

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL MODALIDADE PROFISSIONAL**

**DIAGNÓSTICO E COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE AVALIAÇÃO
AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES BRASILEIRAS.**

DANIELA MAZIERI

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ
2017

DANIELA MAZIERI

**DIAGNÓSTICO E COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE AVALIAÇÃO
AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES BRASILEIRAS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Fluminense como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, Modalidade Profissional, na área de concentração Desenvolvimento Urbano, linha de pesquisa Desenvolvimento, Sustentabilidade e inovação.

Orientação: *D. Sc.* Luiz de Pinedo Quinto Júnior.

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ
2017

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

M476d Mazieri, Daniela
DIAGNÓSTICO E COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE AVALIAÇÃO
AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES BRASILEIRAS. / Daniela
Mazieri - 2017.
76 f.: il. color.

Orientador: Luiz de Pinedo Quinto Júnior

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado
Profissional em Engenharia Ambiental, Campos dos Goytacazes, RJ, 2017.
Referências: f. 74 a 76.

1. Escolas Verdes. 2. LEED. 3. Sustentabilidade. 4. AQUA-HQE. 5.
Qualidade Ambiental. I. de Pinedo Quinto Júnior, Luiz, orient. II. Título.

Dissertação intitulada “Diagnóstico e Comparação de Sistemas de Avaliação Ambiental em Edificações Escolares Brasileiras.”, elaborada por Daniela Mazieri e apresentada publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, na área de concentração Desenvolvimento Urbano, linha de pesquisa Desenvolvimento, Sustentabilidade e Inovação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Aprovada em

Banca Examinadora:

Luiz de Pinedo Quinto Júnior - Orientador

Doutor em Arquitetura e Urbanismo/USP
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Vicente de Paulo Santos de Oliveira – Examinador Interno

Doutor em Engenharia Agrícola/ Universidade Federal de Viçosa/UFV
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Aline Couto da Costa – Examinadora Externa

Doutora em Arquitetura/ Universidade Federal do Rio de Janeiro
PROARQ/FAU/UFRJ

Dedico este trabalho aos meus pais Neusa (in memoriam) e Luiz pelo apoio incondicional. Ao meu marido Leonard, minha irmã Carolina e ao meu filho Nicolas pela compreensão e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo incentivo e apoio para a superação de todos os obstáculos encontrados durante o percurso.

Agradeço ao meu orientador prof. Dr. Luiz de Pinedo Quinto Júnior, por sua competência ao me conduzir nesta pesquisa.

Ao professor membro da banca de qualificação, Prof. Dr. Hélio Gomes Filho pela dedicação, apoio e pelas críticas construtivas que engrandeceram este trabalho.

À professora Prof^a. Dra. Regina Coeli Martins Paes Aquino, membro da banca de qualificação, pelos seus apontamentos que contribuíram para este estudo.

Ao Arq. Carlos Eduardo Lobo Machado, gerente da 4^a DEMAN/EMOP, pela compreensão, paciência e incentivo para que eu pudesse fazer o mestrado.

Agradeço ao Eng. Rudi Hilsenrath, da FDE, pela sua paciência e colaboração.

Ao Prof. Marcus Vinicius Pires de Barro, à coordenadora da METRO IV Sra. Luciana Gomes Magalhães e ao Sr. Adilson Sarti da SEEDUC pelo fornecimento dos dados relacionados aos colégios estaduais.

Ao Sr. Paulo Edison de Ataidés pela gentileza por me acompanhar durante a visita técnica e disponibilizar os dados do LEED.

À Arq. Eliane Suzuki pela disponibilização dos dados relacionados à Escola Ilha da Juventude.

Por último, agradeço a todos que me ajudaram nesta jornada.

“A verdadeira coragem é ir atrás dos seus sonhos mesmo quando todos dizem que ele é impossível.”
(Cora Coralina)

RESUMO

O ambiente escolar tem um papel fundamental na vida e no aprendizado dos alunos. Portanto, o governo deveria priorizar a construção de “escolas verdes” tendo em vista sua contribuição no desempenho ambiental escolar, na redução do consumo de água e energia e dos impactos causados ao meio ambiente. Porém, ainda são poucos os exemplos de escolas verdes no país. Por se tratar de uma área pouco explorada e com escasso conhecimento acumulado, este trabalho aborda o conceito das escolas verdes e as ferramentas criadas para mensurar o desempenho ambiental nesses edifícios. Atualmente, são vários os sistemas de avaliação ambiental desenvolvidos no âmbito nacional e internacional. Diante do exposto, o trabalho investiga diferentes certificações ambientais com a missão de compreender sua aplicação nos edifícios escolares através do estudo aprofundado de suas categorias e créditos. Para tanto, foram selecionadas três certificações ambientais: LEED for Schools vs3, a certificação AQUA-HQE e o método US-CHPS. Além do mais, elaborou-se o levantamento de todas as escolas públicas certificadas e em processo de certificação no país e verificou-se que apenas duas escolas estaduais possuíam certificação ambiental pelo LEED for Schools e AQUA. Diante desse fato, essas duas escolas foram escolhidas como estudo de caso. Como resultado deste estudo, foram desenvolvidos quadros das escolas certificadas contendo informações sobre as mesmas e sobre o seu desempenho nas certificações. Para o desenvolvimento desta pesquisa, além da revisão bibliográfica baseada em livros, artigos de periódicos, notícias de jornais e revistas, foram realizadas visitas técnicas nas escolas certificadas e foram feitas entrevistas com informantes-chave no processo de certificação. De forma geral, a análise das certificações no cenário das escolas públicas brasileiras citadas nesta pesquisa, faz-se compreender os benefícios associados a cada processo de certificação e as dificuldades para a obtenção de alguns créditos no contexto das escolas públicas analisadas. Assim, esse material de pesquisa pode servir como subsídio aos gestores públicos para a implementação de novas políticas no âmbito das escolas verdes.

Palavras-chave: Escolas Verdes. LEED. Sustentabilidade. AQUA-HQE. US-CHPS. Qualidade Ambiental.

ABSTRACT

The school ambience has a fundamental role in students' lives and education. Therefore, the government gives priority to construction of "green schools" owing to their contribution to school environmental performance, reduction of water and energy consumption, and impacts to the environment. But there are just a few examples of green schools in the country. Regarding that the area has short exploration and insufficient accumulated knowledge, this work discourse the concept of green schools and the tools developed to measure environmental performance in those buildings. Actually there is several environmental assessment systems developed at national and international level. Against this fact, the work investigates different environmental certifications with the intention to understand its application in school buildings through the inquiry of its categories and credits. For that, three environmental certifications were selected: LEED for Schools vs3, AQUA-HQE certification and US-CHPS method. In addition, a survey of all public schools certified and in certification proceeding in the country was carried out and only two state schools were certified by LEED for Schools and AQUA. On this, these two schools were chosen as a case study. As a result of this research, charts of certified schools were developed with information about them and their performance in certifications. For the increment of this work, in addition to the bibliographic review based on books, periodicals, newspaper and magazines news; technical on-visits were made in certified schools and interviews with key informants from certification process, were conducted. In general, the analysis of the certifications in Brazilian public schools context mentioned in this research, leads to understanding the associated benefits in each certification process and the difficulties to achieve some credits in the context of the analyzed public schools. Therefore, this research material can contributes to public managers for the implementation of new policies in the context of green schools.

Keywords: Escolas Verdes. LEED. Sustainability. AQUA-HQE. US-CHPS. Environmental Quality.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 01

FIGURA 1:

Certificação US-CHPS34

FIGURA 2:

Certificação LEED.....34

FIGURA 3:

Graduação pela E.E. Ilha da Juventude na certificação AQUA.....37

FIGURA 4:

Pontuação alcançada pelo C.E. Erich Walter Heine no *LEED for Schools*.....38

ARTIGO 02

FIGURA 1

Service Life x maintenance, adapted from ABNT_NBR 15.575.....45

APÊNDICE B

FIGURA 1B:

Plantas do Térreo e do Segundo Pavimento do C.E. Ilha da Juventude (sem escala).....62

FIGURA 2B:

Imagem aérea do C.E. Ilha da Juventude Google Maps.....63

FIGURA 3B:

Imagem da entrada principal do C.E. Ilha da Juventude63

FIGURA 4B

Brise-soleil de chapa perfurada (vista interna).....64

FIGURA 5B:

Quadra localizada na cobertura.....64

FIGURA 6B:

Acessibilidade piso podotátil.....65

FIGURA 7B:

Elevador desde o pavimento térreo até a quadra na cobertura.....65

FIGURA 8B:	
Torre de caixa d'água com tubulação identificada por cores.....	66
FIGURA 9B:	
Circulação de acesso às salas de aula, forro com bom desempenho acústico.....	66
FIGURA 10B:	
Imagem aérea C.E. Erich Walter Heine	67
FIGURA 11B:	
Pátio interno com iluminação zenital	67
FIGURA 12B:	
Acessibilidade na circulação, piso podotátil.....	68
FIGURA 13B:	
Rampa de circulação de acesso às salas de aula e à cobertura.	68
FIGURA 14B:	
Telhado Verde.....	69
FIGURA 15B:	
Horta.....	69
FIGURA 16B:	
Piscina existente mantida no projeto da escola.....	70
FIGURA 17B:	
Quadra coberta, captação de água de chuva no telhado	70

LISTA DE TABELAS**ARTIGO 01**

TABELA 1:

Panorama geral das certificações brasileiras em edificações escolares públicas e privadas no Brasil.....32

ARTIGO 02

TABELA 1:

LEED certificated School.....47

TABELA 2:

Projeto AQUA – Vila Brasilândia.....50

APÊNDICE A

TABELA 1:

LEED for Schools uso e gestão de água. Fonte: adaptado Martins *et al.*, 2014.....56

TABELA 2:

AQUA-HQE Uso e Destão de água.....57

TABELA 3:

US-CHPS uso e gestão de água.....58

LISTA DE QUADROS**ARTIGO 01**

QUADRO 1:

Quadro comparativo certificação AQUA, *LEED for Schools* e *US-CHPS*33

QUADRO 2:

Quadro informativo com dados sobre as escolas35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- AQUA-HQE- Alta Qualidade Ambiental - Haute Qualité Environnementale;
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers;
- B – Nível Base
- BEPAC - *Building Environmental Performance Assessment Criteria*;
- BIM – *Building Information Model*;
- BP – Boas Práticas;
- BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*;
- BRT - *Bus Rapid Transit*, ou Transporte Rápido por Ônibus
- CE – Colégio Estadual;
- CEBRAP – Centro Brasileiro de Planejamento e Análise;
- CFC – Clorofluorcarboneto;
- CHPS - Collaborative for High Performance Schools ou Colaboração para Alto Desempenho Escolar;
- CSTB – Centro Científico e Técnico do Edifício;
- DEMAN – Departamento de Manutenção;
- EA – *Energy and Atmosphere* ou energia e atmosfera;
- EAc- *EA credits* ou créditos para o EA ;
- EAp- *EA prerequisites* ou pre-requisitos para o EA ;
- EIS – *Environmental Impact Study* ou Estudo de Impacto Ambiental;
- EJA – Educação para jovens adultos;
- EMOP – Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro;
- FCV – Fundação Vitor Civita;
- FDE - Fundação para o Desenvolvimento da Educação;
- GDP – *Gross Domestic Product* ou PIB (Produto Interno Bruto);
- GBC - *Green Building Council*;
- HVAC - *heating, ventilation, and air conditioning* ou AVAC aquecimento, ventilação e ar condicionado;
- HVACR - *heating, ventilation, air conditioning and refrigeration* ou AVAC aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração;

ID – *Innovation in Design* ou Inovação e Design (Projeto);
IEQ – *Indoor Environmental Quality* ou QAI Qualidade Ambiental Interna;
IEQc- *IEQ credits* ou créditos para o IEQ ;
IEQp- *IEQ prerequisites* ou pre-requisitos para o IEQ ;
INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira;
K12 – “*Kids*” doze;
LCA – Análise do ciclo de vida (Life Cycle Analysis);
LEED – Leadership in Energy and Environmental Design;
LEED for Schools – LEED para escolas;
LEED NC – LEED para novas construções;
LEED O+M – LEED para operação e manutenção;
MASSTECH - Massachusetts de Tecnologia Colaborativa;
MP – Melhores Práticas;
MR – *Materials and resources* ou recursos e materiais;
MRc- *MR credits* ou créditos para o MR ;
MRp- *MR prerequisites* ou pre-requisitos para o MR ;
NRC - *National Research Council*;
NBR – Norma Brasileira;
OECD – Organização para Cooperação Econômica;
PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica;
PROCEL Info – Programa de informações do PROCEL;
QAE - Qualidade Ambiental do Edifício;
QAI – Qualidade Ambiental Interna;
RC – *Regional Priority Credits* ou Credits para prioridades regionais;
RJ – Rio de Janeiro;
SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial;
SESC – Serviço Social do Comércio;
SGE – Sistema de Gestão do Empreendimento;
SINAT - Sistema Nacional de Avaliações Técnicas;
SP – São Paulo;
SS – *Sustainable Sites* ou Locais Sustentáveis;
SSc- *Sustainable Sites credits* ou créditos para o SS ;
SSp- *Sustainable Sites prerequisites* ou pre-requisitos para o SS ;
STARS - Sistema de rastreamento, análise e classificação da sustentabilidade;

TSS - *Total Suspended Soil* ou sólidos em suspensão total;

US - United States;

WE – *Water Efficiency* ou gestão eficiente da água;

WEc- *WE credits* ou créditos para o WE ;

WEp- *WE prerequisites* ou pre-requisitos para o WE.

LISTA DE SÍMBOLOS

U\$ - Dólares Americanos

Ft² – pés quadrados

m² - metros quadrados

Vs3 – versão 3

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE QUADROS.....	xii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xiii
1 APRESENTAÇÃO.....	18
2 ARTIGO CIENTÍFICO 1.....	21
3 ARTIGO CIENTÍFICO 2.....	43
APÊNDICE A	
Artigo Científico apresentado no III Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis.....	53
APÊNDICE B	
Registros fotográficos das visitas às Unidades de Ensino e outras imagens	62
APÊNDICE C	
Registros dos e-mails trocados durante a pesquisa.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

APRESENTAÇÃO

Há mais de 30 anos, iniciava um movimento envolvendo ambientalistas de diversas áreas que deu origem aos edifícios verdes, levando a adoção de novas práticas para minimizar os impactos ambientais gerados pela construção civil (CRYER *et al.*, 2006).

Pode-se afirmar que o surgimento e a difusão dos conceitos do projeto ecológico¹ na década de 1990 foi uma resposta do meio técnico desencadeada pela crise do petróleo na década de 1970 (SILVA, 2003). A avaliação ambiental foi criada com o objetivo de mensurar o desempenho dos edifícios. As metodologias empregadas nas avaliações de desempenho ambiental, além de resultarem na certificação dos edifícios avaliados, servem como referência local ao utilizar tecnologias e soluções de menores impactos ambientais.

A expressão *Green Building*, frequentemente confundida com a expressão *Sustainable Building*, refere-se a um conceito mais amplo que contempla as dimensões sociais e econômicas e engloba as iniciativas dedicadas às construções para a redução dos impactos gerados ao meio ambiente (SILVA, 2003).

Muitas construções escolares são projetadas baseadas em um modelo padrão, relegando ao segundo plano a qualidade ambiental da edificação escolar. Tal fato decorre da simplificação dos projetos através da padronização da construção com o objetivo de aperfeiçoar a produção, apesar desse método trazer vantagens na redução de custos e na redução do consumo de recursos, pode comprometer o desempenho ambiental do edifício em decorrência de uma implantação inadequada do projeto. (PAES e BASTOS, 2013)

Entre 2005 e 2013, o Brasil aumentou 1,3 pontos percentuais do PIB gasto em educação, de acordo com os indicadores da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). No entanto, as políticas de educação do governo brasileiro são iniciantes em relação à melhoria da qualidade ambiental.

Neste contexto esta pesquisa busca compreender melhor o papel das certificações ambientais em edificações escolares públicas no país.

Além desta apresentação, esta dissertação é composta de dois artigos, segundo critérios pré-estabelecidos pelo Programa de Pós-graduação, e dos apêndices A, B e C, que se encontram no final deste trabalho. Os artigos apresentados seguem o formato fixado pelas revistas a que foram submetidos.

¹ Os projetos ecológicos também são denominados *Green Design*

O primeiro artigo desta dissertação aborda o conceito das escolas verdes, analisa e compara três certificações ambientais dentro do contexto escolar, verificando sua aplicação nos colégios públicos do país.

As certificações escolhidas para o estudo de caso foram: *LEED² for School Vs3*, *AQUA³* e *US-CHPS⁴*. O critério adotado na escolha das certificações foi sua relevância para a tipologia de edificação escolhida como objeto de estudo. Conseqüentemente, foram pesquisadas as certificações de maior importância no cenário nacional.

O Brasil está entre os cinco primeiros no ranking mundial de projetos inscritos na certificação LEED, segundo GBC⁵. Por outro lado, a certificação AQUA foi desenvolvida com foco no contexto nacional e diversos projetos de edificações escolares da Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE) estão inscritos em seu processo de certificação. Em contrapartida, o sistema de avaliação US-CHPS tem sua importância por ter sido desenvolvido exclusivamente para escolas norte-americanas do tipo K-12⁶. Além disso, foi elaborado a partir do sistema LEED.

Durante a pesquisa, foi constatado que somente dois colégios públicos no Brasil alcançaram as certificações ambientais *LEED for Schools* e *AQUA* e, por este motivo, foram escolhidos como objeto de estudo. São estes: o Colégio Estadual Erich Walter Heine e a Escola Estadual Ilha da Juventude. O primeiro, certificado pelo *LEED for Schools*, está localizado em Santa Cruz, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, sendo pioneiro nesta certificação na América Latina. A escola está situada na Vila Brasilândia, bairro da Zona Norte da cidade de São Paulo.

No segundo semestre de 2016, foram efetuadas visitas nas duas unidades de ensino e durante a mesma, foram entrevistados os diretores das escolas e outros personagens envolvidos no processo de certificação, assim como, os consultores do processo de certificação AQUA.

Como aspectos resultantes desse artigo, podem-se destacar as dificuldades no atendimento de alguns critérios relacionados à eficiência energética no Colégio Erich Walter Heine, assim como a dificuldade para alcançar o desempenho adequado em relação ao conforto acústico e térmico.

² Liderança em Energia e Design Sustentável

³ Alta Qualidade Ambiental

⁴ Colaboração para o Alto Desempenho Escolar

⁵ Green Building Council – órgão responsável pela certificação LEED

⁶ Correspondente ao ensino fundamental e médio no Brasil.

O segundo artigo é complementar ao primeiro e detalha os critérios adotados nas certificações ambientais aplicadas nas duas escolas. Além disso, aborda a importância da manutenção nas edificações em geral e especificamente nos dois casos objeto de estudo. Verificou-se que durante o período de funcionamento das duas escolas (aproximadamente 6 anos), foram realizadas poucas intervenções de manutenção sendo as principais delas levantadas nesse trabalho. Tal fato pode ter sido resultado da qualidade dos materiais de construção utilizados para atender às exigências dos programas de certificação.

Após a apresentação dos artigos, encontram-se os apêndices, sendo o primeiro correspondente ao artigo submetido ao III Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis realizado em outubro de 2016 na cidade de Porto Alegre. Esse aborda as diretrizes no uso e manejo das águas em edificações escolares, baseadas nos três sistemas de avaliação ambiental estudados no primeiro artigo (*LEED for Schools*, *AQUA* e *US-CHPS*).

No apêndice seguinte, foram inseridas imagens referentes às duas escolas visitadas e no terceiro apêndice os e-mails trocados para a obtenção dos dados pesquisados.

De forma geral, esta pesquisa contribui para a investigação da aplicação de sistemas de certificação ambiental no contexto das escolas públicas brasileiras, levantando as dificuldades encontradas para o atendimento dos créditos de cada categoria das avaliações e apontando as diferentes demandas para obtê-los.

Entende-se que os benefícios associados aos processos de certificação contribuem para o aprimoramento do design sustentável e agregam valores positivos à qualidade ambiental do edifício escolar. Contudo, ainda são necessárias pesquisas nas áreas onde foram verificadas dificuldades para a obtenção dos créditos nos processos de certificação analisados.

ARTIGO CIENTÍFICO 17
SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES
ESCOLARES PÚBLICAS.

Environmental Assessment Systems in Public School Buildings

RESUMO

As escolas públicas possuem um papel fundamental na sociedade brasileira, portanto têm o dever de proporcionar espaços adequados para aprendizagem e, além disso, de contribuir para a preservação do meio ambiente através da redução do consumo de água e energia. Por sua vez, sistemas de avaliação ambiental são ferramentas que colaboram com a melhoria de desempenho das edificações. Assim sendo, este artigo propõe analisar o papel das certificações ambientais no contexto das escolas públicas brasileiras. A pesquisa expõe os conceitos aplicados às “*Green Schools*” e observa três desses sistemas: o *LEED for Schools*, o *AQUA* e o *US-CHPS*. Uma abordagem sobre as duas escolas públicas brasileiras certificadas pelo *LEED for Schools* e *AQUA* complementa a pesquisa ao comparar soluções de projeto adotadas e ao investigar recomendações adotadas na aplicação dos procedimentos. Os resultados evidenciam um impacto positivo desses métodos sobre o design sustentável e apontam as dificuldades encontradas durante o processo.

Palavras-chave: Escolas Verdes. Qualidade ambiental. LEED. AQUA-HQE. US-CHPS. Certificações ambientais.

⁷ Artigo Científico submetido à publicação

ABSTRACT

Public school buildings have a fundamental role in Brazilian society, therefore they have the obligation to provide adequate spaces for learning and to contribute to preservation of the environment through water and energy consumption reduction. In addition, environmental assessment systems are tools that contribute to enhance building performance. So, this article proposes to analyze the role of environmental certifications in the context of Brazilian public schools. The research exposes the concepts applied to "Green Schools" and perceives the three systems: LEED for Schools, AQUA and US-CHPS. An approach about two Brazilian public schools certified by LEED for Schools and AQUA complements the research by comparing design solutions adopted and researching the procedures applied during the process. Results prove a positive impact of these methods on sustainable design and point out the difficulties encountered during the process.

Keywords: Green Schools. Environmental Quality. LEED . AQUA-HQE . US-CHPS .
Environmental assessment.

INTRODUÇÃO

Cerca de 50 milhões de estudantes brasileiros passam parte dos seus dias em escolas públicas. Segundo Miller (2007), o estado físico destas escolas é alarmante, pois possuem ambientes precários e prejudiciais ao processo de aprendizado. Ademais, Kowaltowski (2011) demonstra estudos que mostram o impacto significativo do ambiente escolar sobre os índices de desempenho no aprendizado dos alunos.

A qualidade do ambiente construído está relacionada à abrangente problemática da sustentabilidade já que a mesma trata das questões ligadas aos impactos dessas edificações ao meio ambiente e aos seus usuários (PAES E BASTOS, 2013). Observa-se a necessidade da melhoria do ambiente escolar, dada à importância do mesmo na vida dos alunos, que nele passam cerca de 5 horas diárias⁸, e dos demais usuários de suas instalações para a prática de atividades esportivas e realização de eventos comunitários.

As escolas públicas possuem um papel fundamental na sociedade brasileira já que contêm 81,7% dos alunos da educação básica⁹, de acordo com dados obtidos pelo censo escolar de 2014, sendo que no Brasil há um total de 49.771.371 estudantes matriculados nessa modalidade de ensino (SEEDUC, 2015).

Com o objetivo de avaliar o desempenho ambiental dos edifícios, surgiram as certificações ambientais. Segundo consenso entre pesquisadores e órgãos do governo o sistema é um método eficiente para melhoria dos ambientes já construídos e das novas edificações (SILVA, 2003). Ademais, as metodologias utilizadas na aplicação dessas avaliações contribuem para um menor impacto ambiental no setor, pois além de resultar na certificação dos edifícios avaliados podem se tornar referências de desempenho, através do desenvolvimento de novas tecnologias e soluções adaptadas ao contexto local.

Diante do exposto, esta pesquisa mostra-se necessária, já que busca compreender melhor o papel das certificações ambientais em edificações escolares públicas no país. Por se tratar de uma área pouco explorada e com pouco conhecimento acumulado, este trabalho aborda o conceito das escolas verdes, analisa e compara três certificações ambientais dentro do contexto escolar e verifica sua aplicação através de dois estudos de caso em escolas públicas no país.

Portanto, para este artigo, foram pesquisadas e comparadas as seguintes metodologias de avaliação de desempenho ambiental aplicadas no exterior e no Brasil: a

⁸ Considerando que atualmente a maioria das escolas no Brasil não são de período integral.

⁹ A Educação Básica inclui a modalidade de Ensino Regular (composto pelos segmentos de Ensino Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio) e a Educação de Jovens e Adultos (EJA).

certificação em Liderança em Energia e Design Sustentável para escolas (*LEED for Schools*¹⁰), o sistema dos Estados Unidos para Colaboração para o Alto Desempenho Escolar (*US-CHPS*) e a certificação Alta Qualidade Ambiental (*AQUA*).

Durante a pesquisa foram descobertos dois casos isolados de escolas públicas certificadas no país, escolhidas para o estudo de caso nesta pesquisa. São elas: o Colégio Estadual (C.E.) Erich Walter e a Escola Estadual (E.E.) Ilha da Juventude.

O C. E. Erich Walter foi a primeira escola da América Latina a receber a certificação *LEED for Schools*. Inaugurado em 2011 está localizado em Santa Cruz na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, construído através de uma parceria entre governo e iniciativa privada. A E.E. Ilha da Juventude situa-se na Vila Brasilândia, bairro da Zona Norte da cidade de São Paulo, sendo a primeira escola certificada *AQUA* no Brasil.

Pode-se observar que ao comparar as certificações existem diferenças entre os critérios de avaliação e os pesos das categorias utilizados em cada método. Foi possível verificar algumas dificuldades e similaridades obtidas no atendimento dos créditos¹¹ durante a avaliação das escolas pesquisadas.

METODOLOGIA

A pesquisa é exploratória, qualitativa e bibliográfica, por se tratar de uma área pouco explorada e com escassez de conhecimento acumulado. O conteúdo foi pesquisado e coletado através de leituras de teses, dissertações, periódicos, livros, anais de congressos e na internet, tendo em vista a mudança constante e rápida dos fatos nesse trabalho. Também foram efetuadas visitas técnicas aos edifícios educacionais e realizadas entrevistas com informantes-chaves que acompanharam os processos de certificação.

Na obtenção dos dados referentes ao histórico das edificações certificadas no país, foram trocados e-mails com alguns órgãos certificadores, além da investigação realizada através da consulta em seus sítios oficiais na internet.

Como parte do resultado deste artigo, foram elaborados quadros que confrontam os três sistemas de certificações ambientais eleitos. O método compara as categorias cujos temas de avaliação são correspondentes. As certificações *LEED for Schools* e *US-CHPS* possuem sistemas de avaliação semelhantes que utilizam pré-requisitos obrigatórios e créditos. Por outro lado, a certificação *AQUA* adota um método qualitativo, não utilizando valores.

¹⁰ Variação do LEED para edificações escolares

¹¹ Recomendações que quando atendidas garantem pontos para a edificação durante o processo de avaliação para a obtenção da certificação ambiental.

As imagens 3 e 4 representam graficamente as avaliações obtidas nas escolas públicas escolhidas como estudo de caso, e foram elaborados com base nos dados coletados através do "relatório de certificação *LEED*" (fornecido pelo empreendedor) e nos dados da Certificação AQUA da Fundação Vanzolini¹² (concedidos pela empresa que realizou a consultoria para a implantação da certificação).

As visitas às unidades de ensino foram realizadas no segundo semestre de 2016. No Colégio Erich Walter Heine um representante do empreendedor que participou do processo de certificação acompanhou a visita, auxiliando na identificação das principais recomendações atendidas e informando as dificuldades obtidas durante as etapas de avaliação.

Por sua vez, a visita a Escola Ilha da Juventude teve o acompanhamento da diretora adjunta que trabalha na unidade desde o início de seu funcionamento. Durante a visita foram verificadas as principais mudanças físicas que ocorreram no local e foram obtidos dados relativos ao seu funcionamento. Porém, como a diretora não participou diretamente do processo de certificação viu-se a necessidade de complementar a pesquisa através da entrevista a consultora da certificação AQUA na unidade. Nela foram verificados os principais contratempos encontrados na aplicação desse sistema de avaliação ambiental.

REFERENCIAL TEÓRICO

A literatura internacional que trata sobre edificações verdes é extensa. Porém, existem pesquisas desenvolvidas nos Estados Unidos que focam exclusivamente na questão das escolas verdes, definindo seu conceito e as vantagens econômicas no uso dessas edificações (GORDON, 2010; KATS, 2006). Pesquisadores de outras regiões também abordam o tema com foco em seu país de origem como: Ramli *et al.* (2013) retratando uma revisão da literatura sobre o tema e sua aplicação nos projetos escolares da Malásia, e Meron e Meir (2017) que analisam das primeiras escolas ecológicas em Israel.

Ainda em relação às escolas verdes, Ketchum (2015) verifica os impactos de dois edifícios de ensino médio nos Estados Unidos, um deles projetado de acordo com os princípios do design sustentável, em relação ao aprendizado e conforto dos seus usuários e Marable (2014) aborda o tema da educação ambiental nessa tipologia de edificação. Por sua vez, no contexto nacional temos a pesquisa de Kasai e Jabbour (2014), que analisa e identifica as principais barreiras ao se implantar os conceitos de edifícios verdes em duas Faculdades de engenharia no Estado de São Paulo.

¹² Instituição privada e sem fins lucrativos, criada e gerida pelos professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP).

Outros trabalhos nacionais abordam a relevante questão do conforto ambiental, nos edifícios escolares, verificada através de avaliações pós-ocupação. Ligado ao tema, Orstein e Martins (1997) expõem as relações de desempenho e qualidade do projeto arquitetônico escolar através de entrevistas com técnicos e usuários desses edifícios e França (2011) trata da performance de três escolas públicas paulistas. Outra contribuição de avaliação pós-ocupação foi realizada em uma escola Municipal no Espírito Santo ao analisar o conforto ambiental, através de aferições e entrevistas no local (ANTUNES *et al.* 2014). Em contrapartida, Góes (2010) prioriza em sua análise os critérios do conforto térmico e eficiência energética, usando como exemplo escolas da rede municipal de ensino da cidade do Rio de Janeiro.

Kowaltowski (2011), apresenta uma reflexão sobre a arquitetura escolar, abordando inclusive questões sobre o conforto ambiental no ambiente de ensino e sua relação com o aprendizado. Ainda nesse trabalho, a autora desenvolve diretrizes para parâmetros de projetos escolares. Em outro estudo, as autoras, Pereira e Kowaltowski (2011) analisam a aplicação de três ferramentas de avaliação de projetos em edificações escolares do Estado de São Paulo. Por sua vez, Deliberador (2010), trabalha na área verificação do processo de projeto de edifícios escolares através aplicação de entrevistas junto aos arquitetos da Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), no Estado de São Paulo.

Alguns trabalhos avaliam o desempenho de edificações verdes como JI *et al.* (2014) que através de uma abordagem multi-critérios validam e otimizam a influência dos espaços e pessoas nesses edifícios, com ênfase na satisfação dos ocupantes. Outros autores focam nas barreiras encontradas para implementação de edifícios verdes através de pesquisas com design de interiores e arquitetos (HANKINSON; BREYTENBACH, 2012).

Poucas pesquisas analisando as certificações ambientais aplicadas às escolas públicas brasileiras são encontradas: Okada (2012) aborda a questão da segurança ambiental no colégio Erich Walter Heine; Alexandruk (2015) verifica os critérios de sustentabilidade empregados pela FDE na E.E. Ilha da Juventude e Baeta (2006) estuda diretrizes para aplicação de uma metodologia de avaliação ambiental no prédio da escola de engenharia da UFF.

Entretanto, ainda é possível verificar outros estudos relacionados às certificações ambientais ligados a outras tipologias e demandas (GRÜNBERG *et al.*, 2014; BARROS, 2012; WU *et al.*, 2016; RODRIGO; CARDOSO, 2010; SILVA, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Definição de Escolas Verdes e seus benefícios

As escolas “verdes”, segundo Gordon (2010), têm ambientes com temperaturas confortáveis, boa qualidade do ar, luz abundante, salas de aula com baixos níveis de ruído, portanto, servem de exemplo a seus alunos sobre a importância da qualidade ambiental.

O Conselho Nacional de Pesquisa (NRC) dos Estados Unidos, nomeou um comitê para avaliar os benefícios de saúde e produtividade das escolas verdes. Para definir essas escolas, foram utilizados dois conceitos complementares: fornecer um ambiente físico saudável, seguro, confortável e funcional aos seus usuários; e possuir atributos ambientais e comunitários positivos. O trabalho conclui que o ambiente interno pode afetar a aprendizagem e a saúde dos alunos e também a produtividade dos professores (GORDON, 2010).

Tendo em vista os aspectos positivos atribuídos aos prédios escolares verdes, verificou-se que a principal barreira para sua construção estava relacionada aos custos extras gerados durante as fases de projeto, planejamento e construção. Com o objetivo de verificar os benefícios financeiros das escolas verdes durante seu ciclo de vida, foi elaborada uma pesquisa elaborada por Kats (2006) e patrocinada pela US-GBC¹³, com 30 escolas verdes norte-americanas construídas durante o período de 2001 a 2006, certificadas pelo *LEED* ou pelo *CHPS*.

O resultado da pesquisa mostrou que as escolas verdes custaram em média 2% (custo verde¹⁴) a mais do que as convencionais, entretanto os benefícios referentes à redução de energia e água, diminuição dos gastos com a saúde e a queda do absenteísmo de professores estimam uma redução direta por escola de U\$12/ft²¹⁵(aproximadamente U\$ 133/m²), durante a vida útil da edificação. Para este trabalho alguns dos custos considerados no relatório foram baseados no real desempenho do edifício, no entanto também foram utilizados dados baseados em modelagens computacionais.

No Brasil, estudos desta dimensão, ainda não foram realizados, já que são poucas as edificações escolares certificadas no país.

¹³ Organização Norte-americana, não governamental, responsável pela certificação *LEED*.

¹⁴ Custo extra inicial para construir um edifício verde comparado a um edifício convencional, resultantes do uso de materiais mais dispendiosos (origem sustentável) e de equipamentos de alto desempenho.

¹⁵ Valor obtido no estudo realizado em 2006 por Gregory Kats.

Certificações Ambientais

Segundo Silva (2003), mesmo os países que acreditavam dominar conceitos de projeto ecológico, não possuíam ferramentas para a verificação do desempenho de seus edifícios e este foi o primeiro sinal para a necessidade da criação de métodos de avaliação ambiental.

Um número grande de certificações surgiu em diversos países, entre as quais podemos citar: *BRE Environmental Assessment Method* no Reino Unido (BREEAM), o *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*¹⁶ na Alemanha (DGNB), o *Leadership in Energy and Environmental Design* nos Estados Unidos (LEED), *National Australian Building Environment Rating Scheme* na Austrália (NABERS), *HK Environmental Assessment Method* em Hong-Kong (HK-BEAM), *Haute Qualité Environnementale*¹⁷ na França (HQE), *Lider A* em Portugal, *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* no Japão (CASBEE) e *Building Environmental Performance Assessment Criteria* no Canadá (BEPAC) (SILVA, 2003; ALULICINO, 2008; FERREIRA et. al, 2012).

Ademais, podemos contar com os seguintes sistemas de avaliação ambiental desenvolvidos no país: AQUA, Selo Caixa Azul e PROCEL Edificações. Sendo o penúltimo e o último, respectivamente, voltados para a avaliação de desempenho em residências unifamiliares e para a verificação da eficiência energética no setor, podendo ser adotado como pré-requisito para outras certificações ambientais, como a AQUA e a *LEED* (GRÜNBERG *et al.*, 2014).

Outro programa voltado ao ensino, que permite medir o desempenho do edifício voltado à sustentabilidade, é denominado Sistema de Rastreamento, Análise e Classificação da Sustentabilidade (STARS). Seu método abrange desde edificações que estão implantando as primeiras práticas sustentáveis até as que já a adotaram, e necessitam somente de auxílio para implantação de metas a longo prazo. Até o final de 2016, no Brasil, duas universidades haviam aderido ao programa: as Universidades Federais de Santa Catarina e do Sul da Bahia. (PACHECO, 2016)

Os sistemas de certificação ambiental diferem em relação às técnicas de avaliação. Existem sistemas baseados em créditos, gerando um resultado pelo desempenho alcançado, como por exemplo, o *LEED*, o *BREEAM* e o *US-CHPS*. Em contrapartida, encontram-se os métodos baseados na gestão e no processo. Nesses métodos são pré-estabelecidos desempenhos mínimos e como exemplo, temos as avaliações ambientais AQUA e HQE, onde o empreendimento certificado não é classificado através da pontuação total obtida.

¹⁶ Companhia Alemã para construções sustentáveis

¹⁷ Alta Qualidade Ambiental

Outro fator que diferencia os sistemas é sua estrutura. As certificações AQUA-*HQE* e o Selo PROCEL Edificações são avaliados por etapas de projeto ou de operação do edifício (no caso de construções em funcionamento). A classificação para a certificação AQUA é realizada do seguinte modo, segundo a fundação Vanzolini: Pré-Projeto, Projeto, Execução, Pré-Operação e Operação. Sendo que para uma nova edificação obter o certificado é preciso ter completado as três primeiras etapas mencionadas anteriormente.

Certificação LEED:

Em 1994, o *US-Green Building Council (USGBC)*, instituição financiada pelo *National Institute of Standards and Technology (NIST)* deu início ao desenvolvimento de um sistema de classificação de desempenho orientado ao mercado. Desse estudo, nasceu em 1999, o sistema LEED (SILVA, 2003).

De acordo com os referenciais técnicos da USGBC, a certificação LEED é uma ferramenta de construção verde que avalia através de créditos os empreendimentos, além de elaborar estratégias e contemplar o ciclo de vida do edifício.

A certificação LEED possui sete dimensões a serem avaliadas, que possuem pré-requisitos com práticas obrigatórias e créditos, que quando atendidos, garantem pontos à edificação. O nível da certificação obtida é definido conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 a 110 pontos, alcançando quatro níveis de certificação: Platinum, Gold, Silver e Certificação (GBC Brasil, 2016).

A tipologia *LEED for Schools* teve sua primeira versão desenvolvida em 2009 para atender grandes reformas ou novas edificações escolares (BARROS, 2012). Na versão 4 do *LEED*, a última lançada até o momento, essa tipologia foi incorporada ao LEED NC (para novas edificações) e ao LEED M+O (voltado à fase de operação e manutenção da edificação) (GBC Brasil, 2016).

Segundo relatório do *SmartMarket Report (2016)*, houve um aumento de 30% no uso do *LEED* no ano de 2015 no país. O relatório informa que existiam 1.114 projetos participando do LEED Brasil. Apesar da certificação LEED já estar na sua versão 4, a maioria das edificações em processo de certificação no Brasil encontra-se ainda na versão 3 (GBC Brasil, 2016).

Certificação AQUA:

A certificação AQUA foi pioneira no país e adaptada do sistema de certificação francês *HQE* para o contexto brasileiro, através de um estudo realizado a partir de um acordo

com o *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* – CSTB, instituição francesa na área pesquisa e desenvolvimento e a Fundação Vanzolini, em 2007 (AULICINO, 2008).

Atualmente, o *Cerway*¹⁸ francês e a fundação Vanzolini montaram uma parceria e oferecem a certificação AQUA – HQE. Assim, os empreendimentos brasileiros passarão a receber o certificado AQUA emitido pela fundação Vanzolini e o HQE (internacional) emitido pelo *Cerway* (VANZOLINI, 2016).

A certificação é baseada em dois instrumentos: na gestão do edifício (SGE) e no referencial de qualidade ambiental (QAE) (BUENO *et al.*, 2011). A primeira etapa é o SGE, em que o empreendedor estabelece um sistema de gestão único para cada empreendimento como garantia à qualidade ambiental. A segunda etapa, complementar à primeira, é o QAE.

De acordo com o Referencial Técnico de Certificação do Processo AQUA- CERWAY (2016), o QAE avalia o desempenho do edifício de acordo com suas características técnicas e arquitetônicas, através de quatorze categorias agrupadas em quatro famílias (eco- construção, eco-gestão, conforto e saúde), essas são subdivididas em 41 subcategorias que se desdobram em cerca de 160 preocupações, das quais 40% são obrigatórias para atingir o conceito mínimo bom em cada categoria.

A classificação é qualitativa e dividida em três níveis: Base (B), Boas Práticas (BP) e Melhores Práticas (MP). Para alcançar a certificação, três categorias devem atingir o nível MP e quatro, o nível BP (AULICINO, 2008).

Sistema US-CHPS:

Segundo *National Research Council* (2006), o *Collaborative for High Performance Schools* ou Colaboração para Alto Desempenho Escolar (CHPS) surgiu a partir de um consórcio criado por líderes de governo dos Estados e dos serviços públicos na Califórnia, em 2001, com o objetivo de aumentar a eficiência energética em suas escolas através de informações de marketing, serviços e programas de incentivos locais e para os profissionais da área.

Em 2005, o Massachusetts de Tecnologia Colaborativa (MASSTECH), definiu o projeto de orientações para a construção e reforma de escolas verdes, tanto com base no Califórnia CHPS como em diretrizes da certificação LEED, sendo as principais diretrizes: ter menor custo operacional, ser projetada para melhor aprendizagem e preservar os recursos

¹⁸ Empresa operadora da certificação HQE foi fundada em 2013, na França pelos CSTB e o grupo CERQUAL QUALITEL Certification. Disponível em: <<http://www.behqe.com/cerway/presentation-des-partenaires>> Acesso em: 01 ago. 2017

naturais, como energia e água. A comissão verificou que as diretrizes das escolas verdes elaboradas pela Califórnia, pelo Estado de Washington e pelo projeto de orientações para Massachusetts, têm duas metas complementares, mas não idênticas: preocupação com a qualidade ambiental interna do espaço, ao tornar o local saudável, seguro, confortável e funcional e a preocupação com os resultados positivos para o meio ambiente e para a comunidade. (NCR, 2006).

O sistema US-CHPS Criteria Framework é separado em sete categorias principais, sendo compostas de pré-requisitos¹⁹ e créditos, totalizando no máximo 250 pontos (CHPS, 2014).

Panorama das edificações escolares certificadas no Brasil:

Os dados da tabela 1 foram coletados durante o segundo semestre de 2016, por meio das organizações responsáveis pelas certificações citadas através de e-mails e de material disponível em seus sítios na internet.

A pesquisa realizada para a elaboração da tabela 1 contempla além das certificações escolhidas como estudo de caso, os sistemas BREEAM e PROCEL Edificações, com o objetivo de verificar sua relevância juntos às construções escolares.

Além dos dados contidos na tabela, a pesquisa verificou a existência de outras dez escolas em processo de certificação *LEED for Schools*; assim como outras três edificações ligadas ao ramo da educação, que obtiveram a certificação na tipologia LEED NC (novas construções): o Serviço Social do Comércio²⁰ (SESC) em Sorocaba, o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial²¹ (SENAC) e a Creche Municipal em Florianópolis.

Até o final de 2016, somente dois edifícios de universidades federais haviam sido contemplados com o selo PROCEL Edificações na etapa de “Projeto”. Por sua vez, a certificação BREEAM ainda não possuía nenhuma edificação escolar certificada no país.

A única escola pública certificada pelo AQUA na etapa “Execução” (que contempla escolas em funcionamento) foi escolhida como estudo de caso. Outras duas construções privadas ligadas à educação também foram certificadas nesta etapa: uma escola de idiomas e um centro de práticas sustentáveis. Na etapa Projeto, seis escolas estaduais públicas e cinco

¹⁹ São critérios que devem ser cumpridos por cada projeto, dependendo do tipo de projeto ou escopo

²⁰ Entidade privada que oferece serviços aos trabalhadores ligados ao comércio promovendo ações no campo da educação, saúde, cultura, assistência e lazer. Disponível em: <http://www.sesc.com.br/portal/sesc/o_sesc> Acesso em: 07 jun.2017

²¹ Instituição nacional privada sem fins lucrativos, que promove cursos na área de educação. Disponível em: <<http://www.sp.senac.br/jsp/default.jsp?newsID=a869.htm&testeira=457>> Acesso em: 07 jun.2017

unidades de outras instituições de ensino privadas foram contempladas, segundo dados fornecidos pela fundação Vanzolini.

Tabela 1 - Panorama geral das certificações ambientais em edificações escolares públicas e privadas no Brasil, 2016.

Certificações Ambientais	Públicas (fase projeto)	Privadas (fase projeto)	Públicas (fase construção)	Privadas (fase construção)
<i>LEED for SCHOOLS V3</i>	1	1
AQUA	6	5	1	2
PROCEL EDIFICAÇÕES	2	–	–	–
<i>BREEAM</i>	–	–	–	–
Total	8	5	2	3

Comparação entre certificações:

O quadro 1 foi elaborado com o objetivo de verificar a aplicabilidade das três certificações no ambiente escolar. Nele foram correlacionadas as categorias referentes aos sistemas AQUA, *LEED for Schools* e *US-CHPS*. Como a certificação AQUA possui quatorze categorias e os outros dois sistemas contam com somente sete, foram correlacionadas mais de uma categoria por linha, nesse sistema.

Somente a certificação LEED possui um item específico para prioridades regionais, entretanto, a mesma não possui uma categoria voltada à manutenção e conservação dos ambientes, conforme os outros dois sistemas.

O método de avaliação dos empreendimentos pode ser realizado de duas formas. Qualitativa, como na certificação AQUA, que confere três níveis de classificação as categorias; ou quantitativa, através da atribuição de pontos ao se atender as exigências solicitadas nos créditos, conforme os outros dois sistemas.

Ao comparar as certificações, fica evidente a importância dada à qualidade ambiental interna (QAI) pelo *US-CHPS* e pelo Processo AQUA-HQE, já que neste último entre as quatorze categorias do QAE, seis estão ligadas ao tema. Por outro lado, a certificação LEED prioriza a eficiência energética na categoria denominada Energia e Atmosfera.

A certificação *LEED for Schools* difere de outras divisões do LEED, como por exemplo, o *New Construction* (NC) ou Novas Construções, pois, além do fato de ser voltada exclusivamente para a atividade de ensino, apresenta pré-requisitos e créditos relacionados ao conforto e segurança da edificação (OKADA, 2012). Esses critérios exclusivos no *LEED for School* totalizam dez itens, podendo ser identificados entre parêntesis no quadro1, na segunda

coluna referente à certificação e foram quantificados e identificados como pré-requisito (PR) ou crédito (C).

CERTIFICAÇÃO AQUA	CERTIFICAÇÃO LEED for Schools (Pontuação Total de 110 pontos)	Pontuação máxima () e %	US-CHPS CRITERIA	Pontuação máxima () e %
- Relação do edifício com o seu entorno ; - Canteiro de obras com baixo impacto ambiental.	- Site Sustentável (1 PR, 2C)	21,8% (24)	- Locais Sustentáveis (SS)	9,5% (24)
- Gestão da água; - Qualidade Sanitária da água.	- Eficiência Hídrica (1C)	10% (11)	- Água (WE)	8% (20)
- Gestão de Energia.	- Energia e atmosfera	30% (33)	- Energy (EE)	25%(63)
- Gestão de Resíduos de uso e operação do edifício; - Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos.	- Materiais e Recursos (2C)	11,8% (13)	- Materiais e Gestão de Resíduos (MW)	8,5%(21)
- Conforto Acústico; - Conforto Visual; - Conforto olfativo; - Qualidade Sanitária dos ambientes; - Qualidade Sanitária do Ar; - Conforto Higrotérmico.	- Qualidade Ambiental Interna (QAI)(1PR, 2C)	17,3% (19)	- Qualidade Ambiental Interna (EQ)	33%(82)
	- Inovação em Projeto (1C)	5,45% (6)	- Inovações em projeto , planejamento e ações ambientais	8,5% (21)
	- Prioridades Regionais	3,6% (4)		
- Manutenção e Conservação.			- Operações e métricas (incluindo avaliação de pós-ocupação)	7,5% (250)

Quadro 1: Quadro comparativo certificação AQUA, LEED for Schools e US-CHPS. Fonte autora, adaptado de Lacerda (2016).

As figuras 1 e 2 ilustram as colunas dos valores atribuídos às certificações *US-CHPS* e *LEED for Schools*. Na primeira, é possível verificar a importância do peso da categoria referente à qualidade ambiental por se tratar de um sistema de avaliação desenvolvido especificamente para essa tipologia. Ainda é possível notar que a categoria Energia e Atmosfera também possui grande importância tendo em vista seu embasamento no *LEED*. Tal

informação pode ser confirmada através da figura 2, já que a mesma categoria corresponde a 30% do total de pontos nesse sistema.

No *US-CHPS* o restante dos itens tem distribuição similar, diferente do *LEED* que possui as categorias Site Sustentável e QAI com peso em torno dos 20% .

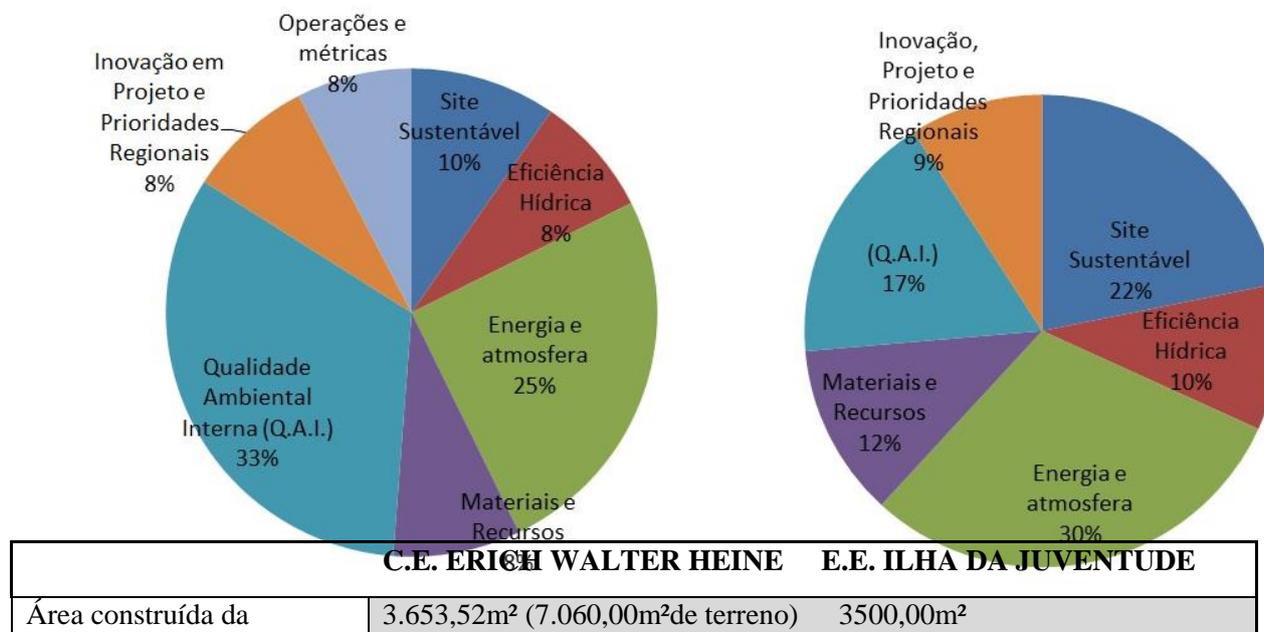


Figura 1- Certificação US-CHPS. Fonte: autora

Figura 2- Certificação LEED. Fonte: autora

Comparação entre os Colégios:

Em 2011, na cidade do Rio de Janeiro foi inaugurado o Colégio Estadual Erich Walter Heich, sendo o primeiro da América latina a receber a certificação LEED for Schools. No ano seguinte, na cidade de São Paulo, a Escola Estadual Ilha da Juventude, na Zona Norte da cidade, conquistava a certificação AQUA para edificações em fase de construção, sendo a primeira escola estadual em funcionamento certificada no país pelo AQUA-HQE.

Local	Bairro Santa Cruz/ R.J	Bairro Vila Brasilândia/ S.P.
Custo da obra	R\$ 11 Milhões (LIMA 2011)	R\$3,4 Milhões (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO, 2012)
Instalações	15 Salas de aula, Laboratórios de ciência e informática	12 de aula, uma de leitura, uma de informática e uma de uso múltiplo
Espaços para esportivas e de recreação	2 Quadras Poliesportivas (sendo uma delas coberta), 1 Piscina, Vestiários e Horta	1 quadra poliesportiva coberta
Quantidade de alunos matriculados (ano 2016)	550 alunos no ensino médio (período integral)	1156 alunos no ensino médio e 40 no EJA (educação de jovens adultos)

O quadro 2, demonstra os dados relativos as duas unidades. Notam-se algumas semelhanças em relação às áreas construídas, a quantidade de alunos matriculados e ao número de salas de aula. Porém, é possível destacar algumas particularidades do C.E. Erich Walter Heine, sendo eles: área total do terreno e o valor total gasto na sua construção.

Pode-se notar que há uma grande diferença nesse valor, que pode estar relacionada ao tamanho do terreno e ao tipo de equipamento e tecnologias utilizadas. Observa-se que no C.E. Erich Walter Heine, houve um maior investimento em equipamentos e nos materiais de acabamento. Nele, foram instalados equipamentos de ar condicionado e exaustão de ar nas salas de aula, exigidos segundo a normativa Norte Americana ASHRAE 62.1-2007. Em contraposição, a E.E. Ilha da Juventude optou por não usar equipamentos de ar condicionado nas salas de aula, uma vez que não existe um programa oficial voltado à manutenção desses equipamentos pelo governo do estado de São Paulo.

Quadro 2: Quadro informativo com dados sobre as escolas

A escola C.E. Erich Walter Heine foi projetada no formato de cata-vento, tirando partido da circulação de ar no local. No terreno onde foi construída, havia uma praça pública, e suas quadras e a piscina da praça foram incorporadas ao projeto (OKADA, 2012). No térreo da edificação principal, encontram-se as partes administrativa, de apoio e serviços que foram projetadas propositalmente para permitir o uso da comunidade nos períodos sem atividades escolares. No andar superior, estão localizadas as salas de aula (setorizadas por cores), além dos sanitários dos alunos e na cobertura, está localizado o telhado verde.

A escola possui pátio interno com iluminação natural e ventilação cruzada, sinalização podó tátil no piso, dutos de exaustão mecânica das salas de aula e o uso de lixeiras para

separação dos resíduos recicláveis. Durante a visita, foi possível observar o envolvimento dos alunos em projetos ambientais, sendo alguns deles: o plantio e conservação do telhado verde, projeto de carona solidária e o projeto da horta.

A E.E. Ilha da Juventude foi construída em um terreno com pouca área disponível, portanto a quadra poliesportiva foi instalada na cobertura do edifício. Para que não houvesse problemas de acústica nas salas de aula, foi feito um tratamento acústico na laje do piso da quadra. Na fachada principal da escola, foi instalada uma tela que serve como brise-soleil. Durante a visita, foi possível verificar a boa conservação do edifício.

As figuras 3 e 4 demonstram os gráficos desenvolvidos com base nas pontuações alcançadas por cada escola, sendo possível identificar os setores com maiores e menores dificuldades para atender às dimensões em cada sistema.

No que se refere à certificação LEED for Schools, sabe-se da ênfase dada à questão da eficiência energética sendo 30% da pontuação voltados à categoria denominada Energia e Atmosfera. Entretanto, fica evidente a dificuldade do C.E. Erich Walter Heine ao atendimento dessa categoria obtendo somente cinco dos trinta e três pontos possíveis. Tal fato ocorreu por não ter conseguido atender as seguintes subcategorias: geração de energia local, monitoramento do sistema de energia e energia verde.

Outra categoria que teve sua pontuação abaixo da média nas duas escolas foi a Q.A.I. Ao analisar as subcategorias correspondentes ao tema no C.E. Erich Walter Heine, verifica-se que a escola não atingiu pontuações nas seguintes subcategorias: monitoramento do ar externo, plano de gestão da qualidade do ar antes da ocupação, melhoria do desempenho acústico, promoção de controle de iluminação e controle térmico, qualidade da luz do dia e controle dos produtos contaminantes (limpeza de ambientes).

Ademais, na E.E. Ilha da Juventude é possível observar que as categorias ligadas ao conforto olfativo, acústico, qualidade sanitária do ar, conforto térmico e qualidade do ar alcançaram somente o desempenho mínimo, correspondente ao nível Base.

Fica evidente o ótimo desempenho das duas escolas ao atingir bons conceitos e pontuações elevadas em três áreas: no canteiro de obras sustentável, na relação dos edifícios com seu entorno e na eficiência hídrica. Na certificação *LEED for Schools*, as duas primeiras áreas abordadas anteriormente pertencem à categoria Local Sustentável que atingiu 17 dos 24 pontos possíveis.

Para alcançar esse bom desempenho foram tomadas algumas medidas dentro do canteiro de obras, com o objetivo de reduzir as fontes de poluição e mitigar alguns impactos ambientais, nas edificações analisadas. Destacam-se as seguintes precauções: elaboração de

um plano de resíduos gerados na construção, a utilização de tanques de decantação para lavagem de ferramentas e a aspersão de água nas fontes de emissão, como por exemplo, nas rodas dos caminhões e no carregamento e descarregamento de materiais particulados. Ademais, no C.E. Erich Walter Heine foi elaborado um Plano de Prevenção de Poluição no Solo e no Ar, para redução da poluição proveniente das atividades da construção, controlando a erosão do solo e a geração de poeira na vizinhança; também foram colocadas grelhas no acesso dos funcionários à obra para evitar o transporte de sedimentos, assim como a utilização mantas do tipo BIDIM para cobrir as grelhas existentes do sistema captação de águas pluviais. (OKADA, 2012; ALEXANDRUK, 2015).

Na relação do edifício com seu entorno destacam-se alguns procedimentos que incentivam o uso do transporte público e outros meios de locomoção como a bicicleta, para tal são verificados a rede de transporte público local e sua distância da escola e a implantação de bicicletários. Outra preocupação comum às duas certificações é o incentivo ao plantio de espécies nativas e o uso de áreas verdes para redução das ilhas de calor (REFERENCIAL

TÉCNICO DE CERTIFICAÇÃO AQUA, 2007; USGBC, 2008).

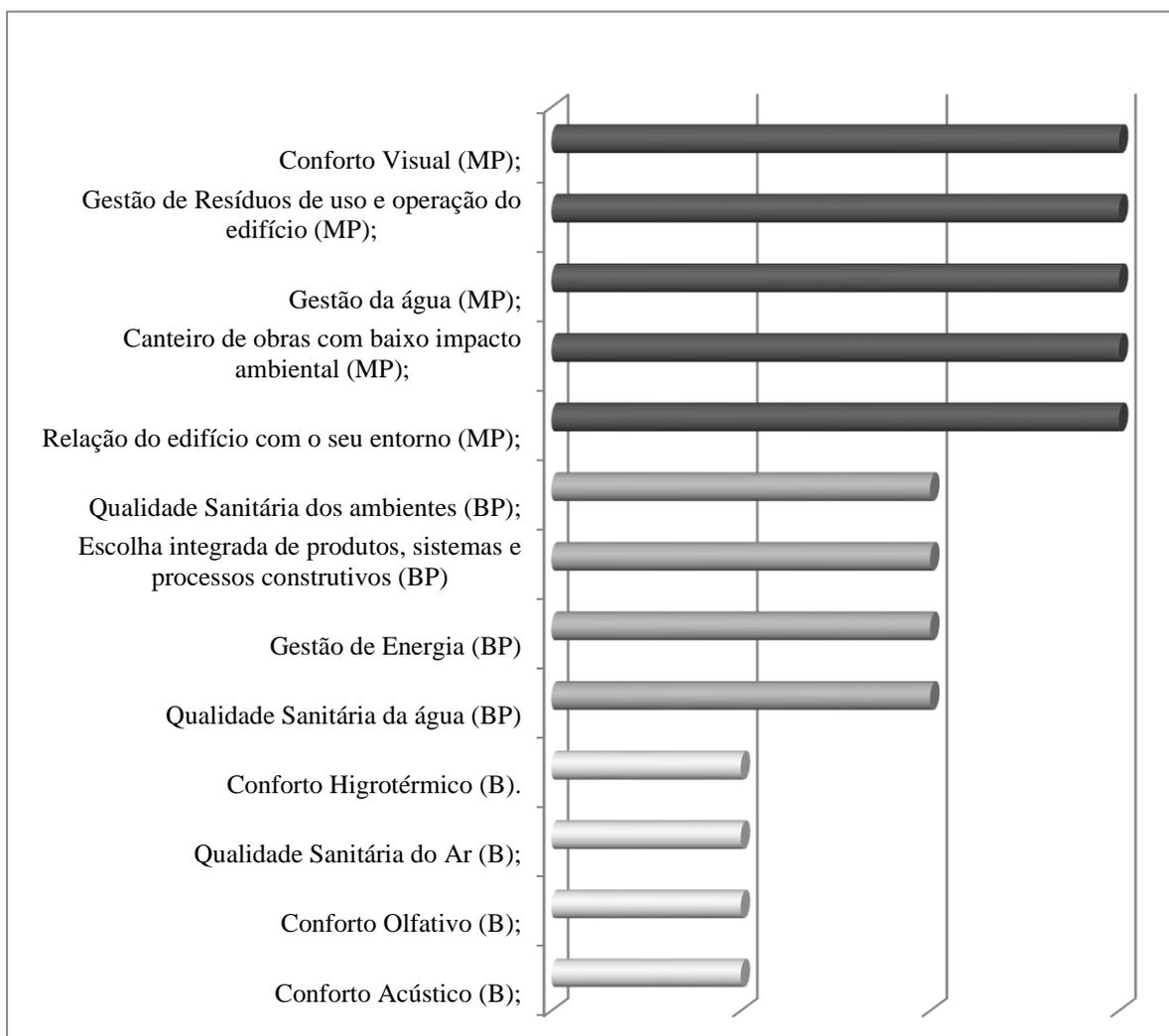


Figura 3 – Graduação alcançada pela E.E. Ilha da Juventude na certificação AQUA. Fonte: autora.

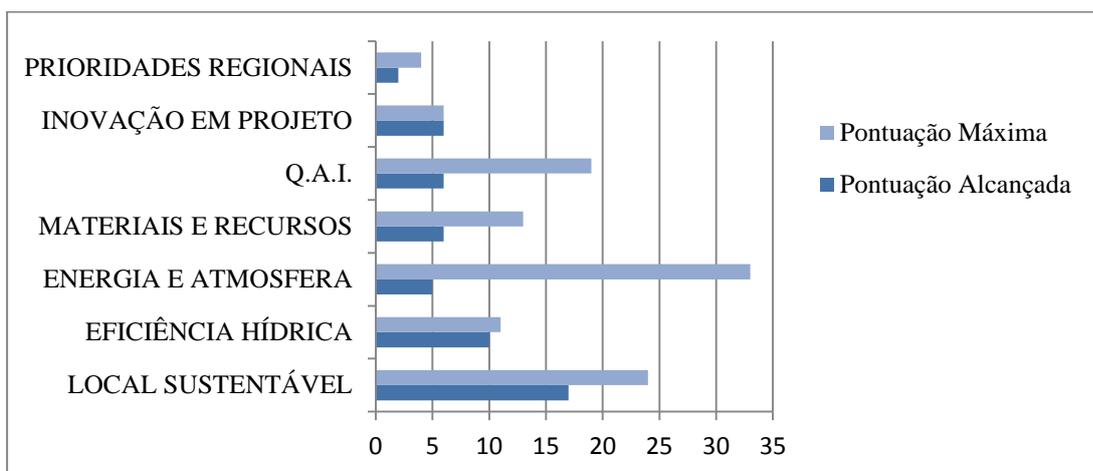


Figura 4 – Pontuação alcançada pelo CE Erich Walter Heine no LEED for Schools. Fonte: desenvolvido pela autora a partir do *LEED Certification Review Report*.

A eficiência hídrica é a categoria de maior destaque nas duas edificações, onde foi implantado um sistema de reuso de água de chuva para a irrigação das áreas externas e no uso dos vasos sanitários dos banheiros, através da adoção de uma rede independente.

No sistema AQUA existe uma grande preocupação com a gestão do empreendimento, sendo realizado o acompanhamento periódico do consumo de água e energia, sugerindo a adoção de ações imediatas de manutenção no caso seja verificado alguma desconformidade nesses índices. Entretanto, verifica-se que a certificação AQUA tem mais flexibilidade em relação aos créditos a serem obtidos, uma vez que o SGE permite ao empreendedor estabelecer o perfil a ser alcançado.

CONCLUSÃO

De uma forma geral, este artigo contribui para a compreensão das certificações ambientais no contexto das escolas públicas brasileiras. Ao analisar as certificações *LEED for Schools*, AQUA e US-CHPS, pode-se concluir que:

- O sistema US-CHPS adota soluções semelhantes ao LEED, porém enfatiza a Qualidade Ambiental Interna, já que foi desenvolvido especificamente para edificações escolares. Entretanto, é um sistema aplicado especificamente em escolas norte americanas.
- A certificação LEED, desenvolvida nos EUA, adota algumas soluções pontuais ao não considerar questões regionais específicas, podendo comprometer a avaliação do desempenho das edificações em determinadas categorias. Por outro lado, é um sistema de fácil compreensão e aplicado mundialmente em diversos países.
- A certificação AQUA possibilita maior flexibilidade de projeto ao promover a adoção de soluções compatíveis com o empreendimento. Nela, o empreendedor é envolvido diretamente no processo de certificação ao traçar as metas a serem cumpridas.

A análise da aplicação das certificações nas duas escolas estudo de caso tem sua relevância ao diagnosticar as dificuldades encontradas durante o atendimento dos créditos de cada categoria e as diferentes demandas na aplicação das certificações. Para a escolha do processo de certificação mais adequado deverão ser considerados os seguintes fatos: a adaptabilidade da mesma à realidade, normas e legislação locais; a compatibilização dos projetos com programas de manutenção das unidades e dos equipamentos utilizados e a verificação na redução de água e energia através de novos estudos de pós-ocupação relacionados ao consumo hídrico, energético e ao conforto ambiental.

Finalmente, entende-se que os benefícios associados aos processos de certificação contribuem para o aprimoramento do design sustentável e agregam valores positivos à qualidade ambiental do edifício escolar. Todavia, é possível verificar através das dificuldades obtidas ao longo do processo de certificação nos dois colégios, que algumas áreas necessitam de maiores investimentos em pesquisas ou quais adequações nos processos de certificação.

Entre elas pode-se destacar a questão da dificuldade na obtenção de créditos ligados à eficiência energética pelo C.E. Erich Walter Heine, ao ter que atender normas como a ASHRAE 62.1-2007, assim como a dificuldade na redução do consumo de energia. Tal dificuldade pode estar relacionada pela elevada demanda de redução solicitada pelo programa e também pela falta de tecnologias economicamente viáveis no país para geração de energia verde.

Além do mais, pode-se verificar que ainda faltam práticas de projeto para atender necessidades de conforto acústico e térmico, nas edificações escolares. Sugerem-se estudos de pós-ocupação com o objetivo de verificar possíveis melhorias para esse processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRUK, K. G. **Critérios de sustentabilidade aplicados à escola pública do Estado de São Paulo**. 2015. 122 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2015.

ANTUNES, E. S. *et al.* Avaliação da qualidade ambiental em escolas: o caso da UMEF Dr. Tuffy Nader, Vila Velha-ES. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Maceió, 2014. **Anais...** [s.l.], p.2013-2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17012/entac2014.258>>. Acesso em: 11 de julho de 2017.

AULICINO, P. **Análise de Métodos de Avaliação de Sustentabilidade do Ambiente Construído: O Caso dos Conjuntos Habitacionais**. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil e Urbana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BARROS, A. D. M. **A Adoção de Sistemas De Avaliação Ambiental De Edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil: Motivações, Benefícios e Dificuldades**. 2012. 185 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

BUENO, C.; ROSSIGNOLO, J. Adriano; FIORELLI, J. Avaliação de Desempenho Ambiental de Edificações Habitacionais: Apresentação de Metodologia para Análise Comparativa de Sistemas de Certificação no Contexto Brasileiro. In: VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Vitória, 2011. **Anais...** Elecs, p. 1 - 10.

CHPS. **US-CHPS Criteria New Construction and renovation**. 2014. Disponível em: <www.chps.net>. Acesso em: 27 de jul. de 2016.

DELIBERADOR, M. S. **O processo de projeto de arquitetura escolar no Estado de São Paulo**: caracterização e possibilidades de intervenção. Campinas, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

FRANÇA, A. J. G. L. **Ambientes contemporâneos para o ensino-aprendizagem**: avaliação pós-ocupação aplicada a três edifícios escolares públicos, situados na região metropolitana de São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade de São Paulo, 2011.

GREEN BUILDING CONCIL BRASIL (GBC Brasil). Disponível em <<http://www.gbcbrasil.org.br>>. Acesso em: 05 de jun. de 2016.

GÓES, C. A. F. O. Escolas Municipais Cariocas: Potencial de Sustentabilidade. In: Encontro Nacional do Ambiente Construído, Canela, 2010. **Anais...** Entac, 2010. p. 1 - 10.

GORDON, D. E. **Green Schools as High Performance Learning Facilities**. Washington, D.C.: National Clearinghouse for Educational Facilities. 2010. Disponível em: <<http://www.ncef.org/pubs/greenschools.pdf>>. Acesso em: 29 de jul. 2017.

GRÜNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. Certificação Ambiental de Habitações: Comparação entre *LEED for Homes*, Processo AQUA e Selo Casa Azul. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. , n. 2, p.195-214, jun. 2014.

FERREIRA, J.; PINHEIRO, M. D.; BRITO, J. Comparação das ferramentas nacionais de avaliação da sustentabilidade na construção com o BREEAM e o LEED - uma perspectiva energética. **Engenharia Civil Um**. Braga, v. 43, p.5-27, 2012.

HANKINSON, M.; BREYTENBACH, A. Barriers that impact on the implementation of sustainable design. **Cumulus**, Helsinki, p.1-11, 2012.

JI, C. *et al.* A model for evaluating the environmental benefits of elementary school facilities. **Journal of Environmental Management**, [s.l.], v. 132, p.220-229, jan. 2014.

KASAI, N.; JABBOUR, C. J. C. Barriers to green buildings at two Brazilian Engineering Schools. **International Journal of Sustainable Built Environment**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.87-95, jun. 2014.

KATS, G. **Greening America's Schools**, Costs and Benefits. A Capital E Report. 2006. Disponível em: <www.cap-e.com>. Acesso em: 18 mai. 2016.

KETCHUM, D. L. **Creating Healthy Schools: Identifying the Positive Impacts of Practicing Sustainable Interior Design in Education Facilities**. 2015. 134 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - University of Nebraska, Lincoln, 2015.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos. 2011.

LACERDA, C. S. **As Certificações de Sustentabilidade Construtiva LEED e AQUA-HQE e a Agregação de Valor nos Processos Produtivos, Comerciais e Operacionais de Edifícios Comerciais no Brasil**. 2016. 191 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

MARABLE, S. A. **Green Schools – The Implementation and Practices of Environmental Education in LEED and Used Green Ribbon Public Schools in Virginia**. 2014. 114 f.

Tese (Doutorado em educação) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 2014.

MERON, N.; MEIR, I. A. Building green schools in Israel costs, economic benefits and teacher satisfaction. **Energy and Buildings**. 2017.

NCR, Committee to Review and Assess the Health and Productivity Benefits of Green Schools, National Research Council. **Green Schools: Attributes for Health and Learning**. Washington D.C.: The National Academies Press. 2006.

OKADA, E. Y. **Avaliação da Segurança Ambiental de Construção Certificada LEED: Estudo de Caso de um Colégio Público no Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica e Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

ORSTEIN, S. MARTINS, C. A. Arquitetura Manutenção e Segurança dos ambientes escolares: um estudo aplicativo de APO. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, p.7-18, jun. 1997.

PACHECO, R. M. **Análise da Sustentabilidade das Operações dos Campi da Universidade Federal de Santa Catarina com a Ferramenta Stars**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, S.C., 2016.

PAES, R. F. S.; BASTOS, L. E. G. Qualidade ambiental na edificação: o caso das escolas públicas da cidade do Rio de Janeiro. **Conforto & Projeto: Edifícios**, Brasília, v. 12, p.131-140, 2014.

PEREIRA, P. P.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Ferramentas de avaliação de projetos aplicação em projetos de edificações escolares do Estado de São Paulo. In: II Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído - SBQP 2011. **Anais... X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifício**, [s.l.], p.412-422, 4 nov. 2011.

RAMLI, N. H. *et al.* A Comparative Study of Green School Guidelines. **Procedia - Social And Behavioral Sciences**, [s.l.], v. 50, p.462-471, 2012.

REFERENCIAL TÉCNICO DE CERTIFICAÇÃO Processo AQUA, **Escritórios e Edifícios Escolares** - abril 2007. Disponível em: <<http://vanzolini.org.br>>. Acesso em: 06 de jul. 2016.

Sistema de Gestão do Empreendimento - SGE para Edifícios em Construção - março 2014. Disponível em: <<http://vanzolini.org.br>>. Acesso em: 06 de jul. 2016.

RODRIGO, A. G.; CARDOSO, F. F. Certificação Ambiental de Edifícios pelo Processo AQUA e Alterações no Processo de Gestão do Empreendimento e no Edifício. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais...** Canela: Entac, 2010. p. 01 – 10.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO. Primeira escola da rede estadual com certificação ambiental é inaugurada em São Paulo. 2012. Disponível em: <<http://www.educacao.sp.gov.br/noticias/educacao-inaugura-primeira-escola-com-certificacao-ambiental>>. Acesso em: 20 de abr. 2017.

SILVA, V. G. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica**. 2003. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Cap. 3.

SILVA, V. G.; PARDINI, A. F. Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEEDTM no Brasil com base em dois estudos de caso. **Ambiente Construído**, Rio Grande do Sul, v. 10, n. 3, p.81-97, maio 2010.

SmartMarket Report. **World Green Building Trends 2016: Developing Markets Accelerate Global Green Growth**. Dodge Data & Analytics. 2016. Disponível em: <<https://www.construction.com/toolkit/reports/world-green-building>>. Acesso em 22 jan. 2017.

USGBC. **LEED 2009 for Schools New Construction and Major Renovations Rating System**. 2008. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br>> Acesso em: 01 mai. 2016.

VANZOLINI. Certificação AQUA-HQE. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>>. Acesso em: 06 jul. 2016.

WU, P. *et al.* A decade review of the credits obtained by LEED v2.2 certified green building projects. **Building and Environment**, [s.l.], v. 102, p.167-178, jun. 2016.

ARTIGO CIENTÍFICO 2²²

Comparison of environmental assessment methods, LEED for Schools and AQUA-HQE, applied in Brazilian public schools, from the perspective of post-occupation and maintenance.

D. Mazieri¹, L. P. Quinto Jr²

¹ MSc. Student in Environmental Engineering at Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (PPEA-IFF), Caixa Postal 112348 – Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, CEP 28950-000; Phone +55 22-998326064; E-mail: dmazieri@yahoo.com.br

² PhD., Professor in Environmental Engineering at Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (PPEA-IFF); Sustainable Development Researcher, Phone +55 22-998326064; e-mail: luizpinedo@uol.com.br

Abstract

Brazil increased 1.3 percentage points to its share of GDP spent on education, between 2005 and 2013, according to Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) indicators. However, Brazilian government education policies are beginners, regarding to the improved of environmental quality. This paper presents a reflection about environmental assessment systems, LEED for Schools and AQUA-HQE, applied in two public school buildings in the southeastern region of Brazil. The evaluated public buildings were pioneers in those systems and up to now, are the only public school buildings constructed certified in the country. Environmental assessment systems are significant tools for improving school environmental quality. This research evaluates the management of post-occupancy in those buildings, highlighting the importance in reducing environmental impacts in this most longstanding period in buildings life cycle. The research concludes that despite being provided materials and techniques that reduce the costs and facilitate the maintenance of these buildings, the environmental quality can be maintained by performing the necessary maintenance.

Author Keywords: Brazilian Schools, LEED, AQUA, Green schools

Introduction

The school environment is responsible for influencing the behavior and learning ability of those who spend part of their lives on it. Another important quality of the public educational establishment is to attend the surrounding community through social activities and the use of its space for sports and leisure activities.

The concept of a green school defined by Gordon (2010) has as main characteristics: conserving energy and natural resources, acoustic quality performance in classrooms, material efficient, natural lighting, sewage management, solid waste management and managing storm water runoff. For Gordon, green school must have environmental comfort through adequate temperatures, good air quality, low noise levels and abundant natural light, considering the construction management and the inclusion of students in the concept adopted by green schools.

²² Artigo Científico aceito e a ser publicado em outubro de 2017 no ASCE

One of the main barriers to the construction of green schools is related to the extra costs generated during the construction period and its planning. According to Kats (2006) report review a survey made with 30 American green schools environmental certificated by LEED and/or CHPS, proved that the extra cost generated during construction is absorbed through financial benefits after occupation by reducing energy, water and health costs. In Brazil, this of research would not possible, since there are few examples of green schools in the country.

Constructions representing public interests should be projected aiming durability and longevity, in addition to water and energy consumption reduction. This research is focused on the maintenance of two public schools environmentally certified through LEED and AQUA-HQE in São Paulo and Rio de Janeiro states. In both cases, despite having recently achieved the certifications, there aren't perspectives in contracting environmental certifications to operation and maintenance phases.

Problems related to lack of conservation transform service life of buildings and generate impacts on environment. Substantial increase in durability at constructions is an important tool for its sustainable development; in turn durability can be defined as the capacity of building to maintain its performance through the time (John e Sato, 2006).

Related Work

The following articles related to the theme: Brazilian school architecture and quality in the school environment (Kowaltowski, 2011); environmental quality in public schools in Rio de Janeiro (Paes e Bastos, 2013); sustainability capacity in Municipality of Rio de Janeiro schools (Góes, 2010); sustainability assessment in public education (Baeta, 2006); post-occupation assessment and maintenance in school buildings (Orstein e Martins, 1997); LEED and AQUA environmental assessment systems in Brazil (Barros, 2012) and the LEED School from study case (Kaplan, 2012; Okada, 2012).

National researches related to the topics LCA, maintenance and service life (Stahnke et al., 2015; John e Sato, 2006; Soares et al. 2006; Costa, 2012).

The Brazilian education system

Brazilian students spend an average of 5 hours in schools and basic education in Brazil is divided into three segments: Pre-primary, Elementary and Secondary Education. The Young Adults Education (EJA) a program for students over 18, who did not complete basic education, can also be considered as part of basic education (INEP, 2013). Schools can be divided into 46.4% belonging to the municipality, 34.7% to the states and 0.6% to the federation, with the public network accounting for 81.7% of the students enrolled (40.680.590) and the rest of 18.3% of the students belong to private schools. (SEEDUC, 2015).

State of Rio de Janeiro education network had 763.641 students enrolled most in final years of Elementary and High School and State of São Paulo had 3.821.417 students enrolled most in Elementary and Secondary Education, according to the INEP survey in 2015.(INEP, 2015)

There is a high rate of school dropout in the last years of basic Brazilian education. Due to its growth the Brazilian Centre for Analysis and Planning (CEBRAP) and Victor Civita Foundation (FCV) made, in 2013, a survey with a group of young low income secondary students between 15 and 19 years, 24% declared their school unsafe due to lack of conservation and quality of relationship among their colleagues and 38% declared infrastructure problems related to conservation of classrooms, poor lighting and poor ventilation (Torres et al, 2013).

Public School Maintenance

The phase of use and maintenance of building accounts for about 80% of its living expenses, project decisions must be taken in order to prioritize this phase of the building's life (Ceotto (2006) apud Okada (2012))

Focused on the quality and maintenance of constructions in Brazil, the Brazilian technical standard (NBR) 15.575/2013 defines a minimum performance for home construction throughout its useful life. NBR 15.757/2013 provides minimum durations for construction

materials. Figure 01 schematically represents the extension of the service life as a consequence of the maintenance actions. (ABNT NBR, 2013)

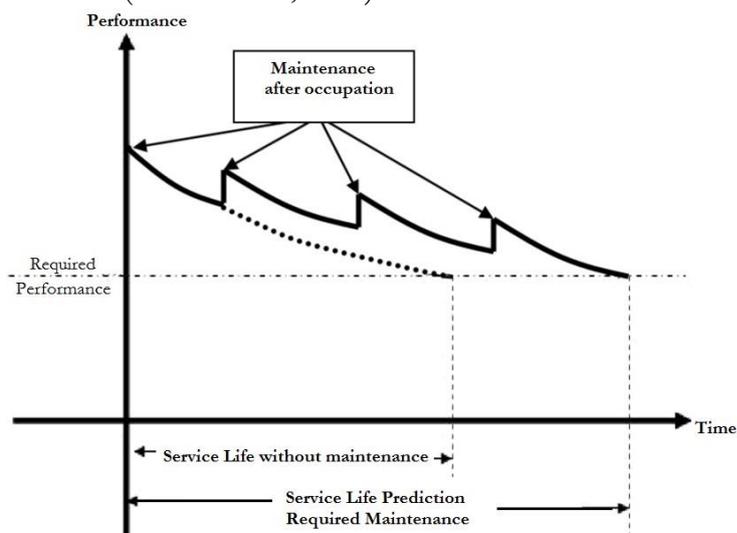


Figure 1 – Service Life \times maintenance, adapted from ABNT_NBR 15.575

Until now, there is no government policy focus specifically to maintaining those schools who achieved certifications in order to prolong their quality environmental performance. In addition resources of the government of Rio de Janeiro for the maintenance of public schools are increasingly smaller, although the state budget for the Department of Education in 2014 was approximately R\$4.52 billion, 72.5% of this amount is committed to employees' expenses. Between 2013 and 2014, investments in the educational infrastructure had a reduction of 50.5%, which in absolute terms equals R\$187.86 million.

Method

The research is exploratory, qualitative and bibliographical, gathering technical visits to educational buildings and interviews.

Two Brazilian public schools certified by AQUA and LEED were chosen as a case study. In the second semester of 2016, semi-empirical surveys were carried out along field visits. Interviews with stakeholders were done as a complement for the research.

A table was developed for each school with all data collected: at "LEED certification report", in the Vanzolini Foundation AQUA school's report, during the field visits and through information provided by the interviewees (key informants, consultants, construction supervisors, and school principals) involved with school.

Tables prescribe the requirements for criteria applied in each category. Further information as comments about the environmental perception or suggestions of maintenance and operation were added in a second line

Overview of environmental certifications in Brazilian public schools

According to the World Green Building Trends (2016), in 2015, Brazil increased 30% the use of LEED in the country, totalizing 1.114 projects participating in LEED Brazil. Although LEED certification has already its version 4, most of the buildings certificated and in process to certifications in Brazil still do it for version 3. Although Brazil uses a lot of LEED certification, other national systems of green stamps have been developed, such as AQUA (developed by the Vanzolini Foundation), the "Casa Azul Seal" just for residential buildings from Caixa Econômica Federal and Selo Procel Edifica. (Grünberg et al. 2014)

Until the end of 2016, only two schools have achieved LEED for Schools V3 certification, according to GBC Brazil, one is the case of study and the other a private school not included in this research. Seven other schools are in evaluating process for certification LEED for schools. (GBC Brasil)

Up to the moment, the PROCEL seal and the BREEAM certification hasn't any School buildings constructed certified in Brazil. The PROCEL seal has two building certified in "project" phase, according to "PROCELINFO". <<http://www.procelinfo.com.br/>> (Dec. 28, 2016) <<http://www.breeam.com/search?q=brazil>>(Nov. 01, 2016).

The AQUA certification has an important participation in the Brazilian market and certifies is given for 5 stages (Preproject, Project, Construction, Preoperational/Maintenance and Operation/Maintenance). Tree educational buildings are contemplated in "construction" stage: a language school, a sustainable practices center and a public State School (chosen for this case of study). Another eleven educational buildings are contemplated in "project" stage and six of them are public State Schools. <<http://vanzolini.org.br/aqua/empreendimentos-certificados>> (Dez. 15,2016)

School Certified at LEED for Schools V3 (Santa Cruz – R.J.)

The school under study was the first certified by LEED for Schools V3 in Latin America, and achieved a Silver position with a score of 52 points. The version3 of LEED has 7 dimensions to be evaluated with prerequisites (compulsory practices) and credits, recommendations that when answered guarantee points for building. The LEED for Schools was incorporated into building design and construction typology in LEED version4. <GBC Brazil, <http://www.gbcbrazil.org.br>> (Jun. 05, 2016)

It is a consensus among researchers that LEED certification has a simple checklist structure and is easy to incorporate into the projects; however, LEED V3 addresses each dimension analyzed individually.

The school is located in a 7.060,00 m² terrain in the Santa Cruz - West Zone of Rio de Janeiro State. Previously the site was a public square. The sports courts were maintained and incorporated to the school's project. The total constructed area is 3,653.52m² (OKADA, 2012) and the construction, managed through a public-private partnership, cost approximately R\$11million (LIMA 2011).

The school's shape is a "pinwheel", taking advantage of the local air circulation. Located in ground floor are administrative and services areas, projected to be used by community; in the upper floor there are 15 classrooms and student toilets; and in the roof is located the green roof.

Table 01 – LEED certificated School

<i>School in Santa Cruz – certified by LEED for SchoolsV3 – 52 of 110 points</i>
<i>SS Sustainable Sites Awarded - 17 of 24</i>
<i>SSp1 Construction Activity Pollution Prevention (Prerequisite) Awarded</i>
A) Project has implemented an erosion and sedimentation control plan. B) Although LEED suggests an EIS (Environmental Impact Study) elaboration, it wasn't necessary according to the local law, and was not prepared.
<i>SSp2 Environmental Site Assessment (Prerequisite) Awarded</i>
A) It was verified the non-existence of contamination of the soil through tests, according to control standards B) The previous verification of the quality of the soil minimizes the impacts in the maintenance of the external areas. LEED O+Mv3 proposes a maintenance plan for these areas.
<i>SSc1 Site Selection - Awarded: 1/1</i>
<i>SSc2 Development Density and Community Connectivity Awarded: 4/4</i>
A) Site is located within a minimum of basic community services and near residential districts

B) Infrastructure basic services as sewage, potable water and public lighting are a facilitator for maintenance and operation activities.

SSc4.1 Alternative Transportation (AT)- Public Transportation A. Awarded: 4/4

SSc4.2 AT - Bicycle Storage and Changing Rooms Awarded: 1/1

SSc4.4 AT - Parking Capacity Awarded: 2/2

A) The area is served by a collective transportation network - bus lines, vans, trains and Bus Rapid Transit (BRT). In addition, a carpool program was developed.

B) Carpooling program is working properly and also attend a demand from students from other locations

SSc5.2 Site Development - Maximize Open Space Awarded: 1/1

A)The school has about 48% of the total area of the open space, being 64% of it vegetated

B) The adoption of a management plan that helps to preserve ecological integrity by employing best management practices that significantly reduce the use of harmful chemicals, energy and water wastage, air pollution, solid waste and / or chemical runoff.(LEED O+M v3)

SSc6.1 Storm water Design Quantity Control Awarded: 1/1

SSc6.2 Storm water Design Quantity Control Awarded: 1/1

A)The school fits in SSc6.1 category with existing site imperviousness less than or equal to 50% and developed a storm water management plan; in SSc6.2 category with 90% captured or treated water runoff such that 80% of the average annual post-development Total Suspended Soil (TSS) is removed

B) In LEED O+Mv3 there is a credit for the management of the quantity of surface runoff

SSc7.2 Heat Island Effect, Roof Awarded: 1/1

A) There is a vegetated Roof that covers at least 50% of the roof area.

B) Although other species were planted on the green roof, the only remained specie was the "boldo do chile"

SSc10 Joint use of facilities Awarded: 1/1

WE Water Efficiency – Awarded 10 of 11

WEp1 Water reduction - 20% Reduction (Prerequisite)

WEc1 Water Efficient Landscaping Awarded: 4/4

A) The School proposes not use potable water in irrigation. Landscaping used does not require permanent irrigation systems.

B) LEED o+Mv3 propose to conserve existing natural site areas and restore damaged site areas to provide habitat and promote biodiversity.

WEc2 Innovative Waste Water Technologies Awarded: 2/2

A) The reduction of potable water has been achieved by the use of high efficiency flush fixtures and non-potable water sources.

B) The school was building a new rainwater tank in the roof, considering a flush fixture demand volume higher than initially calculated

WEc3 Water Use Reduction Awarded: 4/4

A)It was estimate in project a water use reduction about 78%

B) LEED O+M v3 proposes a water performance measurement

EAp1 Fundamental Commissioning of the Building Energy Systems

EAp1 Fundamental Commissioning of the Building Energy Systems

A)The fundamental commissioning report for the project energy-related system was made by a project team Commissioning

B) Best Management Practices for Energy Efficiency: Planning, Documentation, Assessment and Opportunities are the requirements for LEED + M v3

EA Energy and Atmosphere – Awarded 5 of 33

EAc1 Optimize Energy Performance Awarded: 4/19

A) The total predicted annual energy consumption for the project is 437,268 kWh/year of electricity and energy cost savings of 16.23%

B) One of the issues observed during the visit was the deactivation of the presence sensors initially installed in Air Conditioning equipment due to a large number of damaged equipment

EAp3 Fundamental Refrigerant Management (Prerequisite)

A) There are no CFC-based refrigerants in the HVAC systems projected in the School

EAc4 Enhanced Refrigerant Management Awarded: 1/1

A) The project selected refrigerants and HVACR systems that minimize or eliminate the emission of compounds that contribute to ozone-depleting substances

MR Materials and Resources – Awarded 6 of 13

MRp1 Storage and Collection of Recyclables (Prerequisite)

A) The project has provided appropriately sized dedicated areas for the collection and storage of materials for recycling

MRC2 Construction Waste Management Awarded: 1/2

A) About 65% of the on-site generated construction waste has diverted from landfill

MRC4 Recycled Content Awarded: 2/2

A) About 32% of the total building content has been manufactured using recycled materials

B) During the visit it was verified that the building and the materials used were in excellent condition.

MRC5 Regional Material Awarded: 3/2

A) About 66% of the total building materials values include building materials and products, have been manufactured and extracted 500 miles of the project site.

B) According to one of the managers, during the certification process, one of the difficulties related with materials used was with classroom's wooden door. They didn't found doors with the required certification near the construction and had to buy them in Sao Paulo

IE Indoor Environmental Quality Awarded 6 of 19

IEQp1 Minimum Indoor Air Quality Performance (Prerequisite)

A) The project is mechanically ventilated, mechanically conditioned, and naturally conditioned

B) Mechanical ventilation of classrooms is not ordinary used in Brazilian schools, maintenance manuals can be elaborated to facilitate this activity

IEQp2 Environmental Tobacco Smoke Control (Prerequisite)

A) As a prerequisite smoking is prohibited within the building

IEQc3.1 Construction IAQ Mgmt Plan-During Construction Awarded: 1/1

A) Absorptive materials were protected from moisture damage during construction and preoccupancy phases

B) LEED O+M V3 proposes Green Cleaning implementing a program for the use of janitorial equipment that reduces building contaminants and minimizes environmental impact

IEQc4 Low-Emitting Materials Awarded: 4/4

A) All adhesive and sealant products used within the building comply with the referenced standards

B) LEED O+MV3 propose implementing, managing and auditing cleaning procedures and processes.

IEQc8.1 Daylight and Views-Views Awarded: 1/1

A) The project has provided direct line of sight views from about 92% of all regularly occupied seated spaces

ID Innovation in Design Awarded: 6 of 6

RC Regional Priority Credits Awarded: 2 of 4

In table 01, lines identified with letter “A” data from the LEED Certification Review Report were used to prescribe the requirements for criteria applied in each category and for lines “B” comments about the environmental perception verified during the visit or suggestions of maintenance and operation according to LEED O+Mv3. Innovation in Design scored 6 points with the following credits (SSc7.2), (MRc4), (MRc5) and (MRc4); and Regional Priority 4 points, two of each with the credits (WEc3) and (MRc2).

AQUA Certified School – (Vila Brasilândia S.P.)

The *Alta Qualidade ambiental* (AQUA) [High Environmental Quality] is an environmental assessment adapted from the French environmental assessment “*NF BâtimentsTertiaires - Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale)*” by technicians from Vanzolini Foundation and professors from the Polytechnic School of the University of Sao Paulo (Lacerda, 2016).

The assessment system is divided into two complementary stages. The first one is the *Sistema de Gestão do Empreendimento* (SGE) [Building Management System] an environmental quality assurance for the project that is initially established by the customer. The second one is the *Qualidade Ambiental do Edifício* (QAE) [Environmental Quality of the Building] which is divided in four families (Eco-construction, eco-management, comfort and health), also divided in 14 categories. The categories are evaluated into three levels: *Base* (B) [base], *Boas Práticas* (BP) [good management practices] and *Melhores Práticas* (MP) [best management practices]. To achieve the certification the construction must obtain at least 3 categories in level (BP) and 4 in (MP). The 14 categories are divided in 41 subcategories that unfold in about 160 concerns, of which 40% are required to achieve the minimum good concept in each category. <<http://vanzolini.org.br/aqua>> (Apr. 16, 2016)

The building has 15 rooms; including 12 are classrooms, a reading room, a computer room and a multiple-use room. About R\$3.4million was invested by São Paulo Government on this construction, according to the Secretaria de Educação (2012). The School serves about a thousand and one-hundred secondary education and EJA students. (INEP, 2015) The building constructed area is about 3.500, 00m², according to information provided by the consulting office of the certification process. The site hasn’t much available space, therefore the school poly-sports court in located on the roof and the accessibility to the upper floor for wheelchair users is done by elevator. The building reached 5 credits in MP and 5 in BP.

In table 02, all the 14 AQUA categories of the AQUA certification were listed with the corresponding evaluation achieved by the school (B), (BP) and (MP). Relevant criteria identifying how was reached the certification are described in each category. In some cases, there are also observations related to the information obtained during the school visit.

Table 02 – Projeto AQUA – Vila Brasilândia

<i>Public School in Vila Brasilândia - AQUA-HQE Certified</i>
<i>01. The building relation with the surroundings – (MP)</i>
Bicycle storage and native trees plantation
<i>02. Choice of products, systems and construction processes- (BP)</i>

Use of water-based paints products, materials of origin close to the site (up to 300 km), conformity of materials and services attested by accredited laboratories and pre-fabricated elements in the structure

03. Sustainable jobsite – (MP)

Separation of waste types generated in construction. Develop a Construction Waste Management Plan. Reuse in ground floor of recycled land and recycled construction materials. Use of water sprinkling preventing dust formation. Use of a Decantation tank to wash construction tools and for waste ink and wheels of trucks (with reuse water)

04. Energy Economy – (BP)

Use of energy savings lamps. Use of solar water heating system and use of daylight in 100% of classrooms.

05. Water Economy – (MP)

Use of rainwater system for non-potable purposes. Use of pressure-faucets. Awareness of users about water conscious consumption

06. Waste Management – (MP)

Construction of two waste shelters

07. Sustainable operation and maintenance – (BP)

Safe access to all technical and roof areas. A technical walkway with horizontal brise-soleil function. Cabinet with hydraulic and electrical systems

08. Thermal Comfort and air quality – (B)

Use of natural cross ventilation, large windows and brise-soleil for solar blocking. Use of glass-fiber sandwich-type metal roof tile.

09. Acoustic Comfort – (B)

Acoustic design, with an acoustic insulation in the floor of the sports court. Use of glass wool on the roof, mineral acoustic lining in the hallways of classrooms and installation of solid wooden doors in classrooms.

During the visit, it was possible to notice that classroom windows open to corridor and could harm the classrooms acoustics.

10. Visual Comfort – (MP)

Brise-soleil to reduce the direct solar incidence in some areas. Installing "solar window film" adhesive on the windows of the computer room window to avoid overshadow.

11. Olfactory Conforto – (B)

12. Sanitary Quality of Spaces – (BP)

The building uses easy cleaning and maintenance materials.

13. Sanitary Quality of Air – (B)

The rooms have cross ventilation. Due to the difficulty of maintenance, client and consultants chose not to use air conditioning equipment in the classrooms

14. Sanitary Quality of Water - BP

The rainwaters pipes are in a different color to reduce the contamination risk. Devices were adopted to reduce turbidity at the entrance of the pluvial water reservoir. The FDE (Foundation for the development of education) has a manual for the maintenance of this system (<http://www.fde.sp.gov.br/>).

Conclusion

It can be noticed that the AQUA certification has more flexibility in relation to the credits to be achieved, since the SGE allows the entrepreneur to establish the profile to be achieved.

Both Schools started their operation in 2011 (LEED school) and 2012 (AQUA school), although they have been certified in 2013. During this period schools went through few maintenance interventions and the most important were: installation of grilles near the brise-soleil of the second floor and at the back of the building to protect against theft and vandalism (AQUA School); installation of a new rainwater tank, due to a higher demand (LEED School) and the deactivation of the presence sensors in the Air conditioning equipment (LEED School).

The quality of the construction materials used due to certifications requirements resulted in a good state of preservation of the buildings visited, even after 4 and 5 years of operation. However, preventive maintenance measures are necessary not to harm the buildings quality performance. Currently some good practices should be followed throughout the country, such as the development of technical manuals for use, operation and maintenance (developed by the FDE) and the adoption of specific government programs to maintain public schools (adopted by the Government of Rio de Janeiro).

It can be noticed that there is a big difference related to the building costs. This could be related to the terrain size and the type of equipment used. The LEED School has a larger terrain with a swimming pool and two multi-sport courts; in the other hand AQUA school has only one multi-sport court on the top of the building. The LEED School invested in equipment for air conditioning and exhausting air in classrooms, required by LEED certification according with the US Standards. The AQUA school chose not to use air conditioning equipment in classrooms, since there isn't a government maintenance program for them.

Future studies considering water and energy consumption in the certificated Schools compared to non-green schools, are suggested.

REFERENCES

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2013) NBR 15575 - Partes 1-6: Desempenho de Edifícios Habitacionais. Rio de Janeiro.
- Baeta, I. (2006). "Avaliação da Sustentabilidade em Instituições de Ensino Público: Diretrizes para Base Metodológica Aplicada à Construção Civil". M.S. thesis, UFF, Niterói.
- Barros, A. D. M. (2012). "A Adoção de Sistemas de Avaliação Ambiental de Edifícios (LEED e processo AQUA) no Brasil: motivações, benefícios e dificuldades". M. S. thesis, USP, São Carlos.
- Costa, K. A. (2012). "A Utilização da Avaliação do Ciclo de Vida no Processo de Tomada de Decisão em Sustentabilidade na Indústria da Construção no Subsetor de Edificações". Doctoral dissertation, UFF, Niterói.
- GBCBrasil, Certificação LEED <<http://www.gbcbrazil.org.br/?p=certificacao>> (May. 3, 2016).
- Góes, C. A. F. O. (2010). "Escolas Municipais Cariocas: Potencial de Sustentabilidade." Proc., Nac. Meeting on ENTAC. Rio Grande do Sul, Brazil.
- Gordon, D. E. (2010) Green Schools as High Performance Learning Facilities, National Clearinghouse for Educational Facilities. Washington, D.C.
- Grünberg, P. R. M.; Medeiros, M. H. F.; Tavares, S. F. (2014). "Environmental certification for habitations: comparison between LEED for homes, AQUA process and "selo casa AZUL", Ambiente & Sociedade, São Paulo v. XVII, n. 2, 209-226.
- INEP (2015) "Censo Escolar". <<http://www.qedu.org.br/>>(Dec. 15, 2016).
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira INEP (2013) "Censo Escolar da Educação Básica 2013: resumo técnico", Brasília.

- <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/resumo_tecnico_censo_educacao_basica_2013.pdf> (Dec. 20, 2016).
- John, V. M. ; Sato, N. M. N. (2006) “Durabilidade de componentes da construção.” Coletânea Habitare, Porto Alegre, v.7.
- Kaplan, L. (2012). “Análise Preliminar do Projeto Escolas Sustentáveis: Estudo de Caso da Primeira Escola Sustentável do Brasil, na Baía de Sepetiba (RJ).” Proc, Nac. Meeting on XVI Endipe. Campinas. Brazil, 13-25.
- Kats, G. (2006) Greening America’s Schools, Costs and Benefits, A Capital E Report.
- Kowaltowski, D. C. C. K. (2011) Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino, Oficina de Textos. São Paulo.
- LACERDA C. S. (2016) “As Certificações de Sustentabilidade Construtiva Leed E AQUA-HQE e a Agregação de Valor nos Processos Produtivos, Comerciais e Operacionais de Edifícios Comerciais no Brasil”. M.S. thesis. UFMG. Belo Horizonte. <<https://www.researchgate.net/publication/301593478>> (Jun. 13, 2016).
- LIMA E. C. (2011) “Escola Pública Sustentável”, Revista Infra-estrutura Urbana <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/4/artigo220120-2.aspx>> (Jan.11,2017).
- Okada, E. Y. (2012). “Avaliação da Segurança Ambiental de Construção Certificada LEED: Estudo de Caso de um Colégio Público no Rio de Janeiro”. M.S. Thesis. UFRJ, Rio de Janeiro.
- Ornstein, S. W.; Martins, C. L. (1997) “Arquitetura manutenção e segurança de ambientes escolares: Um estudo de aplicativo de APO”. Ambiente Construído. Rio Grande do Sul. <<https://www.researchgate.net/publication/277117235>>(Apr. 4, 2016).
- Paes, R. F. S.; Bastos, L. E. G. (2013). “Qualidade ambiental na edificação: o caso das escolas públicas da cidade do Rio de Janeiro”, Proc. XII National Meeting and VII Latin American meeting, on ENCAC/ENLAC. Brasília, 131-140.
- Sattler, M. A.; Pereira, F.O.R. (2006). “Construção e Meio Ambiente”, Habitare. Porto Alegre, v. 7, 21-58.
- Secretaria de Educação (2012) < <http://www.educacao.sp.gov.br/noticias/educacao-inaugura-primeira-escola-com-certificacao-ambiental>> (Dec. 21, 2016).
- Secretaria de Estado e Educação. (2015) “SEEDUC em números, transparência na educação”<www.rj.gov.br/seeduc> (Dec. 21, 2016).
- Soares, S. R.; Souza, D. M.; Pereira, S. W. (2006) “Avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil” Coletânea Habitare, Porto Alegre, v.7, 96-127.
- Stahnke, M. A.; Nunes E. L.; Viero C. F. (2015) “Analysis of the use of preventive maintenance in educational environments: a case of study”. <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n18/15361814.html>> (Nov. 15, 2016).
- Torres, H. G. (2013) “O Que Pensam Os Jovens De Baixa Renda Sobre A Escola”. CEBRAP.<http://www.fvc.org.br/estudos-e-pesquisas/2012/pdf/relatorio_jovens_pensam_escola.pdf> (Dec 21., 2016).

World Green Building Trends (2016) Developing Markets Accelerate Global Green Growth. Smart Market Report.

<<https://drive.google.com/file/d/0BzEtGxNvY9MtTFh4M21PV0N0d3M/view>> (Jan. 15, 2017)



DIRETRIZES NO USO E MANEJO DAS ÁGUAS EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES BASEADAS EM SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Daniela Mazieri^a, Luiz de Pinedo Quinto Junior^b

^aIFF - Eng. Ambiental, e-mail: dmazieri@icloud.com; ^bIFF - Eng. Ambiental, e-mail: luizpinedo@uol.com.br

RESUMO

Acusadas por gerar grandes impactos ambientais durante sua construção, operação e gestão, as edificações são responsáveis pelo consumo excessivo de recursos naturais. Portanto, em busca de um melhor desempenho ambiental na edificação escolar através da incorporação dos conceitos de sustentabilidade adotados nas certificações ambientais; este trabalho investiga o uso racional de água aplicado nas “Green Schools” ou Escolas Verdes de acordo com os critérios utilizados pelos sistemas de avaliação ambiental: LEED for Schools, AQUA-HQE e o método US-CHPS. Este artigo se propõe analisar a importância do uso e manejo das águas nas edificações escolares através da comparação das diversas categorias relacionadas ao tema enfatizando a importância dos critérios adotados em cada sistema. Os resultados deste artigo evidenciam a importância dos sistemas de avaliação ambiental como ferramenta para melhoria de desempenho no uso e manejo da água para as edificações escolares.

Palavras-chave: Escolas Verdes. Uso racional de água. Qualidade ambiental. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Accused by generating large environmental impact during construction, operation and management, buildings are responsible for excessive consumption of natural resources. Therefore, in search of better environmental performance in schools buildings through the incorporation of sustainability concepts adopted in environmental certifications; this work investigates the rational use of water applied to the "Green Schools" according to the criterias used by the environmental assessment certifications: LEED for Schools, AQUA-HQE and the US-CHPS method. This article aims is to analyze the importance of water use and management in school buildings comparing different categories related to the theme emphasizing rating adopted in each system. The results of this paper highlight the importance of environmental assessment systems as a tool for a better performance in use and management of water for school buildings.

Keywords: Green Schools. Rational Use of Water. Environmental Quality. Sustainability.

INTRODUÇÃO

²³ Artigo Científico apresentado no III Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis, realizado em 20 e 21 de Outubro de 2016, na cidade de Porto Alegre - RS

As raízes do edifício verde tem sua origem há mais de 30 anos, naquela época se iniciava um movimento disperso de ambientalistas de diversas áreas, atualmente este segmento é reconhecido de forma mais ampla e por indivíduos de outros segmentos da comunidade (CRYER et al. 2006). Algumas preocupações impulsionaram a adoção de práticas de construção com menores impactos, tendo como destaque a procura da eficiência energética na década de 70 em virtude da crise do Petróleo, o conceito da síndrome dos edifícios doentes que emergiu na década de 80 trazendo preocupações com a saúde e produtividade dos ocupantes dos edifícios, a preocupação de projetos em locais com a escassez de água e novas exigências de reciclagem. (CEPINHA, SANTOS, 2009). Pode-se afirmar que o surgimento e a difusão dos conceitos do projeto ecológico (*Green Design*) foi uma das respostas do meio técnico para a conscientização ambiental da década de 90 desencadeada após a crise do petróleo da década de 70. (SILVA 2003).

A escola pública é um estabelecimento destinado ao ensino, que abriga alunos, professores e funcionários, além de atender a comunidade no entorno. O ambiente escolar tem influência no comportamento do indivíduo e afeta a capacidade de aprendizado de seus alunos. Há muitos fatores que podem contribuir para melhorar a qualidade do ensino e aumentar desempenho dos alunos. A definição de qualidade ambiental, segundo Paes e Bastos (2013), considera o conjunto de condições físicas que levam ao conforto, bem-estar e a salubridade dos seus usuários, assim como os impactos gerados pelas edificações ao meio ambiente.

A literatura internacional sobre o tema das edificações verdes é extensa (RODI, et al., 2015, ROBINSON, 2015; GOU; XIE, 2016; CEPINHA, SANTOS, 2009; CRYER et al. 2006) sendo algumas focadas exclusivamente no tema das escolas (GORDON, 2010; KATS, 2006, OETINGER, 2010; MARABLE, 2014; RAMLI et al., 2013, JI et al., 2014) Segundo Gordon (2010), as escolas verdes têm ambientes com temperaturas confortáveis, boa qualidade do ar, luz abundante, salas de aula com baixos níveis de ruído utilizando eficientemente seus recursos naturais, minimizando a poluição, além de ensinar aos alunos sobre a importância da qualidade ambiental no ambiente construído, tendo como principais características: conservação de energia e dos recursos naturais, melhoria da qualidade do ar nas salas de aula, uso de materiais de acabamento adequados, uso de iluminação natural, melhoria na qualidade acústica das salas de aula, gestão de esgoto, gestão dos resíduos sólidos e o aproveitamento, gestão e drenagem de águas pluviais.

Uma das principais barreiras para a construção de uma escola verde é a preocupação com os custos extras gerados por durante seu projeto, planejamento e obra. No ano de 2006 foi publicada uma pesquisa elaborada por Kats (2006), patrocinada pela USGBC, com 30 escolas verdes norte-americanas, construídas em 10 estados durante o período de 2001 a 2006, que possuíam certificação LEED ou faziam parte do programa CHPS, com a intenção de levantar dados sobre os benefícios financeiros das escolas verdes. A conclusão deste trabalho foi que as escolas custam em média 2%²⁴ a mais do que as convencionais, mas os benefícios comparados ao das escolas convencionais como a redução de energia e água, redução nos custos com a saúde, diminuição do absenteísmo de professores faz com que haja uma redução direta por escola de U\$12/ft² (ou U\$133/m²), o que as tornam do ponto de vista financeiro rentáveis, além de proporcionar outros benefícios.

O propósito deste artigo é estudar as diretrizes das escolas verdes para o uso e manejo da água através de uma revisão da literatura e comparar metodologias de avaliações de desempenho ambiental aplicadas no exterior e no Brasil, sendo estas a Certificação LEED for

²⁴ Valor relacionado ao Custo verde - Segundo Kats (2006), o "custo verde" ou "cost premium" é o custo extra inicial para construir um edifício verde comparada a um edifício convencional.

Schools da *US Green Building Council (US-GBC)*, *US - CHPS (Collaborative for High Performance Schools)* e a certificação *AQUA - HQE*.

Apesar de existirem poucas pesquisas analisando as certificações ambientais aplicadas às escolas públicas brasileiras, existem trabalhos que comparam diferentes certificações ambientais em outras tipologias de edificações (GRUNBERG et al., 2014; BARROS, 2012; FERREIRA; PINHEIRO; BRITO, 2012; BUENO et al., 2011; WU et al., 2016; CHANCE, 2012). Entretanto em relação ao uso e manejo das águas em edificações escolares existem estudos nacionais que abordam desde a relação da certificação LEED com o uso racional de água até aspectos como o estudo do dimensionamento de reservatórios para águas pluviais.(MARTINS, BECKER, CAMPOS, 2014; SILVA, TAMAKI, GONÇALVES, 2005; FASOLA et al., 2011; SALLA et al., 2013).

Segundo Silva 2003, mesmo os países que acreditavam dominar conceitos de projeto ecológico, não possuíam ferramentas para uma verificação ecológica de fato de seus edifícios e este foi o primeiro sinal para a necessidade de se avaliar o desempenho ambiental dos edifícios. O segundo grande impulso pelo interesse pela avaliação ambiental foi proveniente de um consenso entre pesquisadores e governo de que a classificação de empenho ligada ao sistema de certificação é um método eficiente para melhoria de desempenho ambiental, tanto do ambiente construído, quanto para as novas certificações. Por sua vez, as certificações internacionais desenvolvidas sob a ótica do seu país de criação, avaliam um contexto diferente da realidade local. (SILVA 2003)._Portanto, as metodologias aplicadas nas avaliações de desempenho ambiental dos edifícios contribuem para um menor impacto ambiental no setor, pois além de resultar na certificação dos edifícios avaliados podem por sua vez se tornar referências de desempenho, opções de tecnologias e soluções de menor impacto adequadas às realidades locais.

Atualmente, um número grande de certificações vem sendo desenvolvidas por diversos países com focos diferentes de aplicação. Além do mais, podemos verificar que existe um consenso em todas as certificações quanto ao uso eficiente da água, sendo que medidas devem ser adotadas para reduzir o consumo de água potável afim de alcançar a certificação. O Brasil ainda utiliza muito o método internacional de certificação LEED, porém já foram desenvolvidos sistemas nacionais de selos verdes, como o *AQUA* (desenvolvido pela fundação Vanzolini) e o “Selo Casa Azul” (da Caixa Econômica Federal), voltado às edificações residenciais.

METODOLOGIA

Para este estudo foram escolhidas três certificações distintas com o objetivo abranger métodos criados com diferentes perspectivas e comparar através de uma análise individual de cada certificação a importância do uso e manejo da água. Os critérios utilizados para a escolha das certificações foram: LEED por ser amplamente utilizado no Brasil e ocupar 3ª posição no ranking mundial de aplicação desta certificação, ficando apenas atrás dos Estados Unidos e China; *AQUA –HQE* pelo fato desta ter sido a primeira certificação nacional adaptada ao contexto brasileiro a ser lançada no Brasil para a construção civil e o sistema *US-CHPS* , o *Collaborative for High Performance Schools* ou *Colaboração para Alto Desempenho Escolar (CHPS*, muitas vezes pronunciado como “chips”), por ter sido desenvolvido exclusivamente para avaliação da qualidade ambiental escolar.

Foram analisados todos os critérios que envolvem o uso e o manejo da água dentro destes sistemas e elaboradas tabelas com o propósito de comparar os parâmetros adotados por cada certificação.

LEED for Schools

Até o momento o segundo programa da GBC Brasil o sistema LEED possui 8 tipologias diferentes LEED NC - New Construction, voltado para construções novas; LEED ND - for Neighborhood Development, voltado para projetos com desenvolvimento em bairros inteiros, LEED Retail NC e CI, criado para lojas de varejo; LEED EB_OM – Existing Buildings – Operation and Maintenance, criado para iniciativas de manutenção em edificações já existentes LEED for Schools, desenvolvido para escolas e centros de ensino, LEED CI Commercial Interiors, projetos de interior ou edifícios comerciais; LEED CS Core & Shell, projetos de entorno de edificações e parte central; LEED HealthCare, desenvolvido para edificações voltadas à saúde (site GBC Brasil, <http://www.gbcbrazil.org.br>, consultado em 06/07/16). O sistema LEED for Schools foi desenvolvido para atender as edificações escolares novas e a reformas em edificações escolares existentes, foi criado pela USGBC e sua primeira versão foi desenvolvida em 2009. (MUÑOZ 2012)

O sistema LEED possui 7 dimensões a serem avaliadas nas edificações, todas elas possuem pré-requisitos (práticas obrigatórias) e créditos, recomendações que quando atendidas garantem pontos a edificação. O nível da certificação obtida é definido conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos a 110 pontos. (site GBC Brasil, <http://www.gbcbrazil.org.br>, consultado em 05/06/16).

CERTIFICAÇÃO LEED FOR SCHOOLS - Uso e gestão de água		Pontuação Possível
	ESPAÇO SUSTENTÁVEL (SS)	24
SSc 6.1	Projeto de drenagem de águas pluviais - Quantidade	1
SSc 6.2	Projeto de drenagem de águas pluviais - Qualidade	1
	USO EFICIENTE DE ÁGUA (WE)	11
WEp1	Redução do consumo de água em -20%	Pré-requisito
WEc1	Uso eficiente de água para paisagismo	(2-4)
	Redução de 50% no uso de água potável para irrigação	2
	Não utilizar água potável para a irrigação	4
WEc2	Tecnologias inovadoras para os efluentes	2
WEc3	Redução no consumo de água	(2-4)
	Redução de 30%	2
	Redução de 35%	3
WEc4	Redução no uso de água de processo	1

Tabela 1 - LEED for Schools uso e gestão de água. Fonte: adaptado Martins et al., 2014

AQUA-HQE

Segundo dados de Lacerda (2016) e da fundação Vanzolini, o documento Referencial Técnico de Certificação para a tipologia do setor de serviços do Processo AQUA-HQE apresenta as seguintes estratégias divididas em dois sistemas de avaliações que se complementam: o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), sendo a primeira parte na obtenção da certificação, onde é tratada a gestão a ser estabelecida pelo empreendedor como garantia à qualidade ambiental ao final da construção e a avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), sendo a segunda parte do processo de certificação que avalia o desempenho do edifício de acordo com suas características técnicas e arquitetônicas, dividida em 14 categorias que por sua vez estão distribuídas em quatro famílias (eco- construção, eco-gestão, conforto e saúde e desmembradas em subcategorias.

As ações adotadas no SGE para a Gestão das águas estão divididas em:

- Acompanhamento periódico: verificar a evolução dos consumos para controlá-los, podendo ser verificados através de relatórios periódicos de consumo ou medidores individuais visíveis.

- Uso da água: efetuar rapidamente o conserto de um equipamento que apresente um vazamento de água visível, mesmo que pequeno; acompanhar o consumo de água e reagir imediatamente quando ocorrer um aumento de consumo não justificado, evitar o desperdício ao deixar a água fluir quando da realização de atividades que não necessitam do uso contínuo da água.

- Reservatório de água de bacias sanitárias: Utilizar corretamente o sistema de comando existente no reservatório de água da bacia sanitária, optar preferencialmente ao sistema com "Duplo comando".²⁵

Conforme dados da fundação Vanzolini, além de estabelecer um sistema de gestão único para cada empreendimento, o empreendedor deve realizar a avaliação da qualidade ambiental do edifício em pelo menos três fases (construção nova e renovações): Pré-projeto, Projeto e Execução; e na fase pré-projeto da Operação e Uso e fases Operação e Uso periódicas (edifício em operação e uso). (FUNDAÇÃO VANZOLINI, site Fundação Vanzolini, <http://vanzolini.org.br>, consultado em 06/07/16).

CERTIFICAÇÃO AQUA - USO E GESTÃO DE ÁGUA		
	PRESERVAR RECURSOS	REDUZIR A POLUIÇÃO
PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS	ÁGUA	ÁGUA
LOCAL e CONSTRUÇÃO		
1. Relação do Edifício com o entorno		
1.2 Implantação no terreno		X
2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos		
2.2 Escolhas de processos construtivos	X	X
2.3 Escolhas de produtos de construção	X	X
3. Canteiro de Obras		
3.3 Recursos - consumo de água e energia	X	X
GESTÃO		
5. Água		
5.1 Economia de água potável	X	X
5.2 Gestão de águas pluviais no terreno	X	X
5.3 Esgotamento sanitário	X	X
7 Conservação e Manutenção		
7.1 Otimização das necessidades em manutenção	X	X
7.2 Controle dos efeitos ambientais e sanitários da manutenção	X	X
7.3 Facilidade de acesso para manutenção	X	X
7.4 Equipamentos para manter o desempenho em uso e operação	X	X
SAÚDE		
14. Qualidade sanitária da água		
14.1 Manutenção da qualidade da água de consumo nas redes internas do edifício	X	X
14.2 Controle de acessos às redes coletivas de distribuição	X	X
14.3 Controle da qualidade da água proveniente de rede de água potável	X	X

Tabela 2 - AQUA-HQE Uso e Gestão de água. Fonte: Autora, adaptado do Manual AQUA-HQE 2009

US-CHPS

Para o CHPS na Califórnia, as "Green Schools" tem como definição 13 atributos: saúde dos usuários, conforto, eficiência energética, materiais adequados, uso racional de água, fácil gestão para manutenção e operação, certificação ambiental, estar inserida em um local sensibilizado em relação ao meio ambiente, ter o edifício como exemplo de boas práticas ambientais, ser seguro, envolver a comunidade local, estimular profissionais da área e adaptar às necessidades de mudança.

Outras diretrizes que vão além dos critérios de Arquitetura e engenharia para os próprios edifícios foram abordadas em outros Estados como no de Washington: acessibilidade

²⁵Duplocomando-uso dois botões, sendo que o primeiro libera uma pequena quantidade de água e o segundo botão libera a totalidade da água contida no reservatório.

à escola utilizando transportes públicos, implantação do edifício em local adequado em relação ao aproveitamento da insolação, implantação de sistemas de conservação de água na irrigação, maximizar o uso de energias renováveis, uso de materiais não tóxicos, biodegradáveis e de fácil reciclagem e a qualidade ambiental interna (temperatura, iluminação e acústica). (NRC, 2006).

Cada categoria é composta de pré-requisitos e créditos, totalizando 250 pontos. Os Pré-requisitos são os critérios que devem ser cumpridos por cada projeto, dependendo do tipo de projeto ou escopo. Os créditos são critérios que são escolhas opcionais a depender do tipo de meta a ser alcançada. Na tabela 03, é possível analisar as pontuações e pesos conforme categorias. (US CHPS CRITERIA, 2014).

US-CHPS Criteria - Uso e gestão de água		Pontuação
	ESPAÇOS SUSTENTÁVEIS (SS)	24
SS 5.1	Gestão de águas pluviais Pós ocupação	1
	ÁGUA (WE)	20
WE 1.1	Redução mínima o consumo de água potável no interior da edificação	5
WE 1.1	Fornecer equipamentos e acessórios para reduzir o uso de água potável nas construções novas e nas grandes obras de renovação / modernização para atender aos requisitos de desempenho	5
WE 2.1	Redução no uso de água potável para o sistema de esgoto	4
WE 2.1.1	Fornecer recursos de fechamento para o abastecimento de água para todos os mictórios e vasos sanitários para evitar o vazamento de água quando desocupados	Pre-requisito para WE 2.2 / WE 2.3
WE 2.1.2	Reduzir pelo menos 20% o uso de água potável para a construção de transporte de esgoto através do uso de equipamentos eficientes em termos de água, utilização de sistemas de águas pluviais de captação , ou ambos.	2
WE 2.1.3	Reduzir pelo menos 40% o uso de água potável para a construção de transporte de esgoto através do uso de equipamentos eficientes em termos de água, utilização de sistemas de águas pluviais de captação , ou ambos.	4
WE 3.1	Redução no uso de água para irrigação (ou WE 3.1.1. ou WE 3.1.2)	4
WE 3.1.1	Uso de medidores de umidade do solo , estações meteorológicas, ou tecnologia equivalente para controlar o funcionamento de sistemas de irrigação dos campos de recreação	4
WE 3.1.2	Desenvolver um orçamento de água para a paisagem e uso ornamental de acordo com os projectos de lei local. Baseia-se na intenção de reduzir e otimizar o uso de água potável para irrigar áreas de lazer.	4
WE 4.1	Redução no uso de água potável para áreas não recreacionais	4
WE 4.1.1	Reduzir a água potável, água de superfície natural ou consumo de água subterrânea para irrigação de áreas de paisagem não- recreativas em 20% em linhas de base do orçamento da paisagem com a utilização de espécies nativas eficientes em termos de água (ou adaptado) plantações clima tolerante , controladores de irrigação de alta eficiência , a umidade do solo metros / sensores de chuva, ou o uso de chuva captada ou água recuperada	2
WE 4.1.2	idem 4.1.1 para 30% de redução	3
WE 4.1.3	Não instalar sistemas de irrigação permanente para rega de áreas ajardinadas não-recreativas (excluindo hortas escolares designadas) e especificar plantas ou ervas resistentes à seca nestas áreas com o objetivo de não ter que irrigá-las	4
WE 4.1.4	Reduzir o consumo de água potável, água de superfície natural ou consumo de água subterrânea para irrigação de áreas de paisagem não- recreativas em 50%.	4
WE 5.1	Redução no uso de água potável para áreas recreacionais	2
WE 5.1.1	Reduzir a água potável, água de superfície natural ou consumo de água subterrânea para irrigação de áreas de lazer em 25 % com a utilização de espécies nativas eficientes em termos de água (ou adaptado) plantações clima tolerante , tecnologias de irrigação de alta eficiência , a umidade do solo metros / precipitação sensores, ou usando chuva captada ou água recuperada .	1
WE 5.1.2	idem 5.1.2 para 50% de redução	2
WE 6.1	Sistemas de irrigação	1
WE 6.1	Criar um plano de gestão para a irrigação com controle de irrigação e revisão da instalação completa durante a construção , testes de desempenho após a instalação e documentação para operações e manutenção em curso .	1

Tabela 3 - US-CHPS uso e gestão de água, Fonte: autora

Podemos observar através da análise das categorias e dos créditos ligados ao uso e gestão de água que existe um consenso em todas as certificações quanto ao uso eficiente da água, sendo que em todos os casos foram abordadas medidas para redução do consumo de água potável a fim de obter créditos para a certificação, assim como a preocupação com a drenagem de águas pluviais e com a redução dos efluentes gerados nas edificações escolares.

No sistema AQUA-HQE existe uma grande preocupação com a gestão do empreendimento, sendo a avaliação que mais se preocupa com a gestão do uso d'água nas edificações, sugerindo a adoção de ações para o acompanhamento periódico no consumo de água, manutenção do sistema e sensibilização dos usuários sobre a importância do uso racional da água. No entanto, a certificação LEED for Schools, dentro de suas categorias, não aborda as preocupações em relação à pós-ocupação das edificações como a adoção de medidas de manutenção do sistema ou a sensibilização dos usuários para obtenção de créditos.

Na certificação AQUA-HQE existe uma grande preocupação com saúde dos usuários em relação à qualidade da água potável consumida, sendo que tal abordagem não pode ser observada nas demais certificações originalmente desenvolvidas fora do país. Contudo, no sistema de avaliação US-CHPS existe uma forte preocupação a respeito da irrigação das grandes áreas de paisagismo, pelo fato de ser desenvolvida para as tipologias das escolas norte-americanas.

Podem ser observadas preocupações com a drenagem das águas pluviais em todos os métodos de avaliação, assim como uma preocupação na qualidade, controle da poluição e redução do volume da água descartada.

Medidas para redução do consumo de água potável devem ser consideradas essenciais, assim como o uso racional de água, sendo ela potável ou não, com o objetivo de evitar a sobrecarga nos sistemas de tratamento de esgoto. Ademais, deve-se observar a importância dos critérios de avaliação quanto à redução do uso de água durante a construção e operação da edificação. Nesta última enfatizando a adoção de medidas de prevenção e manutenção através da escolha adequada dos materiais, da realização de manutenções periódicas e do desenvolvimento de projetos com sistemas adaptados para evitar perdas desnecessárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Barros, A. D. M.; 2012. A Adoção de Sistemas de Avaliação Ambiental de Edifícios (LEED e processo AQUA) no Brasil: motivações, benefícios e dificuldades. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 185 f.
- Bueno, C.; Rossignolo, J. A.; Fiorelli, J. 2011. Avaliação de Desempenho Ambiental de Edificações Habitacionais: Apresentação de Metodologia para Análise Comparativa de Sistemas de Certificação no Contexto Brasileiro. VI Encontro Nacional e IV ELECS, 2011, Vitória. p.1 – 10.
- Cepinha, E.; Santos, S.; 2009. Implementação de um sistema de avaliação de desempenho ambiental da construção – LEED. Lisboa, 23 p.
- Chance, S. 2012. Planning for Environmental Sustainability Learning from LEED and the USGBC. Planning For Higher Education, Dublin, v. 41, n. 1, p.194-233.
- Cryer, B. et al; 2006. Evaluating the Diffusion of Green Building Practices. Los Angeles, 83 p.
- Fasola, G. B. et al.; 2011. Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p.65-78.

- Ferreira, J.; Pinheiro, M.D.; Brito, J.; 2012. Comparação das ferramentas nacionais de avaliação da sustentabilidade na construção com o BREEAM e o LEED - uma perspectiva energética. *Engenharia Civil Um, Braga*, v. 43, p.5-27.
- Gordon, D. E.; 2010. *Green Schools as High Performance Learning Facilities*. Washington, D.C.. National Clearinghouse for Educational Facilities.
- Grünberg, P. R. M.; Medeiros, M. H. F.; Tavares, S. F.; 2014. Certificação Ambiental de Habitações: Comparação entre LEED for Homes, Processo AQUA e Selo Casa Azul. *Ambiente & Sociedade, São Paulo*, v.2, p.195-214.
- Ji, C. et al.; 2014. A model for evaluating the environmental benefits of elementary school facilities. *Journal Of Environmental Management*, v. 132, p.220-229.
- Kats, G. 2006. *Greening America's Schools, Costs and Benefits. A Capital E Report*.
- Marable, S. A.. *Green schools – the implementation and practices of environmental education in leed and used green ribbon public schools in virginia*. 2014. Tese (Doutorado). Virginia Polytechnic Institute And State University, Virginia, 114 f.
- Martins, F. L. et al.; 2014. Diretrizes para projetos de sistemas prediais hidráulicos e sanitários, baseadas nos critérios da certificação Leadership in Energy and Environmental Desing for Schools (certificação LEED para escolas. *Anais do XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, p.2780-2789.
- Oetinger, J. W..2010. *Green Schools: Constructing and Renovating School Facilities with the Concept of Sustainability*. Tese (Doutorado) - Curso de Education, Education Faculty Of Lindenwood University, Lindenwood, 114 f.
- Paes, R. F. S.; Bastos, L. E. G.; 2014. Qualidade ambiental na edificação: o caso das escolas públicas da cidade do Rio de Janeiro. *Artigo. Conforto & Projeto: Edifícios*. Brasilia, v. 12, p.131-140.
- Ramli, N. H. et al.; 2012. A Comparative Study of Green School Guidelines. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 50, p.462-471.
- Robinson, S.J.; Sanderford, A. R.. 2015. Green Buildings: Similar to Other Premium Buildings? *Artigo. The Journal Of Real Estate Finance And Economics*, v. 52, n. 2, p.99-116.
- Rodi, W. N. W. et al.; 2015, *Obsolescence of Green Office Buildings: A Literature Review*. *Artigo. Procedia Economics And Finance*, v. 31, p.651-660.
- Salla, M. R. et al.; 2013. Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade. *Ambiente Construído, Porto Alegre*, v. 13, n. 2, p.167-181.
- Silva, G. S.; Tamaki, H. O.; Gonçalves, O. M.; 2005. Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários. *Ambiente Construído, Porto Alegre*, v. 6, n. 1, p.49-61.
- Silva, V. G.; 2003. *Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica*. Tese. São Paulo. 210 f.

Wu, P. et al.2016. A decade review of the credits obtained by LEED v2.2 certified green building projects. **Building And Environment**, v. 102, p.167-178.

APÊNDICE B²⁶

Figuras relacionadas aos Colégios visitados
C.E. Ilha da Juventude

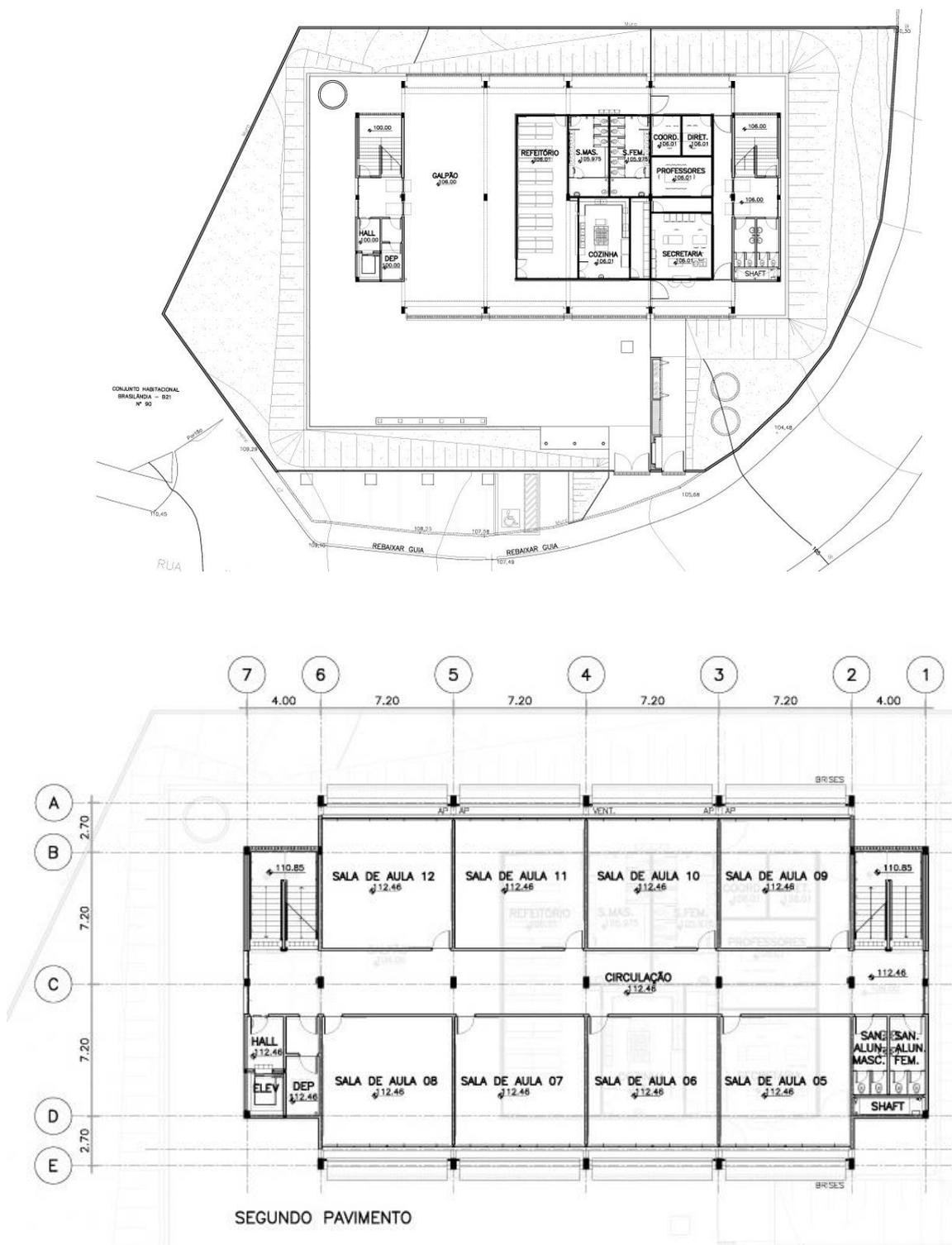


Figura 1 B- Plantas do Térreo e do Segundo Pavimento do C.E. Ilha da Juventude (sem escala). Fonte: www.metropole.arq.br/institucional/EE-Ilha-da-Juventude (2017)²⁷

²⁶ Registros fotográficos das visitas às Unidades de Ensino e outras imagens



Figura 2B- Imagem aérea do C.E. Ilha da Juventude. Fonte: Google Maps (2017)

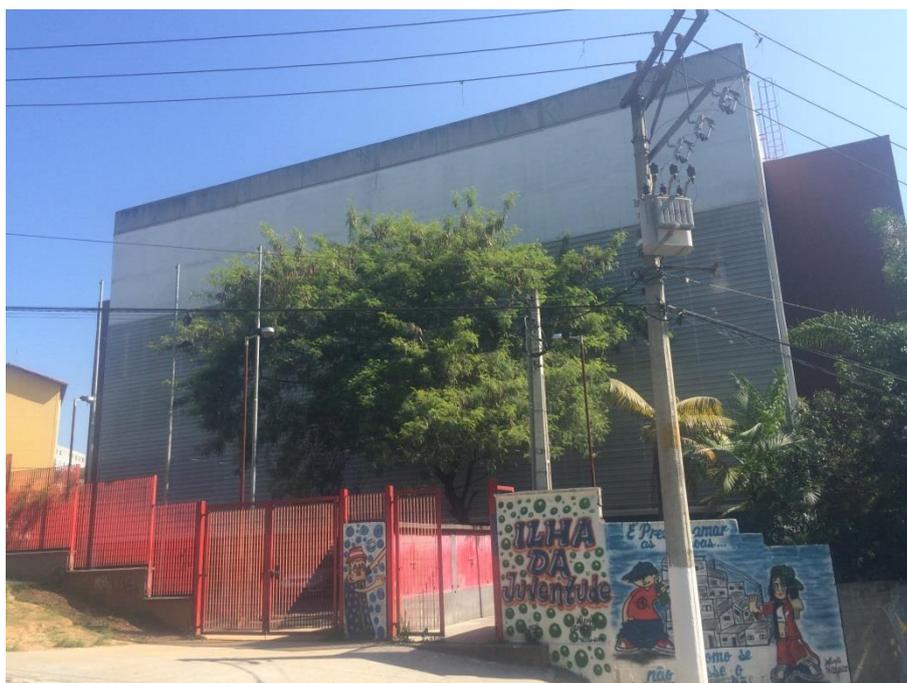


Figura 3B- Imagem da entrada principal do C.E. Ilha da Juventude. Fonte: autora (2016)

²⁷ Disponível em: <<http://metropole.arq.br/institucional/EE-Ilha-da-Juventude>>. Acesso em: 20 de jul.2017



Figura 4 B– Brise-soleil de chapa perfurada (vista Interna). Fonte: autora (2016)

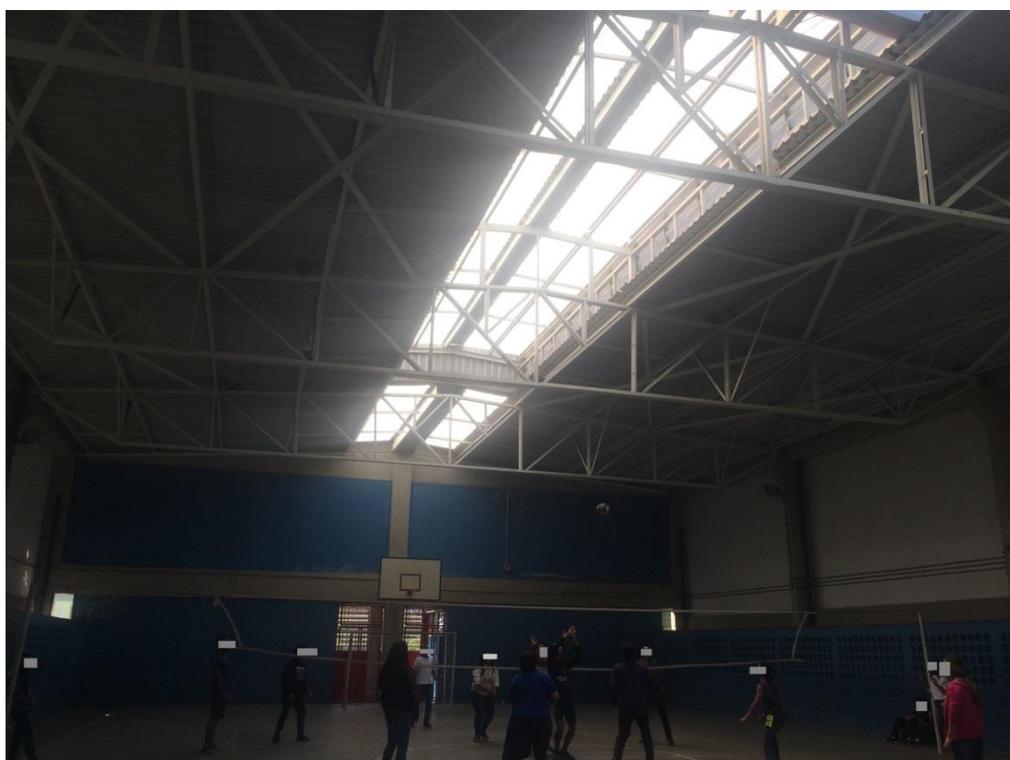


Figura 5B – Quadra Poliesportiva localizada na cobertura. Fonte: autora (2016)

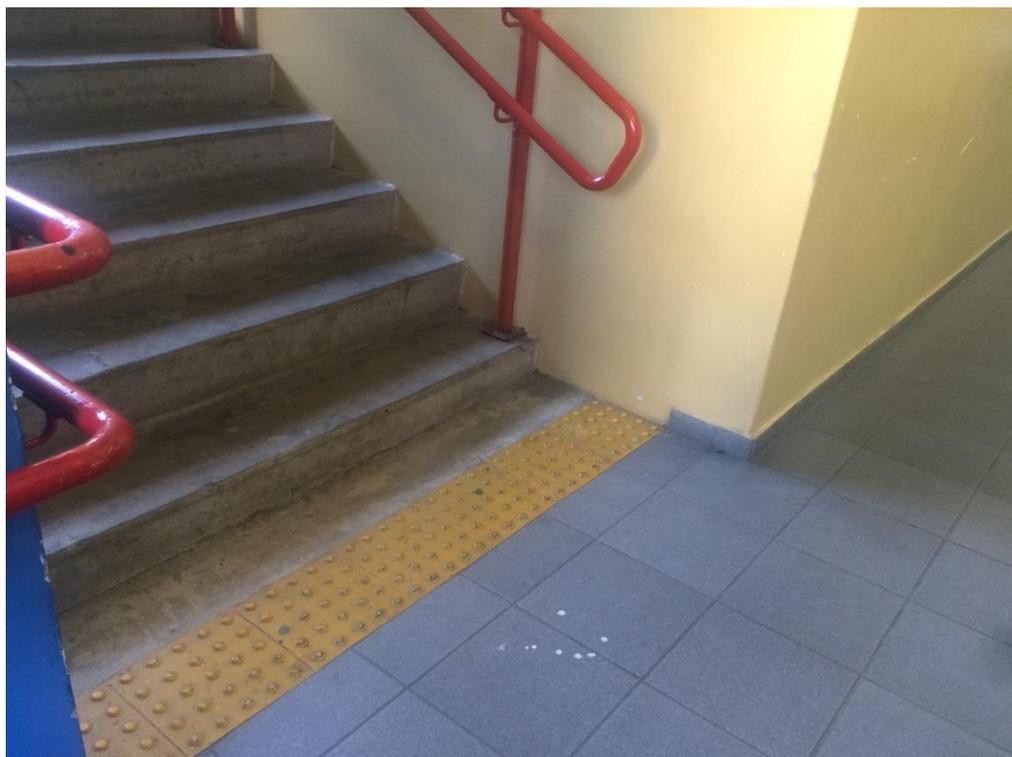


Figura 6B – Acessibilidade piso podotátil. Fonte: autora (2016)



Figura 7B – Elevador desde o pavimento térreo até a quadra na cobertura. Fonte: autora (2016)



*Figura 8B – Torre de caixa d'água com tubulação identificada por cores.
Fonte: autora (2016)*



Figura 9B – Circulação de acesso às salas de aula, forro com bom desempenho acústico. Fonte: autora (2016)

02 - C.E. Erich Walter Heine

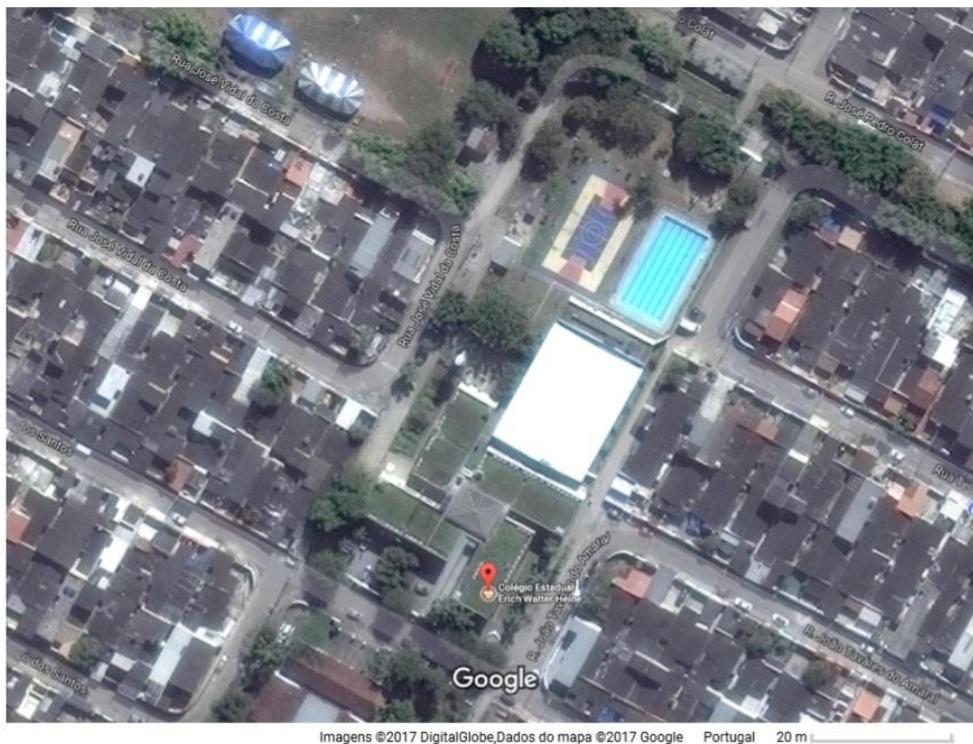


Figura 10B – Imagem aérea Google Maps. Fonte: < <https://www.google.com.br/maps/> > (2017)



Figura 11B – Pátio interno com iluminação zenital. Fonte: autora (2016)

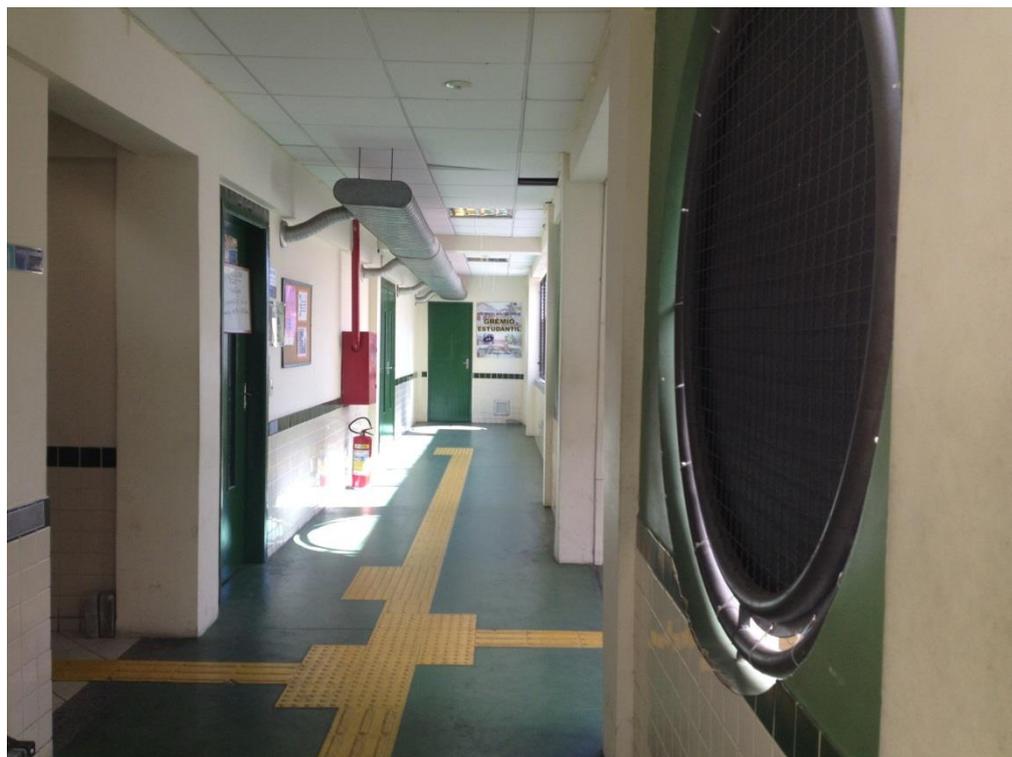


Figura 12B – Acessibilidade na circulação, piso podó tátil. Fonte: autora(2016)



Figura 13B– Rampa de circulação de acesso às salas de aula e a cobertura. Acessibilidade na circulação, piso podó tátil. Fonte: autora (2016)



Figura 14 B– Telhado verde. Fonte: autora (2016)



Figura 15B – Horta. Fonte: autora (2016)



Figura 16B – Piscina existente mantida no projeto da escola. Fonte: autora (2016)



Figura 17B – Quadra coberta, captação de água de chuva no telhado. Fonte: autora (2016)

APÊNDICE C²⁸

Assunto:	RES: Pesquisa sobre o Selo PROCEL Edifica
De:	PROJ-Edificações (procel.edifica@eletrobras.com)
Para:	dmazieri@yahoo.com.br;
Cc:	procel.edifica@eletrobras.com;
Data:	Quarta-feira, 28 de Dezembro de 2016 10:09

Prezada Sra. Daniela ,

Obrigado por entrar em contato com a Eletrobras Procel Edifica.

Até o momento não há edificação construída na área de educação contemplada com o Selo Procel Edificações. No entanto há dois edifícios de universidades federais com o selo de projeto: os edifícios do Departamento de Engenharia Civil (Universidade Federal de Santa Catarina) e do Anexo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo em Pelotas / RS (Universidade Federal de Pelotas).

Nós disponibilizamos a relação de edificações contempladas com o selo em um arquivo para download em nosso portal, através do link <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C}>. Nele encontram-se as datas da certificação, suas categorias de selo (projeto ou edificação construída) e também seus endereços.

Para mais informações acesse:

www.procelinfo.com.br/selo_procel_edificacoes

www.pbeedifica.com.br

www.portalr3e.com.br

www.projeteee.ufsc.br

www.inmetro.gov.br

Saiba também que:

O Selo Procel Edificações pode ser utilizado como caminho alternativo para a comprovação do atendimento ao pré-requisito de desempenho energético mínimo no processo de obtenção da certificação LEED. Os projetos registrados no país podem utilizar o Selo Procel Edificações para comprovar a conformidade com as exigências do pré-requisito EA_{p2}, da dimensão de Energia e Atmosfera, uma das sete dimensões avaliadas, eliminando uma etapa e contribuindo para acelerar e facilitar o processo.

²⁸ Registro dos E-mails trocados durante a pesquisa

Assunto: Re: Certificação BREEAM

De: Dani Mazieri (dmazieri@yahoo.com.br)

Para: viviane@vcasustentabilidade.com.br;

Data: Quarta-feira, 11 de Janeiro de 2017 9:25

Viviane,

agradeço à informação fornecida, infelizmente o Brasil conta com poucas escolas certificadas.

Abçs,
Daniela

Em Terça-feira, 10 de Janeiro de 2017 21:31, VCA Sustentabilidade <viviane@vcasustentabilidade.com.br> escreveu:

Oi Daniela

Não tem escola certificada pelo breem no Brasil ainda.
Se quiser mais informações sobre a certificação breem na area de escolas no mundo, pode consultar no site do breem sob este tema, ok?

Sucesso na sua pesquisa!

Abraço,

Viviane



Dra Viviane Cunha

Diretora Executiva

Consultoria e Certificação em Sustentabilidade

Rio de Janeiro São Paulo
Tel +55 21 2226 0424 Tel +55 11 99967-5112
+55 21 98858 0424

viviane@vcasustentabilidade.com.br
www.vcasustentabilidade.com.br



Em 10/01/2017, às 16:26, Dani Mazieri <dmazieri@yahoo.com.br> escreveu:

Boa tarde ,

Estou realizando uma pesquisa de mestrado para o IFFRJ na área de certificações ambientais para escolas públicas e gostaria de saber se o escritório Viviane Cunha Associados já forneceu consultoria nesta área para alguma escola pública ou se saberiam me informar se existe alguma escola pública construída e certificada pelo BREEAM.

Agradeço desde já sua colaboração,

Att,
Arq. Daniela Mazieri

Para: esuzuki@inovatech engenharia.com.br;
Data: Quinta-feira, 19 de Janeiro de 2017 16:45

Muito Obrigada!!!

Em Quinta-feira, 19 de Janeiro de 2017 16:38, Eliane - Inovatech <esuzuki@inovatech engenharia.com.br> escreveu:

Daniela, boa tarde!

A área construída que consta em nossos documentos é de 3.400 m2.

Att.,



Arq. MSc. Eliane Suzuki
Sócia-Gerente

[55] 11 3031-1201
[55] 11 97631-4909
R. Girassol, 34 - 5º and. São Paulo - SP
inovatech engenharia.com.br
facebook.com/inovatech. engenharia

Sustentabilidade, Inovação e Engenharia

De: Dani Mazieri [mailto:dmazieri@yahoo.com.br]
Enviada em: quinta-feira, 19 de janeiro de 2017 16:23
Para: 'Eliane - Inovatech'
Cc: 'Vinicius - Inovatech'; Victor - Inovatech
Assunto: Re: RES: Certificação AQUA - FDE da Vila Brasilândia

Boa Tarde Eliane,

Sou a Arq. Daniela que apareceu em novembro no escritório pesquisando sobre a Escola Ilha da Juventude, tudo bem?
Estou quase finalizando minha pesquisa, mas para tal ainda preciso de um dado que não consigo encontrar e talvez você possa me ajudar.
Gostaria de saber a área total construída da escola.

Muito Obrigada novamente pela ajuda,

Att,
Daniela Mazieri

Em Quinta-feira, 27 de Outubro de 2016 17:37, Victor - Inovatech <vaquiar@inovatech engenharia.com.br> escreveu:

[Olá Daniela, boa tarde.](#)

Estou encaminhando seu e-mail para a Eliane Suzuki, uma das pessoas responsáveis pela certificação AQUA do Empreendimento FDE Vila Brasilândia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA APRESENTAÇÃO

CRYER, B. et al; **Evaluating the Diffusion of Green Building Practices**. Los Angeles, 83 p. UCLA Anderson School of Management. 2006.

PAES, Rosângela F. S.; BASTOS, Leopoldo E. G. Qualidade ambiental na edificação: o caso das escolas públicas da cidade do Rio de Janeiro. **Conforto & Projeto: Edifícios**, Brasília, v. 12, p.131-140, 2014.

SILVA, Vanessa G. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica**. 2003. 210 f. Tese (Doutorado) - Curso de Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Cap. 3.