfico 7 - Nível Platina



Fonte: autor

Para uma melhor análise do custo benefício a ser obtido em cada categoria, é fundamental a simulação energética do edifício, onde poderão ser analisados os benefícios com a redução de consumo durante o ciclo de vida do prédio face os investimentos em envoltória e cobertura mais eficientes termicamente.

Boeri e Longo (2013) apontam que a análise do ciclo de vida de uma edificação escolar possui alta complexidade pois esta envolve as fases de produção, transporte, instalação, construção, operação e demolição e o impacto desta em seu local de implantação. Para uma análise há a possibilidade de utilização de diversos critérios, sendo importante no caso de escolas a análise do consumo de energia, pois este é um fator integrado com diversos outros.

Em um estudo elaborado sobre o ciclo de vida e a certificação LEED em escolas do Canadá (ALSHAMRANI; GALAL; ALKASS, 2014), foi elaborado um modelo de simulação, em um período de utilização de 75 anos, comparando o desempenho de sistemas construtivos e envoltórias distintos: estruturas em concreto, metálica,

alvenaria ou madeira e fechamentos em painéis pré-moldados, metálicos, em madeira ou paredes em alvenaria tipo Eckert. Com as informações advindas da simulação, foi aplicado o *check-list* LEED para mensuração da pontuação obtida em cada modelo.

O estudo concluiu que o modelo de edifícios construídos em concreto e fechamentos em alvenaria possui maior potencial de gasto energético e contribuição para o aquecimento global durante suas fases de manufatura de materiais, construção e demolição. Na fase de operação, no entanto, este modelo apresentou consumo energético anual reduzido, quando comparado com os demais. Este também apresentou menor impacto de operação e a maior pontuação no sistema LEED em comparação aos demais modelos, demonstrando uma diretriz arquitetônica mais adequada às condicionantes do local.

Ao analisar o projeto estudado neste trabalho, verifica-se que este possui potencial de atendimento de vários créditos que viabilizariam sua certificação. Muitos destes poderiam ser atendidos de forma menos complexa com a elaboração de relatórios, diretrizes para o canteiro de obras e premissas para operação do empreendimento em conjunto com a comunidade. As demais diretrizes são referentes a alterações de projeto que devem atender a normas norte-americanas, uso de materiais com certificados de origem e mudanças no projeto arquitetônico que propiciem maior iluminação natural nos ambientes.

Ao passo em que se analisa cada Nível de Certificação, é notório que a eficiência energética do edifício é um fator de extrema importância para se viabilizar a obtenção dos selos Ouro ou Platina.

5.3 Diretrizes de projeto para certificação

Para Boeri e Longo (2013) em seu estudo para definição de estratégias sustentáveis de projetos em escolas, as características arquitetônicas e formais do projeto, tais como o posicionamento apropriado do edifício no lote, a orientação solar correta, a seleção de sistemas e materiais de construção mais adequados contribuem para reduzir a utilização de sistemas consumidores de energia. Os autores citam a utilização de itens de envoltória do tipo multi-membrana, onde mais de um tipo de material é associado no fechamento dos edifícios, como o uso de tetos verdes, paredes ventiladas e vidros multi-camadas. Para reduzir o consumo de energia e os custos operacionais, é essencial para garantir o isolamento do envelope, sendo que o

custo operacional energético pode ser reduzido através da aplicação de sistemas de controle automático que permitem a adaptação de dispositivos em relação às condições ambientais e às necessidades dos usuários.

A partir da análise do projeto do estudo de caso deste trabalho e dos requisitos do LEED, em consonância com o referencial bibliográfico foi verificada a possibilidade de atendimento de diversos critérios por parte do projeto que viabilizariam sua certificação.

É apresentada a seguir a lista de verificação do projeto com as diretrizes gerais a serem contempladas conforme as categorias e créditos do LEED v4, para a certificação de futuros projetos e o Guia de Diretrizes Gerais de Projeto para Certificação LEED.

Tabela 18 – Lista de verificação de projeto

Diretriz de projeto	PONTOS POSSÍVEIS		
Avaliar os sistemas de energia, envoltória, condições do terreno, uso de sistemas de água e documentar como a análise destes sistemas auxiliou nas decisões de projeto do empreendimento.	Crédito	Processo Integrado	1
	PONTOS POSSÍVEIS		
Diretriz de projeto	Categoria Localização e Transporte		
Localizar o projeto no limite de um empreendimento certificado LEED para Desenvolvimento de Bairros.	Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	15
O empreendimento deve ser localizada em um terreno desenvolvido previamente, áreas de conservação ambiental, áreas de planícies alagáveis, áreas distantes a menos de 30 metros de corpos d'água e áreas distantes a menos de 15 metros de zonas úmidas	Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	1
Localizar o empreendimento em vazios urbanos, áreas de interesse social ou terrenos onde houve remediação e recuperação de solos contaminados.	Crédito	Local de Alta Prioridade	2

O projeto deve estar localizado, em um raio de 400 metros, em área com densidade de ocupação residencial de 17,5 unidades/hectare, para áreas de até 5.050 metros quadrados de área de terreno edificável e 30 unidades/hectare para áreas de até 8.035 metros quadrados por hectare de terreno edificável.	Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	5
Localizar as entradas do empreendimento a uma distância de até 400 metros de pontos de ônibus ou 800 metros de pontos de BRT ou trens e metrô metropolitanos (verificar número de viagens ofertadas) ou demonstrar que os alunos que moram a um máximo de 1.200 metros (abaixo 8ª série ou 14 anos) e 2.400 metros (9ª série e acima ou 15 anos de idade e acima), em um percentual a partir de 50% do total de alunos.	Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	4
O local para guarda de bicicletas deve estar localizado a uma distância de 180 metros de uma rede de bicicletas que se conecte a pelo menos 10 usos diversos, um ponto de sistema de ônibus rápido tipo BRT ou estação de trem, estando os destinos a uma distância de até 4.800 metros do projeto. Deve ser oferecido um depósito de bicicletas e vestiários para pelo menos 5% dos ocupantes regulares do edifício, com um mínimo de quatro vagas, além de chuveiro com vestiário.	Crédito	Instalações para Bicicletas	1
O projeto não deve exceder os requisitos mínimos estabelecidos do código local (Plano Diretor) da localidade. Devem ser oferecidos estacionamentos preferenciais para caronas solidárias (5% do total de vagas).	Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1
Deverão ser instalados equipamentos para recarga de veículos elétricos, em 2% do total de vagas existentes no projeto.	Crédito	Veículos Verdes	1
		PONTOS POSSÍVEIS	
Diretriz de projeto		Categoria Terrenos Sustentáveis	12
Elaborar plano de erosão e sedimentação para as atividades de construção.	Pré-req	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório
Elaborar elaboração de laudo de avaliação ambiental do terreno.	Pré-req	Avaliação Ambiental do Terreno	Obrigatório

Devem ser avaliadas as condicionantes do terreno e projeto (topografia, hidrologia, clima, vegetação, solos, vistas e infraestrutura existente, uso de materiais com potencial de reciclagem e uso, proximidade de populações vulneráveis e fontes de poluição do ar). Este levantamento de dados deve demonstrar quais as ligações entre o projeto proposto e as condicionantes locais, devendo ser relatados como estes itens influenciaram na concepção do projeto.	Crédito	Avaliação do Terreno	1
40% da área do terreno deve ser preservada.	Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
O projeto deve contemplar em sua área de implantação área externa de pelo menos 30% do total do terreno, sendo destes 25% cobertos por vegetação aérea.	Crédito	Espaço Aberto	1
A drenagem do solo corresponder a um índice de 95% a 98% de eventos pluviométricos locais.	Crédito	Gestão de Águas Pluviais	3
Promover uso de vegetação sobre áreas pavimentadas, sombreamento através de estruturas cobertas por sistemas de geração de energia ou uso de telhas com características mínimas de refletância. Também podem ser utilizados telhados com vegetação ou implantar um estacionamento coberto.	Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2
O limite de iluminação deve ser localizado nas divisas da propriedade que o LEED ocupa, havendo exceções para casos como divisas com vias ou áreas públicas e imóveis contíguos ao mesmo proprietário	Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1
Deverá ser atendido um conjunto de créditos a fim de garantir que, independente de mudanças futuras em programas ou dados socioeconômicos, os benefícios obtidos através do atendimento de determinados critérios sejam praticados de forma continuada.	Crédito	Planejamento Geral do Terreno	1
Deverão ser compartilhados espaços do empreendimento escolar com a comunidade adjacente, como ginásios, auditórios, lanchonete, salas de aula, estacionamentos, etc.	Crédito	Uso Conjunto das Instalações	1
	PONTOS POSSÍVEIS		
Diretriz de projeto	Categoria Eficiência Hídrica		12
Estabelecer um projeto paisagístico cujas espécies não necessitem de irrigação permanente ou reduzir o consumo com irrigação de forma que este seja 30% mais eficiente nos meses de pico que o baseline estabelecido pelo LEED.	Pré-req	Redução do Uso de Água do Exterior	Obrigatório
Dispositivos e conexões devem apresentar consumo 2% menor em relação baseline estabelecida pelo LEED.	Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório

Deverá ser instalado hidrômetro e encaminhados ao USGBC relatórios mensais e anuais de consumo de água por um período de cinco anos após a certificação do empreendimento.	Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
Neste crédito é mensurada a pontuação a ser obtida a partir do atendimento do pré-requisito de mesmo nome. A pontuação ocorre conforme o percentual de economia obtido em projeto.	Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2
Neste crédito é mensurada a pontuação a ser obtida a partir do atendimento do pré-requisito de mesmo nome. A pontuação ocorre conforme o percentual de economia obtido em projeto.	Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	7
Promover a conservação da água utilizada em torres de resfriamento, procurando prevenir e controlar a corrosão, formação de crostas e micróbios no equipamento.	Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento	2
É necessária a instalação de hidrômetro em pelo menos dois subsistemas de água, como consumo interno e irrigação externa.	Crédito	Medição de Água	1
	PONTOS POSSÍVEIS		
Diretriz de projeto	Categoria Energia e Atmosfera		31
Deverá ser elaborado um plano de comissionamento, onde haverá um registro documental durante a elaboração de projetos, execução e entrega final da obra que comprovará a performance energética do edifício conforme pretendido.	Pré-req	Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório
Deverá ser realizada simulação energética do projeto, devendo este apresentar melhoria de 5% na avaliação de desempenho da envoltória e núcleo central, em comparação com a avaliação do desempenho do projeto baseline. Ou Elaborar o projeto conforme o disposto na Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010, cumprindo os requisitos de eficiência para equipamentos de ventilação, dutos, climatização, umidificadores e aquecimento de água estabelecidos no Capítulo 4 (Estratégias e Recomendações de Projeto por Zona Climática) do Guia Avançado de Projeto Energético ASHRAE 50%. Ou Elaborar o projeto em conformidade com o disposto na Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010 na sua Seção 1 (Estratégias de processo de projeto), Seção 2 (Requisitos de Core e Performance) e Seção 3: Estratégias de desempenho aprimorado.	Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
Deverão ser instalados medidores de energia que computem o consumo total do edifício, sendo aceitos os medidores de concessionárias de serviços públicos.	Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
Proibido o uso de refrigerantes à base de clorofluorcarbono (CFC) em sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração.	Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
Para a obtenção deste crédito há três opções nas quais o agente comissionador deverá executar uma série de ações, tais como: verificação e testes sazonais dos sistemas; verificar eficácia do treinamento de operadores; inclusão de itens relacionados ao uso e manutenção dos sistemas no plano de comissionamento, entre outros.	Crédito	Comissionamento Avançado	6

Deverão ser tomadas ações na redução de carga energética do edifício através da simulação energética ou conformidade prescritiva. Conforme o percentual atingido, podem ser obtidos de 1 a 16 pontos neste crédito.	Crédito	Otimizar Desempenho Energético	16
Deverão ser previstos em projeto a instalação de medidores em qualquer uso final individual que represente 10% ou mais do consumo anual do edifício. Estes medidores devem registrar em intervalos de uma hora ou menos e transmitir os dados para um local remoto, armazenando os dados de medição por pelo menos 36 meses.	Crédito	Medição de Energia Avançada	1
O projeto de instalações elétricas deve contemplar sistemas de resposta de demanda automatizados em tempo real. O proprietário deve comprometer-se em participar de um plano de resposta à demanda plurianual para pelo menos 10% da demanda de pico estimada de eletricidade.	Crédito	Resposta à Demanda	2
Devem ser usados sistemas alternativos de geração de energia e calculado o percentual de custo equivalente da energia utilizada gerada por sistema renovável com o custo total de consumo energético do empreendimento. Conforme o percentual atingido, podem ser obtidos de um a três pontos.	Crédito	Produção de Energia Renovável	3
Não devem ser utilizados gases que possuam potencial de destruição da camada de ozônio (ODP). Há a opção em se calcular o impacto dos gases refrigerantes aplicados no projeto, no caso da utilização de equipamentos de climatização novos e existentes.	Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
O empreendimento deve firmar um contrato onde há o fornecimento de pelo menos 50% da energia proveniente de fontes renováveis, uso de compensações de carbono e certificados de energia renovável para atenuar o uso dos efeitos do uso de eletricidade.	Crédito	Energia Verde e Compensação de Carbono	2
	PONTOS POSSÍVEIS		
Diretriz de projeto	Categoria Materiais e Recursos		13
O empreendimento deve dispor de local específico para coleta e armazenamento dos resíduos, contemplando a separação dos materiais recicláveis (papel misto, papelão ondulado, vidro, plástico e metais). Para o armazenamento e descarte de pilhas, lâmpadas com mercúrio e resíduos eletrônicos o proprietário deverá tomar medidas adequadas e seguras.	Pré-req	Armazenamento e Coleta de Resíduos Recicláveis	Obrigatório
Devem ser estabelecidas metas de reaproveitamento de resíduos e definidas estratégias para o uso destes no projeto. Ao final da obra o proprietário deverá fornecer um relatório detalhando os fluxos de resíduos gerados, com as taxas de descarte e reaproveitamento.	Pré-req	Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório
Deve-se realizar uma análise do ciclo de vida da estrutura e do recinto do projeto, devendo esta apresentar redução de 10% em comparação a um edifício baseline, a ser analisada em ferramentas de avaliação de ciclo de vida.	Crédito	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	5
Devem ser utilizados pelo menos 20 produtos de uso permanente, de cinco fabricantes distintos pelo menos, que atendam a declarações específicas de produto em conformidade com normas específicas ou produtos que cumpram definições de declaração ambiental aprovadas pelo USGBC.	Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto	2

Pelo menos 20 produtos instalados de forma permanente no edifício devem atender a requisitos específicos, cujo processo fabril atenda a compromissos de extração responsável de matérias primas ou normas e programas que atendam critérios de aquisição responsável. Os materiais de estrutura e envoltória não podem corresponder a mais de 30% do total de produtos em conformidade com este crédito.	Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-primas	2
Utilizar produtos e materiais que apresentem inventários, declarações de saúde ou programas aprovados pelo USGBC a respeito do inventário químico.	Crédito	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material	2
Deve ser promovida a redução dos materiais a serem descartados, estabelecendo requisitos para reutilização e reciclagem de resíduos. Os requisitos deste crédito estabelecem taxas de reaproveitamento de material ou a redução do total de material descartado.	Crédito	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	2
PONTOS POSSÍVEIS			
Diretriz de projeto	Categoria Qualidade do Ambiente Interno		16
Devem ser atendidos requisitos para ventilação e monitoramento baseados em normas norte-americanas e europeias. Nos espaços ventilados naturalmente devem ser observados critérios específicos para configuração de abertura de ar externo.	Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório
É proibido o uso de produtos a base de tabaco dentro do edifício e em áreas próximas às entradas e janelas. Em todo o terreno deverá ser vetado o uso de cigarros e similares sendo obrigatória sinalização indicativa.	Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório
As especificações de materiais e acabamentos devem atender aos requisitos de absorção de som especificados na norma ANSI S12.60-2010 Parte 1 – Diretrizes, requisitos de projeto e critérios de desempenho acústico para escolas ou norma equivalente.	Pré-req	Desempenho Mínimo Acústico	Obrigatório
Devem ser atendidas estratégias para sistemas de entrada, prevenção de contaminação cruzada interna e filtração, além de taxas diferenciadas para renovação de ar, em conformidade com normas norte-americanas citadas no LEED v4.	Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2
Não utilizar materiais com formaldeído em sua composição e materiais com alto índice de compostos voláteis.	Crédito	Materiais de Baixa Emissão	3
Deverá ser desenvolvido um plano de gestão de qualidade do ar interior para as fases de construção e pré-ocupação do edifício. Todos os materiais de absorção devem ser protegidos contra danos por umidade. Devem ser atendidas medidas de controle recomendadas em normas específicas citadas no LEED v4 e proibido o uso de produtos de tabaco dentro do edifício e a pelo menos 7,5 metros da entrada do mesmo durante sua construção.	Crédito	Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção	1

<p>Após a conclusão e limpeza completa da obra, com todos os itens em madeira, portas, tintas, carpetes, pisos diversos, estações de trabalho e divisórias instalados são possíveis duas opções para atendimento deste crédito, sendo uma antes e outra após a ocupação. Antes da ocupação poderá ser realizado flush-out do edifício a partir de critérios específicos de vazão e temperatura interna. Durante a ocupação há a possibilidade, antes do flush-out ser concluído, do estabelecimento de condições diferenciadas de ventilação forçada, a ser iniciada sempre três horas antes da ocupação.</p>	Crédito	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	2
<p>Os sistemas de climatização, ventilação e a envoltória do edifício devem atender aos requisitos da Norma ASHRAE 55-2010 - Condições de conforto térmico para ocupação humana ou as Normas ISSO 7730:2005 – Ergonomia do ambiente térmico e CEN EM 15251:2007 – Parâmetros de entrada do ambiente interno, para projeto e avaliação do desempenho energético de edifícios. Pelo menos 50% dos espaços devem ter controle individual de controle térmico, de modo que possam ser ajustados pelos ocupantes a temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar ou umidade.</p>	Crédito	Conforto Térmico	1
<p>Implementar controle individual da iluminação em pelo menos 90% dos espaços, com três níveis (ligada, desligada, média).</p>	Crédito	Iluminação Interna	2
<p>Implementar controle de ofuscamento para todos os espaços ocupados no edifício, sendo estabelecidas estratégias no LEED v4 baseadas em simulação da iluminação natural, além da medição da iluminância dos ambientes.</p>	Crédito	Luz Natural	3
<p>Permitir aos usuários que haja linha de visada direta para a área externa com vidraças para 75% de toda a área de piso regularmente ocupada.</p>	Crédito	Vistas de Qualidade	1
<p>Os requisitos para níveis máximos de ruído em sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado deve ser de menos de 35dBA em salas de aula e espaços de aprendizagem. Também são estabelecidos no LEED v4 requisitos quanto a transmissão de som e desempenho acústico de janelas externas.</p>	Crédito	Desempenho Acústico	1
	PONTOS POSSÍVEIS		
Diretriz de projeto	Categoria Inovação		6
<p>As equipes de projeto podem utilizar critérios inovadores que resultem em um desempenho ambiental significativo em uma estratégia não abordada no LEED. Conforme descrito no LEED v4, um desempenho exemplar é aquele em que um ponto é concedido ao obter o dobro dos requisitos do crédito ou quando é alcançada a porcentagem próxima do limiar incremental.</p>	Crédito	Inovação	5
<p>O projeto analisado poderá atender a este requisito caso haja a contratação deste profissional que poderá contribuir de forma efetiva nas estratégias de certificação, definições de projeto, execução das obras e ocupação do edifício.</p>	Crédito	Profissional Acreditado LEED	1
	PONTOS POSSÍVEIS		
Diretriz de projeto	Prioridade Regional		4
<p>Na categoria de prioridade regional podem ser obtidos até quatro pontos, quando o projeto atende a critérios estabelecidos como itens de importância regional para a localidade do empreendimento.</p>	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1

Figura 17 – Guia de projetos - Capa



Figura 18 - Guia de projetos – Introdução



**CERTIFICAÇÃO
LEED**

O QUE É?

É uma certificação ambiental baseada em um sistema de critérios pré-estabelecidos, relacionados ao terreno de implantação, instalações, uso racional da água, climatização e envoltória.

São analisados quais os critérios que a edificação atende, sendo obtida uma escala de pontos através de um check-list.

SUA APLICAÇÃO EM OBRAS DO SISTEMA FIERGS

A partir da análise dos projetos elaborados pelo Sistema FIERGS, foram determinadas diretrizes de projeto a serem seguidas para obtenção da Certificação LEED pela Entidade.

Neste guia são demonstradas, de forma geral, estas diretrizes conforme cada disciplina de projeto. Para informações detalhadas e requisitos específicos o Guia LEED poderá ser consultado, disponível no site do USGBC.

CHECK-LIST DE PROJETOS

Ao final deste guia há um ckeck-list resumido com as diretrizes a serem seguidas conforme cada crédito estabelecido pelo LEED v4, na categoria Schools.

Figura 19 - Guia de projetos – Localização



LOCALIZAÇÃO



DENSIDADE DO ENTORNO

Os locais a serem implantadas novas Unidades devem estar localizados em áreas urbanas previamente desenvolvidas.

Preferencialmente o terreno estar situado em um raio de até 400 metros, em área com densidade de ocupação residencial de 17,5 unidades/hectare, para áreas de até 5.050 metros quadrados de área de terreno edificável e 30 unidades/hectare para áreas de até 8.035 metros quadrados por hectare de terreno edificável.



REQUISITOS AMBIENTAIS

O terreno não deve fazer parte de áreas de conservação ambiental, áreas de planícies alagáveis, áreas distantes a menos de 30 metros de corpos d'água e áreas distantes a menos de 15 metros de zonas úmidas.

Deverá ser elaborada de uma "Avaliação Ambiental do Terreno Fase I" conforme norma americana ASTM E1527-05 ou equivalente local a fim de averiguar se há indícios de contaminação no local de implantação do empreendimento. Caso a avaliação Fase I comprove a contaminação, deverá ser efetuada a Avaliação Ambiental Fase II, conforme descrito na norma americana ASTM E1903-11 ou equivalente local. O local deverá passar por processo de remediação seguindo as recomendações dos órgãos ambientais locais.



Figura 20 - Guia de projetos – Localização



LOCALIZAÇÃO



ACESSO A TRANSPORTE PÚBLICO

As escolas devem ser localizadas em áreas onde há oferta de transporte público para seus usuários e funcionários.

As entradas do empreendimento devem estar situadas a uma distância de até 400 metros de pontos de ônibus ou 800 metros de pontos de BRT ou trens e metrô metropolitanos.

Para obtenção de 1 ponto no crédito "Acesso a transporte de qualidade" próximo ao local deverá haver disponibilidade de transporte coletivo com 72 viagens diárias.

Para obtenção de 2 pontos (Nível Prata e superiores), 144 viagens e quatro pontos 360 viagens.



USO DE BICICLETAS

Para permitir de forma adequada o uso de bicicletas, o acesso ou o local para guarda destas deve estar localizado a uma distância de até 180 metros de uma rede de bicicletas que se conecte a pelo menos 10 usos diversos, um ponto de sistema de ônibus rápido tipo BRT ou estação de trem, estando os destinos a uma distância de até 4.800 metros do projeto.

Devem ser oferecidas ciclovias em toda a extensão do terreno, sem barreiras.



Figura 21 - Guia de projetos - Arquitetônico



ARQUITETÔNICO

IMPLANTAÇÃO

No projeto de implantação devem ser avaliados e elaborado relatório analítico sobre os itens a seguir:

- o Topografia (mapeamento do terreno);
- o Hidrologia (cuidados relativos a recursos hídricos e áreas de enchente);
- o Clima (exposição solar, ventos, precipitação);
- o Vegetação (mapeamento da massa vegetal existente);
- o Uso humano (vistas e infraestrutura existente, uso de materiais com potencial de reciclagem e uso)
- o Efeitos na saúde humana (proximidade de populações vulneráveis, fontes de poluição do ar).

Este levantamento de dados deve demonstrar quais as ligações entre o projeto proposto e as condicionantes locais, devendo ser relatados como estes itens influenciaram na concepção do projeto.

ÁREAS VERDES E PAISAGISMO

O projeto deve manter pelo menos 40% da área de terreno preservada, quando houver. Há também a possibilidade da restauração do local com o plantio de vegetação, restauro dos solos modificados, entre outros.

No projeto paisagístico deverão ser utilizadas espécies que não necessitem de irrigação permanente ou irrigação reduzida (1 ponto para redução de 50% e dois pontos para redução de 100% no crédito "Redução de uso de água do exterior").

Figura 22 - Guia de projetos - Arquitetônico



ARQUITETÔNICO

ESTACIONAMENTO

O projeto de estacionamentos não deve exceder os requisitos mínimos estabelecidos do código local (Plano Diretor) da localidade. Também devem ser oferecidos estacionamentos preferenciais para caronas solidárias (5% do total de vagas) e vagas de estacionamento para veículos de frota não devem ser contabilizadas, a menos que tais veículos sejam usados regularmente pelos funcionários em deslocamentos diários ao trabalho ou a fins de negócios. Também devem ser previstas as vagas obrigatórias previstas em legislação para idosos e pessoas com deficiência.

BICICLETÁRIOS

Os bicicletários e vestiários devem atender pelo menos 5% dos ocupantes regulares do edifício, com um mínimo de quatro vagas, além de chuveiro com vestiário para os 100 primeiros ocupantes regulares (exceto alunos) com um chuveiro adicional para cada 150 ocupantes regulares. As vagas de armazenamento devem ser de fácil acesso, localizadas a menos de 100 metros de distância das entradas principais do edifício.

RESTRIÇÃO AO USO DE TABACO

A certificação LEED estabelece a proibição do uso de produtos de tabaco não somente em áreas internas, mas também em todo o perímetro do terreno. Deverá ser prevista em projeto sinalização de áreas internas e externas.



Figura 23 - Guia de projetos - Arquitetônico



ARQUITETÔNICO

VISTAS EXTERNAS

O projeto deve permitir aos usuários que haja linha de visada direta para a área externa com vidraças para 75% de toda a área de piso regularmente ocupada. Esta área deve ter pelo menos dois dos quatro tipos de vistas descritos a seguir:

- Múltiplas linhas de visada para vidraças em diferentes direções;
- Vistas que incluam pelo menos dois dos itens a seguir: flora, fauna ou céu; movimento; objetos a pelo menos 7,5 metros do exterior das vidraças;
- Vistas desobstruídas a uma distância mínima de pelo menos três vezes a altura das janelas;
- Vistas com um fator de visão de 3 ou mais conforme estabelecido no guia "Janelas e escritórios: um estudo sobre o desempenho do trabalhador de escritório e o ambiente interno".







ARQUITETÔNICO

COBERTURAS

As áreas cobertas por telhado devem atender a valores mínimos de refletância conforme estabelecido no LEED v4

Também devem ser estudadas as possibilidades de uso de coberturas verdes e uso de sombreamento sobre áreas pavimentadas com o uso de sistemas de geração de energia, como painéis solares.





Figura 24 - Guia de projetos - Hidrossanitário



HIDROSSANITÁRIO

CONSUMO DE ÁGUA INTERIOR

Os dispositivos e conexões a serem utilizados no projeto de instalações hidrossanitárias devem apresentar consumo no mínimo 2% menor à baseline conforme apresentado na tabela abaixo:

Dispositivo utilizado em projeto	Baseline
Bacia sanitária	6lpf
Mictório	3,8 lpf
Torneiras de banheiros	1,9 lpm
Torneira de pias privativas	8,3 lpm
Torneiras de cozinha	8,3 lpm
Chuveiro	9,5 lpm

Para pontuação mínima (Nível Certificado) podem ser obtidos de um a sete pontos no crédito "Redução de uso de água do interior", sendo necessário para obtenção do Nível Certificado um ponto com redução de 25% do consumo em relação ao baseline. Para Nível Prata, dois pontos com redução de 30%, Nível Ouro três pontos e redução de 35% e Nível Platina sete pontos com redução de 50%.








HIDROSSANITÁRIO

MEDIÇÃO DE CONSUMO

Deverá ser instalado hidrômetro para medição do consumo do edifício. Opcionalmente podem ser instalados hidrômetros adicionais em subsistemas de água:

- o Irrigação: deverá ser medida pelo menos 80% da água a ser consumida em irrigação;
- o Dispositivos e conexões hidráulicas internos: medir pelo menos 80% do consumo dos dispositivos listados no pré-requisito consumo de água interior;
- o Água recuperada: medir o componente de água recuperada do empreendimento.





Figura 25 - Guia de projetos – Hidrossanitário



HIDROSSANITÁRIO

DRENAGEM PLUVIAL



A drenagem do solo deve corresponder a um índice de 95% (obtenção de dois pontos) a 98% (obtenção de três pontos, Nível Prata e superiores) de eventos pluviométricos locais, no crédito “Gestão de águas pluviais”.

Há também a opção em se realizar um gerenciamento do volume do escoamento na condição de cobertura natural do solo, para a condição de pós-implantação.




Figura 26 - Guia de projetos – Climatização



**CLIMATIZAÇÃO
E
VENTILAÇÃO**

SIMULAÇÃO ENERGÉTICA



Deverá ser realizada simulação energética do projeto, devendo este apresentar melhoria de 5% na avaliação de desempenho da envoltória e núcleo central, em comparação com a avaliação do desempenho do projeto baseline. O projeto baseline deverá ser calculado conforme a Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010, Apêndice G, utilizando um modelo de simulação.

Para pontuação no crédito “Otimizar desempenho energético” deverão ser atingidos percentuais de 6% de redução para obtenção de um ponto (Nível Certificado). Para Nível Prata, quatro pontos com redução de 12%, Nível Ouro oito pontos com redução de 20% e Nível Platina 15 pontos com redução de 38%.

Quando há a busca pela certificação, as características arquitetônicas comumente utilizadas referem-se à utilização de vidros laminados de elevado desempenho energético. Nos projetos de climatização, há o uso de aparelhos com COP elevado e ventiladores de baixo consumo.

GASES REFRIGERANTES



Nos sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração não devem ser utilizados refrigerantes à base de clorofluorcarbono (CFC). Adicionalmente não devem ser utilizados gases que possuam potencial de destruição da camada de ozônio (ODP). Há a opção em se calcular o impacto dos gases refrigerantes aplicados no projeto, no caso da utilização de equipamentos de climatização novos e existentes.




Figura 27 - Guia de projetos – Climatização



CLIMATIZAÇÃO
E
VENTILAÇÃO



CONFORTO TÉRMICO

Os sistemas de climatização, ventilação e a envoltória do edifício devem atender aos requisitos da Norma ASHRAE 55-2010 - Condições de conforto térmico para ocupação humana ou as Normas ISSO 7730:2005 – Ergonomia do ambiente térmico e CEN EM 15251:2007 – Parâmetros de entrada do ambiente interno, para projeto e avaliação do desempenho energético de edifícios.

Pelo menos 50% dos espaços devem ter controle individual de controle térmico, de modo que possam ser ajustados pelos ocupantes a temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar ou umidade.






DESEMPENHO ACÚSTICO

A certificação LEED estabelece requisitos mínimos para a entrada de ruídos externos e tempo de reverberação. As especificações de materiais e acabamentos devem atender aos requisitos de absorção de som especificados na norma ANSI S12.60-2010 Parte 1 – Diretrizes, requisitos de projeto e critérios de desempenho acústico para escolas ou norma equivalente. São permitidas exceções no caso de edifícios históricos onde ocorram restrições ou limitações.

Os requisitos para níveis máximos de ruído em sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado deve ser de menos de 35dBA em salas de aula e espaços de aprendizagem. Também devem ser verificados requisitos quanto a transmissão de som e desempenho acústico de janelas externas.

Figura 28 - Guia de projetos – Climatização



CLIMATIZAÇÃO
E
VENTILAÇÃO




QUALIDADE DO AR INTERIOR

A certificação LEED estabelece condicionantes mínimos estabelecidos para qualidade do ar. São estabelecidos requisitos para ventilação e monitoramento baseados em normas norte-americanas e europeias. Nos espaços ventilados naturalmente devem ser observados critérios específicos para configuração de abertura de ar externo.

Adicionalmente podem ser previstas ações para sistemas de entrada, prevenção de contaminação cruzada interna e filtração, além de taxas diferenciadas para renovação de ar, em conformidade com normas norte-americanas.





AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

São disponibilizadas duas estratégias para melhorar a qualidade do ar no edifício após a construção e durante a ocupação deste. Após a conclusão e limpeza completa da obra, com todos os itens em madeira, portas, tintas, carpetes, pisos diversos, estações de trabalho e divisórias instalados são possíveis duas opções para atendimento deste crédito, sendo uma antes e outra após a ocupação.

O atendimento do crédito “Avaliação da qualidade do ar interior” foi contemplado somente no Nível Platina deste estudo, sendo atendido com a condução de testes de qualidade do ar interior, demonstrando que contaminantes diversos não excedam determinados níveis de concentração nos ambientes.

Figura 29 - Guia de projetos - Instalações elétricas



INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS

PONTOS PARA RECARGA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS



Deverão ser instalados equipamentos para recarga de veículos elétricos, em 2% do total de vagas existentes no projeto. Estas vagas devem ser identificadas e serem dotadas de conexões por tomada, atendendo a requisitos técnicos e normativos. Ou poderão ser oferecidas instalações para abastecimento de combustíveis alternativos ou um posto de troca de baterias capazes de reabastecer um número de veículos por dia igual a pelo menos 2% de todas as vagas de estacionamento.

MEDIÇÃO DA ENERGIA CONSUMIDA

Deverão ser instalados medidores de energia que computem o consumo total do edifício, sendo aceitos os medidores de concessionárias de serviços públicos. O proprietário deverá compartilhar com o USGBC, por um período de 5 anos, os dados de consumo.



MEDIÇÃO DA ENERGIA AVANÇADA

Deverão ser previstos em projeto a instalação de medidores em qualquer uso final individual que represente 10% ou mais do consumo anual do edifício. Estes medidores devem registrar em intervalos de uma hora ou menos e transmitir os dados para um local remoto, armazenando os dados de medição por pelo menos 36 meses.



Figura 30 - Guia de projetos - Instalações elétricas



INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS

PRODUÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL



O projeto de instalações elétricas deverá prever o autoabastecimento do edifício com o uso de sistemas alternativos de energia. Deve ser calculado o percentual de custo equivalente da energia utilizada gerada por sistema renovável com o custo total de consumo energético do empreendimento. No crédito "Produção de energia renovável" poderão ser obtidos 2 pontos (Nível Ouro) para um percentual de 5% e 3 pontos (Nível Platina) para um percentual de 10%.

ILUMINAÇÃO EXTERNA

Verificar critérios estabelecidos no Guia de Referência LEED para a determinação de parâmetros para iluminação para cima e transgressão da luz. As áreas externas a serem iluminadas devem ter como limite as divisas da propriedade que o LEED ocupa, havendo exceções para casos como divisas com vias ou áreas públicas e imóveis contíguos ao mesmo proprietário. Também são excetuados deste critério os itens de iluminação sinalizadora, iluminação de fachadas e paisagismo, iluminação de praças cívicas ou para fins artísticos, rodovias e áreas específicas com desligamento programado.



ILUMINAÇÃO INTERNA

Para propiciar maior conforto aos usuários, o controle individual da iluminação interna dos edifícios, em pelo menos 90% dos espaços, deverá permitir a configuração com três níveis (ligada, desligada, média). Para obtenção de dois pontos (Nível Platina) são estabelecidas estratégias adicionais.



Figura 31 - Guia de projetos - Materiais



MATERIAIS

USO DE MATERIAIS DE BAIXA EMISSÃO

COV

A certificação LEED aborda requisitos referentes aos contaminantes químicos presentes em diversos elementos da edificação, tais como tintas, adesivos, pisos, madeiras, isolamento de tetos e paredes, móveis, entre outros. São avaliadas as emissões de compostos orgânicos voláteis (COVs) no interior do edifício, além de métodos para os quais estas emissões são determinadas.

Para escolas e unidades de saúde não são permitidos o uso de produtos com formaldeído em sua composição. Também é proibida a utilização de asfalto aplicado a quente para telhados e selantes de piche.

ORIGEM DE MATÉRIAS PRIMAS

A certificação LEED estabelece requisitos para o uso de pelo menos 20 produtos instalados de forma permanente no edifício cujo processo fabril atenda a compromissos de extração responsável de matérias primas ou normas e programas que atendam critérios de aquisição responsável. Os materiais de estrutura e envoltória não podem corresponder a mais de 30% do total de produtos em conformidade com este requisito. Para pontuação no crédito "Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de matérias primas", atendida no estudo no Nível Prata em diante, pode-se, por exemplo, utilizar madeiras com certificação FSC, entre outros critérios.





Figura 32 - Guia de projetos – Canteiro de obras



CANTEIRO DE OBRAS

PROIBIÇÃO DO CONSUMO DE PRODUTOS DE TABACO



Para permitir o gerenciamento da qualidade do ar interior da construção, deverá ser proibido o uso de produtos de tabaco dentro do edifício e a pelo menos 7,5 metros da entrada do mesmo durante sua construção.



Figura 33 - Guia de projetos - Canteiro de obras



**CANTEIRO
DE OBRAS**



PLANO DE SEDIMENTAÇÃO E EROÇÃO

Deverá um plano de erosão e sedimentação para as atividades de construção, independentemente do tamanho do projeto a ser implementado. Este plano deve cumprir os requisitos da Licença Geral de Construção – CGP da Agência de Proteção Ambiental dos EUA ou o que for prescrito pela legislação local, o que for mais rigoroso.

Para proteção das vizinhanças, deverá ser previsto lavadoras nos locais de saída de veículos durante a execução da obra.





GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO

Devem ser estabelecidas metas de reaproveitamento de resíduos e definidas estratégias para o uso destes no projeto. Ao final da obra o proprietário deverá fornecer um relatório detalhando os fluxos de resíduos gerados, com as taxas de descarte e reaproveitamento.

Para obtenção de um ponto no crédito “Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição”, deverão ser reaproveitados 50% do total de material de demolição, incluindo pelo menos três fluxos de material. Para obtenção de dois pontos (Nível Platina) este percentual deverá ser de 75%.

Figura 34 - Guia de projetos - Operação da escola



**OPERAÇÃO
DA
ESCOLA**



GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA OPERAÇÃO

O empreendimento deve dispor de local específico para coleta e armazenamento dos resíduos, contemplando a separação dos materiais recicláveis (papel misto, papelão ondulado, vidro, plástico e metais). Para o armazenamento e descarte de pilhas, lâmpadas com mercúrio e resíduos eletrônicos o proprietário deverá tomar medidas adequadas e seguras.





USO COMPARTILHADO

A certificação LEED aborda critérios que buscam a integração da comunidade através do compartilhamento dos espaços para eventos e cerimônias não relacionadas a atividade educacional. São determinadas três opções para atendimento deste critério:

Opção 1: tornar determinados espaços do edifício abertos ao público, devendo pelo menos três dos listados a seguir: auditório; ginásio; lanchonete; uma ou mais salas de aula; parques ou estádios; estacionamento.

Opção 2: firmar contratos com a comunidade ou outras organizações para destinar pelo menos dois espaços do empreendimento para uso específico, conforme listado a seguir: escritório comercial; clínica de saúde; centros comunitários; biblioteca; estacionamento; uma ou mais empresas comerciais.

Opção 3: permitir através de acordos com outras instituições o uso de dois ou mais espaços pelos alunos, sendo: auditório; ginásio; lanchonete; uma ou mais salas de aula; piscina; parques e estádios.



Figura 35 - Guia de projetos - Check-list

Diretriz de projeto		PONTOS POSSÍVEIS		
Avaliar os sistemas de energia, envoltória, condições do terreno, uso de sistemas de água e documentar como a análise destes sistemas auxiliou nas decisões de projeto do empreendimento.		Crédito	Processo Integrado	1

Diretriz de projeto		Categoria Localização e Transporte	
Localizar o projeto no limite de um empreendimento certificado LEED para Desenvolvimento de Bairros.	Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	15
O empreendimento deve ser localizada em um terreno desenvolvido previamente, áreas de conservação ambiental, áreas de planícies alagáveis, áreas distantes a menos de 30 metros de corpos d'água e áreas distantes a menos de 15 metros de zonas úmidas	Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	1
Localizar o empreendimento em vazios urbanos, áreas de interesse social ou terrenos onde houve remediação e recuperação de solos contaminados.	Crédito	Local de Alta Prioridade	2
O projeto deve estar localizado, em um raio de 400 metros, em área com densidade de ocupação residencial de 17,5 unidades/hectare, para áreas de até 5.050 metros quadrados de área de terreno edificável e 30 unidades/hectare para áreas de até 8.035 metros quadrados por hectare de terreno edificável.	Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	5
Localizar as entradas do empreendimento a uma distância de até 400 metros de pontos de ônibus ou 800 metros de pontos de BRT ou trens e metrô metropolitanos (verificar número de viagens ofertadas) ou demonstrar que os alunos que moram a um máximo de 1.200 metros (abaixo 8ª série ou 14 anos) e 2.400 metros (9ª série e acima ou 15 anos de idade e acima), em um percentual a partir de 50% do total de alunos.	Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	4

Figura 36 - Guia de projetos - Check-list

O local para guarda de bicicletas deve estar localizado a uma distância de 180 metros de uma rede de bicicletas que se conecte a pelo menos 10 usos diversos, um ponto de sistema de ônibus rápido tipo BRT ou estação de trem, estando os destinos a uma distância de até 4.800 metros do projeto. Deve ser oferecido um depósito de bicicletas e vestiários para pelo menos 5% dos ocupantes regulares do edifício, com um mínimo de quatro vagas, além de chuveiro com vestiário.	Crédito	Instalações para Bicicletas	1
O projeto não deve exceder os requisitos mínimos estabelecidos do código local (Plano Diretor) da localidade. Devem ser oferecidos estacionamentos preferenciais para caronas solidárias (5% do total de vagas).	Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1
Deverão ser instalados equipamentos para recarga de veículos elétricos, em 2% do total de vagas existentes no projeto.	Crédito	Veículos Verdes	1

Figura 37 - Guia de projetos - Check-list

Diretriz de projeto		PONTOS POSSÍVEIS	
		Categoria Terrenos Sustentáveis	12
Elaborar plano de erosão e sedimentação para as atividades de construção.	Pré-req	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório
Elaborar elaboração de laudo de avaliação ambiental do terreno.	Pré-req	Avaliação Ambiental do Terreno	Obrigatório
Devem ser avaliadas as condicionantes do terreno e projeto (topografia, hidrologia, clima, vegetação, solos, vistas e infraestrutura existente, uso de materiais com potencial de reciclagem e uso, proximidade de populações vulneráveis e fontes de poluição do ar). Este levantamento de dados deve demonstrar quais as ligações entre o projeto proposto e as condicionantes locais, devendo ser relatados como estes itens influenciaram na concepção do projeto.	Crédito	Avaliação do Terreno	1
40% da área do terreno deve ser preservada.	Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
O projeto deve contemplar em sua área de implantação área externa de pelo menos 30% do total do terreno, sendo destes 25% cobertos por vegetação aérea.	Crédito	Espaço Aberto	1
A drenagem do solo corresponder a um índice de 95% a 98% de eventos pluviométricos locais.	Crédito	Gestão de Águas Pluviais	3
Promover uso de vegetação sobre áreas pavimentadas, sombreamento através de estruturas cobertas por sistemas de geração de energia ou uso de telhas com características mínimas de refletância. Também podem ser utilizados telhados com vegetação ou implantar um estacionamento coberto.	Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2
O limite de iluminação deve ser localizado nas divisas da propriedade que o LEED ocupa, havendo exceções para casos como divisas com vias ou áreas públicas e imóveis contíguos ao mesmo proprietário	Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1
Deverá ser atendido um conjunto de créditos a fim de garantir que, independente de mudanças futuras em programas ou dados socioeconômicos, os benefícios obtidos através do atendimento de determinados critérios sejam praticados de forma continuada.	Crédito	Planejamento Geral do Terreno	1
Deverão ser compartilhados espaços do empreendimento escolar com a comunidade adjacente, como ginásios, auditórios, lanchonete, salas de aula, estacionamentos, etc.	Crédito	Uso Conjunto das Instalações	1

Figura 38 - Guia de projetos - Check-list

Diretriz de projeto		PONTOS POSSÍVEIS	
		Categoria Eficiência Hídrica	12
Estabelecer um projeto paisagístico cujas espécies não necessitem de irrigação permanente ou reduzir o consumo com irrigação de forma que este seja 30% mais eficiente nos meses de pico que o baseline estabelecido pelo LEED.	Pré-req	Redução do Uso de Água do Exterior	Obrigatório
Dispositivos e conexões devem apresentar consumo 2% menor em relação baseline estabelecida pelo LEED.	Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
Deverá ser instalado hidrômetro e encaminhados ao USGBC relatórios mensais e anuais de consumo de água por um período de cinco anos após a certificação do empreendimento.	Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
Neste crédito é mensurada a pontuação a ser obtida a partir do atendimento do pré-requisito de mesmo nome. A pontuação ocorre conforme o percentual de economia obtido em projeto.	Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2
Neste crédito é mensurada a pontuação a ser obtida a partir do atendimento do pré-requisito de mesmo nome. A pontuação ocorre conforme o percentual de economia obtido em projeto.	Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	7
Promover a conservação da água utilizada em torres de resfriamento, procurando prevenir e controlar a corrosão, formação de crostas e micróbios no equipamento.	Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento	2
É necessária a instalação de hidrômetro em pelo menos dois subsistemas de água, como consumo interno e irrigação externa.	Crédito	Medição de Água	1

Figura 39 - Guia de projetos - Check-list

Diretriz de projeto		PONTOS POSSÍVEIS	
Categoria Energia e Atmosfera		31	
Deverá ser elaborado um plano de comissionamento, onde haverá um registro documental durante a elaboração de projetos, execução e entrega final da obra que comprovará a performance energética do edifício conforme pretendido.	Pré-req	Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório
Deverá ser realizada simulação energética do projeto, devendo este apresentar melhoria de 5% na avaliação de desempenho da envoltória e núcleo central, em comparação com a avaliação do desempenho do projeto baseline. Ou Elaborar o projeto conforme o disposto na Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010, cumprindo os requisitos de eficiência para equipamentos de ventilação, dutos, climatização, umidificadores e aquecimento de água estabelecidos no Capítulo 4 (Estratégias e Recomendações de Projeto por Zona Climática) do Guia Avançado de Projeto Energético ASHRAE 50%. Ou Elaborar o projeto em conformidade com o disposto na Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010 na sua Seção 1 (Estratégias de processo de projeto), Seção 2 (Requisitos de Core e Performance) e Seção 3: Estratégias de desempenho aprimorado.	Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
Deverão ser instalados medidores de energia que computem o consumo total do edifício, sendo aceitos os medidores de concessionárias de serviços públicos.	Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório
Proibido o uso de refrigerantes à base de clorofluorcarbono (CFC) em sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração.	Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
Para a obtenção deste crédito há três opções nas quais o agente comissionador deverá executar uma série de ações, tais como: verificação e testes sazonais dos sistemas; verificar eficácia do treinamento de operadores; inclusão de itens relacionados ao uso e manutenção dos sistemas no plano de comissionamento, entre outros.	Crédito	Comissionamento Avançado	6
Deverão ser tomadas ações na redução de carga energética do edifício através da simulação energética ou conformidade prescritiva. Conforme o percentual atingido, podem ser obtidos de 1 a 16 pontos neste crédito.	Crédito	Otimizar Desempenho Energético	16

Figura 40 - Guia de projetos - Check-list

Deverão ser previstos em projeto a instalação de medidores em qualquer uso final individual que represente 10% ou mais do consumo anual do edifício. Estes medidores devem registrar em intervalos de uma hora ou menos e transmitir os dados para um local remoto, armazenando os dados de medição por pelo menos 36 meses.	Crédito	Medição de Energia Avançada	1
O projeto de instalações elétricas deve contemplar sistemas de resposta de demanda automatizados em tempo real. O proprietário deve comprometer-se em participar de um plano de resposta à demanda plurianual para pelo menos 10% da demanda de pico estimada de eletricidade.	Crédito	Resposta à Demanda	2
Devem ser usados sistemas alternativos de geração de energia e calculado o percentual de custo equivalente da energia utilizada gerada por sistema renovável com o custo total de consumo energético do empreendimento. Conforme o percentual atingido, podem ser obtidos de um a três pontos.	Crédito	Produção de Energia Renovável	3
Não devem ser utilizados gases que possuam potencial de destruição da camada de ozônio (ODP). Há a opção em se calcular o impacto dos gases refrigerantes aplicados no projeto, no caso da utilização de equipamentos de climatização novos e existentes.	Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
O empreendimento deve firmar um contrato onde há o fornecimento de pelo menos 50% da energia proveniente de fontes renováveis, uso de compensações de carbono e certificados de energia renovável para atenuar o uso dos efeitos do uso de eletricidade.	Crédito	Energia Verde e Compensação de Carbono	2

Figura 41 - Guia de projetos - Check-list

		PONTOS POSSÍVEIS	
Diretriz de projeto	Categoria Materiais e Recursos	13	
O empreendimento deve dispor de local específico para coleta e armazenamento dos resíduos, contemplando a separação dos materiais recicláveis (papel misto, papelão ondulado, vidro, plástico e metais). Para o armazenamento e descarte de pilhas, lâmpadas com mercúrio e resíduos eletrônicos o proprietário deverá tomar medidas adequadas e seguras.	Pré-req Armazenamento e Coleta de Recicláveis	Obrigatório	
Devem ser estabelecidas metas de reaproveitamento de resíduos e definidas estratégias para o uso destes no projeto. Ao final da obra o proprietário deverá fornecer um relatório detalhando os fluxos de resíduos gerados, com as taxas de descarte e reaproveitamento.	Pré-req Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório	
Deve-se realizar uma análise do ciclo de vida da estrutura e do recinto do projeto, devendo esta apresentar redução de 10% em comparação a um edifício baseline, a ser analisada em ferramentas de avaliação de ciclo de vida.	Crédito Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício		5
Devem ser utilizados pelo menos 20 produtos de uso permanente, de cinco fabricantes distintos pelo menos, que atendam a declarações específicas de produto em conformidade com normas específicas ou produtos que cumpram definições de declaração ambiental aprovadas pelo USGBC.	Crédito Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto		2
Pelo menos 20 produtos instalados de forma permanente no edifício devem atender a requisitos específicos, cujo processo fabril atenda a compromissos de extração responsável de matérias primas ou normas e programas que atendam critérios de aquisição responsável. Os materiais de estrutura e envoltória não podem corresponder a mais de 30% do total de produtos em conformidade com este crédito.	Crédito Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-primas		2
Utilizar produtos e materiais que apresentem inventários, declarações de saúde ou programas aprovados pelo USGBC a respeito do inventário químico.	Crédito Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material		2
Deve ser promovida a redução dos materiais a serem descartados, estabelecendo requisitos para reutilização e reciclagem de resíduos. Os requisitos deste crédito estabelecem taxas de reaproveitamento de material ou a redução do total de material descartado.	Crédito Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição		2

Figura 42 - Guia de projetos - Check-list

		PONTOS POSSÍVEIS	
Diretriz de projeto	Categoria Qualidade do Ambiente Interno	16	
Devem ser atendidos requisitos para ventilação e monitoramento baseados em normas norte-americanas e europeias. Nos espaços ventilados naturalmente devem ser observados critérios específicos para configuração de abertura de ar externo.	Pré-req Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório	
É proibido o uso de produtos a base de tabaco dentro do edifício e em áreas próximas às entradas e janelas. Em todo o terreno deverá ser vetado o uso de cigarros e similares sendo obrigatória sinalização indicativa.	Pré-req Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório	
As especificações de materiais e acabamentos devem atender aos requisitos de absorção de som especificados na norma ANSI S12.60-2010 Parte 1 – Diretrizes, requisitos de projeto e critérios de desempenho acústico para escolas ou norma equivalente.	Pré-req Desempenho Mínimo Acústico	Obrigatório	
Devem ser atendidas estratégias para sistemas de entrada, prevenção de contaminação cruzada interna e filtração, além de taxas diferenciadas para renovação de ar, em conformidade com normas norte-americanas citadas no LEED v4.	Crédito Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior		2
Não utilizar materiais com formaldeído em sua composição e materiais com alto índice de compostos voláteis.	Crédito Materiais de Baixa Emissão		3
Deverá ser desenvolvido um plano de gestão de qualidade do ar interior para as fases de construção e pré-ocupação do edifício. Todos os materiais de absorção devem ser protegidos contra danos por umidade. Devem ser atendidas medidas de controle recomendadas em normas específicas citadas no LEED v4 e proibido o uso de produtos de tabaco dentro do edifício e a pelo menos 7,5 metros da entrada do mesmo durante sua construção.	Crédito Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interior da Construção		1
Após a conclusão e limpeza completa da obra, com todos os itens em madeira, portas, tintas, carpetes, pisos diversos, estações de trabalho e divisórias instalados são possíveis duas opções para atendimento deste crédito, sendo uma antes e outra após a ocupação. Antes da ocupação poderá ser realizado flush-out do edifício a partir de critérios específicos de vazão e temperatura interna. Durante a ocupação há a possibilidade, antes do flush-out ser concluído, do estabelecimento de condições diferenciadas de ventilação forçada, a ser iniciada sempre três horas antes da ocupação.	Crédito Avaliação da Qualidade do Ar Interior		2

Figura 43 - Guia de projetos - Check-list

CHECKLIST			
Os sistemas de climatização, ventilação e a envoltória do edifício devem atender aos requisitos da Norma ASHRAE 55-2010 - Condições de conforto térmico para ocupação humana ou as Normas ISO 7730:2005 – Ergonomia do ambiente térmico e CEN EM 15251:2007 – Parâmetros de entrada do ambiente interno, para projeto e avaliação do desempenho energético de edifícios. Pelo menos 50% dos espaços devem ter controle individual de controle térmico, de modo que possam ser ajustados pelos ocupantes a temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar ou umidade.	Crédito	Conforto Térmico	1
Implementar controle individual da iluminação em pelo menos 90% dos espaços, com três níveis (ligada, desligada, média).	Crédito	Iluminação Interna	2
Implementar controle de ofuscamento para todos os espaços ocupados no edifício, sendo estabelecidas estratégias no LEED v4 baseadas em simulação da iluminação natural, além da medição da iluminância dos ambientes.	Crédito	Luz Natural	3
Permitir aos usuários que haja linha de visada direta para a área externa com vidraças para 75% de toda a área de piso regularmente ocupada.	Crédito	Vistas de Qualidade	1
Os requisitos para níveis máximos de ruído em sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado deve ser de menos de 35dBa em salas de aula e espaços de aprendizagem. Também são estabelecidos no LEED v4 requisitos quanto a transmissão de som e desempenho acústico de janelas externas.	Crédito	Desempenho Acústico	1

Figura 44 - Guia de projetos - Check-list

CHECKLIST			
CATEGORIA INOVAÇÃO			
			PONTOS POSSÍVEIS
Diretriz de projeto	Categoria Inovação		6
As equipes de projeto podem utilizar critérios inovadores que resultem em um desempenho ambiental significativo em uma estratégia não abordada no LEED. Conforme descrito no LEED v4, um desempenho exemplar é aquele em que um ponto é concedido ao obter o dobro dos requisitos do crédito ou quando é alcançada a porcentagem próxima do limiar incremental.	Crédito	Inovação	5
O projeto analisado poderá atender a este requisito caso haja a contratação deste profissional que poderá contribuir de forma efetiva nas estratégias de certificação, definições de projeto, execução das obras e ocupação do edifício.	Crédito	Profissional Acreditado LEED	1
CATEGORIA PRIORIDADE REGIONAL			
			PONTOS POSSÍVEIS
Diretriz de projeto	Prioridade Regional		4
Na categoria de prioridade regional podem ser obtidos até quatro pontos, quando o projeto atende a critérios estabelecidos como itens de importância regional para a localidade do empreendimento.	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1
	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1

Figura 45 - Guia de projetos - Check-list

CHECKLIST

NÍVEIS DE CERTIFICAÇÃO

 CERTIFICADO 40 - 49 PONTOS	 PRATA 50 - 59 PONTOS
 OURO 60 - 79 PONTOS	 PLATINA 80 - 110 PONTOS

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema da sustentabilidade na construção civil possui um grande diferencial ao ser aplicado em uma edificação de uso escolar, visto que esta tipologia arquitetônica está relacionada a formação de pessoas das mais variadas idades e culturas. Através da revisão bibliográfica percebeu-se que há iniciativas neste âmbito fomentadas pela FDE em São Paulo, ao certificar algumas de suas unidades.

Ao se analisar o projeto da Escola SESI de Ensino Médio, verificou-se que este, apesar de não atingir a pontuação mínima necessária, possui condições em atender diversos critérios estabelecidos pela certificação LEED.

Para que se atinja este objetivo são necessárias ações diversas, devendo partir do empreendedor ou proprietário a intenção em se construir um edifício certificado, viabilizando as demais etapas. A partir desta intenção, deve-se contratar profissional habilitado para executar o comissionamento obrigatório. No estudo de caso analisado, devido ao desconhecimento dos projetistas envolvidos quanto a normas norte-americanas e demais diretrizes do LEED, este mesmo profissional deverá agir como consultor aos demais projetistas, orientando-os quanto aos preceitos a serem empregados em suas respectivas disciplinas.

Nas disciplinas de projeto, apesar de o edifício analisado neste estudo de caso possuir algumas premissas ambientais, a pontuação atingida foi muito inferior ao mínimo necessário. Para a implementação dos critérios da certificação observou-se a necessidade em se adaptar os projetos a normas norte-americanas (ASHRAE, ASTM), demandando um conhecimento em requisitos técnicos em grande parte desconhecidos pelos projetistas envolvidos no processo. Também verifica-se que mesmo com a utilização de equipamentos hidrossanitários considerados pelo mercado como sendo de baixo consumo, ao comparar-se o consumo destes com o *baseline* do LEED o percentual de economia de água atingido pelo projeto foi pequeno, obtendo-se somente um ponto de sete possíveis neste crédito. Visando uma redução de custos para implantação, o projeto original não contempla o armazenamento e aproveitamento de águas pluviais, o que teria colaborado significativamente para um aumento do percentual de economia de água.

Outras premissas não abordadas pelo projeto, também devido a uma intenção inicial de redução de custos, foram determinantes para a baixa pontuação. Conforme a análise realizada do *check-list*, existem diversas diretrizes de baixa complexidade

que não foram contempladas nas disciplinas de projeto, na execução das obras e na operação da escola tais como: vestiários, vagas de estacionamento com pontos de recarga para veículos elétricos, utilização compartilhada de espaços, medição avançada do consumo de água e energia, controle individualizado da iluminação e climatização, canteiro de obras com proibição do uso de tabaco e derivados, entre outros já abordados na análise deste projeto.

A falta da realização de simulação energética do projeto foi prejudicial para a obtenção de dados para a análise da categoria Energia e Atmosfera, não sendo possível determinar se o estudo de caso pontuaria nos créditos relativos a este item do *check-list*.

Particularmente referente a categoria referente a materiais e ciclo de vida possui diversas especificações pautadas em informações a serem disponibilizadas por fornecedores, podendo esta ser uma dificuldade ao se obter pontos neste item, especialmente em países onde esta prática não é plenamente difundida.

A localização do empreendimento, por ser em área de vazio urbano, sem adensamento populacional próximo, foi fator preponderante para a baixa pontuação na categoria Localização e transportes.

Na elaboração de cenários, compondo-se estratégias para certificação conforme os níveis da certificação LEED, observou-se que no nível mais simples a localização do empreendimento pode trazer maior peso na obtenção da pontuação mínima necessária. Percebe-se a importância da uma escolha prévia dos terrenos das escolas, visto que no estudo de caso aqui abordado o empreendimento não está localizado em área densificada, perdendo a oportunidade de maior pontuação neste quesito.

À medida em que os cenários para certificação evoluem para um nível maior, ganham importância os créditos relativos à eficiência energética, onde deve ser observada a especificação de materiais da envoltória e sistemas de climatização, aquecimento, ventilação e iluminação.

Durante a execução das obras a certificação também possui diversas premissas a serem seguidas, tais como o controle de sedimentação e erosão e a gestão dos resíduos sólidos. Desta forma a construtora também possui papel de extrema importância no processo, pois caso não cumpra as diretrizes necessárias durante a obra a certificação acaba por ser inviabilizada.

Percebe-se, conforme apontado pelo referencial bibliográfico, a necessidade de integração de todos os envolvidos desde o início do processo, além de conhecimento prévio sobre as diretrizes estabelecidas pelo LEED. Sob a vista destas diretrizes, há a possibilidade em se certificar os empreendimentos atendendo os critérios de forma planejada, buscando uma relação custo-benefício satisfatória ao empreendedor, analisando-se custos adicionais devido à certificação versus ganhos em eficiência de operação e manutenção.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para futuras pesquisas, este estudo traz as seguintes questões:

- Análise da percepção do usuário do edifício escolar quanto aos requisitos sustentáveis presentes no local;
- Analisar benefícios obtidos na educação ambiental de alunos e comunidade ao se utilizar as características do edifício como referencial sustentável;
- Ganhos em eficiência energética na operação do edifício certificado;
- Custos reais envolvidos para a certificação.

REFERÊNCIAS

_____. Avaliação ambiental. **Revista Técnica**. Editora PINI, São Paulo, edição 155, ano 18, Fevereiro, 2010, p. 37.

AMARAL, Marco Antônio Teixeira de. Green building: análise das dificuldades (ainda) enfrentadas durante o processo de certificação LEED no Brasil. 2013

ARAÚJO, Márcio Augusto. A moderna construção sustentável. **IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da**, 2008.

ALSHAMRANI, Othman Subhi; GALAL, Khaled; ALKASS, Sabah. Integrated LCA–LEED sustainability assessment model for structure and envelope systems of school buildings. **Building and Environment**, v. 80, p. 61-70, 2014.

AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen. **Arquitetura escolar e educação: um modelo conceitual de abordagem interacionista**. 2002. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

BARROS, Muñoz Ana Dorys; FABRICIO, Marcio Minto. **A adoção de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil: Motivações, benefícios e dificuldades**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

BOERI, A.; LONGO, D. Environmental quality and energy efficiency: sustainable school buildings design strategies. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v. 8, n. 2, p. 140-157, 2013.

BRUNTLAND, G. H. (editor). **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

BUENO, Cristiane; ROSSIGNOLO, João Adriano. Desempenho ambiental de edificações: cenário atual e perspectivas dos sistemas de certificação. **Revista Minerva–Pesquisa & Tecnologia**, 7 (1), p. 45-52, 2010.

CAVALCANTE, Rodrigo de Castro Dantas, Ualfrido Del Carlo, Anesia Barros Frota, and Fernando Simon Westphal. *Simulação Energética Para Análise Da Arquitetura De Edifícios De Escritório Além Da Comprovação De Conformidade Com Códigos De Desempenho*. Universidade de São Paulo, 2010.

CSILLAG, Diana. **Análise das práticas de sustentabilidade em projetos de construção latino americanos**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DA SILVA, Vanessa Gomes. Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. **Ambiente Construído**, v. 7, n. 1, p. 47-66, 2007.

DA SILVA, Vanessa Gomes; DA SILVA, Maristela Gomes; AGOPYAN, Vahan. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 3, p. 7-18, 2003.

DEGANI, Clarice Menezes; CARDOSO, Francisco Ferreira. A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. **São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo**, 2002.

EDWARDS, Brian; HYETT, Paul. **Guía básica de la sostenibilidad**. Editorial Gustavo Gili, 2004.

FDE. **Relatório de Atividades FDE-2007-2010**. São Paulo, p. 146. 2010. FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO.

FRAGO, Antonio Viñao; ESCOLANO, Agustín. **Currículo, espaço e subjetividade: a arquitetura como programa**. DP & A, 1998.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente construído**, Porto Alegre, V. 6, n. 4, p. 51-81, 2006.

GOULART, Solange. **Sustentabilidade nas Edificações e no Espaço Urbano. Apostila da Disciplina Desempenho Térmico em edificações. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. v. 2, p. 12, 2010. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em <www.labee.ufsc.br/graduação/ecv_5161> Acesso em 10/11/2014

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

KATS, G. **The cost of financial benefits of green buildings**. A Report do California's Sustainable Building Task Force, 2003.

KATS, Gregory. *Greening America's Schools*. 2014.

KIBERT, Charles J. **Sustainable construction: green building design and delivery**. John Wiley & Sons, 2007.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Arquitetura Escolar: o Projeto do Ambiente de Ensino** / Doris C. C. K. Kowaltowski - São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEITE, Vinicius Fares. *Certificação Ambiental na Construção Civil: sistemas Leed e Aqua. Trabalho de Conclusão de Curso*, Belo Horizonte: o autor, 2011.

LUCUIK, M.; TRUSTY, W.; LARSSON, N.; CHARETTE, R. Report: **A business case for green buildings in Canada**. Morrison Hershfield, Canada, 2005.

MARTINEZ, Maria Fernanda Baquerizo, and Paulo Otto Beyer. *Avaliação Energética Visando Certificação De Prédio Verde*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

MARTINS, Gilberto de Andrade. Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa. In: **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. Atlas, 2008.

MIGNOT, Ana Chrystina Venâncio. Escolas na vitrine: centros integrados de educação pública (1983-1987). **Estudos Avançados**, v. 15, n. 42, p. 153-168, 2001.

MOTTA, Silvio FR; AGUILAR, Maria Teresa P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 1, p. 88-123, 2009.

PANOBIANCO, Isabela Escaroupa, Evandro Ziggianti Monteiro, Doris Catharine Cornélie Knatz Kowaltowski, and Joana Carla Soares Gonçalves. *Parâmetros De*

Sustentabilidade No Retrofit Escolar: Abordagem Gráfica. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2014.

PARDINI, Andrea Fonseca, Vanessa Gomes da Silva, Ariovaldo Denis Granja, and Marcelo Vespoli Takaoka. **Contribuição Ao Entendimento Da Aplicação Da Certificação LEED E Do Conceito De Custos No Ciclo De Vida Em Empreendimentos Mais Sustentáveis No Brasil**. Universidade Estadual de Campinas . Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2009.

RIBEIRO, Gislene Passos. Conforto ambiental, sustentabilidade, tecnologia e meio ambiente: estudo de caso Hospital Sarah Kubitschek–Brasília. **Fórum de Pesquisa FAU**. Mackenzie, v. 3, 2007.

RUSSO, Filomena. **Climatic responsive design in Brazilian Modern Architecture**. 2004. Dissertation (Master) - Martin Centre for Architectural and Urban Studies, University of Cambridge, Cambridge, 2004.

SANTOS, Mariana Feres dos. **Construções com certificações LEED no Brasil: o caso do Eldorado Business Tower**. 2012. 159 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.

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

U.S. Green Building Council. **LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction** , EUA – 2009.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. GEO-3 *Global Environment Outlook 3*, 2002. Disponível em <www.unep.org/GEO/geo3/> Acesso em 09/07/2015

VENTURA, Magda Maria. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Rev Socerj**, v. 20, n. 5, p. 383-6, 2007.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos**. Bookman editora, 2015.