

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO À CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL:
TECNOLOGIAS E ALTERNATIVAS PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO**

Debora Negri de Oliveira

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

Rio Claro (SP)

2015



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas



DEBORA NEGRI DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO À CONSTRUÇÃO
SUSTENTÁVEL: TECNOLOGIAS E ALTERNATIVAS
PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

Rio Claro - SP
2015

624
O48p Oliveira, Debora Negri
 Proposta de adequação à construção sustentável:
 tecnologias e alternativas para instituições de ensino / Debora
 Negri Oliveira. - Rio Claro, 2015
 40 f. : il., figs., gráfs., quadros

 Trabalho de conclusão de curso (Engenharia ambiental) -
 Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
 Ciências Exatas
 Orientador: Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

 1. Engenharia civil. 2. Greenbuilding. 3. Certificação
 ambiental. 4. Escolas. I. Título.

DEBORA NEGRI DE OLIVEIRA

PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO À CONSTRUÇÃO
SUSTENTÁVEL: TECNOLOGIAS E ALTERNATIVAS
PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Geociências e
Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro,
da Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho, para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Comissão Examinadora

Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

Marcelo Loureiro Garcia

Caroline Antonelli Santesso

Rio Claro, 23 de março de 2015.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que acreditam na existência de uma solução para qualquer problema.

RESUMO

Devido ao grande impacto negativo ao meio ambiente ocasionado pela construção civil, a universidade apresenta um papel primordial na proposição de estudos e projetos que visem à construção sustentável. Hoje em dia, nota-se a enorme demanda acerca de projetos que tenham um enfoque sistêmico ao tripé do desenvolvimento sustentável, ou seja, cada vez mais os consumidores estão exigindo que o resultado final de um projeto contemple os âmbitos: social, econômico e ambiental. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIS), a meta para 2020 é que as obras tenham desempenho ambiental 20% superior em relação às atuais, a partir de um índice definido por diversos indicadores, tais como: consumo de água, energia, geração de resíduos e desempenho socioambiental dos produtos comprados. Sendo assim, a temática do projeto gira em torno da adequação de instituições de ensino à construção sustentável através de mudanças simples de tecnologias e hábitos visando o aumento da eficiência ambiental do empreendimento e, conseqüentemente, a melhoria das práticas sustentáveis dentro da instituição. Uma vez proposta essa mudança, serão fornecidos dados passíveis de reprodução para a adequação de outras instituições de ensino conforme necessidade e/ou interesse das mesmas. Após estudos realizados, foi possível notar que o desempenho ambiental de uma instituição de ensino pode ser elevado através da implantação de tecnologias de rápido retorno no investimento tais como redutores de vazão, sistema de aproveitamento de água da chuva, telhado verde, *retrofit* de lâmpadas e execução de um sistema fotovoltaico. Além do rápido retorno do investimento, a economia mensal das tecnologias aplicadas em conjunto pode chegar a 75% quando comparado com o gasto atual em água e energia elétrica.

Palavras-chaves: Construção sustentável. Instituição de ensino. Tecnologias e alternativas ambientais.

ABSTRACT

Due to the huge impact negative on the environmental caused by the civil construction, the university plays a major role in the proposal of studies and projects that aim the sustainable building. Nowadays, it has been noted the great demand for projects which contain a systemic focus in the tripod of the sustainable development, that is to say, more and more the consumers are demanding that the final result of a project contemplate the social, economic and environmental areas. According to the National Industry Confederation (CNI) and the Brazilian Chamber of the Industry and the Construction (CBIS), the goal for 2020 is that the constructions have an environmental performance 20% higher in comparison to the actual one, starting with an index defined by many indicators, such as: water consumption, energy, residues generation and social-environmental performance of the bought products. In this case, the theme of the project comes around the adequation of scholar institutions to the sustainable construction through simple changes of technologies and habits aiming the growth of the environmental efficiency of the enterprise and, consequently, the improve of sustainable practices inside the institution. Once the change is proposed, it will be furnished datas liable of reproduction for the adequation of others scholar institutions, according to it's necessity or interest. After the realization of the studies, it was possible to notice that the environmental performance of a scholar institution can be improved through the implantation of technologies of fast return in the investment, such as: flow reducers, rain water reuse system, green roof, retrofit of lamps and execution of a photovoltaic system. Besides the fast return of investment, the monthly economy of the applied technologies combined can reach 75% when compared to the actual spending with water and electric energy.

Word keys: Green Building. Scholar institution. Environmental technologies and alternatives.

LISTA DE FIGURAS

Figura.....	Página
Figura 01: Logotipo LEED.....	08
Figura 02: Logotipo AQUA.....	09
Figura 03: Projeto de paisagismo LIGH.....	11
Figura 04: Fachada do colégio.....	11
Figura 05: Fachada do instituto.....	14
Figura 06: Sistema doméstico de aproveitamento de água da chuva.....	19
Figura 07: Aplicação do arejador.....	20
Figura 08: Sala de aula convencional do Instituto Atlântico de Ensino.....	21
Figura 09: <i>LampLED</i> Tubular T8 20W.....	22
Figura 10: Sistema de energia fotovoltaica <i>Grid-tie</i>	23
Figura 11: Telhado verde extensivo.....	24
Figura 12: Área gourmet da IE onde a implantação do telhado verde foi recomendada.....	25

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro.....	Página
Quadro 01: Principais certificações ambientais.....	06
Quadro 02: Aplicações da certificação LEED.....	07
Quadro 03: Categorias da certificação AQUA.....	09
Quadro 04: Comparação das avaliações feitas pelo AQUA e pelo LEED.....	10
Quadro 05: Informações da IE.....	15
Quadro 06: Equivalência entre as categorias das certificações LEED e AQUA.....	16
Quadro 07: Alternativas e seus respectivos planejamentos.....	18
Quadro 08: Relação entre as alternativas selecionadas e as categorias do referencial AQUA.....	18
Quadro 09: Dados relevantes para cálculo do <i>payback</i>	26
Quadro 10: Custo do <i>payback</i> da implantação.....	27
Quadro 11: Indicadores socioambientais.....	28
Quadro 12: Benefícios da implantação as ações.....	28
Gráfico 1: Quantidade de indicadores atingida por cada alternativa sugerida.....	29
Quadro 13: Economia mensal prevista para dois tipos de cenários.....	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivos gerais	2
2.2 Objetivos específicos	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Gestão ambiental e sustentabilidade nas instituições de ensino	3
3.2 Construção sustentável e certificação: realidades e oportunidades para IE..	5
4. METODOLOGIA	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
5.1 Estudo de caso em uma IE: Instituto Atlântico de Ensino	14
5.2 Alternativas passíveis de aplicação	15
5.2.1 Gestão da água	19
5.2.2 Eficiência energética	21
5.2.3 Conforto climático	23
5.3 Payback.....	25
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O objetivo primordial de uma instituição de ensino, seja ela de qualquer nível, é proporcionar ferramentas que auxiliem no desenvolvimento e formação das pessoas. Dentre as ferramentas utilizadas, a transmissão de conhecimento é considerada pela sociedade como a mais importante, porém, nota-se que um colégio (universidade ou até mesmo pré-escolas) agrega outros tipos de valores aos seres humanos utilizando outras ferramentas, tais como: boa educação, convivência em sociedade, respeito, senso crítico, responsabilidade socioambiental, por exemplo. Tendo isso em vista, fica claro que as instituições de ensino são os locais que estão mais aptos e que têm a obrigação de mudar as concepções atuais de mundo e aplicar exemplos para que todos possam ter um futuro digno ambiental, social e economicamente.

O conceito de construção sustentável consolida uma nova mentalidade na indústria da construção civil, que passa a firmar compromisso com os princípios de uma “economia verde” e se mostra disposta a adotar práticas que melhorem o desempenho socioambiental. Essa mudança de paradigma do mercado começa no projeto e segue até a construção efetiva, passando por criteriosa seleção de materiais e alternativas menos impactantes ao ambiente e à saúde humana (CNI; CBIC, 2012).

Como já dito, as instituições de ensino tem como dever ser fontes que conscientizem à sociedade e o presente trabalho se propõe a encontrar algumas alternativas tecnológicas para adequação de colégios, creches, universidades, entre outros, à construção sustentável para que assim, outros projetos possam ser baseados, tornando as instituições de ensino locais mais contribuintes para o desenvolvimento de ações e práticas sustentáveis na sociedade.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

- Elaborar uma proposta de adequação de uma instituição de ensino (IE) já existente às tecnologias e alternativas existentes para construção sustentável.

2.2 Objetivos específicos

- Análise comparativa dos referenciais LEED e AQUA de certificação ambiental para construção civil e verificação da norma mais adequada para servir de ferramenta e auxiliar a escolha das mudanças tecnológicas que mais interfiram na eficiência ambiental de uma instituição de ensino.

- Análise da aplicação de alternativas e tecnologias existentes no mercado em uma instituição de ensino como estudo de caso, visando melhoria econômica, social e ambiental do estabelecimento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Gestão ambiental e sustentabilidade nas instituições de ensino

Entende-se por Gestão Ambiental a vertente do gerenciamento empresarial que se preocupa em analisar e articular ações administrativas visando à sustentabilidade e ampliação do desempenho ambiental do empreendimento em qual é aplicada. Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) pode ser implantado em um empreendimento independente de uma norma ou referencial, ou seja, qualquer ação tomada que tenha como embasamento, por exemplo, a preservação de recursos naturais, preocupação com os resíduos gerados e a melhoria contínua dessas ações sustentáveis, já caracteriza um SGA. Porém, a existência de um SGA certificado garante reconhecimento no mercado e para clientes, bem como pode ser utilizado como uma ferramenta de marketing da empresa.

As Instituições de Ensino (IE), sejam elas particulares ou públicas, podem ser caracterizadas como empreendimentos, pois é necessária uma tratativa administrativa para o gerenciamento de todas as ações realizadas dentro das mesmas. Sendo assim, a Gestão Ambiental garantindo um bom desempenho da mesma é, mais do que factível, uma obrigação das IE para com a sociedade.

Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), a difusão de tecnologias e informações sobre a questão ambiental nas escolas é um dever de qualquer cidadão que esteja apto para difundir esses conhecimentos. A partir da sanção da PNEA, em 1999, as questões ambientais, antes focadas mais no ramo empresarial, passaram a permear as ações tomadas no setor educacional. (PNEA, 1999)

A Educação Ambiental é uma ferramenta muito importante para a implantação de ações sustentáveis dentro das IE, principalmente as de Ensino Fundamental, pois ao passo que ela cria e aprimora uma consciência ambiental nas crianças que frequentam as escolas, ela serve como base teórica de possíveis ações práticas que podem vir a ser desenvolvidas nesses ambientes de aprendizagem contínua.

Atualmente a Educação Ambiental é um tema muito abordado, porém esse assunto fica muito restrito à sala de aula e, em termos práticos, poucas alternativas e/ou

tecnologias são aplicadas no ambiente de ensino e é justamente nessa oportunidade de melhoria que o atual projeto é baseado.

Uma das primeiras definições de sustentabilidade e que ainda permanece atual e aplicável à realidade mundial foi apresentada no Relatório *Brundtland (Our Common Future)*, elaborado pela Comissão Mundial de Meio Ambiente das Nações Unidas em 1987. Segundo o documento supracitado, desenvolvimento sustentável trata-se de “satisfazer as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações em satisfazer suas necessidades” (WCED, 1987).

Em 1992, no Rio de Janeiro, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) conhecida como Rio 92, ou até mesmo “Cúpula da Terra” que teve como maior legado um documento, assinado por 179 países, intitulado “Agenda 21 Global”. Este documento trata-se de um programa de ações a nível global com intuito de promover um novo padrão de desenvolvimento conhecido como “desenvolvimento sustentável” que tem por base a conciliação dos anseios do tripé sustentável: ambiental, econômico e social. (MMA, 2002)

Dez anos após a Rio 92, o Brasil publicou sua Agenda 21 Nacional, com 21 objetivos tangíveis para o país alcançar o desenvolvimento sustentável, dentre eles estão: informação e conhecimento para o desenvolvimento sustentável, ecoeficiência e responsabilidade social, retomada do planejamento das infraestruturas, uso de energias renováveis, entre outros.

Desde 1990, a Fundação de Educação Ambiental (*Foundation for a Environmental Education - FEE*) atua e implementa mundialmente o programa “Eco-Escolas” que se baseia pelos princípios da Agenda 21 para a elaboração de uma metodologia onde os próprios alunos atuam e aplicam conceitos de educação ambiental em projetos que interferem diretamente na vida cotidiana escolar dos mesmos. (ECOSCHOOLS, 2014)

A partir desse contexto, se deu início ao processo de aplicação efetivo da Agenda 21 com a implementação, pelo governo federal, estadual e municipal, de requisitos ambientais a diversas atividades econômicas do país. Desde então, a procura por produtos e tecnologias que levem em conta a responsabilidade socioambiental em toda sua cadeia vêm aumentando e, nota-se, que além de uma

exigência de mercado, essas questões ambientais estão presentes cada vez mais como valores intrínsecos a nova geração da sociedade.

Em 2013, o Ministério da Educação (MEC), em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), promoveu a IV Conferência Nacional Infanto-juvenil pelo Meio Ambiente (CNIJMA) com o tema “Vamos Cuidar do Brasil com Escolas Sustentáveis”. A Conferência delegou cerca de 700 alunos do Ensino Fundamental de todos os tipos de escolas presentes no país para debater sobre cidadania ambiental e projetos para tornar as escolas brasileiras mais sustentáveis. (MMA, 2013)

Esses exemplos de ações e programas evidenciam que o setor educacional é muito receptivo a propostas de mudanças tecnológicas e educacionais que melhorem o desempenho ambiental da edificação e a qualidade de vida de seus usuários.

3.2. Construção sustentável e certificação: realidades e oportunidades para IE

Um dos setores econômicos mais relevantes para o desenvolvimento do país e, conseqüentemente, para a questão ambiental, é o da construção civil que, alavanca, em sua cadeia de produção, inúmeros impactos ambientais de grande escala, principalmente, durante o uso propriamente dito da obra. A gestão de resíduos da construção civil está prevista na Resolução CONAMA Nº 307/2002 e, segundo o Art 4º revogado pela Resolução 448/2012, “Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”. Levando em consideração apenas um artigo da Resolução CONAMA Nº 307/2002, já seria um grande avanço ambiental dentro desse setor, porém a falta de fiscalização governamental e, também, a visão tradicional da construção civil acabam retardando o processo de desenvolvimento sustentável.

No Brasil, alguns fatores impulsionaram a necessidade do setor de construção civil adaptar-se à demanda ambiental que surgia, entre eles estão o racionamento de energia ocorrido no ano de 2001, popularmente conhecido como apagão e, também, aprovação da resolução CONAMA Nº 307, em julho de 2002, disciplinando a gestão dos resíduos da construção civil. (CNI; CBIC, 2012).

A construção sustentável segue as mesmas etapas que a construção tradicional, a grande diferença é que em todas as fases se procuram integrar os princípios da sustentabilidade. Nenhuma etapa é considerada independente das restantes, mas as opções tomadas em cada uma delas têm impacto no objetivo final de construir um edifício sustentável (LUCAS, 2008).

Existe uma exigência cada vez maior, tanto ambiental quanto do próprio consumidor, de projetos que se preocupem em adotar alternativas tecnológicas às impostas pela visão tradicional, que ainda é muito forte, no ramo da construção civil.

A utilização de um padrão de norma de certificação ambiental consiste em um melhor embasamento para elencar e propor as mudanças necessárias no empreendimento escolar, além de tornar mais tangível uma possível aquisição de um selo de construção sustentável, o que gera uma notoriedade sem precedentes a qualquer empreendimento. Além disso, utilizar uma norma como ferramenta torna o projeto muito mais confiável e replicável em outros locais uma vez que os critérios de desempenho avaliados em qualquer norma de certificação são geridos sempre baseados em um referencial técnico.

Existem diversos referenciais e normas para a elaboração de um empreendimento sustentável, no Quadro 1 estão as principais certificações em ordem cronológica de lançamento, bem como o país de origem das mesmas.

Quadro 1: Principais certificações ambientais

CERTIFICADO	ORIGEM	LANÇAMENTO
BREEAM	Reino Unido	1990
HQE	França	1990
Procel Edifica	Brasil	1990
SBTool	Internacional	1990
PBQP-H	Brasil	1991
LEED	Estados Unidos	1998
AQUA	Brasil	2008
Casa Azul	Brasil	2010

Fonte: DALLA COSTA; MORAES, 2013.

Trazendo os referenciais supracitados para a realidade do projeto, são identificáveis dois que se destacam pelo fato de possuírem referenciais específicos para IE e de serem bastante difundidos e utilizados no Brasil, são eles: LEED e AQUA. (LEITE, 2011)

LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é uma certificação ambiental internacional desenvolvida nos EUA utilizada em cerca de 140 países, incluindo o Brasil (GBCB, 2014). Esse processo de certificação avalia sete dimensões ambientais do empreendimento, sendo que para cada dimensão existem pré-requisitos e créditos. Os pré-requisitos são ações obrigatórias que devem ser implantadas no decorrer do processo, já os créditos são práticas recomendadas que, quando atendidas, garantem pontos extras a edificação. Essas sete dimensões são: Espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos e créditos de prioridade regional.

Os referenciais LEED são divididos em oito tipologias para diferentes tipos de empreendimentos que seguem no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2: Aplicações da certificação LEED

CERTIFICAÇÃO	APLICAÇÃO
LEED New Construction & Major Renovation	Novas construções e Grandes Reformas
LEED Existing Building - Operation and Maintenance	Edifícios Existentes - Operação e Manutenção
LEED for Commercial Interiors	Interiores Comerciais
LEED Core & Shell	Envoltória e Estrutura Principal
LEED Retail	Lojas de Varejo
LEED for Schools	Escolas
LEED for Neighborhood Development	Desenvolvimento de Bairros
LEED Healthcare	Hospitais

Fonte: GBC Brasil, 2014.

A Certificação LEED que será utilizada para o trabalho em questão será a *LEED for Schools*, uma vez as soluções serão propostas para uma IE. A Figura 1 representa o logotipo da Certificação LEED utilizado para assegurar o cumprimento do processo de certificação.



Figura 1: Logotipo LEED

Fonte: USGBC, 2015.

O Processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é uma certificação para construções que visam eficiência ambiental que foi adaptado a partir da certificação francesa *Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale)*. Em 2013, foi criada a Rede Internacional de certificação HQE que unificou indicadores para o mundo todo, porém com exigências diferenciadas para cada realidade de cada país. Sendo assim, o Processo AQUA, hoje é conhecido como AQUA-HQE e possui reconhecimento internacional.

O escopo de avaliação do Referencial AQUA é dividido em duas partes: Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) e Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), sendo que no SGE o Sistema de Gestão Ambiental da empresa interessada na certificação é avaliado para que ele seja capaz de proporcionar condições, a nível organizacional, para a exequibilidade do perfil estabelecido para o QAE.

Para o estudo em questão, por se tratar da fase com maior aplicabilidade, a fase mais relevante do processo de certificação AQUA é o estabelecimento de um perfil de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) bem como a melhoria contínua desse perfil ambiental.

O QAE é avaliado através do desempenho de 14 categorias, descritas no Quadro 3, sendo que, para cada categoria existe um nível, em ordem crescente de benefícios ambientais: bom, superior e excelente.

Quadro 3: Categorias da certificação AQUA

FAMÍLIA	CATEGORIA	
Sítio e Construção	1	Relação do edifício com o seu entorno
	2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
	3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
Gestão	4	Gestão da energia
	5	Gestão da água
	6	Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
	7	Gestão da manutenção
Conforto	8	Conforto higrotérmico
	9	Conforto acústico
	10	Conforto visual
	11	Conforto olfativo
Saúde	12	Qualidade sanitária dos ambientes
	13	Qualidade sanitária do ar
	14	Qualidade sanitária da água

Fonte: Fundação Vanzolini, 2012.

Assim como o LEED, o AQUA também possui referenciais específicos para diferentes tipos de empreendimentos, são exemplos deles: Bairros e loteamentos, Edifícios habitacionais, Edifícios de setor de serviços, Operação e Uso, Hotéis, Lazer e Cultura, Indústria e Logística, Comércio e Organizações e Saúde. O logotipo utilizado para divulgar o processo de certificação AQUA representa a Figura 2 do presente projeto.



Figura 2: Logotipo AQUA

Fonte: Fundação Vanzolini, 2014.

O escopo do presente projeto visa à comparação das duas certificações para definir qual delas é mais adequada para ser utilizada como ferramenta auxiliar na decisão das tecnologias que serão sugeridas para a IE. Sendo assim, os dois referenciais que serão comparados são: Referencial Técnico do Processo AQUA para Escritórios e Edifícios Escolares de 2007 e LEED for Schools de 2009 e essa comparação está presente no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4: Comparação das avaliações feitas pelo AQUA e pelo LEED

Referencial	Ano	Forma de Avaliação	Perfil mínimo de Certificação	Níveis
LEED for Schools	2009	Pontuação de Checklist	De 40 a 49 pontos	Silver: De 50 a 59 pontos Gold: De 60 a 79 pontos Platinum: 80 pontos ou mais
AQUA Escritórios e Escolas	2007	Desempenho das Categorias	7 categorias com nível Bom 4 categorias com nível Superior 3 com nível Excelente	Bom, Superior e Excelente.

Fonte: elaborado pela autora baseado em LEED for Schools (2009) e Referencial Técnico do Processo AQUA para Escritórios e Edifícios Escolares (2007)

O Brasil, ocupando o quarto lugar no ranking mundial em número de construções sustentáveis, possui vários exemplos de empreendimentos bem sucedidos tanto na Certificação LEED quanto no Processo AQUA (GBC Brasil, 2014). Como é o caso dos Laboratórios Integrados de Genética Humana (LIGH), da Universidade Federal do Paraná (UFPR) em Curitiba/PR e do Colégio Estadual Erich Walter Heine, em Santa Cruz/RJ, ambos certificados pelo LEED. A Figura 3 representa o projeto de paisagismo do LIGH onde pode-se ver a preocupação com o conforto térmico na utilização do edifício, através da implantação de telhado verde.



Figura 3: Projeto de Paisagismo LIGH
Fonte: Gazeta do Povo, 2010

Segundo a Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (2014), as ações tomadas para a obtenção da Certificação LEED no Colégio Estadual Erich Walter Heine geraram uma redução mensal de R\$ 2.400,00 na conta de água e de R\$ 2.700,00 na de energia elétrica. A Figura 4 mostra a fachada atual do Colégio.



Figura 4: Fachada do Colégio
Fonte: Secretaria de Estado de Educação – RJ, 2013

Outros casos existentes de escolas certificadas no Brasil são as Escolas Estaduais participantes da Fundação para o Desenvolvimento da Educação da Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (FDE) que foram certificadas pelo AQUA em 2010. A Escola Estadual Bairro Luz e a Escola Estadual Vila Brasilândia, ambas em São Paulo, foram as primeiras escolas da FDE a receberem a certificação e, atualmente, cerca de 20 escolas estão em processo de certificação. (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2010)

4. METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido junto ao Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade de São Paulo – DEPLAN/ IGCE/ UNESP, com apoio da orientadora e da estrutura do departamento e está vinculado ao Grupo de Pesquisa do CNPq – ACert – Auditoria, Certificação e Gerenciamento Socioambiental (UNESP/ UFSCar).

A primeira etapa da pesquisa baseou na revisão bibliográfica de conceitos, certificações ambientais, definições e outros aspectos importantes para o trabalho, tais como desenvolvimento sustentável, impactos da construção civil e importância de bons exemplos ambientais dentro de uma instituição. Assim como pesquisas de outras instituições que já possuem construções sustentáveis.

Numa segunda etapa foi realizado um diagnóstico do mercado das tecnologias viáveis para futura aplicação no local escolhido e análise de *payback* que se trata do retorno econômico do investimento feito de cada tecnologia escolhida. Essa etapa se dividiu em duas fases: uma visita técnica ao Instituto Atlântico de Ensino, IE selecionada para o estudo, onde foram levantados todos os dados necessários para a pesquisa. A segunda fase constituiu no levantamento das tecnologias e alternativas passíveis de aplicação na IE levando em consideração a certificação mais adequada, bem como o orçamento e o estudo de *payback* para cada uma delas.

Para o estudo de *payback* foram utilizadas as fórmulas apresentadas abaixo.

$$P = \text{ORC} / \text{EM} \quad (1)$$

Onde P = Retorno em meses, ORC = Orçamento total em reais e EM = Economia mensal em reais

$$\text{EM}_{\text{sf}} = C_e * T_e \quad (2)$$

Onde EM_{sf} = Economia mensal sistema fotovoltaico, C_e = Consumo mensal de energia em KWh e T_e = Tarifa da concessionária em R\$/KWh

$$\text{EM}_{\text{saac}} = 0,63 * C_a * T_a \quad (3)$$

Onde EM_{saac} = Economia mensal aproveitamento de água de chuva, C_a = Consumo mensal de água em m^3 e T_a = Tarifa da concessionária em $R\$/m^3$.

$$EM_{rav} = G_{sr} - G_{cr} \quad (4)$$

Onde EM_{rav} = Economia mensal redutor/arejador de vazão, G_{sr} = Gasto mensal sem redução e G_{cr} = Gasto mensal com redução.

$$G_{sr} = 2t * N * Q * D * T_a \quad (5)$$

Onde t = tempo em minutos de lavagem das mãos, N = número de pessoas do estabelecimento, Q = vazão de uma torneira comum entreaberta em L/min, D = dias úteis e T_a em $R\$/L$.

$$G_{cr} = 2t * N * Q_r * D * T_a \quad (6)$$

Onde t = tempo em minutos de lavagem das mãos, N = número de pessoas do estabelecimento, Q_r = vazão de uma torneira com arejador em L/min, D = dias úteis e T_a em $R\$/L$.

$$EM_{re} = [(G_f + T) - G_l] \quad (7)$$

Onde EM_{re} = Economia mensal do retrofit, G_f = Gasto das lâmpadas fluorescentes, T = Custo da troca das lâmpadas e G_l = Gasto das lâmpadas LED.

$$G_f = [(W_f * h * D * NL) / 1000] * T_e \quad (8)$$

Onde W_f = Consumo, em W , de uma lâmpada fluorescente T8, h = tempo, em horas, de uso da lâmpada e NL = número de lâmpadas no estabelecimento.

$$G_l = [(W_l * h * D * NL) / 1000] * T_e \quad (9)$$

Onde W_l = Consumo, em W , de uma lâmpada LED T8, h = tempo, em horas, de uso da lâmpada e NL = número de lâmpadas no estabelecimento.

$$T = x * PL * NL \quad (10)$$

Onde x = número de trocas que serão realizadas e PL = preço das lâmpadas fluorescentes adquiridas

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Estudo de caso em uma IE: Instituto Atlântico de Ensino

O Instituto Atlântico de Ensino está localizado na Alameda Alcindo Lopes Lucas, 141, na cidade de Piracicaba/SP e oferece aulas desde o Ensino Infantil até o Ensino Médio.

No dia 21 de janeiro de 2015 foi realizada uma visita técnica guiada pelo Assistente de Direção onde foi possível realizar o levantamento de dados a fim de nortear a escolha das adequações ambientais cabíveis ao colégio. Vale salientar que o projeto em questão trata-se apenas de uma sugestão de implantação que pode, ou não, servir como base para uma futura agenda ambiental da IE. A Figura 5 mostra a fachada principal do Colégio Atlântico.



Figura 5: Fachada do Instituto.

Fonte: Acervo Instituto Atlântico de Ensino, 2015

O Quadro 5 compila os dados obtidos na visita ao empreendimento que serão utilizados na análise de retorno financeiro de cada alternativa proposta.

Quadro 5: Informações da IE

INFORMAÇÕES REFERENTES AO INSTITUTO ATLÂNTICO	
Número de alunos	420
Número de funcionários	60
Consumo de água (m ³)	195
Consumo de água (R\$)	2.572,74
Consumo de energia elétrica (KWh)	9.429
Consumo de energia elétrica (R\$)	3.725,74
Número de salas	30
Número aproximado de lâmpadas fluorescentes tubulares 40W	704
Cobertura Gourmet (m ²)	36
Cobertura Prédio Principal (m ²)	500

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados de Novembro de 2014.

5.2. Alternativas passíveis de aplicação

Tanto o LEED for Schools quanto o AQUA Escritórios e Escolas têm preocupações em comum como economia de recursos naturais, qualidade ambiental e saúde das pessoas que utilizarão o empreendimento, preocupação com o entorno, entre outros. Sendo assim, independentemente do referencial utilizado, os benefícios ambientais, sociais e econômicos fazem parte de um resultado consolidado.

O Quadro 6 abaixo é uma comparação entre as dimensões avaliadas por pontuação pelo LEED e as categorias avaliadas por desempenho pelo AQUA e representa a equivalência entre os referenciais.

Quadro 6: Equivalência entre as categorias das certificações LEED e AQUA

Categorias LEED	Categorias AQUA
Espaço Sustentável	1: Relação do edifício com o seu entorno
Materiais e Recursos	2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
Inovação e Processo	
Prioridade Regional	
-----	3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
Energia e Atmosfera	4: Gestão da energia
Eficiência do Uso da Água	5: Gestão da água
-----	6: Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
-----	7: Gestão da manutenção
Qualidade Ambiental Interna	8: Conforto higrotérmico
	9: Conforto acústico
	10: Conforto visual
	11: Conforto olfativo
	12: Qualidade sanitária dos ambientes
	13: Qualidade sanitária do ar
	14: Qualidade sanitária da água

Fonte: elaborado pela autora baseado em LEED for Schools (2009) e Referencial Técnico do Processo AQUA para Escritórios e Edifícios Escolares (2007)

Nota-se que, a maioria das categorias avaliadas por ambas as certificações se relacionam, ou seja, possuem uma equivalência mesmo que sejam avaliadas de formas diferentes e proponham soluções diferenciadas para a mesma problemática.

Pode-se também afirmar que as categorias foram elaboradas cada qual para seu processo específico de certificação, como, por exemplo, a categoria “Canteiro de obras com baixo impacto ambiental”, avaliada na certificação AQUA não possui uma equivalência com o LEED, uma vez que a auditoria que certifica um empreendimento LEED ocorre antes do início da obra e após seu término ao passo que a Auditoria de Concepção do AQUA ocorre durante a construção do empreendimento. Portanto, mesmo que possuam muitas categorias em comum, a comparação entre as duas certificações é arriscada, pois a avaliação final, ou seja, auditorias de certificação não são realizadas na mesma fase do empreendimento.

Além disso, um fato muito importante permeia a comparação entre LEED e AQUA: a origem de seus referenciais e o estágio de desenvolvimento ambiental do país de origem. Mesmo que as certificações sejam adaptadas para a realidade brasileira, raramente vão representar a realidade do estágio de desenvolvimento ambiental de um país que não seja o de origem do referencial, nesse caso: Estados Unidos (LEED) e França (AQUA-HQE). Esta é uma crítica recorrente sobre as certificações mais comuns que são aplicadas no Brasil, pois como não representam a realidade do país, tendem a ter pouca aplicação fora do mercado padrão, no caso, empreendimentos de alto padrão. (JOHN e AGOPYAN, 2011).

Apesar dessa problemática, as soluções básicas de adaptação de uma visão clássica da construção para a construção sustentável são eficazes e podem ser aplicadas mesmo que o empreendimento não vise o selo LEED ou AQUA.

Como já mencionado, a avaliação feita pelo LEED é através de checklist e pontos, ou seja, não é necessário que todas as categorias sejam atendidas, pois o resultado é referente à somatória de pontos. Exemplificando, caso o empreendedor não atinja os possíveis 11 pontos na categoria “Eficiência do Uso da Água”, ele pode compensar o mau desempenho atingindo os possíveis 13 pontos na categoria “Materiais e Recursos”. Essa forma de avaliação, muitas vezes, induz o empreendedor a aplicar tecnologias que podem não ser tão eficientes à construção.

Para que o projeto em questão possa ser aplicável em outras IEs, o referencial que irá nortear as decisões das alternativas passíveis de aplicação deve ter flexibilidade suficiente para levar em consideração as características do local do empreendimento. Sendo assim, a certificação mais adequada para propor soluções ambientais em escolas é o AQUA, uma vez que para que os benefícios das ações aplicadas sejam eficazes, a localização é um fator crucial, pois é ele que irá ditar a viabilidade das tecnologias propostas.

O critério de escolha das alternativas passíveis de aplicação na IE foi a facilidade de implantação, rápido retorno do investimento e a relação com maior número de categorias do Referencial AQUA. Sendo assim, primeiramente, foi elaborada o Quadro 7 para análise do prazo de implantação levando em consideração a complexidade de execução de cada alternativa.

Quadro 7: Alternativas e seus respectivos planejamentos

	CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO
ALTERNATIVAS E TECNOLOGIAS	Redutores de vazão	Telhado Verde	Aproveitamento de água da chuva
	Troca de lâmpadas		Energia Fotovoltaica

Fonte: elaborado pela autora

As soluções propostas já estão bem consolidadas no mercado da construção sustentável, sendo assim, são mais exequíveis no que tange à questão econômica. Além disso, 80% das alternativas são voltadas para as categorias de “Gestão da energia” e “Gestão da água” que, para uma escola, são as categorias que mais refletem na eficiência ambiental do empreendimento. O Quadro 8 abaixo traz a relação das alternativas selecionadas com as Categorias do Referencial AQUA.

Quadro 8: Relação entre as alternativas selecionadas e as Categorias do Referencial AQUA

ALTERNATIVAS	CATEGORIAS AQUA ESCRITÓRIOS E ESCOLAS
Redutor/Arejador de Vazão	2 e 5
Troca de Lâmpadas	2, 4 e 7
Telhado Verde	2, 7, 9, 10 e 13
Aproveitamento de Água de Chuva	5 e 7
Energia Fotovoltaica	1, 2 e 4

Fonte: elaborado pela autora.

Observando o Quadro 8 percebe-se que as categorias que mais se destacam são a 2 e 7, que são referentes à escolha de materiais e à manutenção do desempenho ambiental do edifício respectivamente.

5.2.1. Gestão da água

5.2.1.1 Aproveitamento de água da chuva

A utilização da água da chuva para fins não potáveis vem crescendo e reafirmando a importância do consumo consciente e da conservação da água (TOMAZ, 2003). Além de ser uma forma efetiva de economia de água potável fornecida pela concessionária do local, o sistema de aproveitamento de água da chuva pode contribuir com a prevenção de enchentes, pois uma vez que a captação é feita, a água deixa de ir para galerias pluviais. Essa contribuição é mais efetiva ainda em grandes centros urbanos, onde a maioria do solo está impermeabilizado por asfaltos e construções.

É interessante salientar que, segundo a NBR 15.527, a água de chuva só pode ser utilizada para fins não potáveis, tais como irrigação e limpeza. Sendo assim, a implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva contribui também com o ciclo natural da água, pois uma parte dela poderá ser utilizada na irrigação e, conseqüentemente, na infiltração de água no solo. Na Figura 6 pode-se averiguar um sistema de aproveitamento de água de chuva em uma casa, com cisterna de armazenamento de água localizada no subsolo e conexão com a rede pluvial pública. (ABNT, 2007)

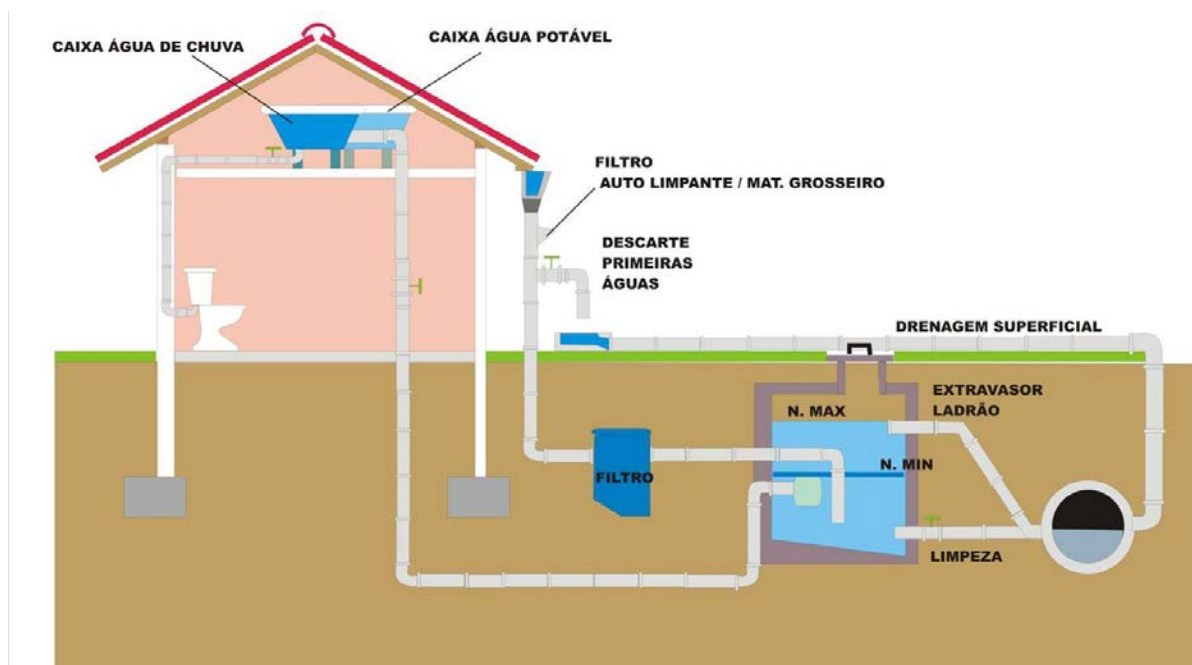


Figura 6: Sistema doméstico de aproveitamento de água da chuva

Fonte: Comunitexto, 2013

Cada metro quadrado de telhado drena 0,04 metros cúbicos de água da chuva para o reservatório, sendo assim, para o empreendimento escolar em questão é necessário um reservatório de 20 m³. (ECOCASA, 2015)

Segundo Marinovski (2007), pode-se afirmar que em torno de 63% do consumo de água de uma instituição de ensino é para fins não potáveis, tais como limpeza de patrimônio e descarga.

Foi utilizada a Equação (3) em conjunto com a Equação (1) para obtenção do resultado do retorno econômico para o sistema de aproveitamento de água de chuva.

5.2.1.2 Redutores/arejadores de vazão

O produto mais comum no mercado de economia de água são os arejadores de vazão que, além de muito presentes no cotidiano do brasileiro, são muito fáceis de serem instalados. Existem diversos modelos que diminuem a vazão da torneira através do arejamento do fluxo de água, sendo assim, independente do quanto a torneira seja aberta, ela sempre irá fornecer uma vazão constante. A Figura 7 demonstra a instalação de um arejador de vazão.



Figura 7: Instalação do arejador

Fonte: Econoagua, 2015

Segundo a SABESP, uma torneira entreaberta gasta, em média, 2,4L/min e, quando instalado um arejador com vazão constante, esse gasto pode cair para até 1,8L/min, ou seja, uma economia de 25% no consumo de água. (HIDROSHOP, 2015). Para o *payback* dos arejadores, foram utilizadas as Equações (1), (4), (5) e (6).

5.2.2. Eficiência energética

5.2.2.1 Troca de lâmpadas

Hoje em dia, quando se pensa em eficiência energética em iluminação o LED é a principal alternativa encontrada pelo fato da sua longa vida útil, alta eficiência luminosa, baixos índices de consumo de energia e ausência de metais pesados. Sendo assim, é comum a utilização do termo *retrofit* de lâmpadas, ou seja, quando um estabelecimento opta por realizar a troca de todas suas lâmpadas convencionais pelas de LED.

Esse *retrofit* está cada vez mais disseminado no mercado brasileiro pelo fato da facilidade que se tem para realizar a troca, uma vez que as lâmpadas LED seguem os padrões de encaixes das convencionais além de serem bivolt. (QUALITY LÂMPADAS, 2013).

Segundo a NBR 5413, o nível médio de iluminância em uma sala de aula é de 300 lux, sendo 200 lux o mínimo e 500 lux o máximo, ou seja, ao realizar o *retrofit*, esse valor não deve ser alterado. (ABNT, 1992)

As salas de aula do colégio são, em sua maioria, semelhantes à sala de aula apresentada na Figura 8 abaixo.



Figura 8: Sala de aula convencional do Instituto Atlântico de Ensino

Fonte: Acervo da autora, 2015

Como já levantado, as lâmpadas mais utilizadas no empreendimento são lâmpadas fluorescentes tubulares comuns (Encaixe T8) de 40W. Segundo a empresa LED Planet, a lâmpada de equivalente às utilizadas na escola são as *LampLEDs* Tubulares T8 de 20W como evidenciado na Figura 9 abaixo. Foi possível calcular o retorno do investimento no *retrofit* através das Equações (1), (7), (8), (9) e (10).



Figura 9: *LampLED* Tubular T8 20W

Fonte: ECCEL, 2015

5.2.2.2 Energia fotovoltaica

A energia fotovoltaica é uma alternativa para o consumo convencional de eletricidade, onde a luz do sol é convertida em energia, diminuindo, assim, a pressão sobre o recurso hídrico para a geração de energia elétrica.

Na Europa, por exemplo, o preço médio de um módulo fotovoltaico é de 1,2 €/W já no Brasil, onde a tecnologia ainda não conquistou um grande espaço no mercado, é de, aproximadamente, R\$ 6,30/W (equivalente a 2,5 €/W), ou seja, mais que o dobro do valor (TORRES *apud* SANTESSO, 2014).

Como a IE do estudo de caso possui acesso à rede elétrica, o sistema mais recomendado é o *Grid-tie* onde se pretende apenas diminuir, parcial ou totalmente, o consumo e a dependência da energia elétrica convencional. A Figura 10 retrata o funcionamento do sistema *Grid-tie*.

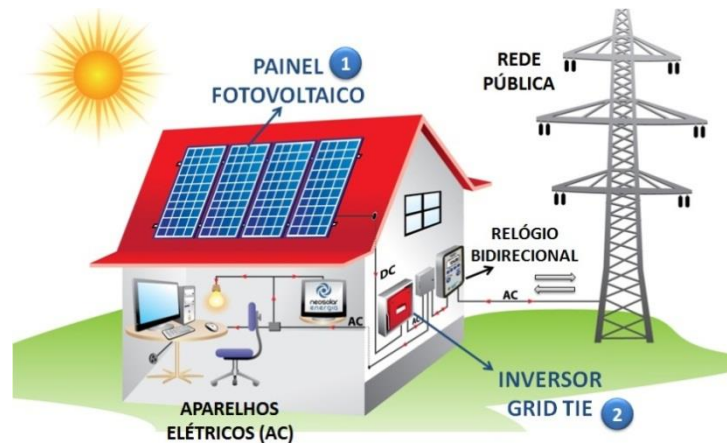


Figura 10: Sistema de energia fotovoltaica *grid-tie*

Fonte: Neosolar, 2015

O *payback* será realizado de duas maneiras: uma a redução de 25% da dependência e consumo da energia elétrica da concessionária e outra para redução de 50% da dependência energética do colégio. Juntamente com esses dados foram utilizadas as Equações (1) e (2) para auxiliar o cálculo do *payback* para cada cenário de redução.

5.2.3. Conforto térmico

5.2.3.1 Telhado verde

O telhado verde é uma técnica utilizada para atingir maior conforto térmico em ambientes construídos, uma vez que a cobertura vegetal absorve a energia e, principalmente, o calor vindo do sol para sua própria manutenção no ambiente.

Além do conforto térmico, telhados verdes são utilizados para conter, mesmo que temporariamente, água de chuva, isolamento acústico e, representam uma redução de 2 a 7% do consumo anual de energia elétrica devido à redução do uso de condicionadores de ar. (BEATRICE *apud* SANTESSO, 2014).

Existem, no mercado atual, dois tipos de cobertura vegetal: extensiva e intensiva. O telhado verde extensivo é elaborado com vegetação rasteira e resistente que

necessita de pouco substrato para se fixar, fazendo com que a cobertura fique mais leve e não haja tanta necessidade de manutenção. Já o telhado verde intensivo trata-se de uma vegetação de maior porte em um substrato mais espesso. Como o crescimento vertical é significativo a manutenção periódica torna-se muito mais frequente quando comparado com o telhado extensivo.

O local mais apropriado para a instalação do telhado verde é uma área gourmet localizado nas dependências externas do prédio principal da escola. O tipo de cobertura vegetal melhor adaptada a esse caso seria o telhado verde extensivo, como demonstrado na Figura 11, por se tratar de uma cobertura comum onde não é possível aplicar muita carga.



Figura 11: Telhado verde extensivo

Fonte: Atitude Sustentável, 2012

Além do conforto climático que será melhorado no ambiente, pode-se dizer que a aplicação de um telhado verde em um ambiente visível melhora a imagem do empreendimento como um todo, demonstrando a todos seus usuários o viés ambiental prezado pelo colégio. A Figura 12 representa uma área de bastante visibilidade para o colégio em eventos extracurriculares, sendo assim, foi a área sugerida para instalação do telhado verde.



Figura 12: Área gourmet da IE onde a implantação do telhado verde foi recomendada

Fonte: Acervo da autora, 2015

5.3 Payback

O método simples foi o escolhido para se calcular o *payback*, onde não considerados taxas de juros nem inflação. Vale ressaltar que o valor utilizado como entrada de caixa é apenas o da economia que o colégio atingirá caso implemente as ações sugeridas.

Para o cálculo do *payback* de cada alternativa sugerida alguns dados, além dos coletados *in loco* no colégio, são necessários. O Quadro 9 traz os dados pertinentes para que o cálculo represente um retorno mais real possível para a escola após a implantação das ações.

Quadro 9: Dados relevantes para cálculo do *payback*

DADOS	VALORES
Dias úteis	22 dias
Funcionamento de lâmpadas	8 horas/dia
Tarifa de água (Concessionária)	R\$ 0,013/L
Tarifa de energia (Concessionária)	R\$ 0,39/KWh
Vazão torneira entreaberta	2,4 L/min
Vazão torneira com arejador	1,8 L/min
Tempo aproximado de lavagem das mãos	15 segundos
Quantidade de lavagens das mãos	2 vezes ao dia
Consumo de cada lâmpada fluorescente	40W
Vida útil de cada lâmpada fluorescente ¹	10.000 horas
Consumo de cada lâmpada LED	20W
Vida útil de cada lâmpada LED ¹	50.000 horas

Fonte: elaborado pela autora.

Levando em consideração os dados acima, foi realizado um cálculo de retorno de investimento para cada tecnologia sugerida levando em consideração que o pagamento das mesmas foi diluído apenas na economia que o empreendimento terá ao implementar essas ações sustentáveis. O objetivo do projeto em questão é demonstrar através desses cálculos que não é preciso investir em tecnologias de alto custo para ter um bom desempenho ambiental.

O Quadro 10 apresenta, de forma resumida, os custos da implantação das tecnologias sugeridas e os retornos econômicos calculados.

¹ LED Planet, 2015

Quadro 10: Custo e *payback* da implantação

TECNOLOGIA	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (UNITÁRIO)	QUANTIDADE IMPLANTADA	CUSTO TOTAL	ECONOMIA MENSAL APÓS IMPLANTAÇÃO	PAYBACK
Aproveitamento de água da chuva	R\$ 66,12 ²	500 m ²	R\$ 33.060,00	R\$ 1.560,00 ³	21 meses
Redutor/Arejador de vazão	R\$ 20,00 ⁴	33	R\$ 660,00	R\$ 41,18	16 meses
Troca de lâmpadas	R\$65,00 ⁵	704	R\$ 45.760,00	R\$ 1.248,05	43 meses
Energia Fotovoltaica (25%)	R\$ 10,00 ²	2.375 KW	R\$ 23.750,00	R\$ 926,25	25 meses
Energia Fotovoltaica (50%)	R\$ 10,00 ²	4.750 KW	R\$ 47.500,00	R\$ 1.852,50	25 meses
Telhado Verde	R\$ 250,00 ²	36 m ²	R\$9.000,00	-	-

Fonte: elaborado pela autora

Caso a escola opte em implementar todas as tecnologias juntas, em cerca de 3 anos e 7 meses o montante investido já terá retornado ao fluxo de caixa do empreendimento e a administração e funcionários já notariam os benefícios sociais e econômicos, bem como o aumento no desempenho ambiental do empreendimento.

Após o levantamento das alternativas passíveis de aplicação na IE, é necessária uma análise através de indicadores para poder quantificar e qualificar a influência de cada tecnologia no desempenho ambiental da escola em questão. Para isso, entende-se como desempenho ambiental o resultado de todas as ações voltadas à melhoria econômica, social e ambiental.

² ECOCASA, 2015.

³ Considerando que todo o consumo para fins não potáveis seja suprido pelo Sistema

⁴ Hidroshop, 2015.

⁵ Média aritmética de preços Gimawa e Leroy Merlin, 2015.

O Quadro 11 traz a classificação dos indicadores socioambientais para basear a avaliação qualitativa das alternativas propostas.

Quadro 11: Indicadores socioambientais

CLASSIFICAÇÃO	INDICADOR
A	Aproveitamento de recursos naturais
B	Economia de recursos naturais
C	Harmonização com entorno
D	Aumento da eficiência energética
E	Melhoria na qualidade de vida
F	Retorno rápido
G	Tecnologia de baixo custo
H	Tecnologia de baixa manutenção
I	Elevada vida útil
J	Influência temperatura do ambiente

Fonte: elaborado pela autora

Com os indicadores de desempenho ambiental discriminados, cada tecnologia que foi sugerida será analisada no âmbito social, ambiental e econômico para que se possa quantificar o número de indicadores atingidos para cada alternativa. Esses resultados estão presentes no Quadro 12 logo abaixo.

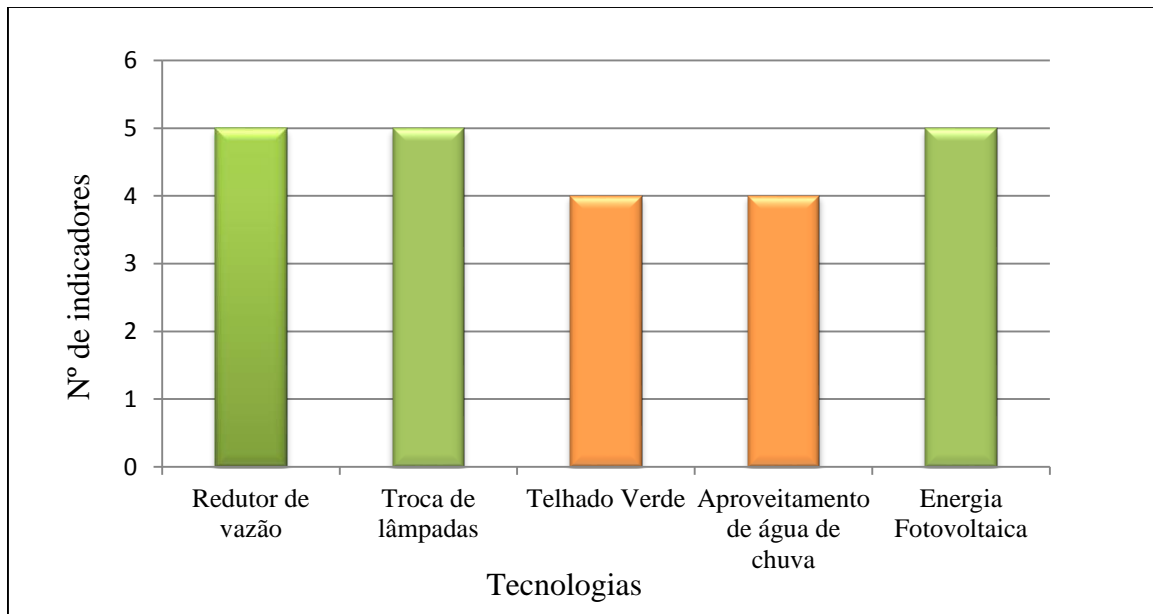
Quadro 12: Benefícios da implantação das ações

Tecnologias	Benefícios		
	Ambientais	Sociais	Econômicos
Aproveitamento de água da chuva	A, B, I	-	H
Redutor de vazão	B, I	-	F, G, H
Troca de lâmpadas	B, D, I	E	H
Energia fotovoltaica	B, D, I	-	H, F
Telhado verde	J	C	G, H

Fonte: elaborado pela autora

O gráfico abaixo compila os benefícios atingidos pelas tecnologias sugeridas. É possível notar que uma das alternativas com o maior número de indicadores também é a com o retorno mais rápido no investimento, no caso: redutor/arejador de vazão. Isso significa que vale a pena o investimento em tecnologias sustentáveis não só pela questão ambiental, mas pelo papel de economia que elas representam nas contas do empreendimento.

Gráfico 1: Quantidade de indicadores atingida por cada alternativa sugerida



Fonte: elaborado pela autora baseado em SANTESSO, 2014

É interessante ressaltar que, supondo que a administração do colégio opte por executar todas as alternativas propostas no projeto, pode-se ter dois cenários de economia mensal após os decorridos três anos e sete meses de retorno econômico. O Quadro 13 abaixo discrimina esses cenários.

Quadro 13: Economia mensal prevista para dois tipos de cenários

CENÁRIO	ECONOMIA MENSAL PREVISTA
Cenário 1: Sistema fotovoltaico economizando 25% do consumo	R\$ 3.823,81
Cenário 2: Sistema fotovoltaico economizando 50% do consumo	R\$ 4.750,06

Fonte: elaborado pela autora

Considerando o Cenário 1, pode-se notar que a economia mensal prevista para o empreendimento representa 60% do gasto no pagamento das contas de água e energia elétrica e, considerando o Cenário 2, essa economia prevista passa de 60 para 75% do total normalmente gasto.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A ideia de selecionar uma IE particular para o estudo de caso aumenta a garantia de que as soluções propostas no presente projeto possam ser implementadas mais rapidamente e com menos burocracia quando comparado com uma IE pública, uma vez que o processo de licitações para execução de serviços públicos costuma ser bem falho e lento. Porém, isso não impede que a adequação proposta seja aplicada em escolas públicas, uma vez que várias tecnologias podem ser realizadas e implantadas através de projetos com os próprios alunos e funcionários do empreendimento.

Cabe lembrar que para que haja uma disseminação das práticas sustentáveis em escolas, elas devem ser respaldadas por uma política pública que exija isso e que dê espaço e reconhecimento daquelas que possuem e praticam a consciência de seus alunos para questões ambientais. Além disso, a certificação ambiental pode ajudar, em uma via de mão dupla, a questão da implementação de uma política pública voltada a práticas sustentáveis em instituições de ensino, pois as certificações exigem monitoramento e gerenciamento constante dos indicadores e isso resultará em dados que podem servir de base para a criação de leis e incentivos para esse tipo de ação sustentável.

A proposta elaborada torna-se factível uma vez que foi comprovado o rápido retorno no investimento, levando em consideração que este será pago através apenas da economia após implementação das alternativas sugeridas. Através do presente projeto, nota-se que, caso seja de interesse do empreendimento, executando as cinco alternativas propostas o resultado positivo no desempenho ambiental já é obtido em apenas três anos.

É importante ressaltar que o acompanhamento dos benefícios de cada ação sustentável através de indicadores e planilhas de controle é muito importante para que, futuramente, haja dados suficientemente concretos que possam referenciar outros projetos e trabalhos.

Como forma de sugestão a trabalhos futuros, poderiam ser elaborados trabalhos que, além de propor, consigam implementar alternativas e avaliar *in loco* os benefícios obtidos. Bem como elaborar uma nova proposta de adequação levando em consideração outras alternativas ou até outros locais utilizados pela sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527**: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.413**: Iluminação de Interiores, 1992.

ATITUDE SUSTENTÁVEL. Figura. Disponível em: <<http://atitudesustentavel.com.br/blog/2012/11/06/implantacao-de-telhados-verdes-exigem-analise-estrutural>> Acesso em: 06 jan. 2015.

BRASIL, Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável. **Agenda 21 Brasileira – Ações Prioritárias**. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-brasileira>> Acesso em: 01 out. 2013.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Práticas Sustentáveis nas escolas**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/9246-pr%C3%A1ticas-sustent%C3%A1veis-nas-escolas>> Acesso em: 23 jul. 2014.

BRASIL. Política Nacional. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental**, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/lei9795.pdf>> Acesso em: 24 jul. 2014.

BRASIL. Resolução. CONAMA Nº 307. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**, 2002. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>> Acesso em: 24 jul. 2014.

CNI; CBIC: **Construção verde: Desenvolvimento com sustentabilidade**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://cnisustentabilidade.com.br/docs/CBIC_RIO20_web.pdf> Acesso em: 27 set. 2013.

COLÉGIO ATLÂNTICO. Figura. Disponível em: <<http://www.colegioatlantico.com.br/>> Acesso em: 06 jan. 2015.

COMUNITEXTO. Figura. Disponível em: <<http://www.comunitexto.com.br/dicas-para-reaproveitamento-de-agua>> Acesso em: 08 jan. 2015

DALLA COSTA, E. ; MORAES, C. S. B. Construção Civil e a Certificação Ambiental: Análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental). **Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**. Unipinhal. Vol. 10. n. 03. Espírito Santo do Pinhal/ SP, 2013.

ECCEL. Figura. Disponível em: <<http://www.eccel.com.br/waveled/catalog/index.php/cPath/55>> Acesso em: 10 out. 2014

ECOCASA. Contato para orçamento. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/contato.asp>> Acesso em: 12 jan. 2015.

ECONOAGUA. Figura. Disponível em: <<http://www.econoagua.com.br/economia-agua/loja/arejadores.htm>> Acesso em: 09 out. 2014

ECOSCHOOLS. **How does Eco-Schools work?** Disponível em: <<http://www.eco-schools.org/menu/about/programme>> Acesso em: 09 out. 2014

FCAV. **Referencial técnico de certificação Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA Escritórios e Edifícios escolares**. Versão 0. São Paulo, 2007.

FCAV. **Escolas Sustentáveis.** São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/noticias.asp?cod_site=0&id_noticia=189> Acesso em: 01 out. 2014

FCAV. Figura. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/noticias-aqua.asp?cod_site=104&id_noticia=598> Acesso em: 01 out. 2014.

GAZETA DO POVO. Figura. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/imobiliario/conteudo.phtml?id=1009700>> Acesso em: 09 out. 2014

GBCB, **Certificação Internacional LEED.** São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/?p=certificacao>>. Acesso em: 13 mai. 2014.

GIMAWA. Lâmpada LED. Disponível em: <<https://www.gimawa.com/philips/produto/LAMPADA-LED-FLUORESCENTE-20W-CRISTAL-840-G13-120CM-T8-220V-011336-PHILIPS->>> Acesso em: 13 já. 2015

HIDROSHOP. Arejador. Disponível em: <<http://www.hidroshop.com.br/listaprodutos.asp?IDLoja=12503&IDProduto=4087133&q=arejador-economico-tipo-chuveirinho-1-8-l-min-deca-4224012>> Acesso em: 13 jan. 2015

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil.** Volume 5. São Paulo: Blucher, 2011.

LED PLANET. Especificações técnicas: Tubular T8. Disponível em: <<http://www.ledplanet.com.br/produto/atacado/lampada-led-tubular-t8/>> Acesso em: 12 jan. 2015.

LEITE, V. F. **Certificação ambiental na construção civil – Sistemas LEED e AQUA** Monografia - UFMG. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg2/76.pdf>> Acesso em: 24 mar. 2015.

LEROY MERLIN. Lâmpada LED. Disponível em:
<http://www.leroymerlin.com.br/lampada-led-tubular-ourolux-t8-20w-branca-bivolt_89159672?origin=68267611cfb05d940a41a3ed> Acesso em: 13 jan. 2015

LUCAS, S. M. S. O. **Critérios Ambientais na Utilização de Materiais de Construção**. Dissertação de mestrado em Gestão Ambiental Materiais e Valorização de Resíduos. Universidade de Aveiro. Aveiro, 2008.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: Estudo de caso em Florianópolis – SC**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

NEOSOLAR. Figura. Disponível em: <<http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>> Acesso em: 11 nov. 2014

QUALITY. **Iluminação LED em Escolas e Universidades**. Disponível em: <<http://www.qualitylampadas.com.br/blog/lampadas-led-escolas-universidades/>> Acesso em: 03 jan. 2015

SABESP. **Dicas e testes**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=184>>. Acesso em: 20 nov. 2014

SANTESSO, C. A. **Construção sustentável e o uso de tecnologias e alternativas de energia como proposta para aplicação para o Centro de Vivências da UNESP, Rio Claro/SP**. Iniciação Científica – IGCE / UNESP. Rio Claro, 2014.

SEEDUC. Figura. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=1704998>> Acesso em: 09 out. 2014

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**. São Paulo: Navegar, 2003.

USGBC. Figura. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/leed>> Acesso em: 01 out. 2014.

USGBC. LEED for Schools New Construction and Major Renovations Rating System. Washington DC, 2009.

WCED, World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Oxford, U.K.: Oxford University Press, 1987. 383 p.