



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica e Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Elisa Yoshie Okada

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO CERTIFICADA LEED:
ESTUDO DE CASO DE UM COLÉGIO PÚBLICO NO RIO DE JANEIRO**

Rio de Janeiro

2012



UFRJ

Elisa Yoshie Okada

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO CERTIFICADA LEED:
ESTUDO DE CASO DE UM COLÉGIO PÚBLICO NO RIO DE JANEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Prof^o Orientador: D Sc. Eduardo Linhares Qualharini

Rio de Janeiro

2012

OKADA, Elisa Yoshie.

Avaliação da Segurança Ambiental de Construção certificada LEED: Estudo de Caso de um Colégio Público no Rio de Janeiro / E.Y.Okada. – Rio de Janeiro, 2012. f.:93p. il. 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2012.

Eduardo Linhares Qualharini

1. Segurança Ambiental. 2. Construção Sustentável. 3. Escolas Públicas. 4. Certificação LEED.

I. Qualharini, Eduardo Linhares. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Título.



UFRJ

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO CERTIFICADA LEED:
ESTUDO DE CASO DE UM COLÉGIO PÚBLICO NO RIO DE JANEIRO**

Elisa Yoshie Okada

Orientador: D.Sc. Eduardo Linhares Qualharini

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

Prof. Eduardo Linhares Qualharini, D.Sc.

Prof. Marcelo Gomes Miguez, D.Sc.

Prof^a. Liane Flemming, D.Sc.

Prof^a. Marcia de Andrade Sena Souza, D.Sc.

Rio de Janeiro

2012

DEDICATÓRIA

A minha querida filha Elena. Que este estudo possa ser um incentivo a sua futura carreira voltada para a Educação Ambiental.

À querida amiga Mirza Murgado (*in memoriam*), por suas palavras de incentivo nos momentos cruciais.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Eduardo Qualharini pela lição de vida e orientação efetiva, competente e bem humorada.

Às amigas Márcia Hott, e Carmen Rodrigues, pelo apoio, informações e incentivos.

À querida Therezinha Muniz, mais do que apoio, segurança.

À minha filha Elena, pelo apoio e paciência.

Agradeço à arquiteta Luiza Junqueira, da ACADE Arquitetura, William da TKCSA, Eng^o Eduardo Raposo e a arquiteta Solange, ambos da EBTE.

À Arktos Arquitetura Sustentável, em especial aos arquitetos Maria José Gerolimich e Rafael Tavares e a toda equipe de amigos.

Ao professor Sérgio Araújo, pelas informações e dicas de Segurança conta incêndio.

À Tiana, pelo suporte logístico e aconchego.

Aos meus queridos pais Akira e Toyomi, pelo carinho e incentivo.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para alcançar este objetivo.

E por último e mais importante, a Deus, por guiar, confortar e mostrar o caminho.

*"Eduquem as crianças e não será
necessário castigar os homens." Pitágoras*

RESUMO

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

Ao longo desta última década, várias metodologias de avaliação da sustentabilidade em edificações foram desenvolvidas, de acordo com Silva (2003), com o propósito de melhorar a qualidade das construções, minimizando os impactos ambientais gerados pelas suas diversas fases do ciclo de vida e em atendimento às demandas do mercado. O crescente interesse por este tipo diferenciado de construção sustentável incentivou o estabelecimento do Green Building Council Brasil (GBC, 2012) no município de São Paulo, em 2007. A GBC Brasil, acreditada pela matriz americana, a United States Green Building Council (USGBC) encaminha o Certificado Ambiental (Selo) para o solicitante quando é alcançado o escore mínimo estabelecido pela metodologia LEED (Leadership in Energy and Environmental Design ou Liderança em Energia e Design Ambiental). O resultado é publicado internacionalmente, onde as edificações são classificadas como, “Certificada”, “Prata”, “Ouro” ou “Platina”, dando grande projeção à imagem das empresas relacionadas.

A crescente adoção da metodologia de avaliação LEED pelo mercado nacional (SILVA e PARDINI, 2010), motivou a pesquisa na realização de uma análise qualitativa do LEED Schools (Escolas) sob os aspectos da Segurança Ambiental, de modo a correlacioná-los e identificar os requisitos que conduzem à efetiva sustentabilidade, aplicados ao estudo de caso do Colégio Estadual Erich Walter Heine, localizado na Região Oeste do Rio de Janeiro durante as suas fases de projeto e construção.

Palavra-chave: Construção Sustentável, Certificação LEED Schools, Segurança Ambiental

ABSTRACT

Over the last decade, several methodologies had been used for the assessment of the sustainability in buildings were developed, according to Silva (2003), with the purpose of improving the quality of buildings, reduce environmental impacts throughout their life cycle and according to the demands of the market. The growing interest in this different kind of sustainable construction encouraged the establishment of the Green Building Council Brazil (GBC, 2012) in São Paulo, in 2007. The GBC Brazil, accredited by the United States Green Building Council (USGBC) directs the Environmental Certificate (Seal) to the requestor when it achieved the minimum score established by the methodology LEED (Leadership in Energy and Environmental Design or Leadership in Energy and Environmental Design). The result is published internationally, where the buildings are classified as "Certified", "Silver", "Gold" or "Platinum", giving the large projection image for the companies listed.

The increasing adoption of LEED assessment in Brazil (SILVA e PARDINI, 2010), motivated this research, to analyze the method LEED Schools qualitatively under the Environmental Safety aspects, during its design and construction phases, in order to correlate them and identify the requirements that lead to effective sustainability, applied to the case study of Erich Walter Heine State College, built in the Western Region of Rio de Janeiro.

Keyword: Sustainable Construction, LEED Schools Certification, Environmental Safety

SUMÁRIO

1.CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	01
1.1.Apresentação do Tema	04
1.2.Justificativa	06
1.3.Metodologia	08
1.4.Estrutura do Trabalho	08
2.CAPÍTULO II – CONCEITOS	09
2.1.Breve Histórico	09
2.2.Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável	10
2.3.Construção Sustentável	12
2.3.1.Tripé da Sustentabilidade	12
3.CAPÍTULO III – CERTIFICAÇÃO LEED	15
3.1.Sistemas de Classificação LEED	15
3.1.1.Programa de Requisitos Mínimos	17
3.1.2.Documentação de Base do Projeto	18
3.1.3. O Processo LEED	19
3.1.4.Sistema LEED School	20
3.1.4.1.Categorias	20
3.1.4.1.1.Categoria Espaço Sustentável	23
3.1.4.1.1.1.Plano de Prevenção de Poluição no Solo e Ar	23
3.1.4.1.1.2.Avaliação Ambiental do Terreno	24
3.1.4.1.2.Categoria Uso Racional da Água	26
3.1.4.1.3.Categoria Energia e Atmosfera	26
3.1.4.1.4.Categoria Materiais e Recursos	27
3.1.4.1.5.Categoria Qualidade Ambiental Interna	28
3.1.4.1.6.Categoria Inovação e Processos de Projetos	29
3.1.4.1.7.Categoria Créditos Regionais	29
3.1.5.Outras Certificações	29
3.1.6.Escola Sustentável	30
4.CAPÍTULO IV – ASPECTOS DA SEGURANÇA AMBIENTAL	32
4.1.Introdução	32
4.2.Definições e Conceitos	34
4.3.Embasamento Legal	35
4.4.Aplicabilidade dos Conceitos da Segurança Ambiental	38

5. CAPÍTULO V – ESTUDO DE CASO DE ESCOLA PÚBLICA SUSTENTÁVEL	39
5.1. Descrição do Conjunto Predial	39
5.1.1. Prédio Principal	40
5.1.2. Prédios Secundários	43
5.2. Aplicação da Metodologia – Implantação da Certificação LEED	46
5.2.1. Relacionamento entre as equipes	50
5.2.1.1. Desafios	51
5.2.2. Conformidade Legal	51
5.2.3. Processo LEED Schools – atendimento aos requisitos	51
5.3. Análise da Segurança Ambiental da Escola Sustentável	67
5.3.1. Premissas do LEED: Requisitos Mínimos para Certificação	67
5.3.2. Qualidade do Ar Externo – Poluição Atmosférica	67
5.3.3. Impactos Ambientais Sinérgicos – Instalação de novos Empreendimentos	71
5.3.4. Inserção da Construção em Local Seguro	72
5.3.5. Escape, Saídas de Emergência, Combate ao fogo	72
5.3.6. Transporte	74
5.3.7. Qualidade Ambiental Interna – Poluição Sonora	74
5.3.8. Aproveitamento Pluvial – Qualidade da água	74
5.3.9. Segurança do Trabalho	74
5.3.9.1. Fase da Obra	74
5.3.9.2. Fase de Uso e Operação	74
6. CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
6.2. Do Atendimento Legal	77
6.3. Segurança do Trabalho	78
6.4. Da Metodologia	78
6.5. Atendimento ao Programa Nacional de Educação Ambiental	80
6.6. Monitoramento do Ar	80
6.7. Monitoramento da qualidade da água captada	80
6.8. Monitoramento Sócio-Cultural	81
6.9. Monitoramento poluição sonora	81
6.10. Avaliação Pós-Ocupação (APO)	81
6.11. Relacionamento com a vizinhança	81
6.12. Sugestões para novas pesquisas	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR SUGERIDA**90****ANEXOS****93**

Folder Ilustrado da Escola Erich Walter Heine

Projeto de Implantação e Paisagismo

Planta Baixa Humanizada – Lay out de Mobiliário do 1º Pavimento

Planta Baixa Humanizada – Lay out de Mobiliário do 2º Pavimento

Cortes e Fachada

Plantas de Cobertura, Guarita, Depósito de Lixo e Subestação

Planta Baixa, Corte e Detalhe da Quadra Esportiva

Exemplo de Templates

Planilha Resumo da análise do LEED sob o aspecto da Segurança Ambiental

Apresentação da Defesa da Dissertação para a Banca

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Composição da Cadeia Produtiva da Construção Civil, 2010	03
Gráfico 02 – Estatística de Registros e Certificação LEED emitidas para o Brasil	03
Gráfico 03 - Sustentabilidade e as suas Dimensões Ambientais	11
Gráfico 04 - Custos ao longo de uma edificação e possibilidade de intervenção por fase do empreendimento	14
Gráfico 05 – Fluxograma do Processo LEED	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Pontuação e Selo LEED correspondente	04
Tabela 02 – Tipos ou Critérios da Certificação LEED	16
Tabela 03 – Requisitos LEED NC Schools	21
Tabela 04 - Graus de Possibilidades	47
Tabela 05 – Estimativa de Crescimento da População	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do Empreendimento no distrito de Santa Cruz, região Metropolitana do Município do Rio de Janeiro	05
Figura 02 – A Escola inaugurada em maio de 2010	06
Figura 03 – Fachada Principal da Escola	06
Figura 04 – Pirâmide da ICNA	35
Figura 05 – Localização da Escola	39
Figura 06 - Pavimento Térreo	40
Figura 07 – 2º Pavimento	41
Figura 08 – Pavimento da Cobertura	42
Figura 09 – Ecotelhado	42
Figura 10 – Detalhe do Ecotelhado	43
Figura 11 – Planta da Quadra e Vestiário	43
Figura 12 – Foto da Quadra e Vestiário	44
Figura 13 – Foto do Castelo D’água e Casa de Bombas	44
Figura 14 – Plantas da Guarita, Depósito de Resíduos e Subestação	45
Figura 15 - Perspectiva do Projeto da Escola	46
Figura 16 - Simulação Computacional	48
Figura 17 - Simulação Computacional Ventos Predominantes	48
Figura 18 – Estudo de Sombras em Planta	49
Figura 19 – Estudo de Sombras, Perspectiva	49
Figura 20 - Lava-rodas para retirar os sedimentos	52
Figura 21 – Grelhas com proteção de Manta tipo Bidim para evitar evasão de sedimentos	53
Figura 22 – Antiga Praça João Tavares	53
Figura 23 – Localização do terreno a menos de 350m dos pontos de ônibus	54
Figura 24 – Bicicletário durante a obra	54
Figura 25 – Bicicletário pós-obra. O piso é brita sobre o Ecopiso	55
Figura 26 – Utilização de telhado verde com plantas da Mata Atlântica	55
Figura 27 – Escavação para os reservatórios de retenção e captação de águas pluviais	56
Figura 28 – Aplicação de Ecopiso que aumenta a permeabilidade do solo	56
Figura 29 – Aplicação de piso permeável no estacionamento e em grande parte das áreas da escola	57
Figura 30 – Instalação de vasos com caixa acoplada e sistema duplo de acionamento	58
Figura 31 – Lâmpadas LED e luminárias reflexivas. Controle de acionamento por fileira	59
Figura 32 – Coletores solares para aquecimento de chuveiros no vestiário	59
Figura 33 – Aproveitamento das quadras e materiais de revestimento dos pisos	60
Figura 34 – Coleta e separação do lixo durante a obra	61

Figura 35 – Coleta e separação de lixo na fase de operação do edifício	61
Figura 36 – Deck de madeira plástica	62
Figura 37 – Dutos de insuflamento de ar exterior fazem a renovação de ar dos ambientes	63
Figura 38 – Compressores com Sistema Inverter	63
Figura 39 – Aparelhos de ar condicionado silenciosos, esquadrias com proteção acústica e teto em placa acústica de fibra mineral modelo furado	64
Figura 40 – Piscina com acessibilidade	66
Figura 41 – Horta com adubação orgânica oriunda de compostagem	66
Figura 42 – Rosa dos Ventos para a estação de Furnas Santa Cruz para o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2003	68
Figura 43 – Vulnerabilidade socioambiental	69
Figura 44 – Superposição da Rosa dos Ventos e Planta do Prédio	70
Figura 45 – Setas marcam a entrada do vento no interior do Prédio Principal	70
Figura 46 – Empreendimentos existentes e em fase de estudos de viabilidade	71
Figura 47 – Planta do pavimento superior – distância percorrida maior que 49m	73

SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV – Análise do Ciclo de Vida
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância
BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method
BS – British Standard
CFC - Clorofluorcarbono
COSCIP – Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico
CLT – Consolidação das Leis do Trabalho
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INEA - Instituto Estadual do Ambiente
ISO – International Organization for Standardization
GBC – Green Building Council
GEE – Gases de Efeito Estufa
HQE – Haute Qualité Environmentale
LCA - Life Cycle Analysis
LEED – Leadership of Energy and Environmental Design
LEED AP - Leadership of Energy and Environmental Design Accredited Professional
MEC – Ministério de Educação e Cultura
MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
NBR – Normas Brasileiras
NR – Normas Regulamentadoras do MTE
OHSAS – Occupational Health and Safety Assessment Services
ONG – Organização não Governamental
ONU – Organização das Nações Unidas
PBQP-H/SIAC – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat do Sistema de Avaliação da Conformidade
PCMAT – Programa de Condições de Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil
PIB – Produto Interno Bruto
PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental
PNMC – Política Nacional de Mudanças Climáticas
PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
ProNEA – Programa Nacional de Educação Ambiental
RDC – Resíduos de Construção e Demolição

SA – Social AccountAbility

SEEDUC – Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro

SMAC - Secretaria Municipal do Meio Ambiente

USGBC – United States Green Building Council

USP – Universidade de São Paulo

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

No ano de 1992, o município do Rio de Janeiro foi o palco da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), mais conhecida como ECO-92 ou Rio-92. Neste encontro, reuniram representantes de 178 países, dentre estes, 108 chefes de Estado e Governo, onde discutiram o futuro das próximas gerações e materializaram estas intenções na Agenda 21, um documento que orienta o desenvolvimento sustentável para o Século 21 (ONU,2012).

A redução dos impactos gerados pela Construção civil foi um dos assuntos abordados nesta Conferência, que motivaram a formação de vários comitês que discutissem ao redor do mundo com o intuito de organizar, determinar as diretrizes, formular planos e ações educativas a serem implantados nos países, estabelecendo metas para o controle de emissão de gases de efeito estufa, a redução de resíduos, a conservação do uso da energia, a melhoria da qualidade de vida e atender às demandas da sustentabilidade econômica.

Diante destes desafios, houve a necessidade de criar metodologias que avaliassem o desempenho ambiental das edificações, comentado em SILVA (2000). Neste artigo, cita a parcela de responsabilidade da indústria da construção civil pela geração de resíduos e a necessidade de análise durante todo o ciclo de vida das edificações, desde a sua fase de projeto, da construção, da operação, da demolição até a sua disposição final.

SILVA (2003), também explica que os sistemas de certificação ambiental oferece ao consumidor os meios para a seleção de alternativas disponíveis para um produto, com base em suas características ambientais.

Em sua pesquisa, SILVA (2003) menciona vários métodos, dentre eles, o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), lançado em 1990 em parceria entre o governo do Reino Unido, através de pesquisadores do BRE (Building Research Establishment) e do setor privado.

A partir do BREEAM, outros foram criados, também baseados em seu método de checagem, onde é elaborada uma listagem de requisitos, atribuindo-lhes pontos e pesos para cada atendimento. Também baseado no BREEAM, o HQE (Haute Qualité Environnementale) foi lançado no ano seguinte, na França.

No ano de 1993, no Canadá, surgiu o BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria e em 1996, a certificação americana LEED (Leadership of Energy and Environmental Design), da USGBC (United States Green Building Council), que é uma das metodologias mais utilizadas mundialmente devido ao forte apelo comercial da marca.

A CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency), do Japão e o Green Star, da Austrália foram lançados em 2002. No Brasil, o

LEED é a certificação mais conhecida, seguida pelo sistema AQUA, lançado em 2007, pela Fundação Vanzolini (baseado no HQE).

Outras duas certificações nacionais que estão ganhando espaço são: o Procel Edifica, lançado em 2003 pela ELETROBRÁS, que foca na avaliação da Eficiência Energética (PROCEL, 2011) e o Selo Azul, da Caixa Econômica Federal para construções habitacionais (CAIXA, 2009).

Todas estas certificações avaliam os requisitos que possibilitam a prática de ações mais sustentáveis, que reduzem a poluição (ar, água, resíduo, vizinhança) e preconizam o racionamento dos recursos naturais.

Neste contexto, após a definição do Brasil como Sede da Copa de 2014 (BRASIL, 2007) e das Olimpíadas de 2016 (GOMES, 2009), a utilização da Certificação LEED ou as certificações de Qualidade Ambiental reconhecidas pelo Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) tornaram uma condição obrigatória na obtenção de recursos para o financiamento da construção e reforma das arenas que receberão os jogos internacionais, de acordo com o Programa ProCopa Arenas do BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social), criado em janeiro de 2010 (BNDES, 2012).

Somando a estas grandes obras, também é necessária a modernização das infraestruturas e serviços das cidades sedes, como por exemplo, aumentar os aeroportos, melhorar o sistema viário e promover o saneamento. Simultaneamente, o Brasil passa por um momento de aceleração na Construção Civil, pois, após dez anos de estagnação, o país se tornou atraente para aplicação de novos investimentos, aumentando um déficit em toda a sua cadeia produtiva e “a expectativa é que o setor da construção dobre de tamanho até o ano 2022.” (FGV, 2010)

A Copa e os Jogos Olímpicos exigiram estádios sustentáveis e seguros, que vieram de encontro à demanda da melhoria da qualidade dos produtos, pois cresceu a consciência para um consumo que gere menos impacto ao meio ambiente, preconizados na Conferência Rio 92 e enfatizado na Rio+20.

Diante desta prosperidade e, para que haja sustentabilidade com responsabilidade social em toda a cadeia produtiva (Gráfico 01), se faz necessária uma mudança na metodologia dos processos industriais e construtivos, como a utilização de materiais com procedência certificada, desenvolver empreendimentos com maior eficiência energética e planejar a manutenção visando o prolongamento da vida útil das construções (FGV, 2010).

Em consequência da defasagem quantitativa de profissionais qualificados em nível superior, como também, em nível técnico (MAIS, 2011) a solução parcial vem da contratação imediata de serviços estrangeiros ou, em médio prazo, de investimento na

capacitação da mão de obra existente. A presença Esta situação forçou a troca de conhecimento, maior disponibilização tecnológica e a adaptação das empresas nacionais às demandas legais globais de sustentabilidade, aos sistemas de gestão de qualidade e de conformidade normativas sociais.

Assim, as empresas que possuem estes sistemas implantados estão mais preparadas para aplicar a certificação LEED, que trazem benefícios na qualidade das construções e melhoria da qualidade de vida de seus usuários.

A capacitação não acontece da mesma forma que a economia demonstrado em, e suas pesquisas, SILVA e PARDINI (2010) apontam as dificuldades de utilizar a metodologia avaliatória LEED nos empreendimentos, demonstrando a necessidade de maior qualificação dos profissionais envolvidos com a cadeia construtiva

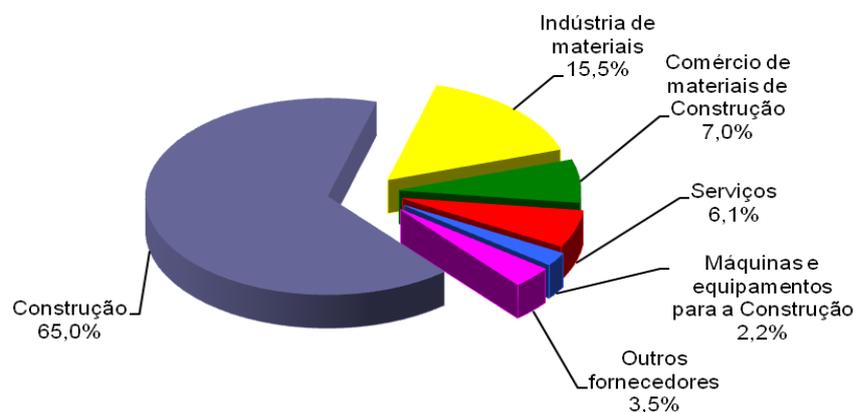


Gráfico 01 - Composição da Cadeia Produtiva da Construção Civil, 2010. Fonte: "Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e da Indústria de Materiais, 2010, novembro de 2011" ABRAMAT e FGV Projetos. Elaboração: Banco de Dados – CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção)

Esta busca pela melhoria é comprovada através das estatísticas da GBCB, com o crescente número de solicitações de certificação mostrada no Gráfico 02.



Gráfico 02: Estatística de Registros e Certificação LEED emitidas para o Brasil.

Fonte: GBC Brasil, Junho de 2012.

A melhoria da qualidade e o interesse nacional por um diferencial de mercado estimulou o crescimento de construções sustentáveis. As estatísticas mostram que, o Green Building Council Brasil, até 15 de junho de 2012, ocupava o “4º lugar no ranking mundial de construções verdes com 51 prédios certificados e 525 em processo de certificação”. (GBC Brasil, 2012)

Esta organização não governamental, criada desde 2007 e estabelecida no município de São Paulo, está filiada à matriz americana, a United States Green Building Council (USGBC). A instituição surgiu no ano de 1996, nos Estados Unidos, quando teve o aporte financeiro do NIST (National Institute of Standards and Technology), para desenvolver um sistema de classificação que avalia o desempenho de projetos e construções responsáveis com o meio ambiente (SILVA, 2000). Deste modo, foram elaborados diversos critérios LEED (Leadership in Energy and Environmental Design ou Liderança em Energia e Design Ambiental, em português), onde cada um destes é relacionado a um tipo de construção, como por exemplo, LEED NC, de Novas Construções ou LEED NC Schools, direcionado, especificamente, para Novas Construções de Escolas. Neste sistema de certificação, para cada requisito atendido é atribuído um valor, cujo somatório mínimo alcançado de 40 pontos pode certificar o empreendimento como, Certificado, Prata, Ouro e Platina, mostrados na Tabela 01. No entanto, apenas as três últimas recebem um selo, que premia o empreendimento.

Selo	Pontuação	
	Mínima	Máxima
Certificada	40	49
Silver	50	59
Gold	60	79
Platinum	80	110

Tabela 01 – Pontuação e Selo LEED correspondente. Fonte: Green Building Council Brasil, 2012.

1.1. Apresentação do Tema

Diante do grande interesse que o Brasil demonstra com a crescente utilização das ferramentas de avaliação da certificação LEED, houve a necessidade de realizar o estudo da aplicação de seus requisitos em um empreendimento e de compará-los aos critérios da segurança ambiental.

Esta pesquisa pretende identificar quais os requisitos LEED que se relacionam aos itens da Segurança Ambiental e avaliá-los durante as etapas de projeto e construção de uma edificação destinada à Escola.

A Escola Estadual com características sustentáveis surgiu a partir da concessão de incentivos fiscais a serviços vinculados pela Lei nº 5.133, publicado em Diário Oficial do Município, no mês de Dezembro de 2009. A Lei cita “a implantação de Centro-Escola de Capacitação Técnica- CETC, que funcione atendendo a 500 pessoas por ano, no mínimo, após seis meses depois do licenciamento da obra da Escola, a qual promoverá programas de capacitação profissional visando a atender à população do entorno do complexo” da indústria, localizado na Zona Oeste do Rio de Janeiro. Após alguns meses, o Decreto Municipal nº 32.975, de 21 de Outubro de 2010, regulamentou esta Lei.

Perto de sua inauguração, foi publicado pela Secretaria de Educação, no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, mais precisamente em 06 de maio de 2011, um termo de Cooperação Técnica entre a SEEDUC e a Thyssenkrupp CSA para a implantação da Escola em Santa Cruz (Figura 01).

O projeto arquitetônico desenvolvido foi um dos modelos que o Governo do Estado adotou como Padrão. Porém, esta versão construída possui características diferenciais sustentáveis e conforme o Programa de Educação Ambiental estabelecido na Política Nacional de Educação Ambiental do MEC (BRASIL, 2005), onde se utiliza o próprio edifício como ferramenta de ensino.

O terreno foi escolhido em função da desafetação¹ da propriedade pertencente ao Município e disponibilizado em favor do Estado do Rio de Janeiro, estabelecido pelo Decreto nº 32.192, de 2010 com dimensões de 150,00 m por 55,00 m, totalizando 8.250,00 m². Porém, são utilizados apenas 7.060,00m².



Figura 01: Localização do Empreendimento no distrito de Santa Cruz, região Metropolitana do Município do Rio de Janeiro. Fonte: Google Earth, 2010.

¹ “desafetação, fato ou manifestação do poder público mediante o qual o bem público é subtraído à dominialidade estatal para incorporar-se ao domínio privado do Estado ou do particular.” CRETELLA JR, José. Curso de Direito Administrativo. 7ª Ed. Rio de Janeiro, 1983.

O caráter especial desta “Escola Verde” também é dado pela escolha da Certificação LEED, que avalia o empreendimento conforme os critérios de desempenho de baixo impacto ambiental, racionalização dos recursos energéticos e naturais, conforto dos usuários e inovação tecnológica aplicados na edificação. O pioneirismo se deve a concessão do título a uma edificação pública na América Latina, segundo a GBC do Brasil.(CINTRA, 2011) (Figura 02 e 03).



Figura 02: Fachada Principal da Escola inaugurada em maio de 2010. Fonte: Cintra, 2011



Figura 03 Entrada da Escola. Fonte: Thyssenkrupp CSA, 2011.

Esta pesquisa teve como premissa analisar os requisitos LEED, de acordo com os critérios da Segurança Ambiental e cujo objetivo é a verificar se a certificação pode garantir esta segurança.

1.2. Justificativa

Devido ao pioneirismo citado por CINTRA (2011), das novas metodologias, tecnologias, de diferentes materiais utilizados e da aplicação da Certificação LEED, todas as

empresas contratadas e envolvidas no empreendimento tiveram grandes desafios, tanto na etapa de projeto como na execução de sua obra. Desafios maiores serão encontrados durante a vida útil da edificação, principalmente se a escola passar para a administração estadual, pois atualmente, a escola recebe verba da empresa TKCSA, que pode alterar o seu acionário (ESTIGARRÍBIA, 2012).

O ineditismo da obra foi um dos pontos fortes que levou o pesquisador a realizar uma avaliação qualitativa dos pontos referentes à segurança ambiental da edificação e a sua relação com o entorno.

Durante a verificação do estado da arte, notou-se um crescente interesse sobre a aplicação e metodologia da Certificação LEED nos EUA (DAVIES, 2005), porém, pouco material bibliográfico foi encontrado relatando as experiências práticas na aplicação em construções no Brasil. A própria participação do autor, na fase de atendimento aos requisitos, foi também uma das motivações para produzir o material acadêmico e realizar a análise deste tipo de construção com mais detalhes. Outro ponto importante foi a necessidade de identificar os itens positivos e negativos da metodologia LEED e estabelecer quais dos requisitos relacionam-se com a efetiva sustentabilidade (tabela resumo nos anexos).

As dificuldades e soluções também foram levantadas de modo a fornecer informações aos futuros profissionais que possam estar envolvidos neste tipo de edificação.

Esta pesquisa teve a limitação causada pelos direitos autorais, o atendimento ao sigilo de informações e pelo tempo, pois a escola não recebeu oficialmente a certificação, até a data de Junho de 2012.

Os dados e a análise dos seus resultados poderão ser subsídios para a continuidade e a constante melhoria de implantação do Plano Nacional de Educação Ambiental (PNEA-MEC) e também, ser fonte de informação a outros estudos relacionados ao comportamento da escola ao longo da sua vida útil.

Este trabalho também se destina aos interessados pela qualidade ambiental e aplicação da metodologia de minimização dos impactos gerados pelas obras na construção civil.

A participação deste pesquisador no processo da certificação LEED na equipe da empresa elaboradora do projeto de Arquitetura, tornou possível a obtenção de informações necessárias a este trabalho.

1.3. Metodologia

A metodologia aplicada é a pesquisa qualitativa, onde primeiramente, serão analisados os requisitos do critério LEED School para Novas Construções, da versão 3.0, do ano de 2009. Esta análise será estudada por Categoria,

As Inicialmente, foi realizado um uma análise qualitativa dos , comparativa entre os requisitos LEED Schools da USGBC e a Segurança Ambiental.

Devido à extensão do estudo, a pesquisa ficou concentrada na análise da Categoria Espaço Sustentável do LEED School, na fase de projeto e construção da obra da Escola.

1.4. Estrutura do Trabalho

Esta pesquisa está estruturada em cinco capítulos.

São apresentados o contexto, o objeto deste estudo, a motivação e justificativa neste primeiro capítulo.

Já no segundo capítulo e terceiro capítulos pretende-se embasar a pesquisa e levantar alguns dados básicos da Sustentabilidade, Certificação LEED e Aspectos da Segurança Ambiental.

A metodologia da certificação LEED Schools, seus critérios particulares e requisitos foram apresentados na parte inicial do quarto capítulo e, logo após, foram executadas as análises dos itens comparativos referentes à Segurança Ambiental no capítulo cinco.

Este estudo se encerra no capítulo seis, com as Considerações Finais, Críticas e Sugestões.

CAPÍTULO II – CONCEITOS

2.1. Breve Histórico

Por volta dos anos 60, a indústria caminhava na contramão dos conceitos de preservação, pois foram deixadas de lado as antigas pesquisas realizadas entre a segunda metade do século XVIII e o início do século XIX, que previram os impactos relacionados à escassez dos recursos naturais envolvendo toda a cadeia produtiva (SILVA, M. 2003). No ano de 1972 e, logo após a crise do petróleo, alguns destes estudos passados foram citados pelo Clube de Roma, no relatório intitulado “Limits to Growth”, traduzido para o português como, “Limites do Crescimento” (MEDOWS, 1972). O relatório tratava do futuro da humanidade abordando problemas relacionados à saúde, saneamento, meio ambiente, tecnologia, crescimento populacional, e a falta de alimentos. Especialmente, estes dois últimos tópicos foram relacionados ao demógrafo e economista Thomas Robert Malthus (1798), em sua Teoria Malthusiana, que previa a cada 25 anos, o crescimento populacional em progressão geométrica e a geração de maior pobreza pela incapacidade da terra produzir alimentos suficientes.

Harold Hotelling, (1931) foi outro estudioso lembrado, cuja pesquisa previa a regulação da exploração dos recursos energéticos, como os minerais, florestas, e outras fontes esgotáveis.

Após este evento de 1972, houve uma intensificação e a ratificação da necessidade de reduzir o consumo dos recursos naturais, os impactos ambientais e aplicar investimentos em estratégias que utilizassem tecnologias alternativas para a diminuição gradativa da dependência do petróleo, devido ao seu embargo em 1973 (GOLDEMBERG, 2011).

Em 1978, um dos movimentos estabelecidos no Quênia, com sede em Nairóbi, foi o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, a ONU-HABITAT, cujo propósito foi o de promover o desenvolvimento sustentável social, ambiental dos assentamentos humanos e para minimizar os grandes impactos da construção civil, acelerado pela urbanização.

Já em meados da década de 80 os cientistas demonstraram que o buraco na camada de ozônio aumentaria, caso não houvesse o controle da emissão dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera e, deste modo, uma das ações iniciais tomadas foi a substituição dos gases CFC, que se tornou compulsória. No mês de setembro de 87 foi assinado o protocolo de Viena, prevendo reduzir em 50% o consumo e a produção de substâncias que provocassem os GEE's, de 1986 a 1999.

Diante da situação, a ONU criou, no ano de 1988, o IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Este órgão

emite relatórios periódicos, onde analisa o aquecimento global e as consequências das emissões de gases de efeito estufa.

O encontro da Conferência ECO-92 no Brasil, os Governos, as organizações não governamentais, as universidades, as instituições e a sociedade civil passaram de observadores a agentes multiplicadores destas mudanças de paradigma, em relação ao modelo de construção. Além de produzirem uma série de Diretrizes e assinarem compromissos, a Agenda 21 elaborada nesta Conferência inspirou o documento resultante da discussão no ano de 2002, a “Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries”, quando houve a participação de professores da USP.

O ano de 1997 foi marcado pelo Protocolo de Quioto, elaborado no Japão durante a Convenção sobre a Mudança Climática, que estabelecia metas quantificadas de redução de GEE para os países, cujo prazo, em vigor, expira neste ano, de 2012. As convenções seguintes, de Copenhagen (2009), Nagoya (2010) e o Congresso de Cancún foram frustrantes em relação à adesão dos países mais poluidores, como os Estados Unidos, no cumprimento das metas do Protocolo de Quioto. Para a Rio+20, no entanto, renovam-se as esperanças da consolidação dos compromissos firmados e da tentativa de cobrar dos outros países não signatários dos acordos anteriores a participação efetiva na redução de impactos ambientais.

No Brasil, logo após a publicação da lei de nº 12.187, de dezembro de 2009, que instituiu a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC), os governos e a iniciativa privada iniciaram seus inventários de emissões de gases de efeito estufa. Progressivamente, as medidas para a mitigação dos efeitos estão sendo elaboradas e implantadas, principalmente em cidades sedes da Copa das Confederações, Copa do Mundo de Futebol e dos Jogos Olímpicos, como é o caso do Município do Rio de Janeiro.

2.2. Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável

A Sustentabilidade é a “qualidade de se manter constante ou estável, por longo período” (FERREIRA, 2004). Quando relacionado com o meio ambiente, esta definição remete à noção de tempo e a fixação permanente das espécies existentes no planeta Terra por anos, incluindo o ser humano.

Contudo, a definição do termo “Desenvolvimento Sustentável” se fixou graças ao Relatório Brundtland, em 1987, intitulado “Nosso Futuro Comum” (Our Common Future) que lançou o termo e se tornou referência acadêmica como, “aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Este documento foi elaborado em 1987 pela Comissão

Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU após amplos estudos chefiados pela primeira-ministra Gro Harlem Brundtland.

A própria Constituição Federal de 1988 reafirma o termo citado, em seu artigo 225, onde “Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” E complementado pelo posicionamento do Supremo Tribunal Federal, onde a atividade econômica está subordinada além de outros princípios gerais, à “defesa do meio ambiente (CF, art 170, VI), que traduz conceito amplo e abrangente das noções de meio ambiente natural, de meio ambiente cultural, de meio ambiente artificial (espaço urbano) e de meio ambiente laboral.” (STF, 2006).

Bem antes do pronunciamento do STF, o mundo vive o conflito da sobrevivência, pois deve haver o mínimo de conciliação entre o desenvolvimento e o impacto ambiental. Em 1990, um dos pensamentos que surgiram para minimizar este conflito foi o conceito holístico criado por John Elkington, da organização não governamental internacional SustainAbility, o *Triple Bottom Line*², (ELKINGTON, 1999) onde “busca o equilíbrio (Gráfico 02) entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável.”(SILVA,2003).



Gráfico 03 – Sustentabilidade e as suas Dimensões Ambientais. Fonte³ ALLEDI, 2002; AFNOR 2003.

Material de curso MBA Construções Sustentáveis, Universidade Católica de Petrópolis e Nitsustentabilidade, 2011.

² Representa os 3P's, People, Planet, Profit, cuja tradução é Povo, Planeta e Proveito econômico.

³ Notas apresentadas em aula sobre Desenvolvimento Sustentável no MBA de Construções Sustentáveis, da Universidade Católica de Petrópolis, Rio de Janeiro, 2009.

2.3. Construção Sustentável

O conjunto de parâmetros que formam as diretrizes para a construção sustentável são os que consideram a qualidade, a identificação e controle dos impactos ambientais, a gestão da saúde e segurança e a promoção do bem estar entre as relações com a vizinhança.

2.3.1. Tripé da Sustentabilidade: Aspectos Ambientais, Econômicos, Sociais e o Ciclo de Vida

Dentro da Sustentabilidade, são considerados vários fatores para que um material ou sistema seja sustentável, visando todos os impactos.

A ferramenta mais utilizada é a Análise do Ciclo de Vida (ACV ou em inglês, LCA) que analisa o desempenho ambiental de um produto, em todas as fases da sua vida útil, considerando desde a extração das matérias-primas, a sua transformação, comercialização, uso e seu descarte final. Esta metodologia está descrita na ABNT NBR ISO 14040 (Associação Brasileira de Normas Técnicas ISO)

Dentro desta mesma linha, a ISO 15686 (International Organization for Standardization), série que descreve o planejamento da vida útil dos produtos ou sistemas (Service life planning), porém, ainda sem tradução para a ABNT, considera os custos globais do “nascimento ao túmulo”.

De acordo com PARDINI (2009), “o Ciclo de Vida de um edifício é o período de vida atribuído a ele e se caracteriza, principalmente, pela durabilidade e vida útil de seus componentes e materiais, estruturas e sistemas, bem como pela sua capacidade em desempenhar a função principal para a qual foi concebido”.

Assim, um produto deve produzir baixo impacto ambiental e ser viável economicamente e além disto, não pode provocar desigualdades sociais em seu processo. A Norma Brasileira NBR ISO 26000 e a SA 8000 (da Social Accountability International) são duas das Certificações utilizadas que atendem a estes requisitos e que incluem também parte da Segurança e Saúde do Trabalhador, onde a Norma OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Management Systems), trata especificamente da Higiene Ocupacional do Trabalhador.

Apesar das normas serem voltadas para produtos, considera-se a edificação como um produto final, regido pela Lei de Proteção ao Consumidor, onde há responsabilidades definidas e prazos de garantia para cada item. Está em discussão a Norma de Desempenho de Edificação até 5 pavimentos, que determina previsões de vida útil dos sistemas prediais.

ANG e WYATT (2001) sinalizam a necessidade de auditoria durante todas as fases da produção de um edifício sustentável, pois garante maior segurança aos clientes e permite a prevenção de custos não previsíveis ao longo da vida de uma edificação.

A representação dos altos custos somados, decorrentes da aquisição, construção, manutenção e utilização de um imóvel durante a sua vida útil, pode funcionar como um indicador de desempenho, controle ambiental, além de ser uma ferramenta poderosa na escolha de determinados sistemas para os seus usuários e para os investidores, como citado em:

“Esta análise proporciona uma visualização do impacto dos diversos subsistemas sobre os custos que o cliente externo/usuário deverá estar suportando ao longo da vida útil e orienta o tomador de decisão sobre a alternativa tecnológica que proporciona melhor solução quanto a este aspecto, mediante a identificação da forma como estes custos são afetados.” (SILVA, 1997)

Conforme a NBR 14037 e a NBR 5674 as construtoras devem entregar ao proprietário o “Manual do Proprietário” e o respectivo “Manual de Manutenção Preventiva”, que são necessários para obterem garantias de durabilidade dos sistemas, desempenho, segurança dos sistemas construtivos e equipamentos instalados. Estes manuais englobam os planos de inspeção, especificação de materiais, produtos e processos a serem adotados na manutenção, bem como os intervalos para realização das intervenções de manutenção e conservação; com base nos preços praticados no mercado local, na época da comercialização do imóvel, deverá ainda elaborar planilha de preços das manutenções, indicando o custo médio anual de cada elemento ou componente com base na sua respectiva vida útil, além do custo global a ser despendido anualmente.

E para que haja a manutenção adequada, deve-se garantir o acesso para limpeza e manutenção de todas as partes expostas de componentes ou elementos como pisos, caixilhos, telhados, componentes das instalações de águas pluviais e outros, sem prejuízo à segurança ou a postura ergonômica do prestador de serviço ou usuário.

"Para o usuário é fator essencial de sua capacidade de pagar e assegurar as condições de uso da edificação adequadas. A redução dos custos ao longo da vida útil significa a liberação de recursos para outros usos, segundo os valores e necessidades da família, tais como alimentação, saúde, educação e cultura, lazer, etc." (SILVA e ABIKO)

Portanto, a fase de Uso e Manutenção de uma construção representa 80% dos seus custos de Ciclo de Vida (gráfico 03). Deste modo, uma Construção Sustentável deve priorizar esta fase como norteadora dos projetos.

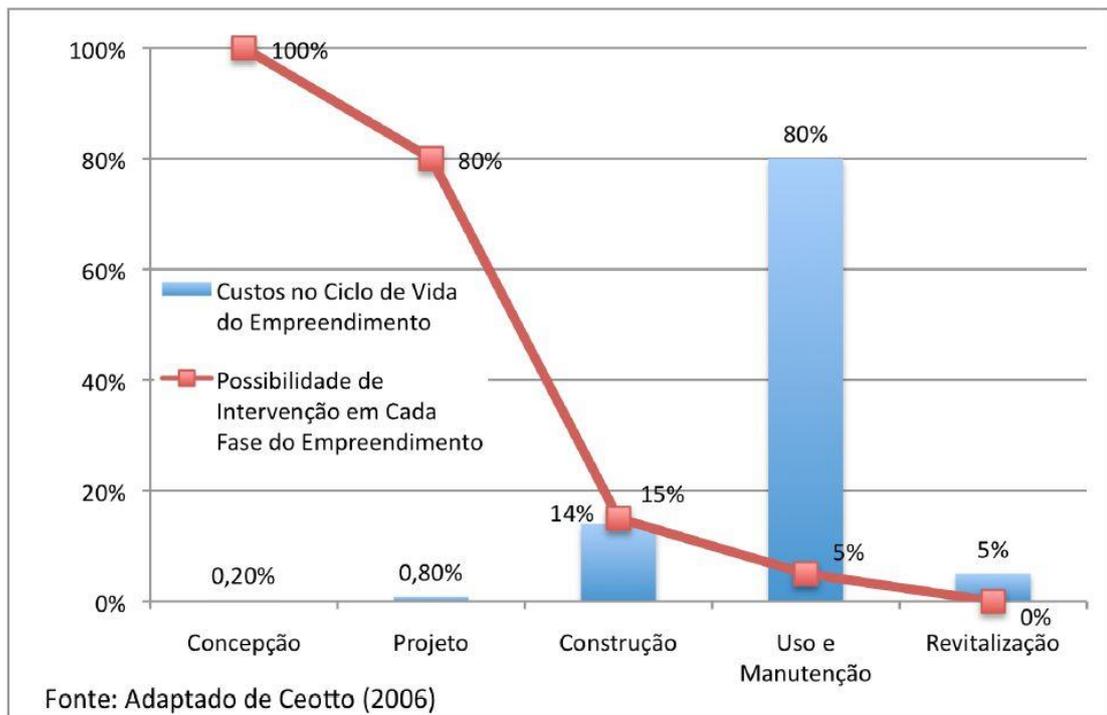


Gráfico 04: Possibilidade de Intervenção nas Fases conforme Custos no Ciclo de Vida do Empreendimento. Fonte: Luiz Henrique Ceotto, Revista Notícias da Construção, Seção Qualidade e Produtividade, 2006

De acordo com ARROYO, 2011, a TKCSA desembolsou a quantia de 11 milhões de reais na construção da Escola Erich Walter Heine. Este valor representa, no gráfico 03, 15% dos custos da vida útil da Escola, logo, calcula-se, aproximadamente, 74 milhões de reais, a custos atuais no Uso e Manutenção desta edificação.

Do processo evolutivo deste Tripé, surgiu o termo Triple Zero que faz a compensação ambiental baseada na regra de que “a construção deve demandar zero energia em seu funcionamento, ter zero emissões de carbono (CO₂) em todo o seu processo e produzir zero resíduos em toda a sua vida útil” e “apenas quando é desenvolvida uma abordagem holística que considere as qualidades ecológicas, econômicas e funcionais de um edifício.” (SOBEK, 2012)⁴

No Brasil, a microgeração de energia ainda não é aplicável, dado que a sua regulamentação tramita na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, fevereiro de 2012) contendo as regras, que aprovadas, serão publicadas no Diário Oficial da União. A microgeração se baseia na produção de energia através de fontes, como por exemplo, os painéis solares fotovoltaicos complementares ao fornecimento de energia elétrica convencional e na permissão da instalação de minitorres eólicas. O consumidor poderá vender o excedente da produção à concessionária.

⁴ Werner Sobek é um dos fundadores do German Sustainable Building Council DGBC, em 2007, Certificadora de Construções Sustentáveis na Alemanha.

CAPÍTULO III – CERTIFICAÇÃO LEED

3.1. Sistemas de Certificação LEED

Nos Estados Unidos da América, a Certificação LEED é um requisito legal adotado para a aprovação pelas Prefeituras e órgãos federais (USGBC, 2012). Estas iniciativas LEED são encontradas em mais de 442 localidades, distribuídos em 34 estados, aplicados entre 14 agências federais, inúmeras escolas públicas e instituições de ensino superior ao longo daquele país.

No mundo, existem construções em andamento com os preceitos da Certificação LEED em 120 diferentes países. Porém, fora dos limites dos Estados Unidos da América, os Conselhos acreditados pelo USGBC estão estabelecidos em 19 países, como a Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, Emirados, Espanha, Finlândia, Coreia do Sul, Índia, Itália, Jordânia, México, Noruega, Polônia, Romênia, Rússia, Suécia e Turquia (USGBC, 2012).

O Green Building Council Brasil (GBCB) ou Conselho Brasileiro de Construção Verde se estabeleceu na capital de São Paulo como uma organização não governamental e com o propósito de auxiliar o desenvolvimento da indústria da construção sustentável no País. O GBCB veio difundir as práticas e metodologias do United States Green Building Council integrado no processo de concepção, construção e operação de edificações novas e espaços já construídos.

O resultado da atuação do GBCB pode ser constatado pelo crescimento da certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) no Brasil, conforme exposto no capítulo I. Em 2004, o selo recebeu o primeiro pedido de um empreendimento brasileiro e também da América Latina, com a solicitação de certificação de uma agência bancária, do antigo Banco Real, Agência Granja Viana, localizado em Cotia, município de São Paulo.

Até Junho de 2012, foram certificados 51 prédios e 525 estão em processo de certificação, atrás apenas dos Estados Unidos, Emirados Árabes Unidos e China.

O LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) adota um sistema de classificação e avaliação ambiental do desempenho de edificações sustentáveis (LEED Green Building Rating System). Criado pelo U.S. Green Building Council, esta organização premia os que alcançam o nível de desempenho mínimo, composto pelo somatório de pontos atribuídos a cada requisito atendido. O resultado desta soma pode render ao empreendimento a classificação de “Certificada”, acima disto, obtém o selo Prata, Ouro ou Platina (Silver, Gold, Platinum).

Segundo o GBCB, há vários critérios, relacionados ao tipo de atividade a ser desenvolvida dentro da edificação e classificadas segundo a tabela 02:

CRITÉRIOS utilizados pelo LEED	
LEED CI	Projetos de interiores e edifícios comerciais
LEED CS	(Core and Shell Development) – Projetos da envoltória e parte central do edifício
LEED EB_OM	(Existing Buildings Operations and Maintenance) – Operação de manutenção de edifícios existentes
LEED for Homes	Residências
LEED HC	(Healthcare) – Unidades de saúde
LEED NC	(New Constructions) – Novas construções e grandes projetos de renovação
LEED Retail NC e CI	(Comercial Interiors) – Novas construções para Lojas de varejo e Interiores de Lojas
LEED Schools NC	Escolas
LEED ND	(Neighborhood Development) - Desenvolvimento de bairro (localidades)

Tabela 02: Tipos ou Critérios da Certificação LEED. Fonte: GBCB, 2012

A partir da listagem anterior (tabela 02), este Sistema de Classificação LEED pode ser dividido em três grandes critérios:

- novas construções (NC),
- prédios existentes (EB_OM) e;
- desenvolvimento de bairros (ND).

O NC abrange, não só as novas edificações, como também as grandes reformas, onde CI (Interiores), CS (Envoltória e Central do Edifício), Homes (Residencial), HC (saúde), Retail(Varejo) e Schools (Escolas) estão inseridos. Desta maneira, as regras, ou a maioria dos requisitos são semelhantes entre si, diferenciados por itens peculiares.

A CS é o tipo de critério que avalia prédios comerciais, cuja atividade interna não foi definida, por exemplo, uma edificação para escritórios. Assim, a avaliação só pode ser realizada com base nas informações gerais, como a envoltória (ou casca, formado pelas fachadas e cobertura) e a parte comum do edifício, englobadas pelos corredores de acessos às unidades, a portaria, garagens, áreas de serviços, escadas e elevadores.

No Brasil, o critério LEED Homes, para Residências é o único tipo que não está ativo, no entanto, atualmente, se encontra em consulta pública no site da GBC Brasil (2012).

Segundo CASADO (2008), o processo de certificação dos critérios avaliados do NC é válido até dois anos após a certificação oficial homologada pela USGBC. Passado este

prazo, a construção pode perder a sua certificação (Prata, Ouro ou Platina), caso não seja novamente avaliada. Porém, esta segunda avaliação será baseada em outro critério, a EB_OM ou, prédios existentes.

Também, segundo CASADO (2008), o EB_OM é o critério menos aplicado, pois é o critério de edificações existentes que foram construídas sob as Leis e Normas, que hoje, estão desatualizadas, caracterizando uma não conformidade legal e inviabilizando, muitas vezes, a certificação.

3.1.1. Programa de Requisitos Mínimos - PRM (MPRs – Minimum Program Requirements) (USGB, 2011)

Todo projeto LEED deve atender ao programa mínimo para que o projeto se torne elegível pela Certificação.

Este programa deve conter uma listagem ou plano para o atendimento, como a seguir:

1. Estar em conformidade com as leis ambientais: O projeto deve ter licenciamentos à nível Federal, estadual, municipal ou local, com as responsabilidades técnicas correspondentes.
2. Provar que a edificação está construída em terreno fixo. Não é permitida a certificação de construções temporárias, sobre estruturas móveis ou em veículos.
3. Deve ser implantada em terreno contínuo único: todo terreno deve ser contíguo, formado por apenas um terreno. Partes, não são aceitas.
4. Deve ter área mínima de 93m²;
5. A taxa média mínima de ocupação anual por pessoa: quando os alunos ocupam o imóvel em horário integral ou quando há dois turnos mínimos.
6. Disponibilizar os dados de consumo energético e de água por 5 anos para o USGBC.
7. Taxa de ocupação do edifício no terreno determinada por lei.

Com isto, três metas podem ser alcançadas:

- 1) O programa deve ser um guia, para dar uma clara visão ao cliente dos objetivos de atendimento aos requisitos legais;
- 2) Proteger a integridade da metodologia LEED, e;
- 3) Reduzir os desafios que ocorrem durante o processo de certificação.

Se houver a inexistência de parâmetros legais ou normativos no local, o GBCB recomenda a utilização das normas internacionais, onde prevalece a adoção da legislação que for mais restritiva.

3.1.2. Documentação de Base do Projeto

Para que o propósito da construção esteja bem estabelecido e os objetivos do proprietário do empreendimento sejam alcançados, é necessária a elaboração de dois documentos: BOD E OPR (respectivamente, Basis of the Owner Design e Owner Project Requirements – Base de Design do Proprietário e Requisitos de Projeto do Proprietário)

a) Requisitos de Projeto do Proprietário

As intenções do Proprietário e o “porquê” devem estar bem estabelecidos neste documento, com a Missão, a Política de Sustentabilidade ou objetivos gerais do projeto.

As características do empreendimento, as funções do edifício, o programa de necessidades do projeto, a descrição de alguns ambientes.

Os dados previstos para a população fixa e temporária de ocupação por turno ou período.

Os prazos esperados para conclusão de cada etapa, e detalhamento de alcance da pontuação de cada requisito LEED e as metas de desempenho e eficiência para cada sistema predial e embasamento normativo a ser empregado.

As limitações dos recursos disponíveis para cada setor (projeto) podem fazer parte deste documento.

Uma listagem geral dos manuais, garantias, planos de manutenção, cartilhas, programas, informações, procedimentos, planilhas, requisições de materiais, manifestos, guias, esquemas, sequencia de operações, plantas e desenhos de fornecedores, escritos para todo o processo são importantes para a organização e qualidade do projeto.

O Plano de Comissionamento, treinamento de operação e a manutenção dos equipamentos e treinamento dos usuários também devem ser inseridos no OPR.

b) Bases do Projeto:

A finalidade das informações contidas neste documento é o cumprimento dos Requisitos do Proprietário (de “como” será executado) e do Pré-Requisito do Critério EA (Energia e Ambiente) onde será necessário realizar o Comissionamento dos Sistemas de Energia prediais. O Comissionador (ou a equipe) deve verificar que os sistemas e os

equipamentos de projeto e instalados estejam conforme as intenções descritas no OPR (Requerimentos de projeto do Proprietário).

Devem constar resumidamente, os dados como premissa de projeto dos critérios adotados para o direcionamento do design, as metas a serem alcançadas, controles, métodos de cálculo para o dimensionamento e razões para a seleção dos Sistemas de Ventilação e Condicionamento de Ar, de Iluminação (interna e externa), de aquecimento de água e de energias renováveis (no próprio local como a eólica, solar, etc). Como parâmetro de cálculo é utilizado a ASHRAE 90.1 (2007) (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., “Norma de Energia para Construções com Exceção dos Edifícios Residenciais de Baixa Altura”,

3.1.3. O processo LEED:

Para todos os critérios, o processo de Certificação é o mesmo, mostrado pelo USGBC (2012):



Gráfico 05: Processo LEED. Fonte: USGBC, 2012.

Abaixo, o detalhamento das etapas:

- a) Registro do Projeto: O projeto poderá ser Registrado no GBCI (Green Building Certification Institute) através do encaminhamento feito pelos seus respectivos Conselhos, no caso do Brasil esta intermediação é realizada pelo GBCB. No entanto, para que se alcance uma pontuação dentro do sistema LEED, o registro deverá ser preparado por pessoa física ou jurídica que possua em seu quadro, um LEED AP (Accredited Professional ou Profissional Acreditado). O LEED AP tem a credencial emitida pela USGBC e é habilitado mediante prova, com prazo de validade de dois anos.(LEED School, 2009).
- b) Coleta das informações através das equipes multidisciplinares do projeto: as informações contidas em todos os projetos desde a Arquitetura, Estrutura, Instalações Prediais até de Paisagismo;
- c) Cálculos, preparação de memoriais e confecção de plantas e desenhos: o conjunto de informações deve ser traduzido para o idioma inglês e suas unidades correspondentes para o adotado americano. Outros dados são enviados, como as certificações dos produtos (procedência da madeira, índice do material reciclado, manifestos de resíduos, etc);

- d) Envio da primeira fase (projetos);
- e) Coleta e preparação da segunda fase (construção): ajustes e complementação das decisões modificadas ou acrescentadas;
- f) Treinamento para ocupação: todas as instalações devem ter registro e acompanhamento de gastos energéticos para validade da certificação;
- g) Pré-operação e pós-entrega: todos os equipamentos devem ter o comissionamento e o acompanhamento do funcionamento dos sistemas envolvidos e realizar possíveis ajustes;
- h) Análise para certificação: enviadas todas as informações, a equipe da USGBC valida e decide quantos pontos o empreendimento alcançará.

De acordo com as regras do USGBC, a validade da Certificação é de dois anos após a entrega do certificado (pode ocorrer de um a dois anos após a construção da edificação). Findo o prazo, são necessárias novas avaliações para que a edificação seja validada novamente na certificação, porém, em outra Categoria, a de LEED EB – OM (Existing Buildings – Operation & Maintenance ou Operação e Manutenção de Prédios Existentes)

3.1.4. Sistema LEED School

O LEED School (ou melhor, LEED Escolas), é um tipo de critério baseado nos parâmetros de uma construção nova, porém voltada para a atividade de ensino. A necessidade de tornar a edificação mais segura e confortável nortearam as diferenças entre os critérios básicos para as novas construções, onde há o acréscimo de dez itens a mais, entre Pré-Requisitos e Créditos, todos indicados na tabela 03.

3.1.4.1. Categorias

Dentro de cada critério há pré-requisitos e os créditos. Os pré-requisitos são requisitos mínimos que devem ser atendidos pelo empreendimento para que o projeto possa acumular uma pontuação mínima aceita pelo USGB com a finalidade de ser certificado.

A formalização dos dados do projeto é feita com a apresentação de três tipos de documentos:

- a) Templates ou declaração padrão LEED, sempre com a assinatura do responsável técnico pela informação;
- b) Plantas (desenhos) e memoriais descritivos dos projetos e sistemas e;
- c) Memoriais de Cálculos.

Pré-requisitos e Créditos LEED Schools versão 3 – 2009	
Divisão por CATEGORIAS	
1	Categoria Espaço Sustentável
Pré-requisito 1	Prevenção da poluição na atividade da Construção
Pré-Requisito 2 (aplicado somente no School)	Avaliação Ambiental do Terreno
Crédito 1	Seleção do Terreno
Crédito 2	Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade
Crédito 3	Remediação de áreas contaminadas
Crédito 4.1	Transporte Alternativo, Acesso ao Transporte público
Crédito 4.2	Transporte Alternativo, Bicletário e Vestiário para os ocupantes
Crédito 4.3	Transporte Alternativo, Uso de Veículos de Baixa emissão
Crédito 4.4	Transporte Alternativo, Área de estacionamento
Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço, Proteção e restauração do Habitat
Crédito 5.2	Desenvolvimento do espaço, Maximizar espaços abertos
Crédito 6.1	Projeto para águas Pluviais, Controle da quantidade
Crédito 6.2	Projeto para águas pluviais, Controle da qualidade
Crédito 7.1	Redução da ilha de calor, Áreas cobertas
Crédito 7.2	Redução da ilha de calor, Áreas descobertas
Crédito 8	Redução da Poluição Luminosa
Crédito 9 (aplicado somente no School)	Plano Diretor
Crédito 10(aplicado somente no School)	Uso do Conjunto das Facilidades

2	Categoria Uso Racional da Água
Pré-requisito 1	Redução no Uso da Água
Crédito 1	Uso eficiente de água no paisagismo
	Redução de 50%
	Uso de água não potável ou sem irrigação
Crédito 2	Tecnologias Inovadoras para águas servidas
Crédito 3	Redução do consumo de água
	Redução de 30%
	Redução de 35%
	Redução de 40%
Crédito 4(aplicado somente no School)	Redução do consumo de água de Processo

3	Categoria Energia e Atmosfera
Pré-requisito 1	Comissionamento dos sistemas de energia
Pré-requisito 2	Performance Mínima de Energia
Pré-requisito 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes, Não uso de CFC's
Crédito 1	Otimização da performance energética
	12% Prédios novos ou 8% Prédios reformados
	14% Prédios novos ou 10% Prédios reformados
	16% Prédios novos ou 12% Prédios reformados
	18% Prédios novos ou 14% Prédios reformados
	20% Prédios novos ou 16% Prédios reformados
	22% Prédios novos ou 18% Prédios reformados
	24% Prédios novos ou 20% Prédios reformados
	26% Prédios novos ou 22% Prédios reformados
	28% Prédios novos ou 24% Prédios reformados
	30% Prédios novos ou 26% Prédios reformados
	32% Prédios novos ou 28% Prédios reformados
	34% Prédios novos ou 30% Prédios reformados

	36% Prédios novos ou 32% Prédios reformados
	38% Prédios novos ou 34% Prédios reformados
	40% Prédios novos ou 36% Prédios reformados
	42% Prédios novos ou 38% Prédios reformados
	44% Prédios novos ou 40% Prédios reformados
	46% Prédios novos ou 42% Prédios reformados
	48% Prédios novos ou 44% Prédios reformados
Crédito 2	Geração local de energia renovável
	1% Energia Renovável
	3% Energia Renovável
	5% Energia Renovável
	7% Energia Renovável
	9% Energia Renovável
	11% Energia Renovável
	13% Energia Renovável
Crédito 3	Melhoria no comissionamento - Avançado
Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes
Crédito 5	Medições e Verificações
Crédito 6	Energia Verde

4 Categoria Materiais e Recursos	
Pré-requisito 1	Depósito e Coleta de materiais recicláveis
Crédito 1.1 (aplicado somente no School)	Reuso do edifício , Manter 25% de Paredes, Pisos e Coberturas Existentes
	Reuso de 55%
	Reuso de 75%
	Reuso de 95%
Crédito 1.2	Reuso do Edifício , Manter Elementos Interiores não estruturais
Crédito 2	Gestão de Resíduos da Construção
	Destinar 50% para o reuso
	Destinar 75% para o reuso
Crédito 3	Reuso de Materiais
	Reuso de 5%
	Reuso de 10%
Crédito 4	Conteúdo Reciclado
	10% do Conteúdo
	20% do Conteúdo
Crédito 5 (aplicado somente no School)	Materiais Regionais
	10% dos Materiais Extraído, Processado e Manufaturado na Região
	20% dos Materiais Extraído, Processado e Manufaturado na Região
Crédito 6	Materiais de Rápida Renovação
Crédito 7	Madeira Certificada

5 Categoria Qualidade Ambiental Interna	
Pré-requisito 1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno
Pré-requisito 2	Controle da fumaça do cigarro
Pré-requisito 3 (aplicado somente no School)	Desempenho Acústico Mínimo
Crédito 1	Monitoração do Ar Externo
Crédito 2	Aumento da Ventilação
Crédito 3.1	Plano de Gestão de Qualidade do Ar , Durante a Construção
Crédito 3.2	Plano de Gestão de Qualidade do Ar , Antes da ocupação

Crédito 4	Materiais de Baixa Emissão - de 1 a 4
Crédito 5	Controle interno de poluentes e produtos químicos
Crédito 6.1	Controle de Sistemas, Iluminação
Crédito 6.2	Controle de Sistemas, Conforto Térmico
Crédito 7.1	Conforto Térmico, Projeto
Crédito 7.2	Conforto Térmico, Verificação
Crédito 8.1	Iluminação Natural e Paisagem, Luz do dia para áreas Regularmente Ocupadas
Crédito 8.2	Iluminação Natural e Paisagem, Vistas
Crédito 9(aplicado somente no School)	Aumento da Eficiência Acústica
Crédito 10 (aplicado somente no School)	Prevenção do Mofo

6 Categoria Inovação e Processo do Projeto	
Crédito 1	Inovação no Projeto: Insira o título
	Inovação ou Performance Exemplar
	Inovação ou Performance Exemplar
	Inovação ou Performance Exemplar
	Inovação
	Inovação
Crédito 2	Profissional Acreditado LEED®
Crédito 3 (aplicado somente no School)	A Escola como Ferramenta de Ensino

7 Categoria Créditos Regionais	
Crédito 1	Prioridades Regionais
	Prioridades Ambientais Específicas da Região

Tabela 03: Requisitos LEED NC Schools. Fonte: GBCB, 2011.

3.1.4.1.1. Categoria Espaço Sustentável

Para o atendimento desta categoria é imprescindível atender dois Pré-requisitos importantes que favorecem a segurança ambiental.

3.1.4.1.1.1. Plano de Prevenção de Poluição no solo e no ar

A elaboração de um Plano de Prevenção de Poluição no solo e no ar, que reduz a poluição proveniente das atividades de construção, controlando a sedimentação e a erosão do solo, o assoreamento dos cursos de água e a geração de poeira na vizinhança. Este documento é baseado no Plano encontrado no site da EPA (Environmental Protection Agency) em: <http://cfpub.epa.gov/npdes/stormwater/swppp.cfm#guide>.

Um dos objetivos da aplicação do Plano é diminuir a quantidade de solo mobilizado, como impedir ou controlar o escoamento de águas externas que fluem pelas áreas mobilizadas. A comprovação da remoção dos sedimentos carregados pelas águas que saem

da obra é importante tanto quanto melhorar todo este sistema, suplantando as demandas legais nacionais, estaduais ou municipais.

3.1.4.1.1.2. Avaliação Ambiental do Terreno

O Pré-requisito é baseado em regulações americanas para redução de poluição no endereço em, <http://www.epa.gov/nrmrl/std/traci/traci.html>, onde é possível acessar o texto sobre “Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts (TRACI)” ou Ferramentas para a redução e avaliação química e outros impactos ambientais.

Este requisito tem o objetivo de escolher um local apropriado para o desenvolvimento das atividades escolares. Estas características locais devem garantir a segurança e saúde das crianças em relação à contaminação do solo, deste modo, é necessário comprovar que o terreno escolhido não é contaminado pelas atividades anteriores, conforme procedimentos da Fase I, da norma ASTM E1527-05 (Standard Practice for Environmental Site Assessments: Phase I: Environmental Site Assessment Process), no link <http://209.195.157.104/DOWNLOAD/E1903.1207483-1.pdf>. Caso haja contaminação e seja possível a descontaminação, que seja executada conforme os moldes da Fase II da ASTM E1903-97 (Standard Practice for Environmental Site Assessments: Phase I: Environmental Site Assessment Process), <http://enterprise1.astm.org/DOWNLOAD/E1903.1207483-1.pdf>.

A análise deve ser executada por empresa ou profissional habilitado, com responsabilidade técnica comprovada.

Como limitação da recuperação dos solos, esta Certificação se torna inviável quando os terrenos mantinham a função prévia de aterros sanitários.

A escolha do local para o novo empreendimento deve ser baseada na seleção de um terreno próprio para o tipo de atividade. A inadequação pode gerar grandes impactos ambientais.

A certificação LEED pontua quando o local está suprido de infraestrutura, seja sanitária, elétrica, telefonia, comércio e serviços. Fica restrita a implantação de projetos em zonas rurais agrícolas, em áreas inundáveis sujeitas às enchentes superior a 1% ao ano de ocorrência, áreas de preservação ambiental ou em faixas de margens de cursos d'água, rios ou lagos.

Mesmo quando não há a obrigatoriedade da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) solicitados por alguns municípios para a aprovação do empreendimento, o LEED recomenda que seja realizado este estudo.

A maior pontuação se deve à elaboração de planos de mitigação de emissão de poluição provenientes de veículos utilizados pelos futuros usuários, adoção de biocombustíveis ou GNV como fonte energética, ao incentivo do uso de transporte coletivo e bicicletas. A remediação de solos contaminados, recuperação de áreas degradadas, a promoção do monitoramento do terreno, a restauração de plantas nativas locais, a utilização de telhado para esta plantação orgânica sem agrotóxicos, fertilizantes, pesticidas ou herbicidas são algumas das ações positivas preconizadas pelo LEED.

O conjunto de ações para aumentar a permeabilidade do solo (pela redução de áreas impermeáveis), aumentando a taxa de infiltração e controlar o escoamento superficial provocado pelas águas pluviais para a rede de drenagem pública são créditos certos para a pontuação. Isto se dá a partir da detenção, retenção ou reserva da água da chuva (para o seu aproveitamento ou retardo) e menos utilização do concreto para a pavimentação externa do terreno. A adoção de Sistemas de reuso das águas cinzas também são requisitos favoráveis.

Outro atendimento importante é reduzir as ilhas de calor, reduzindo a temperatura do ambiente pela utilização de materiais com reflectância solar comprovada pelo fabricante, que permita a redução de temperatura de coberturas e pavimentação. Um recurso bem empregado nesta situação é o sobreamento proporcionado por vegetação e através de placas ou painéis solares para aquecimento e produção de energia. Outro recurso é dar preferência para pisos intertravados claros, com permeabilidade ao invés de asfalto escuro.

A iluminação controlada, também faz parte da contenção da poluição luminosa, quando a luz não ultrapassa os limites do terreno ou quando não há excesso que provoque ofuscamento, o desconforto e gastos desnecessários com energia elétrica.

Os controles do item de iluminação, assim como os outros sistemas prediais, devem favorecer a flexibilidade de futuras modificações ou ampliações no projeto. Estas características peculiares, com foco na sustentabilidade, precisam constar no Plano Diretor (crédito 9) ou do Plano de Operação e Manutenção do Manual do Proprietário, para que sejam garantidas a continuidade do projeto inicial, mesmo que hajam mudanças e desenvolvimentos de programas e alteração da população estudantil (ou usuários). Neste mesmo Plano Diretor é necessário incluir os planos para centros comunitários, as quadras de esporte, biblioteca, área de recreação aquática ou qualquer outro projeto voltado para a comunidade.

Para atender o crédito 10, “Uso conjunto das Facilidades” deve ser disponibilizado pelo menos três espaços com o público: biblioteca, refeitório, salas de aula, quadras esportivas, ou estacionamento. Este crédito permite, efetivamente, a socialização com a

comunidade, pois empresta o espaço, se não toda a área escolar para a função integralizadora da região. A prova do contato com a sociedade é estabelecida pela assinatura contratual de serviços com a comunidade ou outras instituições (clínica de saúde, posto policial, etc).

3.1.4.1.2. Categoria Uso Racional da Água

Esta categoria incentiva a economia de água potável, na utilização de fontes que favoreçam a diminuição do consumo deste recurso natural esgotável. Portanto, como pré-requisito, deve-se comprovar a sua redução, através da adoção de sistemas de aproveitamento da água de chuva, de reuso de águas cinzas e de equipamentos sanitários com diminuição da vazão em relação ao convencional.

3.1.2.1.3 Categoria Energia e Atmosfera

Um dos objetivos desta categoria é o Planejamento e a realização de atividades de comissionamento dos sistemas que demandam energia (aquecimento, ventilação, condicionamento de ar e refrigeração, iluminação, sistemas de câmera, telefonia, automação, equipamentos elétricos, subestação, casa de máquinas e conjunto de bombas e controles associados), verificando sua instalação e seu desempenho, de acordo com os projetos, memoriais descritivos e execução.

As atividades de comissionamento devem ser realizadas pela equipe de comissionamento contratada e habilitada (responsabilidade técnica comprovada). O Escopo do Comissionamento deve ter a descrição das atividades, referências dos fornecedores e parâmetros para a realização dos testes obrigatórios em fábrica, balanceamento, aceitação dos testes de desempenho executados no local, assistidos pela equipe e pelo fabricante. Acompanhar o treinamento da equipe de manutenção e operação e limitar os prazos de acompanhamento após a instalação final dos equipamentos.

A categoria tem a função motivadora de uso de energia renovável e a produção desta no local, como o aquecimento de água com coletores solares, o fornecimento de energia elétrica fotovoltaica ou de proveniência eólica, etc.

Contempla a redução ou eliminação de gases causadores da destruição da camada de ozônio.

A simulação energética é realizada nesta categoria através dos programas Energy Plus e Design Builder com base nos parâmetros da ASHRAE 90.1-2007, tomando como referência uma base mínima de eficiência. São considerados os materiais empregados na arquitetura e o comportamento térmico das fachadas e telhados, onde o prédio é implantado

em zonas climáticas relacionadas ao município do Rio de Janeiro e com a orientação cardinal segundo o projeto. Nestes testes vários dados são inseridos, como tamanho de aberturas, brises horizontais e verticais e o sombreamento da própria edificação. Dependendo do alcance de desempenho energético, a construção ganha maior pontuação ou menor. Os parâmetros de iluminação também são considerados.

O Monitoramento e medição constante dos equipamentos que consomem energia e água podem garantir uma eficiência ao longo da vida útil da edificação, garantindo o desempenho dos sistemas e a sustentabilidade, com ganho de pontuação.

Para atendimento ao último crédito seriam necessários que a organização Green-e, (www.green-e.org) fornecesse energia renovável certificada para o empreendimento. No Brasil, este sistema ainda não é comercializado, nem regulamentado.

3.1.2.1.4 Categoria Materiais e Recursos

Esta categoria promove a redução da quantidade de resíduos destinados a aterros gerados na operação e construção do edifício. Prevê a elaboração da Gestão dos resíduos de todo o processo, desde a construção até o final da vida útil da edificação.

A implantação do plano requer a comprovação dos manifestos de resíduos e do descarte em aterros legalizados.

Estimula o empreendimento a dispor de local específico, isolado e organizado para a coleta e armazenamento de materiais recicláveis que sejam de fácil acesso aos funcionários para manutenção. As áreas de coleta de recicláveis devem conter a separação de resíduos para reaproveitar os recursos estruturais e fachadas da construção existente. Este reaproveitamento visa à redução da quantidade de entulho gerado durante a obra, da minimização do impacto ambiental da operação e diminuição da aquisição de novos materiais que geram gastos com transporte e emissão de gases de efeito estufa até o local do empreendimento.

Considera a reutilização ou o aproveitamento de materiais e da reciclagem de parte da construção existente. Através das declarações e certificações dos fornecedores estimula o uso de produtos com grande porcentagem de matérias primas de origem recicladas em sua composição.

O LEED incentiva a utilização de materiais com longos ciclos de vida, substituindo-os por materiais de rápida renovação.

Materiais como a madeira certificada precisam comprovar a procedência.

3.1.2.1.5 Categoria Qualidade Ambiental Interna

O objetivo é obter o máximo de qualidade do ar no empreendimento e conforto e bem-estar aos usuários. Para isto, este requisito utiliza as normas ASHRAE 62.1-2007 (ou a ABNT NBR 16401-3 2008). Estes parâmetros definem o mínimo de renovação de ar de acordo com a zona climática local para a quantidade de gás carbônico interno. Adicionalmente, o equipamento de monitoramento do ar interno e automático precisa garantir a qualidade e avisar, caso os padrões estejam descalibrados.

Para manter os padrões, é necessário elaborar um Plano de Gerenciamento e Controle da Qualidade do ar na fase de construção e pré-ocupação da edificação. As ações devem estar voltadas para a proteção dos equipamentos, filtros e dutos para que a poeira de obra não penetre no sistema, contaminando-o. Caso haja a contaminação, prever a limpeza antes do uso do sistema e durante a sua vida útil. Proteger os materiais porosos da exposição à umidade e poeira, de modo a armazená-los em locais limpos, sem mofo. Adotar procedimento de teste de qualidade do ar preconizado pela EPA, com a determinação de poluentes no ar interior (“Determination of Air Pollutants in Indoor Air”). Utilizar a pressurização e a pressão negativa para assegurar a não contaminação de áreas adjacentes.

Durante a execução da obra, garantir que os funcionários não fiquem expostos aos gases intoxicantes (como os solventes, adesivos, selantes, tintas e vernizes), com alto teor de compostos orgânicos voláteis.

As informações contidas em catálogos, garantias e manuais dos mobiliários devem conter a certificação GreenGuard ou Declarações dos produtos como tapetes, carpetes e tecidos de paredes, para minimizar a entrada de poluentes e partículas químicas no edifício e prejudicando a saúde dos usuários.

A proibição do fumo em ambientes fechados é um atendimento necessário e conforme a legislação estadual do Rio de Janeiro, nº 5.517, de 2009. No entanto, há também o controle de fumaça de tabaco, para que a fumaça não penetre nos dutos e salas com condicionamento de ar.

Os parâmetros de atendimento mínimo para o conforto acústico são estabelecidos pela ANSI S 12.60-2002, que estipula 45dBA, segundo os requisitos LEED. O empreendimento deve garantir que estes limites sejam atendidos nas salas de aulas, corredores, auditórios ou ambientes internos.

3.1.2.1.6 Categoria Inovação e Processos de Projetos

Esta categoria visa uma premiação (através de pontos) para desempenho exemplar ou quando há inovação em tecnologia ou metodologia na construção.

O Crédito 2, incentiva a contratação de uma Profissional Acreditado LEED e, deste modo, proporciona a melhoria de outros profissionais na qualificação do sistema e aumenta a probabilidade de sucesso para o empreendimento alcançar a certificação.

3.1.2.1.7 Categoria Créditos Regionais

Segundo LEED (2009), para receber as pontuações, deve-se alcançar desempenhos mínimos relacionados à categoria Energia e Atmosfera e o Uso Racional de Água. O desempenho mínimo foi estipulado em 12% para as novas construções, quando há a melhoria do comissionamento e quando a edificação implanta sistemas que permitam as medições e verificações dos consumos de energia.

Em relação aos créditos da Categoria do Uso Racional de Água, os pontos são adquiridos quando é verificada a redução de 50% no uso da água potável no Paisagismo ou o uso de água de chuva ou não há irrigação (com a escolha de espécies nativas e que não precisem de sistema de rega).

O empreendimento recebe mais um ponto se conseguir implantar tecnologias de tratamento e reutilizar as águas servidas. O último ponto é possível se há efetivamente a redução do consumo de água em 30%.

3.1.5. Outras Certificações

Nos últimos anos, as indústrias brasileiras estiveram em constantes melhorias devido às pressões externas causadas pela demanda de produtos de qualidade padronizada internacionalmente e por isto, adotaram normas de origem internacional, como as ISO 9001, de Qualidade, a ISO 14001, Ambiental, OHSAS 18001 ou BS 8800, de Saúde e Segurança no Trabalho e a SA 8000, de Responsabilidade Social para implementar uma Gestão Integrada. Outra ferramenta de Gestão empregada em muitas empresas é a profissionalização de gerentes de projetos através do Instituto de Gerenciamento de Projetos (PMI – Project Management Institute), onde é utilizado um Guia do Conjunto de Conhecimentos (Guia PMBoK – Project Mananagement Body of Knowledge).

Em nível nacional, as empresas podem adotar o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat do Sistema de Avaliação da Conformidade (PBQP-H/Siac),

Além destas normas, as construtoras podem adotar padrões internacionais de edificações verdes certificados pela USGBC (United States of Green Building Council),

através de sua filial GBC Brasil, do processo Aqua, da Fundação Vanzolini em São Paulo (de acordo com a HQE – Haute Qualité Environnementale francesa), do BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), do Reino Unido. No Brasil, a Caixa lançou o Selo Azul e a Eletrobrás, o selo Procel Edifica, com adoção compulsória prevista para o ano de 2014.

O processo de certificação LEED, abreviatura em inglês de Leadership in Energy and Environmental Design⁵ é intermediado pelos consultores LEED AP⁶ e pela GBC Brasil (Green Building Council) que envia os dados para a ONG, a matriz americana, USGBC (United States Green Building Council), que reconhece e publica mundialmente a Certificação LEED através do seu site. Esta certificação emitida é a declaração de que a edificação está em conformidade com os critérios determinados pela organização, relacionados à soma da pontuação mínima alcançada através da racionalização de água e energia, da implantação de mecanismos de controle para manter a qualidade do ar e do conforto térmico, além de reduzir os resíduos gerados durante a construção do edifício.

3.1.6. Escola Sustentável

Durante a ECO-92, no Fórum Internacional de Organizações Não-Governamentais e Movimentos Sociais foi gerado o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global. No entanto, em Dakar, no ano de 2000, no Fórum Mundial de Educação, foi assinado um compromisso onde se estabelece a importância fundamental da educação ambiental, que é considerado “um meio indispensável para participar nos sistemas sociais e econômicos do século XXI afetados pela globalização”.(Manual de Educação para o Consumo sustentável, 2005).

Assim, a Escola Sustentável é a concretização de um dos princípios básicos da educação ambiental também descrito no PNEA⁷, no inciso II, do artigo 4º, da lei nº 9.795 de 1999, que estabelece a “Concepção de ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência sistêmica entre o meio natural e o construído, o socioeconômico e o cultural, o físico e o espiritual, sob o enfoque da sustentabilidade”. Dentro deste processo o ProNEA, Programa Nacional de Educação Ambiental, foi elaborado para “Promover a educação ambiental integrada aos programas de conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente, bem como àqueles voltados à prevenção de riscos e danos ambientais e tecnológicos.”(ProNEA,2005).

⁵ A tradução para o português é Liderança em Energia e Desenho Ambiental.

⁶ Profissional Acreditado pela USGBC

⁷ Plano Nacional de Educação Ambiental

A implantação deste Programa caminha lentamente porque demanda recursos e articulação entre os governos dos estados e municípios. Diferente situação acontece com a rede privada de ensino, pois a Educação Ambiental já está incorporada na ementa das disciplinas de escolas particulares, que promovem eventos e projetos espalhados pelo país, mostrados tão frequentemente pela mídia.

A Escola Sustentável possui uma característica peculiar porque, além de apresentar uma grade normal curricular, tem a Educação Ambiental como finalidade, onde todas as matérias estão relacionadas ao tema de meio ambiente. Para alcançar este objetivo é necessário o envolvimento e comprometimento da Diretoria, que devem estar firmados entre a Coordenação, alunos, pais, funcionários, membros da comunidade local e prestadores de serviços. Deste modo, a Escola é mais que um espaço que promete sustentabilidade, são características sustentáveis.

A partir das qualidades do setor privado como a gestão hábil, independente e adaptável a novas situações, foram possíveis as negociações que geraram um acordo de parceria Público-Privada assinado para a concretização da Escola Sustentável, onde a Prefeitura Municipal cedeu o terreno, a indústria TKCSA financiou 100% da construção e o funcionamento dos cursos técnicos de administração e demais cursos, outras empresas doaram equipamentos e a SEEDUC forneceu mobiliário e material didático além dos professores que recebem o salário pelo Estado e a complementação salarial da indústria.

CAPÍTULO IV - Aspectos da Segurança Ambiental

4.1.Introdução

O século XIX foi marcado pelo desenvolvimento do capitalismo industrial (França e Inglaterra), caracterizado pelo crescimento da produção, êxodo rural e concentração da população urbana. As medidas relacionadas à Saúde e Segurança Ambiental eram incipientes, porém, aumentaram à medida que os dados coletados mostravam que os acidentes no trabalho eram numerosos e dramáticos pela gravidade. Nesta época, “a luta pela saúde, identificava-se com a luta pela sobrevivência: viver, para o operário, é não morrer” (DEJOUR, 1992).

Um século antes, o médico italiano Bernardino Ramazzini realizou a primeira classificação e sistematização de uma série de doenças relacionadas ao trabalho e ao meio ambiente. “De Morbis Artificum Diatriba” (Doenças dos Trabalhadores) foi publicado no ano de 1700 e consagrou-se como o pai da Medicina Ocupacional (FRANCO, 2001). Esta relação de doenças foi utilizada como a base para o ordenamento das enfermidades reconhecido pela OIT (Organização Internacional do Trabalho).

Como resultado das infundáveis negociações com o governo, ao final do século XIX, os movimentos sociais da classe operária ganharam a aprovação de várias leis da segurança e da higiene na indústria, sobre acidente de trabalho e sua indenização e a limitação das jornadas diárias. Um pouco mais tarde, a década de 30 foi marcada pela criação da Previdência Social e a elaboração das Leis do Trabalho em várias partes do mundo.

Um ano depois, HEINRICH (1931) publicou nos Estados Unidos, o “Industrial Accident Prevention, A Scientific Approach” (Prevenção de acidentes Industriais, uma abordagem científica). Sua obra marcou a história do prevencionismo, onde abordou a questão do acidente com enfoque mais administrativo, voltado para a área de seguros, em danos à propriedade.

De acordo com ALBERTON, (1996) existiam duas correntes do Prevencionismo:

A primeira, baseada no Controle de Danos e Controle Total de Perdas, com ações enfatizadas a ação administrativas de prevenção, aliados às técnicas tradicionais, buscando evitar todas as situações geradoras de efeitos indesejados ao trabalho. Seguido por BIRD (1966) em Controle de Danos e FLETCHER (ALBERTON, 1996), em Controle Total de Perdas. Segundo IIDA, 1990,

“no sistema tradicional os acidentes são analisados pela freqüência de ocorrência e um relatório com descrição sumária dos mesmos. Os relatórios geralmente apresentam poucas informações quanto às condições de trabalho no local do acidente, não fornecendo subsídios suficientes para que essas condições sejam aperfeiçoadas.”

A segunda corrente, com enfoque mais técnico da infortunistica, buscando para problemas técnicos, soluções técnicas. Esta última corrente foi denominada de Engenharia de Segurança de Sistemas, sendo uma metodologia para o reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ocupacionais, com ferramentas fornecidas pelos diversos ramos da engenharia e oferecendo novas técnicas e ações para preservação dos recursos humanos e materiais dos sistemas de produção. Este enfoque foi utilizado, em 1972 por HAMMER (1980), baseado em estudos da força aérea e nos programas espaciais americanos.

Entre as décadas de 70 e 90, diversos desastres industriais ocorreram causados por produtos originários das petroquímicas, químicas e nucleares (SOUZA, 2005), com danos irreparáveis ao patrimônio e vidas de muitos homens. Vide alguns dos exemplos listados abaixo,

- a) Explosão da Refinaria de Duque de Caxias, no Rio de Janeiro, em 1972;
- b) Explosão em Flixborough, Grã-Bretanha, em 1974;
- c) Vazamento de Dioxina, na Itália, 1976;
- d) Vazamento de gasolina e incêndio, em Cubatão, São Paulo, em 1984;
- e) Explosão de GLP, México, em 1984;
- f) Vazamento de metil isocianato, Bhopal, Índia, no ano de 1985;
- g) Explosão e vazamento de material nuclear, Chernobyl, Rússia, no ano de 1986;
- h) Acidente radiológico pela exposição ao Césio 137, em Goiânia, 1987.

Nesta fase, as empresas tratavam a Segurança Industrial como um problema interno, sem a interferência da sociedade ou governo. Em conseqüência, houve a conscientização da população e a cobrança sobre as responsabilidades das indústrias nos acidentes provocados por falhas em suas atividades, com movimentos sociais relacionados à proteção do meio ambiente e à vida humana.

Desta forma, passaram a utilizar as técnicas de Segurança nos Estudos de Análise de Riscos (EAR) e Programas de Gerenciamento de Riscos (PGR) (CETESB, 2003) voltados para a prevenção de acidentes, onde são utilizados métodos de caracterização do processo de identificação dos perigos, avaliação e controle dos riscos, que procuram reduzir

as possibilidades de acidentes, minimizar os seus impactos (danos e perdas) e manter uma instalação operando dentro de um padrão de segurança.

Nas últimas décadas, as metodologias de Segurança foram evoluindo com o tempo, e incorporaram técnicas como a Confiabilidade de Sistemas Complexos, a Ergonomia e a Engenharia de Resiliência, como sucintamente descritos, a seguir.

- a) HAMMER, (1980) já citava em seu livro que “a confiabilidade é definida como a probabilidade de realização bem sucedida de uma missão dentro de um tempo específico e sob condições específicas. Modos de falha e análise de efeitos foram desenvolvidos por engenheiros de confiabilidade para permitir-lhes prever a confiabilidade de produtos complexos”.
- b) A adaptação do trabalho ao homem, ou melhor, “o estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento” é a definição concisa para a ergonomia, segundo a Ergonomics Research Society.
- c) WOODS e HOLLNAGEL,(2006), afirmam que a Engenharia de Resiliência é um paradigma para a gestão da segurança que se concentra em como auxiliar as pessoas a lidar com a complexidade sob pressão para alcançar o sucesso.

4.2. Definições e Conceitos na Segurança

A segurança refere-se à qualidade, estado ou condição daquilo que é seguro, ou do que está a salvo, livre de quaisquer perigos, danos ou riscos. É a condição daquele ou daquilo em que se pode confiar. Significa certeza, firmeza, convicção (FERREIRA, 2004)

A Segurança também se relaciona às questões de segurança nacional, de defesa do território.

Relacionado ao meio ambiente, o conceito abrange às condições de segurança e saúde dos seres vivos inseridos em um espaço determinado.

A Segurança engloba os estudos sobre os acidentes, falhas, incidentes indesejáveis, desastres e os mecanismos para atenuar, tratar e evitar, lançando como ferramenta a Análise de Riscos, a Ergonomia, a Engenharia de Resiliência e a Confiabilidade de Sistemas Complexos, como mencionado no item anterior.

A promoção da Segurança requer o conhecimento dos conceitos básicos com intuito de melhor prevenir os acidentes, assim como gerenciar os riscos.

- a) Incidente (ou quase acidente): evento ou fato (negativo) com potencial de dano. Estes são classificados como quase acidentes. Mesmo os incidentes, a segurança prevencionista trata de maneira pró-ativa, pois, de acordo com os dados da ICNA (Insurance Company of North America) em 1969, a empresa forneceu resultados baseados em 1.753.498 acidentes e constatou a proporcionalidade entre o acidente grave e os incidentes (Fig. 04).

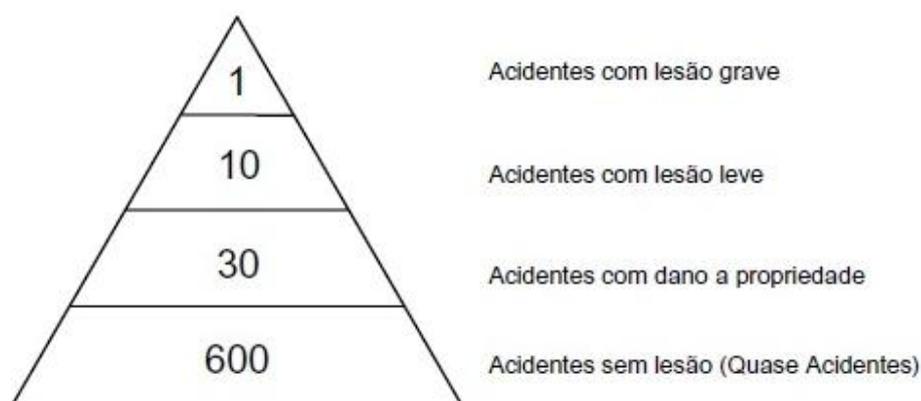


Figura 04: Pirâmide da ICNA, 1969 (fonte: DE CICCIO e FANTAZZINI, apud ALBERTON, 1996)

- b) Risco (Risk) : probabilidade de ocorrência de um evento que possa causar dano em um período de tempo específico.
- c) Perigo (Danger): consequência implícita no potencial de dano (às pessoas, à propriedade, ao meio ambiente ou a combinação desses). [Health and Safety Executive, (1995) apud, NETTO, 2010]
- d) Dano: gravidade da perda (humana, material, meio ambiente ou combinado)

O perigo não pode ser controlado ou reduzido, mas o risco pode ser gerenciado, minimizando os danos.

4.3. Embasamento Legal

Um dos aspectos mais relevantes da Segurança Ambiental é o controle sobre o meio ambiente com o objetivo de mantê-lo o mais estável possível e minimizar os riscos, de maneira a proporcionar o desenvolvimento humano. De acordo com o primeiro parágrafo da Proclamação da Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente⁸ proferido na Conferência das Nações Unidas, em 1972:

⁸ Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano, 1972 Disponível em: <http://www.mp.ma.gov.br/site/centrosapoio/DirHumanos/decEstocolmo.htm>. Acesso em 10 de fevereiro de 2012.

“O homem é ao mesmo tempo obra e construtor do meio ambiente que o cerca, o qual lhe dá sustento material e lhe oferece oportunidade para desenvolver-se intelectual, moral, social e espiritualmente. Em larga e tortuosa evolução da raça humana, neste planeta, chegou-se a uma etapa em que, graças à rápida aceleração da ciência e da tecnologia, o homem adquiriu o poder de transformar, de inúmeras maneiras e em uma escala sem precedentes, tudo que o cerca. Os dois aspectos do meio ambiente humano, o natural e o artificial, são essenciais para o bem-estar do homem e para o gozo dos direitos humanos fundamentais, inclusive o direito à vida mesma.”

Adiante, é descrito o primeiro Princípio, onde:

“O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequada em um meio cuja qualidade lhe permite levar uma vida digna e gozar de bem-estar e tem a solene obrigação de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras.”

No Brasil, a CF, artigo 225, reafirma esta Declaração e no Estatuto da Cidade, cita que:

“Para todos os efeitos, esta Lei, denominada Estatuto da Cidade, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.”

Dentro do ambiente artificial, DEJOURS (1992) cita a importância da identificação de vários aspectos no ambiente de trabalho para a condição de seu equilíbrio.

“Por condição de trabalho é preciso entender, antes de tudo, ambiente físico (temperatura, pressão, barulho, vibração, irradiação, altitude etc), ambiente químico (produtos manipulados, vapores e gases tóxicos, poeiras, fumaças etc), o ambiente biológico (vírus, bactérias, parasitas, fungos), as condições de higiene, de segurança, e as características antropométricas do posto de trabalho. Por organização do trabalho designamos a divisão do trabalho, o conteúdo da tarefa (na medida em que ele dela deriva), o sistema hierárquico, as modalidades de comando, as relações de poder, as questões de responsabilidade etc”.

O estudo das condições no ambiente de trabalho é obrigatório, segundo as Normas Regulamentadoras do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego) e de acordo com a Norma Regulamentadora nº 9, [aprovada pela Portaria nº 3.214, de 1978, com a apresentação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), dentro do regime da Consolidação das Leis do Trabalho].

No nível Federal, os servidores públicos estão sob a proteção da instituição do Subsistema Integrado de Atenção à Saúde do Servidor Público Federal (SIASS) e o Comitê Gestor de Atenção à Saúde do Servidor, através do Decreto nº 6.833, de 29 de Abril de 2009. Uma das finalidades do SIASS é a:

“promoção prevenção e acompanhamento da saúde: ações com o objetivo de intervir no processo de adoecimento do servidor, tanto no aspecto individual quanto nas relações coletivas no ambiente de trabalho.”

Através da Portaria Normativa nº 3, de 7 de maio de 2010, a Secretaria de Recursos Humanos estabelece orientações sobre a Norma Operacional de Saúde do Servidor (NOSS) federal, cujo objetivo é definir diretrizes gerais para implementar as ações de vigilância aos ambientes e processos de trabalho e promoção à saúde do servidor (BRASIL, 2010).

No caso do Estado do Rio de Janeiro, o funcionário está sob o regime do Estatuto dos Servidores Públicos, que não contempla a melhoria das condições ambientais laborais, porém, já tramita o Projeto de Lei nº 30/2011, que institui a Política de Qualidade de Vida e Saúde no Trabalho do Servidor Público do Estado do Rio de Janeiro.

De acordo com este Projeto de Lei:

“Um dos principais desafios dos setores relacionados com a saúde no País é a redução dos índices de morbidade e mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis. Essas doenças são causas de internação e morte no Brasil, além de serem responsáveis por grande parte de sequelas e incapacidades adquiridas, gerando altos índices de absenteísmo, presenteísmo e afastamentos do trabalho”.

O ambiente de trabalho está inserido no espaço urbano criado pelo homem, onde ambos são partes integrantes do Ambiente Artificial e compartilham as mesmas necessidades de controle sobre as condições ambientais, da mesma forma que o Meio Natural, onde ocorrem todas as atividades desenvolvidas pelos seres humanos e animais.

O controle ou a gestão deste Meio Ambiente abrange diversos estudos que são elaborados por profissionais multidisciplinares, cujo resultado é o documento chamado Avaliação de Impactos Ambientais ou AIA registrado em órgão governamental federal, como o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), estadual, como o INEA (Instituto Estadual do Ambiente), ou municipal, SMAC (Secretaria Municipal do Meio Ambiente), normalmente estes documentos são requisitados quando solicitadas as Licenças para Construção de Estabelecimentos Industriais, Comerciais, Hospitalares, Hoteleiros, Portuário ou mesmo Residenciais relevantes. De acordo com IAIA⁹, em SÁNCHEZ, 2008, o objetivo é:

1. Assegurar que as considerações ambientais sejam explicitamente tratadas e incorporadas no processo decisório;
2. Antecipar, evitar, minimizar ou compensar os efeitos negativos relevantes biofísicos, sociais e outros;

⁹ International Association for impact Assessment, Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice. Fargo: IAIA, Special Publication, v. 1, 1999.

3. Proteger a produtividade e a capacidade dos sistemas naturais, assim como os processos ecológicos que mantêm suas funções;
4. Promover o desenvolvimento sustentável e otimizar o uso e as oportunidades de gestão de recursos.”

Deve haver garantia para que a população geral, a comunidade local e os envolvidos conheçam o empreendimento através de mecanismos formais, como a consulta pública, canais diretos de comunicação ou mesmo pela mídia.

Mesmo após a implantação de qualquer empreendimento é necessário o acompanhamento de mudanças nas condições ou fatores ambientais.

4.4. Aplicabilidade dos Conceitos da Segurança Ambiental

Aplicam-se os conceitos da Segurança Ambiental pela análise de qualquer empreendimento através das ferramentas da Análise dos Riscos e da Engenharia de Resiliência de Sistemas Complexos.

Aliada à Sustentabilidade, a Segurança Ambiental oferece maiores garantias para o desenvolvimento e continuidade de empreendimentos durante todo o processo de sua vida útil.

A primeira ação é a identificação de riscos e perigos relacionados à edificação, que envolvem os estudos da macrorregião, micro e internamente. São considerados todas as fases, do projeto, construção, operação e descarte final do prédio.

A segunda ação é minimizar os impactos ou eliminar as fontes de risco. Esta fase é caracterizada pela elaboração de planos e treinamento, com capacitação profissional dos usuários.

A terceira e última fase é o monitoramento da aplicação dos planos e a análise dos indicadores, como por exemplo, o controle do número de acidentes e incidentes e o estabelecimento de metas para alcançar a redução dos eventos.

Cabe ressaltar uma linha de pesquisa na área do trabalho que aplica a Segurança Ambiental, através do estudo da Resiliência. Segundo CARVALHO (2003), esta linha está ganhando força no Brasil, pelo grande número de afastamentos de docentes nas escolas. Outra linha de pesquisa (LIBERAL et. al, 2005) está focada na promoção da Escola Segura (Safety School), decorrente de vários episódios de violência vividos no ambiente escolar, onde aborda a violência como uma questão de saúde.

CAPÍTULO V – ESTUDO DE CASO DE ESCOLA PÚBLICA SUSTENTÁVEL

5.1. Descrição do Conjunto predial

A Escola está localizada no Conjunto Habitacional João XXIII, na Rua Manoel Lourenço dos Santos, no Distrito de Santa Cruz, Município do Rio de Janeiro (figura 05).

Atualmente, o Colégio atende a Rede Estadual, com Ensino Médio Integrado e Curso Técnico em Administração e tem, aproximadamente, 200 alunos, com capacidade máxima para 600 alunos, dividida em três turnos.

O conjunto está assentado em terreno de 7.060,00m², cuja edificação principal é composta por dois pavimentos, cada andar com 1.346,48m² e mais a cobertura vegetal que ocupa a área de projeção do prédio (ver jogo completo de plantas no ANEXO). O Colégio ainda dispõe de uma quadra esportiva coberta, com vestiário de 877,18m², bem como outra quadra sem cobertura, ao lado de uma piscina de 25m de comprimento por 12,50m de largura, com acesso para os deficientes físicos e os restantes 74,85m² distribuídos entre o Depósito de Recicláveis, as duas Guaritas, a Casa de Bombas e a Subestação. As áreas construídas totalizadas somam 3.653,52m².

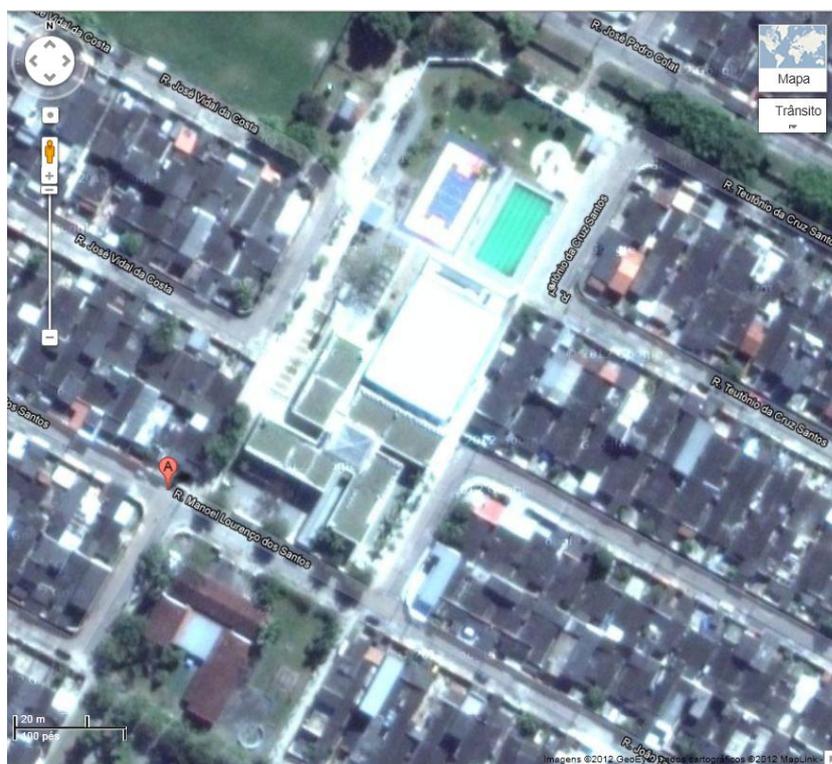


Figura 05: Localização da Escola. Fonte: Google Earth, 2012.

O partido arquitetônico foi inspirado na forma de um Catavento, pois aproveita a dinâmica dos ventos locais permitindo a circulação horizontal entre os seus quatro blocos interligados pelos corredores que circundam o prisma central. Este prisma é coberto por

estrutura metálica e telhado em policarbonato transparente, com forma piramidal, apoiado nos vértices e elevado da mureta assim, possibilitando a iluminação natural e favorecendo a ventilação.

A única interligação entre os pavimentos, inclusive até a cobertura, é realizada através da rampa, com dimensões de acordo com as normas de Acessibilidade. As portas que dão acesso às salas e demais compartimentos medem 90cm de largura no mínimo, também atendendo à NBR 9050.

5.1.1. Prédio Principal

No Pavimento Térreo encontram-se a área administrativa, a sala de professores, a biblioteca, o laboratório, a sala multiuso (auditório), a sala de aula de gestão, a sala de informática, os sanitários, o refeitório, a cozinha e a área de serviço (Figura 06).

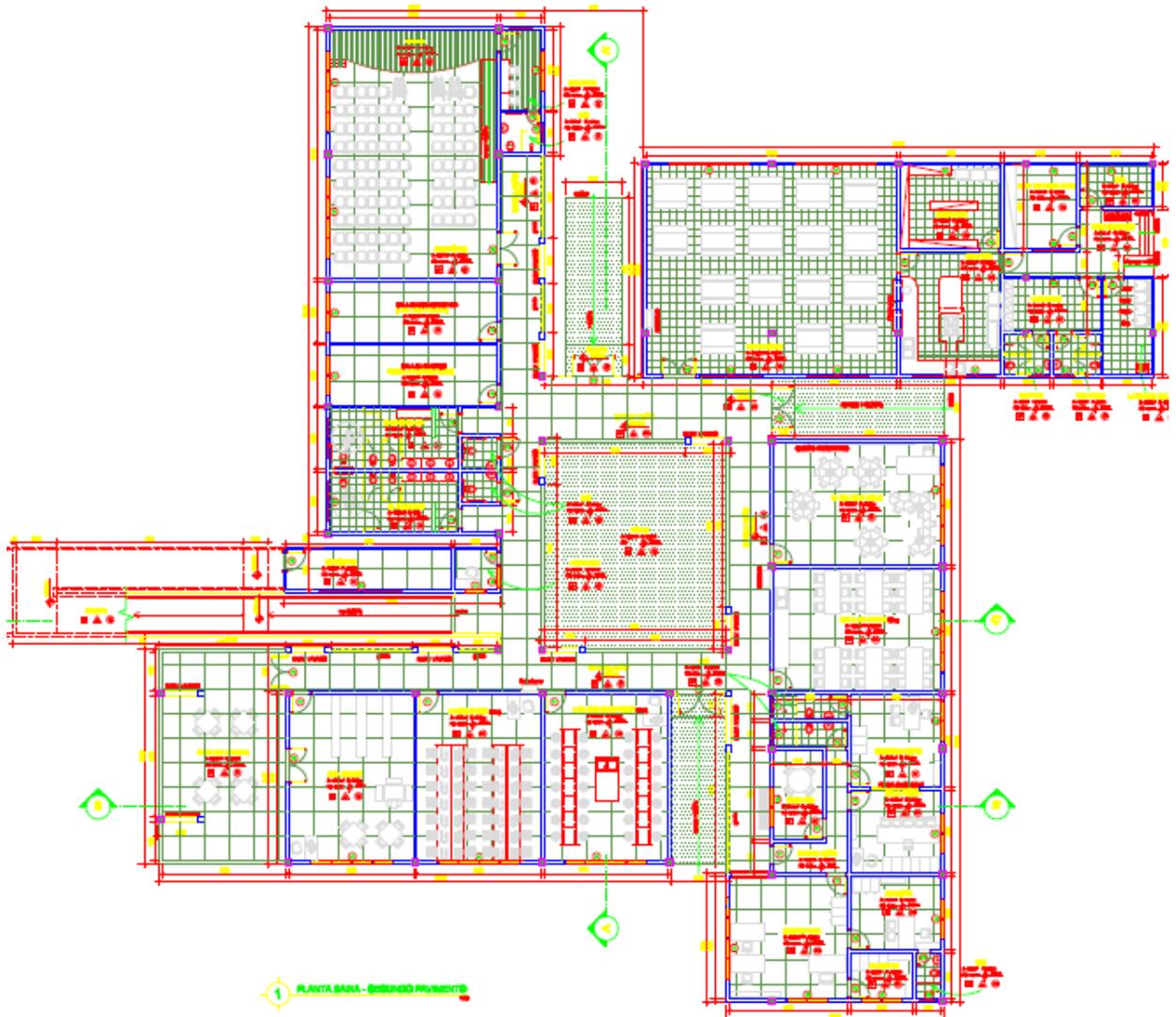


Figura 06: Projeto CE Erich Walter Heine. Pavimento Térreo.

Fonte: Arktos Arquitetura Sustentável, 2010

No 2º Pavimento concentram-se as 15 salas de aulas, o grêmio e os sanitários (Figura 07).

Os reservatórios, os Condensadores de Ar Condicionado e de Exaustão Mecânica e o telhado do prisma de Iluminação estão no Pavimento de Cobertura. A maior parte deste andar é coberto pela vegetação (Figura 08).

O pé-direito mede 3,05m e os corredores são abertos com muro de proteção de altura 90cm.

O concreto armado foi utilizado para toda a estrutura do prédio e complementados com alvenaria de tijolos cerâmicos. O revestimento em argamassa, aplicado sobre as paredes, foi pintado com tinta acrílica.

Internamente, foram aplicados revestimentos cerâmicos até a altura de 90cm do piso e complementados com argamassa pintada em tinta acrílica com baixa emissão de Compostos Orgânicos Voláteis.

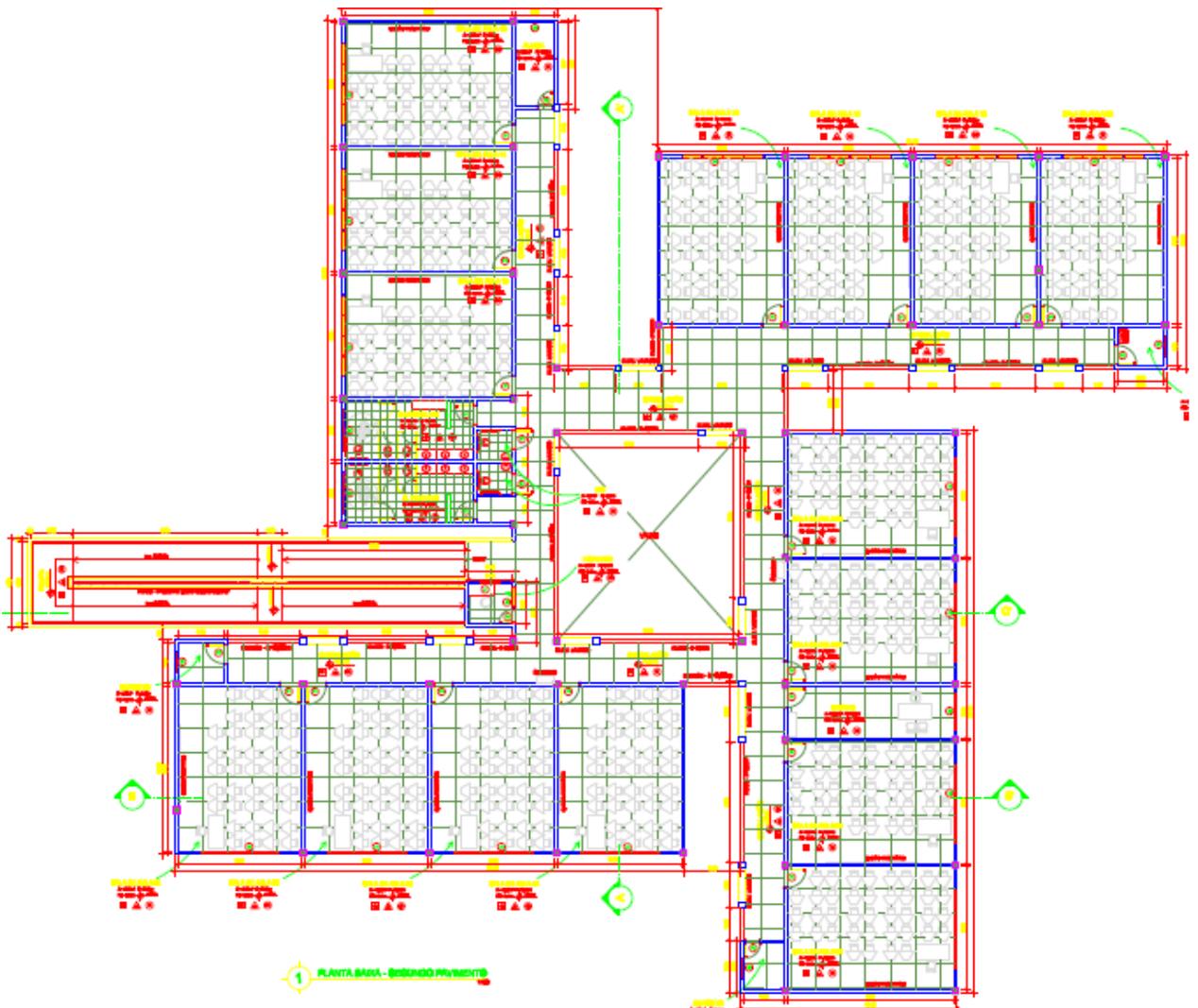


Figura 07: Projeto CE Erich Walter Heine. 2º Pavimento.

Fonte: Arktos Arquitetura Sustentável

A última laje foi impermeabilizada com manta e emulsão à base de água, coberta pelo Ecotelhado (fig. 09), cuja composição é a aplicação de duas mantas plásticas recicladas, suporte emborrachado (fig.10), substrato orgânico e vegetação.

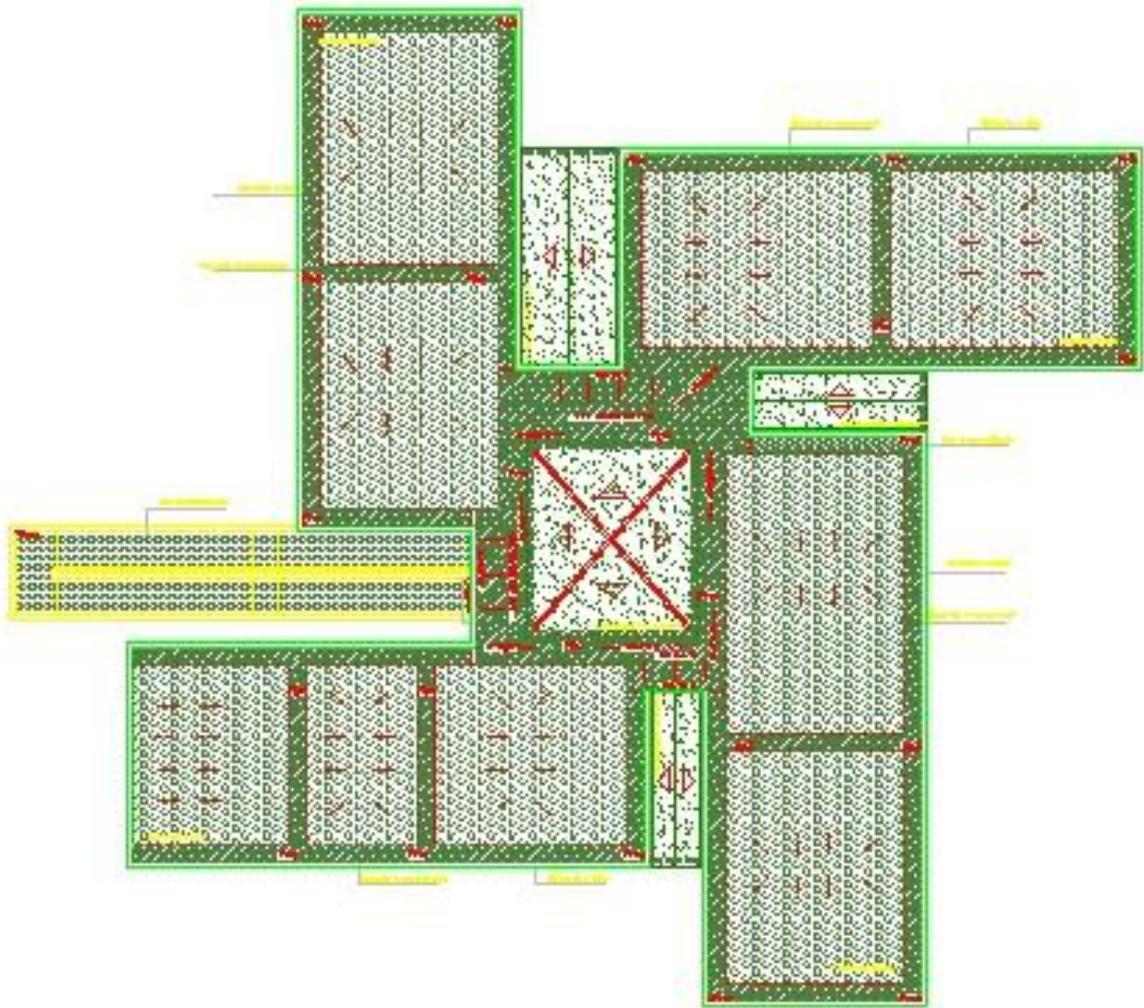


Figura 08: Projeto CE Erich Walter Heine. Pavimento da Cobertura.

Fonte: Arktos Arquitetura Sustentável

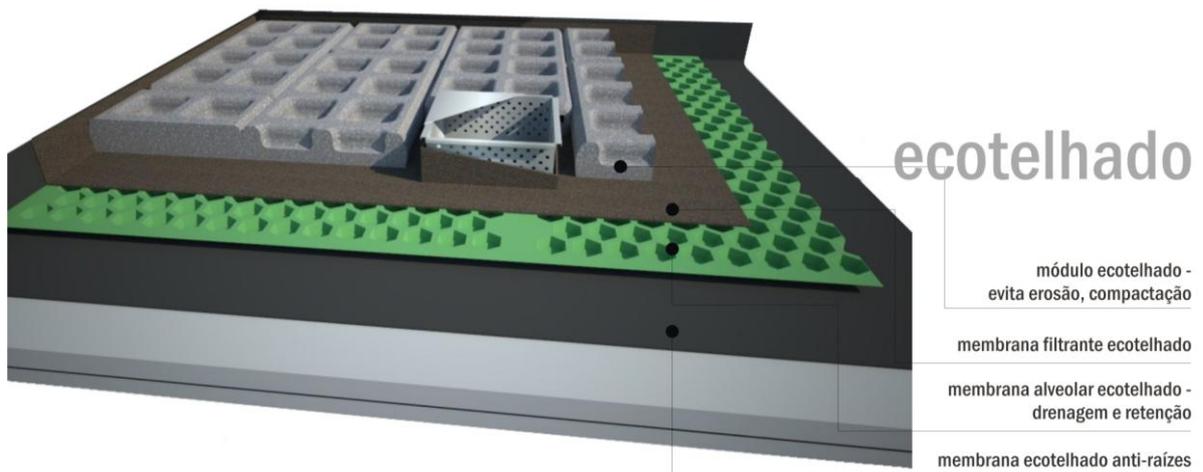


Figura 09: Ecotelhado, 2010



Figura 10: Detalhe do Ecotelhado instalado, 2011. Fonte: Carlos Eduardo Pimenta da Luz

5.1.2. Prédios Secundários

- Quadra Coberta e Vestiário

A quadra esportiva é coberta com telha trapezoidal simples de alumínio branca (fig. 11 e 12) e o vestiário está, estrategicamente localizado, entre esta quadra e a piscina. O prédio é térreo e cobertura em laje impermeabilizada comporta várias placas solares para o aquecimento da água dos chuveiros.

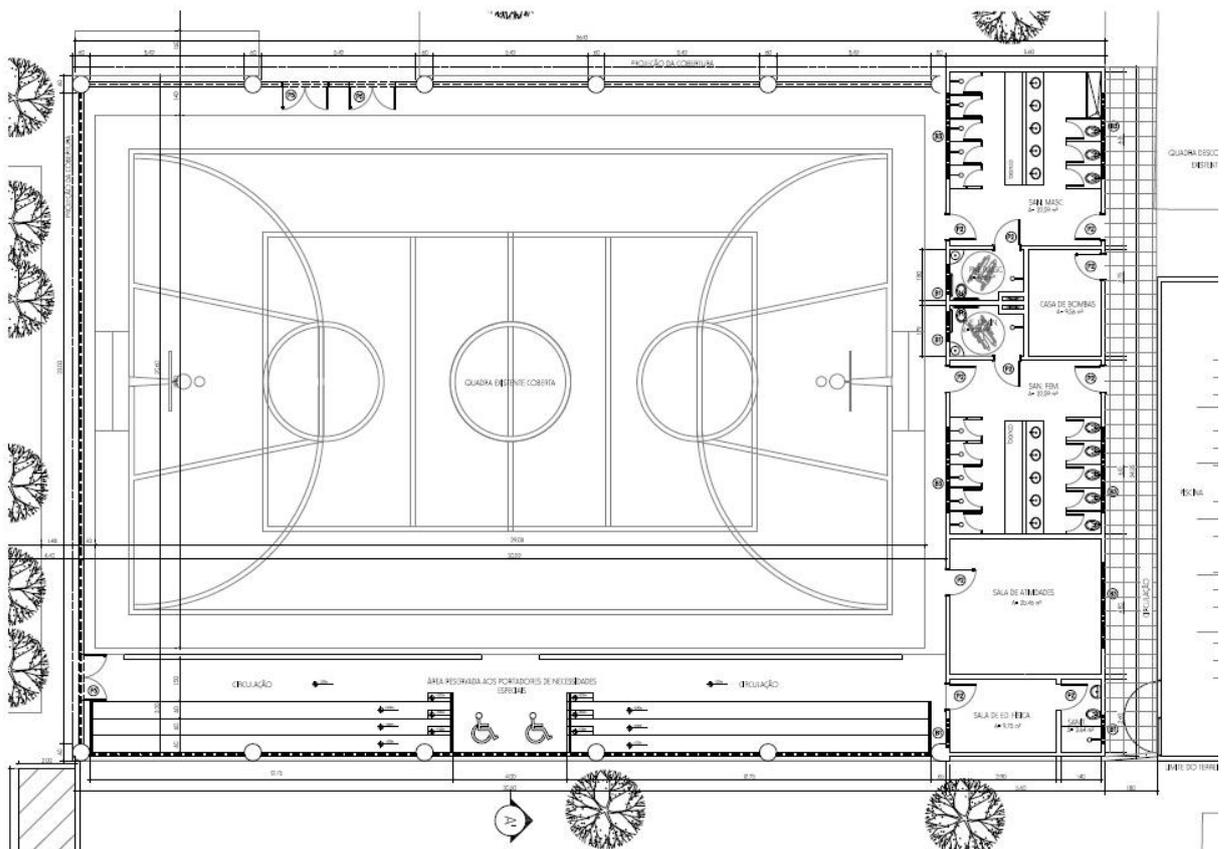


Figura 11: Projeto CE Erich Walter Heine. Quadra Esportiva Coberta e Vestiário

Fonte: Arktos Arquitetura Sustentável, 2010



Figura 12: CE Erich Walter Heine. Quadra Esportiva Coberta e Vestiário

Fonte: Carlos Eduardo Pimenta da Luz, 2011

- Castelo d'água, Casa de bombas Guarita, Depósito de Resíduos e Subestação

O Castelo d'água reserva a água potável proveniente da CEDAE (fig.13), enquanto que os reservatórios de águas pluviais superiores estão instalados na cobertura do prédio principal. A casa de bombas está localizada ao lado do castelo d'água (fig.13).

Existem três entradas no terreno da escola, mas duas Guaritas (fig.14). A cobertura da laje é de concreto e também está previsto instalar o Ecotelhado.

Após a coleta de todos os resíduos recicláveis, são acumulados no Depósito (fig. 14) e separados por muretas, onde aguardam a sua retirada pelos catadores locais. Internamente, as paredes são azulejadas e a bancada com a pia de inox possibilita a higienização de alguns materiais.

A Subestação (fig. 14) é um pequeno prédio implantado em um dos vértices do terreno, estrategicamente distante do restante da escola. Entre o espaço da Subestação e a piscina, foi instalado o conjunto de filtro e bomba para a limpeza constante da água.



Figura 13: CE Erich Walter Heine. Castelo d'água e casa de bombas

Fonte: Carlos Eduardo Pimenta da Luz, 2011

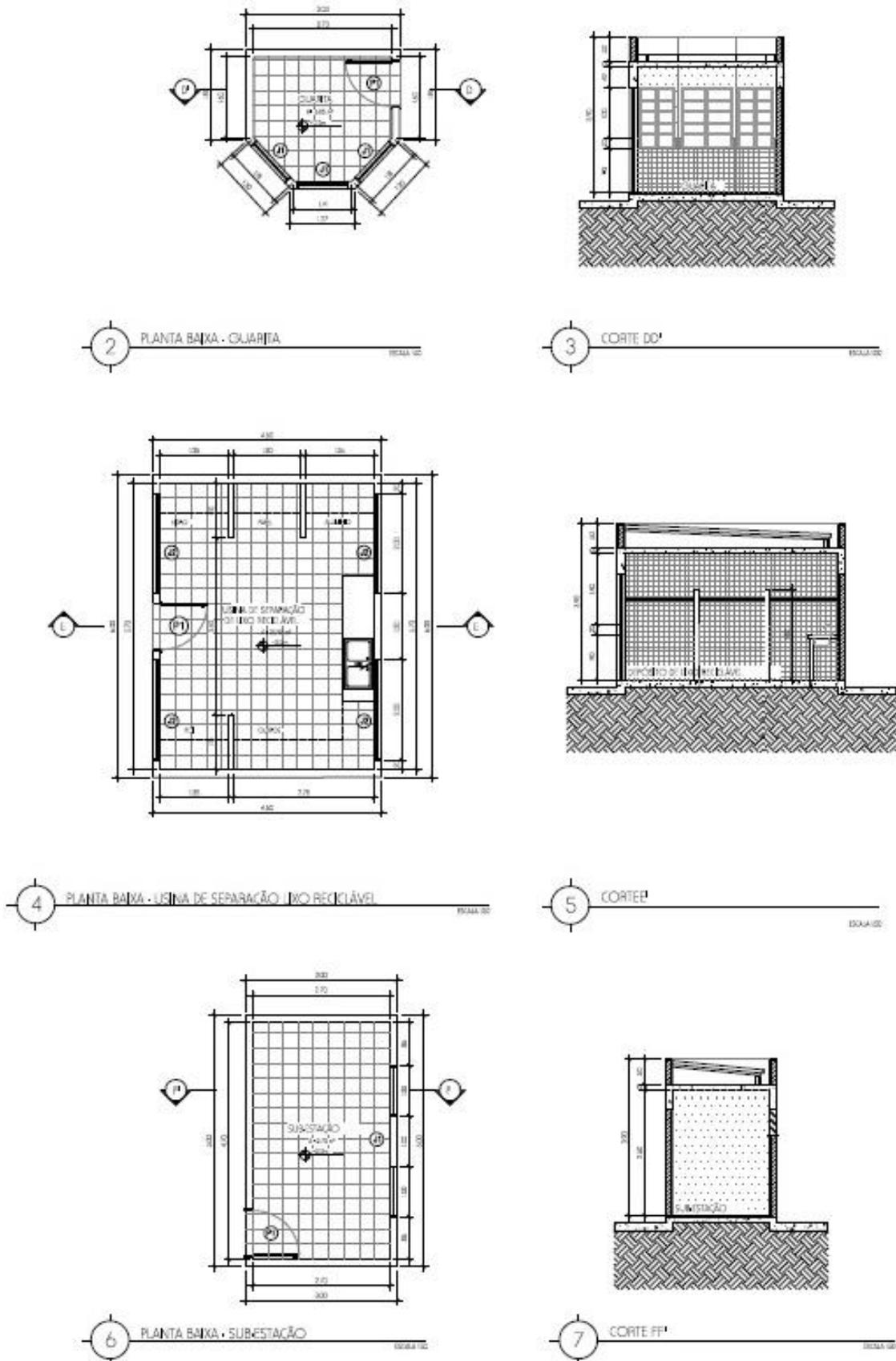


Figura 14: Projeto CE Erich Walter Heine. Plantas e Cortes da Guarita, Depósito de Resíduos, Subestação

Fonte: Arkto Arquitetura Sustentável, 2010

5.2. Aplicação da Metodologia – Implantação da Certificação LEED Schools

Um dos requisitos mínimos para alcançar a certificação LEED é comprovar que o projeto está em conformidade legal em todos os níveis, federal, estadual e municipal, além das Normas Brasileiras. Após esta etapa, o empreendimento deve atender aos pré-requisitos que são obrigatórios em sete áreas-chave: Espaços Sustentáveis, Racionalização do Uso da Água, Eficiência Energética, Qualidade Ambiental Interna, Sustentabilidade dos Materiais, Inovação & Processos e Créditos Regionais.

O empreendimento conseguiu preencher a maioria dos requisitos, e em breve, a Escola Erich Heine (figura 15) receberá a classificação como “Certificada LEED™”, de acordo com a ACADE, porém, ainda sem definição do tipo de Selo, conforme a pontuação mínima alcançada, estabelecida pelas regras do USGBC (United States Green Building Council).



Figura 15 : Perspectiva do Projeto da Escola Erich Walter Heine.

Fonte: Arktos Arquitetura Sustentável

O processo desta Certificação implica em várias etapas, iniciadas com a contratação de uma empresa (ACADE), que possuía em seu quadro de profissionais um gestor LEED AP (Leadership of Energy and Environmental Design Accredited Professional). Esta contratação foi necessária para a obtenção de um crédito (2, da categoria inovação e processo do projeto), para auxiliar as equipes envolvidas e atender os requisitos LEED. A primeira função desta empresa foi a elaboração de um Estudo de Pré-viabilidade Técnica que averiguou as possibilidades de Certificação LEED BD+C (Building Design and Construction Rating System ou Projeto de Edificações e Sistemas de Avaliação da Construção).

O escopo dos serviços contemplou a análise dos dados obtidos pertinentes ao imóvel e à localidade. A equipe técnica vistoriou o local, levantou os dados do entorno, também do histórico do terreno, entrevistou a vizinhança, pesquisou e organizou algumas reuniões com os stakeholders (todos os envolvidos).

Após a reunião destes dados, o diagnóstico foi consolidado em um Relatório Técnico, onde se apresentaram três itens chaves: a Avaliação das premissas ambientais do projeto e seus potenciais benefícios, a Descrição da situação de atendimento de cada pré-requisito e Crédito do LEED, classificando o empreendimento seguindo o critério de Graus de Possibilidade, como GP, conforme destacado na tabela 04.

Graus de Possibilidade	Símbolo
Grande Possibilidade	GP
Duvidoso	DV
Difícil Obtenção-Grande Investimento	DI
Inviável	I

Tabela 04: Graus de Possibilidades.

Fonte: Acade Arquitetura e Consultoria – Grupo C2KR

O último assunto tratou da previsão de nível da Certificação Viável denominada como Certificada, Prata, Ouro ou Platina. Neste caso, previu-se a Certificada, porém os investidores estabeleceram a meta para alcançar a Certificação Ouro.

Cabe ressaltar que, para viabilizar a Certificação LEED Schools, o empreendimento foi obrigado a atender aos 10 pré-requisitos, como mencionado no capítulo 3. Já, o número máximo de créditos, para serem pontuados, é 50.

A Consultoria da equipe técnica LEED AP incluiu o acompanhamento de todos os projetos da obra para readaptação das plantas e especificações conforme os requisitos da Certificação. Esta empresa elaborou um Caderno de Orientações, que serviu de guia com cada requisito detalhado para facilitar a compreensão dos meios inovadores possíveis que possibilitassem os atendimentos. Este Caderno (tradução do “LEED 2009 for Schools New Construction and Major Renovations Rating System, USGBC, 2011) foi enviado aos membros responsáveis técnicos designados pelas empresas participantes, que mantinham contato direto com a ACADE.

Esta consultoria também foi prestada à construtora para o desenvolvimento dos procedimentos e implantação dos Planos de Gestão de Resíduos e da Prevenção de Poluição no Solo e no Ar, com a elaboração do Plano de Controle de Sedimentação e

Erosão do Solo durante as obras. As orientações originais em inglês podem ser adquiridas no site da EPA (Environmental Protection Agency - www.epa.org).

A empresa também orientou a SEEDUC para a elaboração do Plano Diretor, que definem as estratégias para mudanças futuras, pois a cada modificação pedagógica e na sua implantação, podem demandar adaptações das instalações físicas da escola. Com intuito de não alterar as diretrizes da escola sustentável, estas devem estar bem definidas no Plano Diretor.

Dentro do escopo dos serviços, a ACADE realizou a Simulação Energética (Pré-requisito 2 da categoria de Energia e Atmosfera) e também permitiu pontos extras pela obtenção de um resultado com bom desempenho energético.

A Simulação da Envoltória consiste na coleta de dados dos diversos projetos, com base na Arquitetura para a realização da Modelagem Tridimensional da edificação, inclusive com marcação dos vãos, telhado e todas as especificações de materiais, como, tipos de vedação e estrutura. Após, todos os dados relativos às características térmicas dos materiais, são inseridas as informações dos aparelhos de ar condicionado utilizados, a ventilação e a exaustão, do aquecimento de água e sistemas elétricos instalados na escola, de iluminação, de equipamentos elétricos, de motores e de bombas.

Os programas utilizados foram o Energy Plus (US Departamento of Energy, do site www.apps1.eere.energy.gov) e o Design Builder (www.designbuilder.co.uk) para o processamento de dados. A simulação (Figuras 16 e 17) previu um consumo anual baseado na metodologia validada pela USGBC, utilizando a norma americana ASHRAE 90.1-2007.

Os resultados alcançados garantiram a pontuação mínima, para este requisito, pois alcançou uma eficiência de 20% em relação a um projeto convencional.

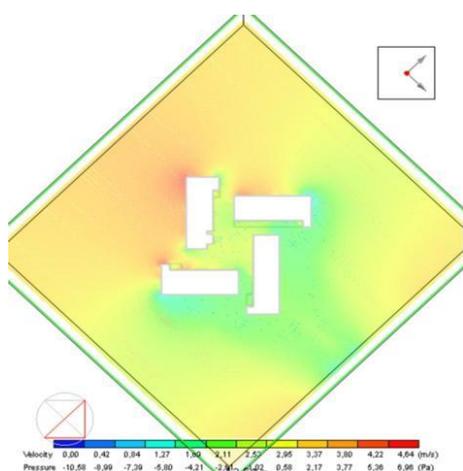


Figura 16: Simulação Computacional
Fonte: ACADE, 2011

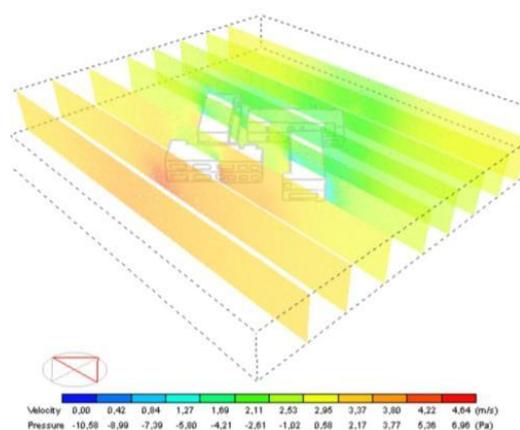


Figura 17: Ventos Dominantes – mais fortes

Outra simulação executada foi a do comportamento do edifício em relação à posição do sol, bem como o estudo das sombras durante as horas do dia, durante o ano. (figuras 18 e 19)

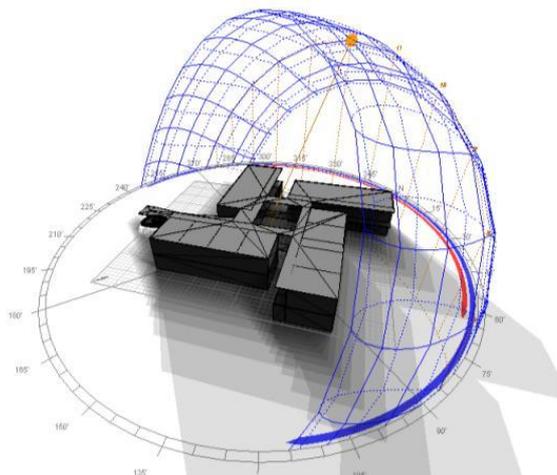
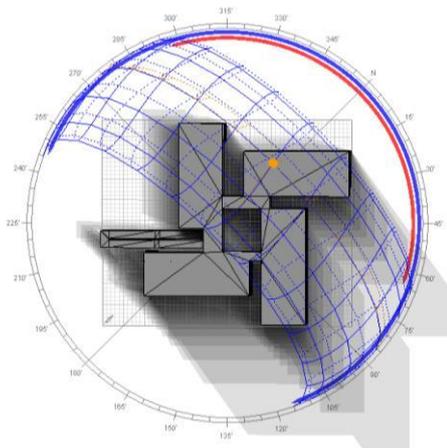


Figura 18: Estudo de Sombras em planta

Figura 19: Estudo de Sombras, perspectiva

Fonte:Acade Arquitetura e Consultoria, 2011.

O Comissionamento é outro pré-requisito na Certificação LEED, onde ocorre o acompanhamento de um Agente comissionador em todas as etapas da obra. Este Agente é um profissional qualificado tecnicamente para avaliar e certificar a eficiência dos sistemas propostos, como o de ar condicionado, ventilação e exaustão mecânica, os sistemas elétricos, de aquecimento de água e demais instalados na construção. No caso da escola, foi contratado a empresa NOVVA Solutions.

Este agente comissionador tem a função de garantir que as necessidades do cliente, que no caso foi a Secretaria de Educação, determinadas no OPR (Owner's Project Requirements ou Requisitos do Proprietário) e nos Memoriais Descritivos sejam atendidas.

Este profissional faz o acompanhamento de todo o Comissionamento final dos Sistemas na entrega da obra, no momento dos Testes, dos Ajustes e do Balanceamento (TAB).

O comissionamento avançado da entrega da obra é outro processo por onde deve passar o empreendimento. Aqui, neste caso, não foi contratado este tipo de serviço. No entanto, esta fase contempla verificações e análise do desempenho dos sistemas instalados. No Brasil, esta contratação é prática comum, frequentemente utilizada na

indústria, no setor elétrico, e em grandes empreendimentos, quando são testados os equipamentos mecânicos, elétricos e sistemas de controles, para garantia de entrega da obra. Esta prática é mais utilizada em edificações industriais, no Brasil, porém, é uma prática comum nos Estados Unidos.

5.2.1. Relacionamento entre as equipes

WALSH, em 2005, compartilhou no Congresso Americano de Arquitetura as suas experiências obtidas ao longo da carreira, assessorando as equipes que, pela primeira vez, registraram seus projetos na USGBC. Em sua exposição, recomenda que, a decisão de obter a certificação LEED, tomada ainda na fase de pré-concepção, aumenta a chance de obtenção dos documentos obrigatórios ou os atendimentos aos pré-requisitos. O sucesso do empreendimento LEED também requer estudos preliminares dos sistemas elaborados por uma equipe, com uma abordagem colaborativa, interativa e multidisciplinar. O comprometimento de todos deve ser promovido e estimulado pelo gestor LEED AP (Accredited Professional), contratado para intermediar o processo com a USGBC, para realizar preliminarmente uma Charrete ou encontro onde todos os envolvidos são apresentados, desde o proprietário, gerentes, consultores, projetistas, construtores, fornecedores, mantenedores, os usuários e inclusive a comunidade local. Esta interação é primordial para elucidar as metas, planos e programas de uma edificação com a finalidade sustentável, facilitar a relação de comunicação e o trâmite de informações importantes entre os agentes.

No estudo de caso não houve uma reunião, mas várias, para que cada nova equipe fosse apresentada aos demais, pois a contratação dos consultores ocorreu de maneira progressiva, no entanto, a participação da comunidade não se fez presente nestes encontros técnicos. A comunidade ou o seu representante estiveram presentes somente quando a reunião foi realizada entre o financiador e o proprietário (governo), sem a participação técnica.

Os projetos de condicionamento de ar e exaustão mecânica foram efetivados somente após a construção das fundações e da superestrutura devido à falta de qualificação de engenheiros que utilizassem a norma ASHRAE¹ 90.1-2007 como parâmetro de dimensionamento impostos pelo LEED.

¹ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

5.2.2. Desafios

A dificuldade de comunicação entre os atores envolvidos foi observada entre os gestores, projetistas, fornecedores, a construtora das obras e outros, aumentada em função de requisitos documentais e procedimentos comprovadamente executados dentro do formato padrão LEED, pois há nitidamente uma mudança em toda a cadeia da construção relacionada à disponibilidade de tempo e de um profissional para o preenchimento de formulário, para a elaboração de vários relatórios sobre o andamento dos processos construtivos efetuados, quando as empreiteiras ou executores dos serviços da obra concentram-se na entrega rápida da obra e entra em conflito com o foco da construção de edifícios sustentáveis, que acrescenta em seus objetivos de entrega o desempenho da edificação após a própria entrega. Deste modo, a construção, é apenas o processo, o desempenho da edificação, é o fim.

5.2.3. Conformidade Legal

De acordo com a Resolução SMAC nº 453 de 21 de outubro de 2008, a construção da escola Erich Walter Heine foi dispensada de Licença Ambiental Municipal, pois ficou estabelecido ser um caso de desprezível impacto ambiental. No entanto, as regras básicas do Green Building Council requer que o solicitante do selo esteja em conformidade mínima para iniciar o programa de Certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Apesar de conflitante, foi aceita pelo GBC que a construção estivesse sem a licença ambiental, pois a legalidade foi formalizada através da dispensa pelo órgão municipal.

onde a prestação de serviços da consultoria deve contemplar um profissional LEED AP, pois representa o ganho de um ponto na escala de pontuação geral e possibilita o intercâmbio das informações adequadas com o padrão da sede da USGBC (United States Green Building Council).

No caso da categoria Construções Novas o requerente deve apresentar declarações ou provas de atendimento legal ambiental; no entanto, a isenção do licenciamento ambiental reduziu os controles sobre os possíveis danos e acidentes ambientais locais.

Como verificado na mídia, em setembro de 2010, a área da Escola sofreu com a poluição gerada pela indústria.

5.2.4. Processo LEED Schools – atendimento aos requisitos

Na Categoria de Espaços Sustentáveis, foi elaborado um Plano de Prevenção de Poluição no Solo e no Ar, para reduzir a poluição proveniente das atividades da construção,

controlando a erosão do solo e a geração de poeira na vizinhança. Para a implementação foram previstas várias ações para que se evitassem que as partículas do solo de tamanho micro, miúdo, médio, ou grande, não extrapolassem as áreas delimitadas pelo terreno. O conjunto de ações preveniu e impediu a sedimentação e a erosão do solo e seu consequente impacto na qualidade da água de escoamento superficial, durante a obra, e a redução da poluição pela geração de poeiras provenientes das várias atividades realizadas no canteiro. Este plano contou com as atitudes simples de aspersão de água nas fontes de emissão, principalmente em dias muito secos, quando a umidade relativa do ar é baixa.

Para diminuição da quantidade de solo mobilizado, aspergiu-se água, também, no momento do carregamento e descarregamento de materiais particulados, como os agregados miúdos, graúdos, entulho, etc. Adicionalmente, o entulho retirado era coberto com manta plástica.

Outra ação utilizada para minimizar a erosão e a redução de transporte de material de aterro, referiu-se a criação de uma área de armazenamento de solo, retirado do canteiro, superficialmente, por escavações de fundações, reservatórios ou para a piscina, de modo que fossem reaproveitados para reaterro ou para o paisagismo.

Uma cobertura com Brita, próxima à saída de veículos, impedia que o solo preso nas rodas fosse retirado fora do canteiro; outro procedimento adicional auxiliar foi a utilização de lava-rodas (Figura 20).



Figura 20: Lava-rodas para retirar os sedimentos.

Fonte: Acade Arquitetura e Consultoria, 2010.

Na porta de entrada e de saída de funcionários, foram colocados tapetes metálicos ou grelhas, para que se evitasse o transporte de sedimentos para a área de fora. A varredura úmida de sedimentos foi realizada através de funcionários destacados para minimizarem o pó durante a obra.

Para impedir o escoamento de solo para fora da área do terreno e não entupir o sistema de águas pluviais foram colocadas mantas cobrindo as grelhas de modo a impedir a entrada de partículas do solo na rede. A foto mostrada na figura 21, particularmente, indica a hora da troca da manta da marca BIDIM.



Figura 21 – Grelha com proteção de Manta tipo Bidim para evitar evasão de sedimentos.

Fonte: Acade Arquitetura e Consultoria, 2010.

Outro requisito necessário a ser considerado refere-se a provar a segurança do local. A Avaliação ambiental do terreno foi necessária, por sua finalidade, onde crianças entrariam em contato com a terra do local. Deste modo, foi realizada esta avaliação por uma empresa credenciada pelo INEA e IBAMA, confirmando as boas condições do solo, sem perigo de contaminação.

No terreno funcionava a Praça João Tavares (vide figura 22). Então, não houve a necessidade de tanto desmatamento com a geração de maiores impactos, pois já não existia a condição de mata virgem no entorno, com plantas nativas e fauna silvestre.



Figura 22: Antiga Praça João Tavares. Fonte: Google Earth 2010

O item sobre Densidade Urbana e Comunidade Local do LEED requisita que a construção seja localizada, preferencialmente, em regiões urbanas com disponibilidade de infraestrutura local existente, de forma a se evitar a exploração de áreas naturais, a proteger as áreas verdes e habitats de espécies nativas, além de promover acesso a serviços como rede bancária, hospitalar, supermercados, entre outros, para facilidade dos usuários. Toda esta infraestrutura é oferecida na Av João XXIII, atendendo, assim, a este crédito.

Da mesma forma, o crédito relacionado ao transporte também estava conforme, pois, o bairro, por ser um conjunto habitacional, é atendido por linha de ônibus e vans, cuja rota leva até o centro de Santa Cruz e outra linha de ônibus liga ao centro da cidade, Central do Brasil. Este requisito do LEED objetiva reduzir a poluição e os impactos ambientais causados pela utilização de automóveis particulares, onde determina um raio máximo de 400m, de um ou mais pontos de parada de ônibus, para duas ou mais linhas. O terreno escolhido (vide figura 23) está a menos de 350m, de duas paradas de ônibus.

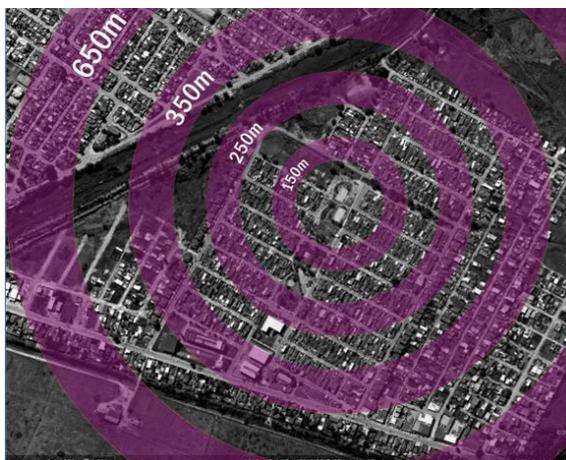


Figura 23 – Localização do terreno a menos de 350m dos pontos de ônibus. Fonte:Arktos, 2010.

Também, neste mesmo requisito estimula-se o uso da bicicleta, o projeto ofereceu bicicletário durante a obra (figura 24), e depois da obra (figura 25), além de vestiário com chuveiros para seus alunos, professores e prestadores de serviços.



Figura 24: Bicicletário durante a obra



Figura 25 – Bicletário pós-obra. O piso é brita sobre o Ecopiso

Além de bicicletário, a escola abriga um estacionamento coberto por pergolado de eucalipto, que irá proteger e reduzir as ilhas de calor provocadas pela reflexão de luz. Foram cobertas todas as vagas para os veículos com baixa emissão, como os GNV e o álcool. Há vagas preferenciais para carros que forneçam as caronas solidárias. A quantidade de vagas foi prevista conforme a legislação municipal, com a proporcionalidade de uma vaga para cada sala de aula, no total de 13.

Objetivava-se criar um paisagismo que favorecesse a utilização de plantas da Mata Atlântica, promovesse o retorno da fauna local e a biodiversidade (vide figura 26). Para tal, foram plantadas espécies vegetais nas coberturas do prédio principal e demais construções. No jardim, este mesmo critério foi utilizado, permitindo, a frequência de insetos e animais silvestres, principalmente das pequenas aves.



Figura 26 – Utilização de telhado verde com plantas da Mata Atlântica. Fonte: do pesquisador, 2011

Neste empreendimento, houve o cuidado de transplantar as árvores existentes, que estavam no centro, para outro local dentro do terreno.

O controle da água da chuva foi feito com um reservatório de retenção (vide figura 27), que retarda o grande volume para a rede pluvial e evita enchentes (o volume foi calculado conforme Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº1 de 27 de Janeiro de 2005). Foram construídos dois reservatórios para o aproveitamento da água de chuva, a ser utilizada nos sanitários, na rega de jardim e na lavagem de pátios.



Figura 27 – Escavação dos reservatórios de captação de águas pluviais. Fonte: Acade Arquitetura, 2010.

A maioria dos pisos de terra foi coberta com o Ecopiso e complementados com brita. Utilizou-se o Ecopavimento no jardim da entrada da escola (figuras 28 e 29). Pisos compostos por blocos intertravados também foram assentados, com junta larga e, conseqüentemente, houve uma redução de pavimentos impermeáveis, proporcionando o aumento da taxa de infiltração de água de chuva no solo.



Figura 28– Aplicação de Ecopiso que aumenta a permeabilidade do solo. Fonte: Ecotelhado, 2010



Figura 29 – Aplicação de piso permeável no estacionamento e em grande parte das áreas da escola.

Fonte: do pesquisador, 2011.

A existência de uma cobertura vegetal e de brises, também vegetais, proporcionaram ao prédio a redução das temperaturas interna e externa, além de favorecer a acústica local. O próprio telhado verde também reduz temperaturas internas.

Outro item atendido e que favoreceu a redução da poluição luminosa foi calcular as luminárias externas de modo a não interferir na fauna e no conforto visual dos usuários.

O item relacionado à Categoria de Espaços Sustentáveis contou com a elaboração do Plano Diretor, que foi entregue pela Secretaria do Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC). Este visa garantir que as características ambientais incluídas no desenvolvimento inicial do terreno e do projeto sejam continuadas em futuros desenvolvimentos e mudanças de projetos, causadas por mudanças de programas e aumento ou decréscimo populacional.

Também, a escola participa de Programas onde existe a participação da comunidade. A Escola Aberta promove a utilização de suas dependências para lazer e integração da vizinhança. A piscina e a quadra esportiva são providas de segurança e salvavidas nos finais de semana, visando a interação entre a comunidade e uma benfeitoria urbana.

Nesta Categoria do LEED se preconiza a redução de Consumo de água, e diversas ações foram previstas para reduzir este consumo em até 50%. Isto foi alcançado neste empreendimento porque utiliza o sistema DUAL Flux (vide figura 30) nas descargas que são alimentadas pelos reservatórios de água pluviais que são clorados. Foi previsto também o aproveitamento da água pluvial para a irrigação de jardins, elementos decorativos, fontes e espelhos d'água, tomando por base o volume de água consumido durante o mês mais crítico do verão.



Figura 30 – instalação de vasos com caixa acoplada e sistema duplo de acionamento. Fonte: Arktos Arquitetura, 2011.

Na Categoria Energia e Atmosfera, o item de Comissionamento dos Sistemas Prediais, que foi atendido através da contratação da consultoria de uma equipe de profissionais qualificados que elaboraram um plano de acompanhamento, desde a fase do projeto até 10 meses após a entrega da obra, incluiu uma programação de testes, calibração, ajustes, balanceamento, vistorias e verificação das especificações dos sistemas relacionados ao uso de energia, projetados e instalados no local. O objetivo foi garantir que a qualidade destes sistemas estivesse em conformidade com os Requisitos estabelecidos previamente pelo proprietário na OPR (Owner's Project Requirements) e o BOD (Basis of Design). Todo este processo foi documentado de modo a permitir o acompanhamento do desempenho dos sistemas ao longo da sua vida útil. Inserido neste item, foram analisados os manuais técnicos de cada equipamento ou sistema, cada garantia de serviços e notas fiscais.

Para o item de Eficiência Energética do LEED, a eficiência mínima a ser alcançada deve atender aos padrões da norma ASHRAE/IESNA 90.1-2007. Isto foi possível, graças a entrega de projetos de ar condicionado, com especificação técnica mínima que atendia às eficiências estabelecidas pela norma. Através dos dados foi possível o desenvolvimento da simulação de eficiência energética, que superou em 10% de eficiência.

Para atender aos requisitos citados neste projeto, foram utilizadas lâmpadas de LED em 100% das luminárias (vide figura 31) das salas de aula.

O único sistema adotado pela Escola para o crédito referente à Produção de Energia Renovável Local foi a instalação de coletores solares (vide figura 26) na cobertura do vestiário, para aquecimento da água dos chuveiros. Durante a obra, não se utilizou o sistema de aquecimento solar ou outra fonte de energia renovável.

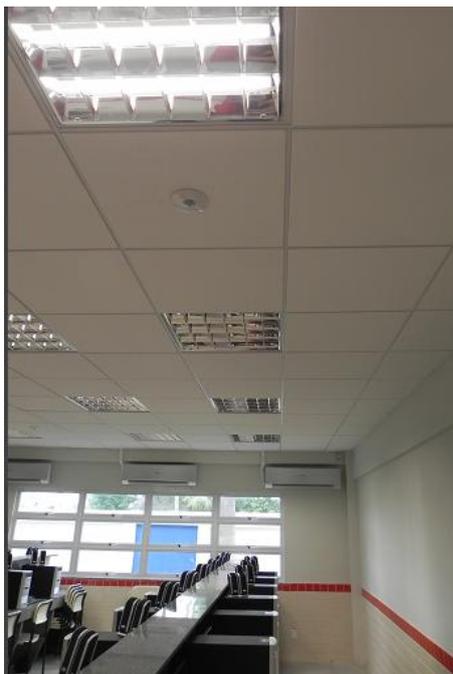


Figura 31 – Lâmpadas LED e luminárias reflexivas com controle de acionamento por fileira. Fonte: do pesquisador, 2011



Figura 32 – Coletores solares para aquecimento de chuveiros no vestiário. Fonte: Rede Record, 2011.

Para o item que controla a emissão dos gases de efeito estufa, foram adotados equipamentos de refrigeração e de extinção de incêndio, que não utilizassem os gases CFC's, para que se atendesse o requisito do LEED referente à Gestão dos fluidos refrigerantes visando reduzir a agressão da camada de ozônio.

Para atendimento ao item "Materiais e Recursos" foi construída uma área permanente de reciclagem, o Depósito de Reciclados, com o intuito de promover a redução da quantidade de resíduos destinados a aterros gerados na operação do edifício. O mesmo

ocorreu na época da construção, onde havia uma área reservada para a separação dos resíduos e aterros.

No item “Reúso do Edifício” do LEED foram aproveitadas parte do piso da praça, mobiliário de concreto composto de mesas e bancos de concreto, 6 chuveiros, materiais de revestimento das calçadas, como os blocos intertravados, pedras portuguesas, paralelepípedos e parte do calçamento lateral da escola (vide Figura 33).

O reaproveitamento destes materiais visou à redução da quantidade de entulho gerado durante a obra e o impacto ambiental gerado pela construção totalmente nova. Além disso, evitou-se a aquisição e o uso de matéria prima para produção de produtos, bem como o transporte destes até o local do empreendimento.



Figura 33– Aproveitamento das quadras e materiais de revestimento dos pisos. Fonte: Google Earth 2010.

Também foi feita a gestão de resíduos de obra, com a devida reciclagem e o reaproveitamento de pelo menos 50% dos materiais de despejo da obra, fazendo o correto destino de entulhos de obra e demolições (vide figuras 34 e 35). O controle foi realizado através de documentação como as planilhas com a quantificação de todos os resíduos gerados e todos os que foram para a reciclagem, além dos manifestos de carga.



Figura 34 – Coleta e separação do lixo durante a obra. Foto: Acade Arquitetura, 2010



Figura 35 – Coleta e separação do lixo na fase de operação do edifício. Fonte: Rede Record, 2011

Para o reuso de materiais, foram aproveitados os painéis em aglomerado de madeira que cercavam o canteiro e utilizados nos jardins, estes servem como suporte dos trabalhos dos alunos e avisos gerais.

A adoção de materiais que tenham em sua composição uma determinada porcentagem de conteúdo reciclado é outro modo para o atendimento do requisito. Pelo menos 10% do custo total dos produtos instalados eram reciclados, pois foi necessário apresentar a planilha de custo dos materiais de obra, excluindo BDI, frete e demais impostos, além das declarações ambientais dos produtos.

Na construção foram utilizados: cimento CIII- Escória de alto forno, deck de madeira plástica ao redor da piscina (fig.36), bem como vergalhões, com a declaração do fabricante da porcentagem de material reutilizado.



Figura 36 – deck de madeira plástica. Fonte: Foto do pesquisador, 2011

Também foram adotados materiais regionais oriundos de um raio de 800km do entorno da obra, fazendo com que, pelo menos 10% ou 20% do custo total de materiais fossem utilizados dessa maneira. Foi necessário apresentar para a consultoria LEED a planilha de custo dos materiais de obra, excluindo BDI, frete e demais impostos, além das declarações ambientais dos produtos.

Neste quesito, para que se evitasse o uso e o descarte de matéria-prima finita, foram utilizados materiais com longo ciclo de vida, cuja durabilidade foi garantida pelo fabricante.

No crédito 7, da Categoria de Materiais, para a Madeira Certificada, utilizaram-se, pelo menos, 50% de materiais de produtos florestais certificados com o Selo da FSC, para com isso, garantir a procedência da sua origem e o correto manejo florestal. Todas as portas e batentes foram comprados com suas origens comprovadas e certificadas.

Para a Categoria de Qualidade do Ambiente Interna, o desempenho mínimo da Qualidade do Ar Interno (IAQ), objetivou a melhoria da qualidade do ar, possível através do cálculo dos sistemas de ventilação natural, que contribuiriam para o conforto e o bem-estar dos usuários, atendidos pelos requisitos mínimos estipulados pela ASHRAE 62.1-2007.

A SEEDUC mantém um programa de Governo para a instalação de condicionadores de ar, pelo entendimento de que esta atitude cria condições de trabalho, estímulo e conforto para os professores e alunos. A NR-17, do Ministério do Trabalho e Emprego também estipula que a temperatura efetiva deva estar entre 20 a 23°C para os ambientes de trabalho, apenas sendo possível com o controle de temperatura dos equipamentos em sala de aula. Cogitou-se a utilização de um Sistema Central de Refrigeração, porém, a SEEDUC já mantém empresas licitadas que realizam a manutenção ou troca dos aparelhos de ar condicionado, tomando como único sistema utilizado.

Esta escola foi um dos primeiros clientes no Rio de Janeiro a instalar o sistema de condicionamento de ar (Condensador e Evaporadora separados) tipo Splits com sistema Inverter (Figura 38), isto conforme dados do fornecedor. A economia de energia elétrica chega a 40% em relação ao sistema Split convencional. A renovação do ar ocorreu através da captação de ar exterior com insuflamento mecânico utilizando-se dutos (Figura 37). Para a base de cálculo da taxa de renovação foram utilizados os parâmetros da ANVISA (Portaria nº 9). No entanto, devido à alta taxa de renovação, houve a necessidade de se utilizar um número maior de aparelhos, pois os aparelhos de ar deste Sistema não fazem a renovação.



Figura 37 – Dutos de insuflamento de ar exterior fazem a renovação de ar dos ambientes. Fonte: do pesquisador, 2011.



Figura 38 – compressores com sistema Inverter. Fotos do pesquisador, 2011

Todo o sistema, como os aparelhos, dutos e vãos foram protegidos ou embalados de modo que as poeiras, poluentes, partículas químicas ou as substâncias emitidas durante a obra não penetrassem dentro do sistema e o contaminassem, após

iniciado o seu funcionamento, evitando assim, que poluíssem o ar no interior das salas. Este processo minimizou a poluição no edifício, reduziu o trabalho de limpeza e facilitou a entrega da obra.

O controle de fumaça do tabaco foi realizado apenas na etapa da obra, estipulando local separado para não afetar os demais trabalhadores que não são fumantes. Vale realçar que a escola não permite fumar em locais fechados, item determinado pela lei Estadual nº 5.517, desde agosto de 2009

Atendeu-se ao item de Desempenho Acústico mínimo do LEED para promover uma boa comunicação entre aluno e professor nas salas de aula, através de um projeto acústico adequado, se utilizando de equipamentos de ar condicionado limitados à 45 dBA (figura 39). As placas de rebaixamento de teto são acústicas, instaladas inclusive nos corredores externos. Isto garantiu além do conforto a todos, ganhos na saúde, principalmente aos professores que tem altos índices de absenteísmo por disfonia e danos nas cordas vocais.



Figura 39 – aparelhos de ar condicionado silenciosos, esquadrias com proteção acústica e teto em placa acústica de fibra mineral modelo furado. Fonte: do pesquisador, 2011.

Os equipamentos que controlam a velocidade e temperatura do ar externo foram instalados para garantir o conforto e o bem estar dos ocupantes do edifício, promovendo a capacidade para verificação e avaliação do sistema de renovação.

Foram utilizados Materiais, em geral, com baixa emissão de COV (Compostos Orgânicos Voláteis), como carpetes, mantas impermeabilizadoras, instaladas sobre a laje de cobertura do prédio principal, à base de água, também foram utilizados produtos comprovadamente com baixas emissões, como as tintas acrílicas internas, adesivos e selantes. Isto, para atender aos requisitos pertinentes à redução da quantidade de substâncias contaminantes liberadas no ar produzidas por materiais que eliminem odores,

que causem irritação ou que sejam perigosos à saúde, comprometendo, assim, o conforto e bem estar dos usuários.

A Controlabilidade dos Sistemas e Iluminação, para promover o bem estar e melhorar a produtividade dos usuários, através da disponibilidade e acesso aos controles de luz, foi possível ser atendida, através da separação dos circuitos elétricos por fileira. Deste modo, as fileiras de luminárias permanecem desligadas, quanto mais próximas à janela.

A adoção da iluminação natural, com o mínimo de 75% das áreas ocupadas, favoreceu a integração dos ocupantes com o meio ambiente urbano, promovendo iluminação natural para 75% das áreas centrais de convívio. A iluminação natural é entendida como sendo a contribuição de 270 lux no ambiente, independente da quantidade de lux fornecida pelo projeto de luminotécnica.

No paisagismo, 90% das áreas ocupadas favoreceram a integração dos ocupantes com o meio ambiente urbano, promovendo acesso às paisagens externas, por meio de área envidraçada, colocada entre 0,76 e 2,20 m acima do nível do piso acabado (situação equivalente a uma pessoa sentada).

Para consolidar o atendimento ao LEED Schools foi contactado um Profissional acreditado LEED™, que garantiu desde o início, os trabalhos referentes ao acompanhamento e ao gerenciamento dos requisitos, pois foi apoiado por um escritório de consultoria com vários profissionais qualificados pelo USGBC com o Profissional LEED AP (Leadership Environmental and Energy Design Accredited Professional). Este profissional teve a aprovação no exame de qualificação atualizado e atuou no acompanhamento do processo por ter conhecimento e habilidades necessárias para participar do processo do projeto, e deu suporte ao detalhar o processo de inscrição e certificação.

Para atendimento aos programas do MEC, esta escola pode servir como ferramenta educacional, pois todos os sistemas de instalações, telhado com cobertura vegetal, materiais empregados e gestão dos resíduos são explicados e são estudados nas matérias práticas incorporadas na grade curricular. Isto é o que preconiza o Programa de Educação Ambiental do MEC e também faz parte da pontuação referente ao Plano Diretor que a SEEDUC entregou à escola e à equipe de consultores LEED.

Também, dentre os alunos, destaca-se uma aluna portadora de necessidades especiais que utiliza a cadeira de rodas, com facilidade, para locomover-se entre os ambientes, inclusive a piscina (figura 40). Isto atende a um dos critérios de projeto que foi garantir a Acessibilidade em conformidade com a NBR 9050, adotada pelo escritório de Arquitetura Arktos, idealizador do projeto.



Figura 40 – piscina com acessibilidade. Fonte: foto do pesquisador, 2011.

Dentro de mais um programa educativo, a escola dispõe de uma horta orgânica (vide figura 41), onde se realiza parte das aulas de ciências, biologia, etc. A compostagem, que é a transformação em adubo, da matéria orgânica gerada na cozinha, também é uma das atividades propostas pelo projeto.



Figura 41 – Horta com adubação orgânica oriunda de compostagem. Fonte: Rede Record, 2011.

5.3. Análise da Segurança Ambiental da Escola Sustentável

Devido à abrangência do programa da Segurança Ambiental, esta pesquisa ficou concentrada na análise qualitativa da Categoria Espaço Sustentável do LEED School, na fase de projeto e construção da obra da Escola. A planilha resumo desta análise se encontra nos Anexos.

5.3.1. Premissas do LEED: Requisitos Mínimos para Certificação:

Um dos Pré-Requisitos da Certificação estipula que o atendimento legal, Federal, Estadual e Municipal, seja obrigatório. (USGBC, 2009).

No entanto, no Brasil, parte da economia brasileira está no nível informal, o que leva a Construção Civil sofrer quando há necessidade de comprovação fiscal de compras. São pequenos negócios que não são declarados para o Governo, segundo GOLDEMBERG, (2011).

Um das dificuldades encontradas no projeto e obra foram os atendimentos relacionados à documentação legal, notas fiscais de pequenos valores, contratação de mão-de-obra temporária e declaração oficial de destinação dos resíduos, além das certificações dos materiais.

O Rio de Janeiro ainda dispõe de poucas opções para locais de triagem de resíduos ou recicladores cadastrados no INEA.

Algumas das leis foram negligenciadas em relação à segurança dos usuários durante a construção do colégio. O período de aula foi iniciado, a despeito do andamento das obras, e a sua liberação conforme o “Habite-se” da Prefeitura. Apesar de separada por tapume, parte da escola, em funcionamento, conviveu com a poeira. A obra só foi concluída no final do mês de maio, quando houve a cerimônia de inauguração com a presença do Governador, da TKCSA e do SEEDUC, da equipe de projetos e dos estudantes.

5.3.2. Qualidade do Ar Externo - Poluição Atmosférica

A construção da escola foi dispensada de Licenciamento Ambiental e julgada como atividade que provoca impactos ambientais insignificantes. Esta decisão foi embasada na Resolução SMAC nº 453 de 2008, que estabelece procedimentos para a dispensa de Licença Ambiental Municipal, e no Decreto Municipal nº 28.329, de 2007, que regulamenta os critérios e procedimentos destinados ao Licenciamento Ambiental, à Avaliação Ambiental e ao Cadastro Ambiental de atividades e empreendimentos.

Quando ocorre a dispensa deste licenciamento para uma escola de cunho sustentável, perde-se a oportunidade de avaliar a segurança ambiental local e as implicações futuras contempladas nos estudos de impactos.

Nos últimos anos, o Distrito de Santa Cruz e o Município de Itaguaí receberam um contingente de trabalhadores atraídos pela demanda de expansão gerada pelas indústrias que estão em fase de instalação. De acordo com a FIRJAN (2010), o número da população de Itaguaí pode crescer por volta de 50% a mais, devido aos novos empreendimentos (figura 42). Santa Cruz está a menos de dez quilômetros do centro de Itaguaí e, portanto, dentro da área de influência de todos os empreendimentos locados neste município.

Deste modo, o local em questão, constantemente, é objeto de estudos acadêmicos e, conforme WALHEIM (2004) realizou uma pesquisa em Santa Cruz, sobre a caracterização do regime dos ventos, partindo da Estação Meteorológica de Furnas Centrais Elétricas, descreveu:

“Através das rosas dos ventos para cada uma das estações do ano, observou-se que no período da madrugada e manhã, os ventos são predominantemente de nordeste, ou seja, nas horas mais frias do dia em que o vento possui seu sentido da terra para o mar. Já no período da tarde o vento possui maior frequência de ocorrência na direção sudeste, soprando do mar para a terra, porém com uma significativa componente de nordeste. Durante o horário da noite o vento possui direção predominante de sudeste, ou seja, o sentido do vento é do mar para a terra.”

Concluiu que:

“O período do dia no qual o vento possui seu sentido do mar para a terra (S-SW) é altamente prejudicial às áreas densamente populosas da região, pois são justamente as horas do dia em que se tem intensa atividade industrial, e onde a direção do vento tende a manter os poluentes sobre o continente e aprisioná-los nos corredores formados pela topografia.”

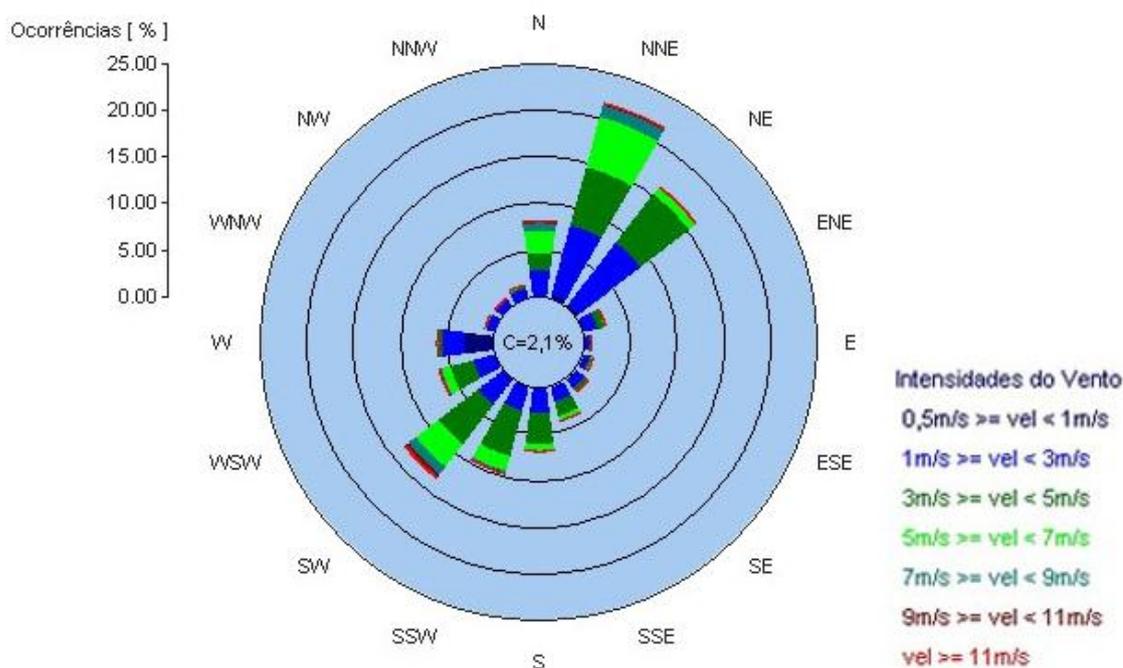


Figura 42: Rosa dos Ventos para a estação de Furnas Santa Cruz para o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2003. Fonte: WALDHEIM, 2004

Este estudo do regime de ventos veio corroborar com os resultados no mês de agosto de 2010, quando foram ativados os fornos da indústria siderúrgica que gerou a emissão de material particulado na comunidade próxima.

Os dados com os problemas de saúde da população foram registrados por pesquisadores da FIOCRUZ, em documento intitulado de “Avaliação dos Impactos Socioambientais e de Saúde em Santa Cruz, decorrentes da Instalação e operação da empresa TKCSA”.

DIAS, um dos pesquisadores, classificou a área do entorno da indústria como “Área de Vulnerabilidade Socioambiental”, visto na figura 37. Observa-se que a linha formada entre o ponto da Coleta Ambiental e o final escrito “TKCSA”, indica aproximadamente, a direção dos ventos mostrados por WALDHEIM, 2004.

A figura 43 foi alterada com a inserção da estrela em amarelo para indicar a posição do Colégio Erich Walter Heine, objeto deste estudo.



Figura 43: Vulnerabilidade socioambiental. Fonte: MSc. Alexandre Pessoa Dias, 2011.

Observou-se que o ar poluído pode penetrar facilmente nos ambientes pela análise da sobreposição entre a Rosa dos Ventos de WALDHEIM (2004) e o desenho da planta da edificação principal (figura 44). Assim como pode haver dissipação rápida de poluição ou fumaça derivada de incêndio.

A posição da construção inclinada favoreceu a entrada dos ventos entre os blocos, pois isto foi verificado através do acompanhamento do comportamento do vento durante as visitas, nos seis meses de obra. Mesmo em dias quentes, os ventos ocorriam durante o dia inteiro, o que tornava o interior do prédio agradável e mantinha a temperatura mais amena que a temperatura externa, na maioria dos dias.

Segundo FROTA, (2003):

“A força dos ventos promove a movimentação do ar através do ambiente, produzindo a ventilação denominada “ação dos ventos”. O efeito da diferença de densidade provoca o chamado “efeito chaminé”. Assim, a ventilação natural de edifícios se faz através destes dois mecanismos.”

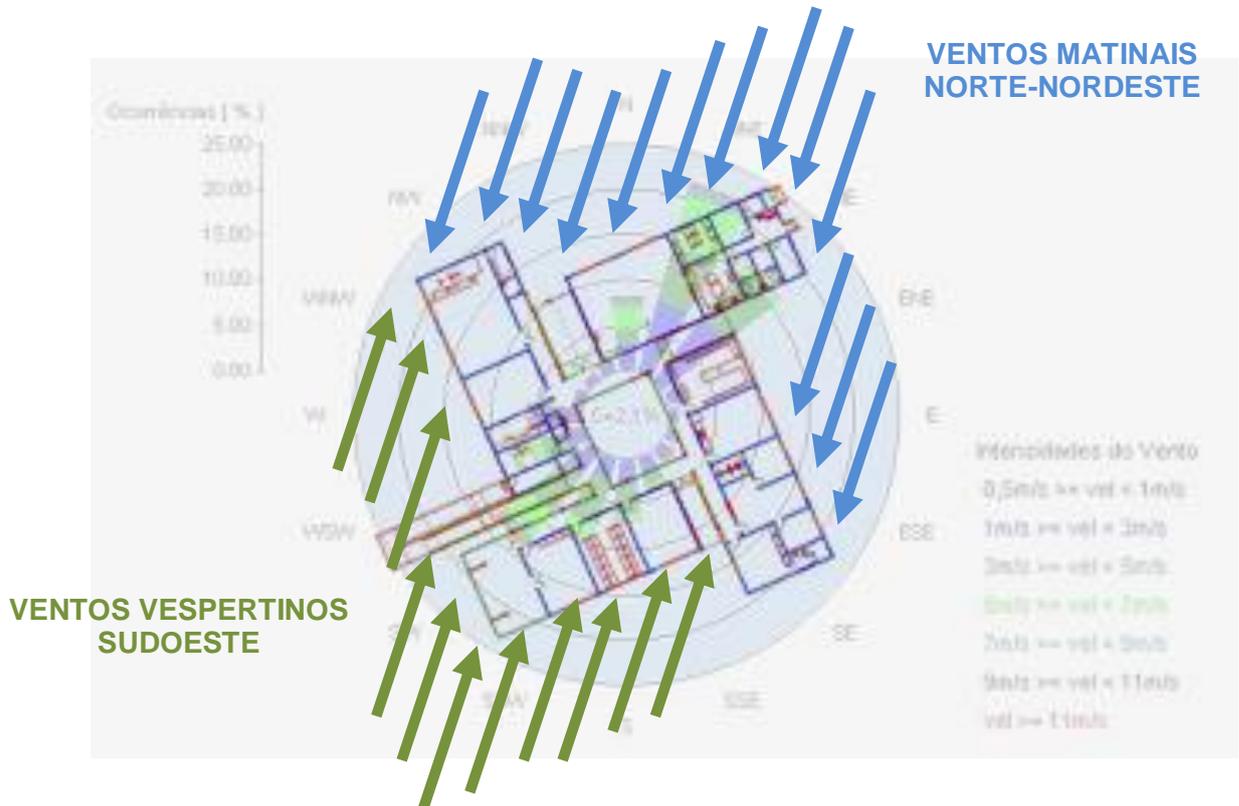


Figura 44: Superposição da Rosa dos Ventos sobre a planta do prédio e indicação da direção dos ventos

Os estreitamentos entre os blocos criam corredores (figura 45) que provocam a diferença de pressão e força a passagem do ar pelo interior do prisma central que ascende para a abertura localizada no vão da cobertura, pelo mecanismo do efeito chaminé.

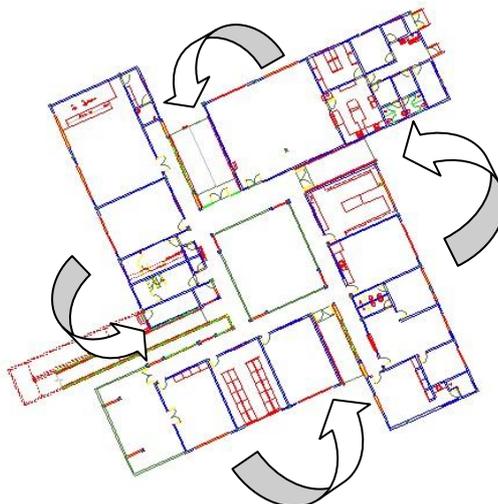


Figura 45: Setas marcam a entrada do vento no interior do prédio principal

5.3.3. Impactos Ambientais Sinérgicos – Instalação de novos Empreendimentos

O Município de Itaguaí junto com o de Santa Cruz (Distrito limítrofe da cidade do Rio de Janeiro) formam o complexo industrial e portuário que contribui para o desenvolvimento do plano estratégico e logístico do Governo, em função do escoamento da produção, principalmente das Commodities minerais e derivados do petróleo. Alguns destes projetos de infraestrutura foram financiados pelo PAC (Plano de Aceleração do Crescimento), que foi um forte atrativo para a vinda de novos empreendimentos para a região e abrange a ampliação da ferrovia MRS, oriunda do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais e da construção do Arco Metropolitano, constituído por duas vias de 145 km, que promoverá a interligação entre o COMPERJ (Complexo Petrolífero do Rio de Janeiro) e a área de armazenamento e distribuição do petróleo e seus derivados (PetroRio) (figura 46), em local próximo ao Porto de Itaguaí.



Figura 46: Empreendimentos existentes e em fase de estudos de viabilidade. Fonte: Plano Diretor do Arco Metropolitano, 2011.

Conforme a linha tracejada demonstra na figura 46, há uma ligação entre o Centro de Itaguaí e o Centro de Santa Cruz, que se fará pela ampliação da Av. João XXIII. Haverá grande impacto sinérgico relacionado ao tráfego neste trecho, caracterizando grandes transformações na região. De acordo com a tabela 05, é estimado um aumento significativo da população.

Observa-se que dentro da estimativa mostrada na tabela 03, não estão inclusas as empresas e a população atraídas pela movimentação das obras.

Um dos impactos relevantes em termos de Segurança Ambiental é a proximidade de todo o Complexo Projetado do Colégio Erich W. Heine, onde estão previstos tanques de inflamáveis e combustíveis, como os derivados de petróleo e gás localizados na área destinada à Petro Rio.

Outro empreendimento na região, em desenvolvimento, é a obra da Base Naval e estaleiro para a fabricação dos Submarinos de Propulsão Nuclear da Marinha (MARINHA,

2011). Esta construção estratégica tem o objetivo de assegurar o território nacional estendido pelo alargamento da faixa da costa, incluindo a proteção das atividades do Pré-Sal.

Postos de Trabalho Estimados		
	Fase	
Empreendimento	Obra	Operação
Estaleiro e Base Naval Marinha	11000	5000
Porto Sudeste (LLX)	2800	450
Usiminas	2000*	400*
Petro Rio	15000*	30000*
CSN	8000*	2500*
Cosigua-Gerdau	4000*	750*
CSA		5500
Porto Itaguaí (CDRJ) Ampliação	400	35
CDRV (Vale) Terminal de Grãos e ligação ferroviária	600*	25*
Arco Metropolitano	4000	
Total	47400	44625

Fonte: Dados aproveitados da Alerj, 2010

Tabela 05: Estimativa de Crescimento da população

Também estão em fase de licenciamento final, os terminais portuários com pátios de estocagem de contêineres, silos para grãos e minérios, caracterizados pelos riscos de poluição atmosférica conjugada ao Complexo Industrial de Santa Cruz.

5.3.4. Inserção da Construção em Local Seguro

Face ao exposto, a melhor localização para a implantação de uma escola com as características sustentáveis seria posicioná-la na direção Sudeste, em relação à indústria, no sentido do Centro de Santa Cruz, caso o pressuposto fosse implantar o prédio neste Distrito.

5.3.5. Escape, Saídas de Emergência, Combate ao fogo

O projeto de Incêndio contemplou hidrantes nos andares, de acordo com o COSCIP (Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico) e extintores de CO₂, em todo o prédio. No entanto, quando analisada a distância máxima percorrida, do ponto mais desfavorável até a rampa, esta foi excedida em 14m. O seu percurso total mede 49,00 metros, conforme desenho marcado em linha preta, na figura 47.

Este longo caminho até a saída representa um perigo em caso de emergência, principalmente para portadores de necessidades especiais. As normas de acessibilidade foram atendidas, em grande parte deste projeto, porém, o acesso às áreas externas ficou restrito aos portadores de necessidades especiais, caso queiram deslocar-se sozinhos.

Não foram verificados detectores de fumaça na biblioteca, no laboratório ou na área administrativa, onde há maior probabilidade de sinistro por apresentar maior carga de incêndio.

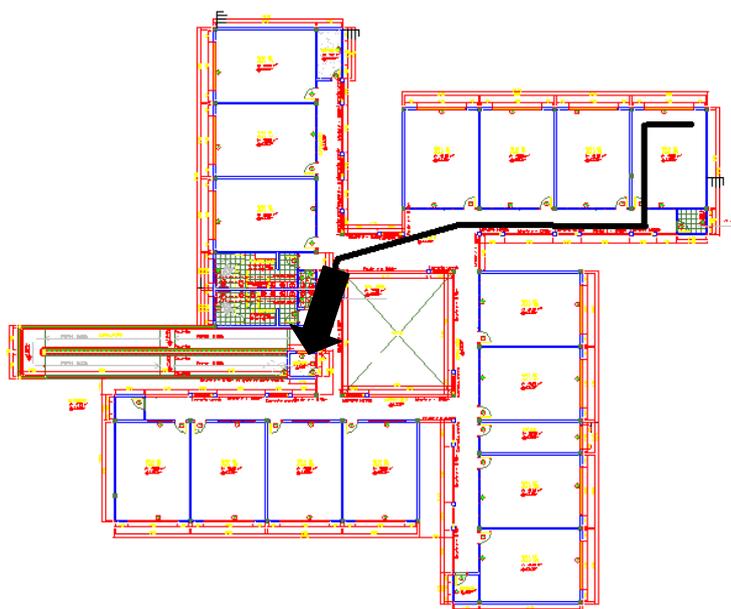


Figura 47: Planta do pavimento superior – distância percorrida maior que 49m

Conforme REGO, (2011), na faixa etária entre 15 e 18 anos, “o adolescente não tem experiência, não é treinado para reagir adequadamente, nem perceber a gravidade do evento e avaliar corretamente os riscos.” O evento, citado por REGO é relacionado à situação de incêndio. Acrescente a este fato, que não só de incêndio, mas a falta de treinamento com quaisquer situações de pânico, catástrofes, acidentes ou à reação devida a um tiroteio ou franco atirador.

Em seu artigo, ELLIS, (2004), descreve a importância dos Planos, da Gestão dos Incidentes e da prática periódica dos Exercícios de Simulação aplicados duas vezes ao ano, na Austrália, para a Manutenção da Segurança, no caso de incidentes, assegurando a integridade de cada indivíduo e do patrimônio das escolas em conjunto com o governo e polícia local.

Os alunos e funcionários precisam participar deste tipo de programa para a sua defesa, proteção e treinamentos constantes, relacionados aos assuntos de eventos de quaisquer natureza não esperados, como simular o abandono, testar os escapes, treinar

para combate a incêndio, agir em caso de exposição a produtos tóxicos, enfrentamento com armas de fogo, brigas entre alunos e professores, treinamento de primeiros socorros e mais infindáveis simulações pertinentes à região.

5.3.6. Transporte

Os alunos foram matriculados nesta unidade conforme resultado das provas ministradas. A maioria destes alunos não é morador do conjunto João XXIII. Conseqüentemente, há um maior impacto no trânsito decorrente da utilização de transportes, pela maioria dos estudantes, pois aumentou a emissão de Gases de Efeito Estufa, no percurso entre cada residência até a escola.

5.3.7. Qualidade Ambiental Interna - Poluição Sonora

A Base da Aeronáutica, localizada a menos de dois quilômetros, foi desconsiderada como fonte poluidora sonora. Além da proximidade, a rota dos aviões (do tipo caças) inclui a escola. Os índices sonoros alcançam níveis altos, porém, de curta duração.

A minimização deste ruído poderá ser atenuada com a aplicação extra de revestimentos acústicos nas paredes das salas.

5.3.8. Aproveitamento Pluvial – Qualidade da água

Não há controle de qualidade da água de aproveitamento de chuva. O risco envolvido na qualidade da água é a contaminação por ingestão ou contato.

5.3.9. Segurança do Trabalho

5.3.9.1. Fase da Obra

Durante a fase da obra, não foram registrados mortes ou grandes acidentes com os operários. O controle constante era realizado pela equipe de SESMT e pelos gestores da obra. Além de que todos os equipamentos de proteção individual quanto à coletiva foram utilizados.

5.3.9.2. Fase de Uso e Operação

O partido arquitetônico adotado é simples e de fácil manutenção, como a pintura, reparo de algum elemento de fachada, ou internamente, no prisma de ventilação e iluminação. No entanto, não foram encontrados mecanismos que garantam ao pintor ou

prestador de serviços, que necessitam de segurança no desenvolvimento dos trabalhos que envolvam alturas, pois não há sistemas fixos de ancoragem na estrutura do edifício.

De acordo com a NR 24, “Condições Sanitárias e de Conforto”, as esquadrias dos sanitários não estão em conformidade, pois a altura do peitoril permite o acesso dos alunos à abertura das janelas, que é plena, em vez de bascula fixa a 45°, representando risco de acidente, como ocorrido no início das aulas de 2011, quando um funcionário e um aluno perfuraram os seus rostos com a ponta da janela tipo maxim-ar. O vidro utilizado foi o transparente, também sem conformidade com a norma.

CAPÍTULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS, CRÍTICAS E SUGESTÕES

Um dos questionamentos deste estudo era avaliar o quanto da Certificação LEED poderia garantir a Sustentabilidade do Edifício.

Conforme o andamento da pesquisa foi constatado que a Sustentabilidade da edificação está mais relacionada aos impactos gerados pelo uso e manutenção da edificação, visto que no Capítulo II, de acordo com CEOTTO, 2006, a fase de Uso e Manutenção de uma construção representa 80% dos seus custos de Ciclo de Vida. Deste modo, concluiu-se que as decisões de projetos, como partido arquitetônico, instalações prediais, e a estrutura devem visar às demandas da fase de Uso e Manutenção, principalmente de uma Construção Sustentável.

A garantia desta sustentabilidade só será comprovada com o tempo, pois depende do envolvimento de toda a cadeia de envolvidos que podem influenciar nas decisões administrativas da Escola, como a SEEDUC, o Governo do Estado, da Superintendência Regional, da Diretoria, dos funcionários, dos alunos, da comunidade e, principalmente, do agente financiador que é a TKCSA.

Em relação à escolha do local, o terreno poderia estar localizado a Sudeste da TKCSA, deste modo, haveria menor probabilidade da poluição atingir a área, ao mesmo tempo, estaria fora da direção da rota dos aviões que decolam da Base Aérea de Santa Cruz.

Após a análise dos projetos de instalações, hidráulico-sanitárias e elétricas, foi possível observar que não há facilidade de manutenção dos sistemas, pois caso haja necessidade de aumento no número de tomadas, realocação de mobiliário, haveria a necessidade de intervenção com a demolição da tubulação existente. O mesmo ocorre com as instalações hidráulicas e sanitárias.

O Estado do Rio de Janeiro possui em sua rede, aproximadamente, 1560 escolas. Com este estoque predial e com o objetivo de melhorar a segurança nos edifícios escolares do Estado do Rio de Janeiro, sugere-se elaborar um conjunto de Manuais a exemplo da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo que disponibiliza em site, os diversos Manuais de orientação: <http://www.fde.sp.gov.br/pagespublic/InternaRedeEnsino.aspx?contextmenu=manufde>, de maneira que auxiliem os diretores, professores, alunos e prestadores de serviços a realizarem as manutenções periódicas das escolas, bem como dos sistemas mecânicos de elevadores, do sistema de gás, de prevenção e de combate a incêndio, dos sistemas contra descargas elétricas, pára-raios e muitos outros.

Particularmente, sugere-se que cada unidade escolar deve elaborar seus próprios manuais, pois, em sua maioria, os prédios são diferentes uns dos outros e com características locais que influem a edificação.

No município do Rio de Janeiro, no final de janeiro de 2012, o colapso de três edifícios comprovou a inexistência de controle sobre as modificações realizadas em um dos prédios e a falta de conhecimento de registro deste histórico. Porém, não se pode afirmar que a ruína do edifício foi provocada pela falta deste controle.

Portanto, é nítida a importância deste registro e a atualização constante, através das plantas estruturais, de arquitetura, assim como os demais projetos de instalações ou a elaboração da planta “as built” (como construído). Deve ser inserido este registro dentro destes manuais e guardados sob a responsabilidade da direção da escola, com termos de compromissos assinados para a garantia do cumprimento legal.

Além destes manuais, é importante realizar um levantamento do histórico da construção em termos de ocorrência de incidentes, comportamentos dos materiais empregados, do funcionamento dos equipamentos, pois é possível controlar os sinistros e evitar futuros acidentes. Estes dados são importantes para a manutenção dos materiais e equipamentos ou sistemas que compõem a edificação para as contratações de serviços de conservação ou manutenção predial que desconhecem a edificação.

6.1. Do atendimento Legal

A dificuldade no atendimento legal foi verificada ao longo da execução dos projetos e a da obra.

Observou-se a falta de metodologia e organização da coleta e da comprovação das informações ou dados de todo o processo, desde o projeto até a conclusão da obra. A gestão para o atendimento dos requisitos legais relacionados ao projeto e a construção era diluída, pois não havia a determinação de um fluxograma de processo para as documentações. Esta dificuldade refletiu-se também, nos atendimentos dos requisitos LEED.

Diante dos fatos expostos, verificou-se a grande importância na contratação de profissionais cujo perfil de auditores ou gestores de projetos, qualidade, segurança e meio ambiente (ISO 9001, 14001 e OHSAS 18001), com a visão focada para o atendimento legal, ambiental, social e econômico.

6.2. Segurança do Trabalho

Sugere-se realizar constantes avaliações pós-ocupacionais e constar em documentos. A verificação das conformidades normativas trabalhistas e demais leis estão em constantes atualizações e, assim, também há necessidade da arquitetura ser reavaliada.

Verificou-se que a arquitetura poderia ter previsto mecanismos de segurança para a realização de manutenção em relação à fachada e o trabalho em altura (NR 35), pois são necessários sistemas fixos de ancoragem na estrutura do edifício para pintura e recuperação dos acabamentos, manutenção das jardineiras, etc.

As esquadrias dos sanitários não conformes devem ter os vidros trocados por fosco e a balsa deve ser fixada no máximo de abertura para que não ofereça risco de acidentes aos usuários. Ou tenha algum mecanismo de comunicação visual de alerta para os perigos de acidentes com a perfuração da parte do corpo causado pelas quinas das esquadrias.

A segurança do ambiente depende também do controle dos Riscos envolvidos com cada atividade desenvolvida no local, deste modo, é aconselhável criar um programa especial na escola para identificação dos riscos químicos, físicos e biológicos.

Seguir o caminho da sustentabilidade e do viés de segurança para promover palestras instrutivas ensinando a aplicação de materiais ou sistemas de Proteção Passiva contra o fogo e programar evacuações com treinamentos no combate ao incêndio, periodicamente, úteis à compreensão da prevenção de acidentes.

6.3. Da Metodologia

A princípio, a experiência de inovar e aplicar os conceitos sustentáveis na construção da escola trouxe resistência entre os participantes da construção, em função da metodologia da Certificação LEED ser diferente do modo convencional de construir. Todos os envolvidos apresentaram muitas dúvidas relativas aos resultados do processo, tanto que muitos desconheciam os conceitos de sustentabilidade ou a definição do que era um “prédio verde”. Muitos dos trabalhadores realmente acreditavam que o conceito se referia à pintura do prédio na cor verde.

O atendimento ao LEED exigiu a coleta e elaboração de uma quantidade de documentos acima do normal, em relação aos parâmetros vivenciados pela gestão da construtora. A falta de previsão do tempo extra necessário para a elaboração dos relatórios contendo as informações de cada requisito, gerou desorganização na transferência dos dados entre as equipes envolvidas. Inicialmente, a construtora não contratou uma equipe gestora especialmente para atender o processo LEED, porém, passados mais de 50% do

cronograma da obra sem o esperado atendimento aos requisitos, a indústria financiadora foi obrigada a ajustar-se às demandas e contratar outra empresa de engenharia gestora que prestasse o apoio à construtora. Deste modo, houve liberação de tempo dos seus gerentes de obra e demais técnicos encarregados, o que ficou provada pela rapidez na disponibilidade das informações para todos os projetistas, logo após a esta contratação.

Este ajuste foi necessário para dar continuidade ao processo, em função da falta de experiência anterior com o processo de certificação de todas as equipes envolvidas e, sem exceção, o mesmo ocorreu com as demais equipes de projeto e de empresas subcontratadas. No caso da Secretaria do Estado de Educação, não haviam profissionais qualificados designados, pois esta experiência foi inédita no histórico do Governo.

Outro fator que influenciou a demora no andamento do processo foram as trocas constantes de profissionais em todas as áreas, devido ao aquecimento da construção civil no Município.

Sendo assim, a cada troca de profissionais ou de empresa contratada em substituição à anterior, eram realizadas reuniões de apresentação com todas as equipes participantes do projeto, a construtora, a SEEDUC, a financiadora e o escritório da Consultoria LEED AP, para os devidos esclarecimentos e orientações quanto à conformidade de atendimento aos requisitos. Isto se fez necessário, pois a principal característica da metodologia LEED é uma maior quantidade de troca de informações multidisciplinares para que sejam feitas as simulações energéticas e ao desenvolvimento dos planos de gerenciamento de resíduos, por exemplo.

No início, além das pressões normais do cronograma de entrega da obra, foram acrescidas várias dúvidas em relação ao alcance da pontuação mínima, a falta de visualização do valor agregado à edificação em função da Certificação ou a motivação ao cumprimento às conformidades do Selo.

Notou-se um nível de estresse elevado entre todas as partes, devido às constantes decisões, adaptações e mudanças para atender os requisitos. Foram necessários vários ajustes nos relacionamentos interpessoais e entre equipes de projetos, para que fossem alcançados os objetivos e os resultados.

Observou-se a mudança de paradigma na execução da obra, pois a característica marcante desta construção sustentável foi a obrigatoriedade de convivência maior e inter-relacionamento para a tomada de decisão sistêmica, dado pelas diversas disciplinas, não habitual aos procedimentos convencionais.

Após um período curto de três meses, as equipes começaram a colaborar umas com as outras, e deste modo, facilitando o trâmite de informações.

A menos de 30% da obra concluída, houve uma grande evolução no andamento da obra provocado pela visita e o reconhecimento dos esforços da equipe pelo presidente e a comitiva alemã da indústria financiadora da escola. Este evento propiciou uma mudança de atitude e uma maior integração entre as equipes, que resultou no aumento da produção e reforçou a importância do envolvimento e comprometimento da alta direção no processo de motivação dos trabalhadores das empresas.

6.4. Atendimento ao Programa Nacional de Educação Ambiental

A escola tem um papel fundamental na transformação e na construção da Cidadania no local. A programação e difusão da cultura da Segurança Ambiental são apropriadas às características da edificação, com a criação de treinamento para os alunos difundirem as experiências e repartir os conhecimentos adquiridos com a utilização dos sistemas existentes economizadores de água e luz.

A escola tem infraestrutura para promover vários cursos ou eventos com a promoção da saúde onde haja participação comunitária (higiene bucal, corporal, alimentação adequada)

6.5. Monitoramento do ar

Nos itens sobre monitoramento, não estão incluídos a obrigatoriedade de monitoramento da qualidade do ar para que a escola possa elaborar seus planos de contingência ou emergência, no caso de um acidente de emissão de particulados pela siderurgia, ou de gases tóxicos, pois o maior risco à saúde dos usuários é a poluição do ar externa.

A elaboração de Planos de Contingência ou Emergência ou a participação ativa em um dos Planos Coletivos das indústrias locais.

A escola deve prever em seus Planos Emergenciais as situações de risco de contaminação, no caso de epidemias, como a Dengue, contra o vírus H1N1 ou de doenças endêmicas na região. O contato com os postos de saúde são úteis para realização dos procedimentos em caso de emergência médica, como fraturas e outros traumas. A própria escola pode organizar junto à Secretaria de Saúde campanhas de prevenção à cárie, doenças em geral, à saúde bucal e tantas outras.

6.6. Monitoramento da qualidade da água captada

Conforme a legislação municipal, seguindo as normas da ANVISA, o monitoramento da qualidade da água deve ser realizado a cada seis meses.

Manter os avisos de água não potável nos banheiros e torneiras do jardim, também devem ser controlados a instruir regularmente as crianças para não beber desta água de aproveitamento de chuva, pois representa risco potencial à saúde dos seus usuários.

Ações de prevenção à saúde podem ser tomadas com palestras ou aulas sobre a limpeza de reservatórios de água e noções de higiene pessoal.

6.7. Monitoramento Sócio-cultural

A Escola Ambiental deve ter como propósito atividades culturais e sociais, assim como a promoção da resiliência, a adaptação às dificuldades e a preparação para os acidentes, desastres, tanto na saúde física como a financeira das famílias. O papel da escola sustentável é garantir a cidadania e a melhora da qualidade de vida da sociedade.

6.8. Monitoramento da poluição sonora

A realização de uma avaliação acústica periódica nas crianças e servidores é uma atitude saudável e preventiva que pode prevenir futuros problemas de saúde auditiva causada pelo ruído ambiente e dos aviões.

6.9. Avaliação Pós-Ocupação (APO)

As pesquisadoras ORNSTEIN (1992) e ISSA (2008), comentam em seus trabalhos a relevância da Avaliação Pós-Ocupação para conforto e segurança dos usuários, incluindo as edificações escolares, quando aplicam a metodologia deste tipo de avaliação para coletar dados que possibilitem a análise comparativa entre sistemas construtivos ou os seus desempenhos.

Sugere-se aos futuros pesquisadores a realização da APO para o Colégio Erich Walter Heine, para que se possam obter dados que possibilitem a melhoria, tanto para a edificação, em termos de aplicação de materiais e sistemas, como também, qualitativamente, para a verificação do nível de satisfação e o desempenho dos alunos relacionados ao desempenho escolar.

6.10. Relacionamento com a vizinhança

Há necessidade de se valorizar e atender à comunidade local, onde haja programas que permitam que as crianças das redondezas sejam os usuários da escola. Como antes mencionado, foram matriculados alunos selecionados através de prova, deste modo, os

alunos são provenientes de várias localizações, não necessariamente pertencentes à região do Conjunto Habitacional João XXIII, onde a escola está inserida.

Assim, deve-se valorizar a comunidade ao redor, pois durante a construção, os vizinhos sofreram os maiores impactos, mas não receberam os benefícios.

O controle de poeira e ruído amenizou parte dos impactos gerados por este empreendimento, porém o aumento de tráfego de caminhões, tratores, escavadeiras, carregadeiras eram os motivos de grandes reclamações e constantes discussões com a empreiteira.

A Fase de planejamento deve contemplar um programa de prevenção de impactos com a comunidade local, considerar uma verba para a contenção de incidentes e a análise de riscos relacionados aos acidentes com a vizinhança, prevendo a contratação de pessoal qualificado, como agentes sociais para minimizar a situação de estresse emocional.

6. 11. Sugestões para novas pesquisas

KATS, 2003, sugere a realização de estudos comparativos aprofundados que utilizem a mesma planta, porém, uma das construções deve adotar a metodologia convencional e a outra, os requisitos LEED como critério de projeto. Deste modo, é possível acompanhar o desempenho de cada sistema e realizar várias comparações verificando a eficiência energética de cada edificação e testar a aplicação da metodologia de análise dos Custos Globais durante a sua vida útil. Isto já é possível, pois a Secretaria de Educação do Estado construiu no ano de 2010, com a mesma planta da escola, objeto deste estudo, localizado no Distrito de Jardim América, RJ, o Colégio Estadual Deputado Pedro Fernandes, com tecnologia convencional.

Se possível, levantar os impactos gerados na fase de construção e na pós-ocupação de ambas as Escolas, realizando os testes de conforto térmico, lumínico, acústico, a qualidade do ar interior e etc. E realizar os controles como, a geração de resíduos e gastos de consumo de água potável.

Análise do ambiente psicossocial dos usuários e a relação da escola com a comunidade do entorno.

Também é necessária a comparação entre casos de outros países, de modo a que seja possível detectar discrepâncias no atendimento de cada requisito LEED. Um bom exemplo é realizar um estudo comparativo com a escola pública americana que recebeu recentemente o selo LEED da USGBC, a Barbara C. Jordan Elementary School, localizada no Distrito da University City School. As características são semelhantes quanto à área de construção e em número de salas de aula, apesar de ser voltada à educação fundamental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, **ANSI/ASA S 12.60-2010/Part 1 American National Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools: Part 1, Permanent Schools**, http://www.acoustics.com/ansi_education.asp, acesso em: Março de 2011;

ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, **ANSI/ASA S 12.60-209/Part 2 American National Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools: Part 2, Relocatable Classroom Factors**, http://www.acoustics.com/ansi_education.asp, acesso em: Março de 2011;

ALBERTON, Anete. **Uma Metodologia para auxiliar no Gerenciamento de Riscos e na seleção de alternativas de investimentos em segurança**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996;

ALLEDI FILHO, Cid. **Ética, Transparência e Responsabilidade Social Corporativa**. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão). Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2002;

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC., ASHRAE, **ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007, Norma de Energia para Construções com exceção dos edifícios residenciais de baixa altura**, Atlanta, USA, www.ashrae.org, tradução de Green Building Council Brasil, São Paulo, 2011.

ARROYO, Patrícia, **Rio ganha 1ª escola sustentável da América Latina**, http://www.brasileconomico.com.br/noticias/rio-ganha-1-escola-sustentavel-da-america-latina_102368.html, acesso em Dezembro, 2011;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5674 – Manutenção de edificações – Procedimentos, Rio de Janeiro, 1999, 6p.;

_____, **NBR 9050** – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, Rio de Janeiro, 2004, 97p.;

_____, **NBR 9077** – Saídas de emergência em edifícios, Rio de Janeiro, 1993, 5p.;

_____, **NBR 14037** – Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação, Rio de Janeiro, 1998, 5p.;

_____, **NBR 14432** - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações. Rio de Janeiro, 2001. 14p.;

_____, **NBR 15220-1** - Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades, Rio de Janeiro, 2005, 8p.;

_____, **NBR 15220-2** - Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações, Rio de Janeiro, 2005, 34p.;

_____, **NBR 15220-3** - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, Rio de Janeiro, 2005, 30p.;

_____, **NBR 15220-4** - Desempenho térmico de edificações - Parte 4: Medição da resistência térmica pelo princípio da placa quente protegida, Rio de Janeiro, 2005, 10p.;

_____, **NBR 15220-5** - Desempenho térmico de edificações - Parte 5: Medição da resistência térmica e condutividade térmica pelo método fluximétrico, Rio de Janeiro, 2005, 10p.;

_____, **NBR 15575-1** - Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais, Rio de Janeiro, 2010, 52p.;

_____, **NBR 15575-2** - Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais, Rio de Janeiro, 2010, 30p.;

_____, **NBR 15575-3** - Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos, Rio de Janeiro, 2010, 37p.;

_____, **NBR 15575-4** - Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas, Rio de Janeiro, 2010, 51p.;

_____, **NBR 15575-5** - Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas, Rio de Janeiro, 2010, 54p.;

_____, **NBR 15575-6** - Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho Parte 6: Sistemas hidrossanitários, Rio de Janeiro, 2010, 28p.;

_____, **NBR ISO 9001** - Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos, Rio de Janeiro, 2008, 25p.;

_____, **NBR ISO 14001** - Sistemas de gestão ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro, 2004, 32p.;

_____, **NBR ISO 19011** - Diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental. Rio de Janeiro, 2002, 25p.;

_____, **NBR ISO 31000** – Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes. Rio de Janeiro, 2009, 24p.;

_____, **NBR ISO/IEC 31010** – Gestão de Riscos – Técnicas para o processo de avaliação de riscos. Rio de Janeiro, 2012, 96p.;

BIRD JR., Frank E. e GERMAIN, George L., **Damage Control, a New Horizon in Accident Prevention and Cost Improvement**, American Management Association, Inc. The Comet Press, USA, 1966;

BAIRD, Colin. **Química ambiental**. 2ª.ed. Bookman, Porto Alegre, 2002.

BNDES, **BNDES aprova R\$ 400 milhões para a Arena Pernambuco**, http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Sala_de_Imprensa/Noticias/2011/Esportes/20110127.html , acesso em Junho de 2012;

BNDES, **Programa BNDES de Arenas para a Copa do Mundo de 2014 - BNDES ProCopa Arenas**
http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/procopaarenas.html, acesso em Maio de 2012;

BRASIL, 2007 – **Brasil é confirmado como sede da Copa-2014** - <http://www.brasil.gov.br/linhadotempo/epocas/2007/brasil-e-confirmado-como-sede-da-copa-2014>, acesso em Maio 2012;

BRASIL, **Código de Proteção e Defesa do Consumidor** - dos artigos 5, inciso XXXII, 170, inciso V, da Constituição Federal e art. 48 de suas Disposições Transitórias;

BRASIL, **Consumo Sustentável: Manual de Educação**. Consumers International/MMA/MEC/IDEC, Brasília, 2005, 160p.;

BRASIL, **Esporte Olímpico - Rio 2016** – <http://www.brasil.gov.br/sobre/esporte/esporte-olimpico/rio-2016> , acesso em maio 2012;

BRASIL, **Fortaleza será sede da Copa das Confederações de 2012 e receberá Seleção Brasileira**, <http://www.copa2014.gov.br/noticia/fortaleza-sera-sede-da-copa-das-confederacoes-de-2013-e-recebera-selecao-brasileira>, acesso em Junho de 2012;

BRASIL, **Lei do Inquilinato** - Lei Federal nº 8245 de 18 de outubro de 1991;

BRASIL, **Norma visa mais segurança no Trabalho para o servidor público**, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, <http://www.planejamento.gov.br/noticia.asp?p=not&cod=6152&cat=26&sec=11>, Brasília, 10/05/2010, acesso em Março de 2012;

BRASIL, **Novo Código Civil Brasileiro** - Lei Federal nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002;

BRASIL, **PBQP-H/SiAC** – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil, Ministério das Cidades, Brasília, 2005, 131p.;

BRASIL, **ProNEA**, Programa Nacional de Educação Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental, Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental – 3. Ed., Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2005, 102 p.;

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **OHSAS 18001** - Occupational Health and Safety Management Systems – Specification. London, UK: BSI, 2007.

BOUSSABAIN, Abdelhalim and KIRKHAM, Richard J., **Whole Life-cycle Costing: Risk and Risk Responses**, Blackwell Publishing Ltd, UK, 2004, 246 p.;

CAIXA ECÔNOMICA FEDERAL, **Caixa lança Selo para Empreendimentos Habitacionais Sustentáveis**, Brasília, 02 de Junho de 2009, http://www1.caixa.gov.br/imprensa/imprensa_release.asp?codigo=6609833, acesso em março de 2012;

CARVALHO, Fátima Araujo de. **O Mal-Estar Docente: das chamadas devastadoras (burnout) às flamas da esperança-ação (resiliência)**. Mestrado em Psicologia da Educação. Pontifícia Universidade Católica. São Paulo, 2003.

CARVALHO, P. V., GOMES, J. O. e BORGES, M. R. da S, **Engenharia de Resiliência e Sustentabilidade de Sistemas Complexos**, XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável, Inegrando Tecnologia e Gestão, Salvador, Bahia, 2009;

CEOTTO, L.H. **Construção Civil e o Meio Ambiente: 1ª parte**. Notícias da Construção, Seção Qualidade e Produtividade. São Paulo n 51, nov. 2006;

CIB, The International Council for Research and Innovation in Building and Construction/UNEP-IETC, United Nations Environment Programme, International Environmental Technology Centre, **Agenda 21 for Sustainable Constructions in Developing Countries**, CSIR Building and Construction Technology, Pretoria, South Africa, 2002, 82 p.;

CINTRA, Lyda, **Primeira Escola sustentável do Brasil consome até 80% menos energia**, Super, <http://super.abril.com.br/blogs/ideias-verdes/primeira-escola-sustentavel-do-brasil-consome-ate-80-menos-energia/>, acesso em 24 de maio de 2011;

COSCIP, **Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio de Janeiro**, editado pelo Decreto 897 de 21 de setembro de 1976.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, **Corpo de Bombeiros forma turma de Bombeiro-Mirim na Escola Municipal Tasso da Silveira, em Realengo**, http://www.cbmerj.rj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2173:corpo-de-bombeiros-forma-turma-de-bombeiro-mirim-na-escola-municipal-tasso-da-silveira-em-realengo&catid=43:Noticias-do-CBMERJ&Itemid=43, acesso em Junho de 2012;

DAVIES, Ross. **Green Value, Green Building, Growing Assets**. Report 2005. Disponível em: <http://www.metrovancouver.org/about/publications/Publications/greenvaluereport1.pdf>, acesso em maio de 2012.

DEJOURS, C. **A loucura do trabalho: Estudo de Psicopatologia do Trabalho**. 5ª ed. ampliada. São Paulo: Editora Cortez Oboré, 1992.

ELKINGTON, John. **Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. New Society Publishers. Gabriola Island BC: Canada, 1998. 407 p.

ESTIGARRÍBIA, Juliana, **Thyssenkrupp pode vender a CSA, no Brasil, e a planta do Alabama, nos EUA**, Panorama Brasil, Diário Comércio Indústria & Serviços, São Paulo, em 16 de maio de 2012, <http://www.dci.com.br/industria/thyssenkrupp-pode-vender-a-csa.-no-brasil,-e-a-planta-do-alabama,-nos-eua-id294239.html>, acesso em Junho de 2012;

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda – **Novo Dicionário Aurélio da língua portuguesa**, 3ª ed., Positivo, Curitiba, 2004;

FIRJAN, **Decisão Rio: investimentos 2011-2013**. Rio de Janeiro, FIRJAN, 2010, 87 p.;

FGV Projetos, LCA Consultoria, **Brasil 2022: planejar, construir, crescer**, ConstruBusiness 2010, 9º Congresso Brasileiro da Construção, São Paulo: Fiesp, 2010;

FLYNN, Patrick, **The Leed AP Walkthrough e-book for the New Construction version 2.2 LEED AP Exam**, IntheLEED.com, USA, 2009;

FRANCO, Giuliano, FRANCO, Francesca, **Bernardino Ramazzini: The Father of Occupational Medicine**, Am J Public Health, USA, v. 91(9), Sep. 2001, page 1382;

FROTA, Anésia B., SCHIFFER, Sueli R., **Manual do Conforto Térmico**, Studio Nobel, 8ª Ed., São Paulo, 2003;

GBC Brasil, Certificação LEED, <http://www.gbcbrazil.org.br/?p=certificacao>, São Paulo, acesso em 02 de fevereiro, 2012;

GOLDEMBERG, José, coordenador, AGOPYAN, Vahan, JOHN, Vanderley M., **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**: volume 5, Blucher, São Paulo, 2011, 141 p.;

GOMES, Marlene, **O Rio de Janeiro será a sede das Olimpíadas de 2016**, Ascom, Ministério do Esporte, 02/10/2009, <http://www.esporte.gov.br/ascom/noticiaDetalhe.jsp?idnoticia=5765>, Brasília, DF, acesso em Maio de 2012;

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira, PUJADAS, Flávia Zoéga Andreatta, NETO, Jerônimo Cabral Pereira Fagundes, **Técnicas de inspeção e manutenção predial: vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção x valorização patrimonial, análise de risco**, São Paulo, Editora PINI, 2006, 227 p.;

HAMMARDUND, Y. and JOSEPHSON, P-E., **Sources of quality failures in building**, in Management, Quality and Economics in Building, London, E & FNSPON, 1991, 147, p. 671-679;

HAMMER, Willie. **Product Safety Management and Engineering**, Prentice-Hall, Inc., USA, 1980;

HONDA, Wilson S., LIMA JR., João da Rocha, **Sustentabilidade na Operação de Edifícios de Escritórios**, 10ª Conferência Internacional de Lares, São Paulo, 15-17 Setembro, 2010, 13 p.;

HEINRICH, H. W. **Industrial Accident Prevention – A Scientific Approach**, MacGrall-Hill Book Company, USA, 4 th Edition, 1959;

HOTELLING, Harold, **The Economics of Exhaustible Resources**, The Journal of Political Economy, The University of Chicago Press, Volume 39, Issue 2 (Apr., 1931), 137-175p;

IIDA, Itiro, **Ergonomia, Projeto e Produção**, Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 1990;

JOHN, Vanderley M., **Desenvolvimento sustentável, construção civil, reciclagem e trabalho multidisciplinar**, Textos Técnicos, 2001, www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos.htm;

JOHN, Vanderley M., PRADO, Racine Tadeu Araújo, coordenadores, Selo Casa Azul, Boas Práticas para habitação mais sustentável, Realização CAIXA, Páginas & Letras - Editora e Gráfica, São Paulo, 2010, 204 p.;

KATS, G. **The Costs and Financial Benefits of Green Building**, A Report to California's Sustainable Building Task Force, 120p., 2003.

KEELER, Marian, BURKE, Bill, **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**, tradução técnica: Alexandre Salvaterra, Bookman, Porto Alegre, 2010, 362 p.;

KIRCHNER, Rosane Maria, BENTTI, Joana Kirchner, SILINSKE, Jaqueline, STUMM, Eniva Miladi Fernandes, BENETTI, Rafael Kirchner, **Análise das Características de Trabalhadores da Construção no Sul do Brasil, no período de 2002 a 2008**, Trabalho & Educação, v.20, n.1, Belo Horizonte, MG, jan./abr.2011, p.47-58;

LEED SCHOOL, **Green Building Rating System for New Construction & Major Renovations**. For Public Use and Display. Revisão V.3. United States Green Building Council. 2009;

LEITE, Marcia de Paula, SOUZA, Aparecida Neri de, **Condições do trabalho e suas repercussões na saúde dos professores da educação básica no Brasil**, Resenhas, Vol.1 e Vol.2, FUNCAMP, Faculdade de Educação, UNICAMP, SP, 2006;

LIBERALI, E. F., AIRES, R.T., AIRES, M.T., OSÓRIO, A.C., **Escola Segura**, Jornal de Pediatria, Sociedade Brasileira de Pediatria, Rio de Janeiro, 2005, 81(5 Supl.) S155-S163;

MARINHA DO BRASIL, PROSUB - **Programa de Desenvolvimento de Submarinos, Construção do Estaleiro e Base Naval**, Rio de Janeiro, 2011, 24p.;

MATHUR, K. and McGEORGE, D., **An Integrated Decision Making Environment for Cost vs Quality Control, in Management**, Quality and Economics in Building, London, E & FNSPON, 1991, 147, 757-766 p.;

MALTHUS, Thomas, **An Essay on the Principle of Population, as it affects the Future Improvement of Society with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Others Writers**, Printed for J. Johnson, in St. Paul's Church-Yard, London, 1798. Eletronic Scholarly Publishing Project, 1998, <http://www.esp.org>, acesso em Junho 2012;

NAGALLI, André, **Comparativo técnico e economic entre obras comerciais com características sustentáveis e convencionais**, Revista Técnica nº 179, São Paulo, Fevereiro, 2012, 60-63 p.;

NERI, Marcelo Cortes, Coordenação, **Trabalho, Educação e Juventude na Construção Civil**, Rio de Janeiro, FGV/CPS, 2010, 181 p.

ONU, **Do Rio à Rio+20**, <http://www.onu.org.br/rio20/1992-2012/>, acesso em Junho de 2012;

ORNSTEIN, Sheila, **Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído**, São Paulo, Studio Nobel, Editora da Universidade de São Paulo, 1992, 223 p.

PARDINI, Andrea Fonseca, **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED™ e do Conceito de Custos no Ciclo de Vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil**, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, 2009, 214p.;

PROCEL EDIFICA, **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica para Edificações**, ELETROBRÁS, <http://www.eletronbras.com/elb/main.asp?TeamID={A8468F2A-5813-4D4B-953A-1F2A5DAC9B55}>, acesso em Julho de 2011;

REGO, Flavio de Almeida, **Implantação de Um Plano de Emergência em uma Instituição de Ensino Pública: Uma Abordagem centrada nos usuários e nos Fatores que afetam as Ações de Abandono**, Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, UFRJ, Poli e Escola de Química, PEA, Rio de Janeiro, 2011, 142p.;

SAI, **SA 8000** – Responsabilidade Social 8000 – Social Accountability International – New York, USA, 2008

SÁNCHEZ, Luis Enrique, **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceito e Métodos**, Oficina de Textos, São Paulo, 2008;

SÃO PAULO (ESTADO) Secretaria de Educação, Fundação para o Desenvolvimento da Educação, **FDE - Manual de orientação à prevenção e ao combate a incêndio nas escolas**, São Paulo, FDE, 2009, 32 p.;

SÃO PAULO (ESTADO) Secretaria de Educação, Fundação para o Desenvolvimento da Educação, **FDE - Manual de Uso e Segurança de instalações de gás em escolas**, 2. Ed. São Paulo, FDE, 2009, 36 p.;

SÃO PAULO (ESTADO) Secretaria de Educação, Fundação para o Desenvolvimento da Educação, **FDE - Manual para Gestão de Resíduos em Construções Escolares**, São Paulo, FDE, 2010, 36 p.;

SÃO PAULO (ESTADO) Secretaria de Educação, Fundação para o Desenvolvimento da Educação, **FDE - Manual de Proteção Escolar e Promoção da Cidadania**, São Paulo, FDE, 2009, 80 p.;

SEBRAE, **Os investimentos no Estado do Rio de Janeiro e seus efeitos sobre as Micro e Pequenas Empresas**, Rio de Janeiro, SEBRAE/RJ, Rio de Janeiro, Dezembro de 2011, 43 p.;

SECRETARIAS ESTADUAIS DE OBRAS E DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO RIO DE JANEIRO, **Plano Diretor do Arco Metropolitano**, Maio, 2011, 746 p.;

SILVA, Maria Amélia Rodrigues, **Economia do dos Recursos Naturais** in MAY, P., LUSTOSA, Maria Cecília e VINHA, Valéria, org. **Economia do Meio Ambiente, Teoria e Prática**, Elsevier, Cap. 1, Rio de Janeiro, 2003, p. 33-60;

SILVA, Maria Angélica Covelo, ABIKO, Alex Kenya, **Metodologia de Seleção Tecnológica na Produção de Edificações com o Emprego do Conceito de Custos ao Longo da Vida Útil**, Revista Antac, vol.1,nº 1, 1997;

SILVA, Maria Angélica Covelo, **Metodologia de Seleção Tecnológica na Produção de Edificações com o Emprego do Conceito de Custos ao Longo da Vida Útil**, Tese de Doutorado em Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1996;

SILVA, Vanessa Gomes, **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica**, Tese de Doutorado em Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2003, 210 p.;

SILVA, Vanessa Gomes, **Avaliação do Desempenho Ambiental de Edifícios**, Revista Qualidade na Construção, nº25, agosto de 2000, p.14-22;

SILVA, Vanessa Gomes da e PARDINI, Andrea Fonseca, **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEEDTM NO Brasil com base em dois estudos de caso**, Ambiente Construído, ANTAC, Porto Alegre, v.10, n.3, p. 81-97, jul./set, 2010;

SINDUSCONSP, **Manual do Proprietário - Termo de Garantia - Aquisição Uso e Manutenção do Imóvel - Operação do Imóvel**. Sindusconsp/Secovi - SP, 2002, 23 p.;

SOBEK, Wener, **Sustentabilidade tripla**, Entrevista realizada por Luciana Tamaki, Revista Técnica, São Paulo, Editora Pini, edição nº 179, fevereiro 2012, p. 20-25;

TUCKER, Selwyn and RAHILLY, Mike, **Identification of Funds for Managing Public Housing Maintenance**, in Management, Quality and Economics in Building, London, E & FNSPON, 1991, 147, p. 1408-1416;

USGBC, **Supplemental Guidance to the Minimum Program Requirements**, Revision 2, September, 2011, <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=124> , acessado em Dezembro de 2011;

USGBC, **About USGBC**, <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=124> , acessado em Junho de 2012;

WALDHEIM, Patricia. V. **Uma Caracterização dos Ventos em Santa Cruz para Aplicação em Poluição Atmosférica**, Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza, Ceará, 2004;

WALSH, Valerie, **Top-Ten Tips for First-Time LEED Teams**, AIA (American Institute of Architects) New Mexico State Convention, USA, 2005;

WILLEMAM, Cyntia da Silva Almeida, **Estudo de Impacto de Vizinhança: Um Instrumento para Efetivação do Direito Fundamental ao Meio Ambiente Equilibrado**, Revista da Faculdade de Direito de Campos, Ano VIII, nº 10, Junho de 2007;

WOODS, David, HOLLNAGEL, Erick, LEVENSON, Nancy, **Resilience engineering Concepts and Precepts**, Ashgate Publishing Limited, USA, 2006;

VALENTIN, Marcos Vargas. **Saídas de emergência em edifícios escolares**. Dissertação de Mestrado – FAUUSP, São Paulo, 2008, 356p.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR SUGERIDA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR – 5628**: Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1980. 12p.;

_____, **NBR 6479** - Portas e vedadores - Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 1992. 8p.;

_____, **NBR 9442** - Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. Rio de Janeiro, 1986. 15p.;

_____, **NBR 9695** - Pó para extinção de incêndio. Rio de Janeiro, 2003. 19p.;

_____, **NBR 10636** - Paredes divisórias sem função estrutural - Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 1989. 7p.;

_____, **NBR 10721** - Extintores de incêndio com carga de pó. Rio de Janeiro, 1989. 27p.;

_____, **NBR 10897** - Proteção contra incêndio por chuveiro automático. Rio de Janeiro, 1990. 90p.;

_____, **NBR 10898** - Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 1999. 24p.;

_____, **NBR 11715** - Extintores de incêndio com carga d'água. Rio de Janeiro, 2003. 1p.;

_____, **NBR 11716** - Extintores de incêndio com carga de dióxido de carbono (gás carbônico). Rio de Janeiro, 2004. 20p.

_____, **NBR 11742** - Porta corta-fogo para saída de emergência. Rio de Janeiro, 2003. 2p.;

_____, **NBR 11751** - Extintores de incêndio com carga para espuma mecânica. Rio de Janeiro, 2003. 1p.;

_____, **NBR 11785** - Barras antipânico - Requisitos. Rio de Janeiro, 1997. 8p.;

_____, **NBR 11861** - Mangueira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1998. 16p.;

_____, **NBR 12693** - Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro, 2010. 22p.;

_____, **NBR 12779** - Mangueiras de incêndio - Inspeção, manutenção e cuidados. Rio de Janeiro, 2004. 16p.;

_____, **NBR 12962** - Inspeção, manutenção e recarga em extintores de incêndio. Rio de Janeiro, 1998. 4p.;

_____, **NBR 13434-1** - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico - Parte 1: Princípios de projeto. Rio de Janeiro, 2004. 11p.;

_____, **NBR 13434-2** - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico - Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores. Rio de Janeiro, 2004. 19p.;

_____, **NBR 13434-3** - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 3: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005. 5p.;

_____, **NBR 13714** - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000. 25p.;

_____, **NBR 13848** - Acionador manual para utilização em sistemas de detecção e alarme de incêndio. Rio de Janeiro, 1997. 25p.;

_____, **NBR 13860** - Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro, 1997. 10p.;

_____. **NBR 14100** - Proteção contra incêndio - Símbolos gráficos para projeto. Rio de Janeiro, 1998. 18p.;

_____, **NBR 14276** - Programa de brigada de incêndio. Rio de Janeiro, 2006. 33p.;

_____, **NBR 14323** - Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio. Rio de Janeiro, 1999. 89p.;

_____, **NBR 14880** - Saídas de emergência em edifícios - Escadas de segurança - Controle de fumaça por pressurização Rio de Janeiro, 2002. 12p.;

_____, **NBR 15200** - Dimensionamento de estruturas de edifícios em situação de incêndio – Procedimento. Rio de Janeiro, 2001. 17p.;

_____, **NBR 15219** - Plano de emergência contra incêndio - Requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 13p.;

_____, **NBR 17240** - Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio. Rio de Janeiro, 2010. 54p.;

ABUNAHMAN, Sérgio Antonio, Curso **Básico de Engenharia Legal e de Avaliações**, 2ª. Edição, São Paulo, Editora PINI, 2000, 318 p.;

ALMEIDA, Carlos de Souza Almeida e VIDAL, Mário César Rodrigues, **Gestão da Manutenção Predial**, GESTALENT Consultoria e Treinamento Ltda, Rio de Janeiro, Edição do Autor, 2001, 260 p.;

AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de, **Tecnologia, Organização e Produtividade na Construção**, Tese Doutorado, Pós-Graduação de Engenharia de Produção, UFRJ, 1995, RJ;

CHEHEBE, José Ribamar B., **Análise do Ciclo de Vida de Produtos –Ferramenta Gerencial da ISO 14000**, Qualitymark Editora- Rio de Janeiro, 1998, 104 p.;

COSTA, Ennio Cruz da, **Arquitetura Ecológica – Condicionamento Térmico Natural**, São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1982, 265 p.;

DIAS, Paulo Roberto Vilela, **Engenharia de Custos**, Rio de Janeiro, 3ª. edição, 2001, 187 p.;

INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas, **Tecnologia de Edificações**, Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha, São Paulo, Editora Pini, 1988, 708 p.;

LIMA, Gilson Brito Alves, **Aspectos da Produção Civil na Manutenção de Edifícios**, Dissertação do Curso de Mestrado Eng. Civil, UFF, Niterói, 1993;

OPR, **Owner's Project Requirements Sample Office, Condo & Retail Tower**, acesso, junho de 2012, <http://www.documents.dgs.ca.gov/bsc/CALGreen/CX-SAMPLE-PROJECT.pdf>;

SLACK, Nigel, et all, **Administração da Produção**, São Paulo, Editora Atlas, 1999, 526 p.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz, **Patologia , Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto** – São Paulo, Editora Pini, 1998, 255 p.;

YOSHITAKE, Mariano, **Gestão de Custos do Ciclo de Vida de um Ativo**, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade FEA-USP, São Paulo, 1995, 10 p. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=143>. Acesso em 2011.

ANEXOS

- LEED para Novas Construções 2009 – Registro Projeto Checklist;
- Exemplo de Template da Categoria Espaço Sustentável
- Folder Colégio Estadual Erich Walter Heine, produzido pelo escritório Arktos Arquitetura Sustentável;
- Colégio Estadual Erich Walter Heine - Projeto de Paisagismo, Implantação do Projeto;
- Colégio Estadual Erich Walter Heine – Planta Humanizada, Layout dos mobiliários da Planta Baixa, 1º Pavimento;
- Colégio Estadual Erich Walter Heine – Planta Humanizada, Layout dos mobiliários da Planta Baixa, 2º Pavimento;
- Colégio Estadual Erich Walter Heine – Cortes e Fachadas, Corte AA', Corte BB' e Fachada;
- Colégio Estadual Erich Walter Heine – Planta de Cobertura, Planta Baixa da Guarita, Depósito de Lixo e Subestação;
- Colégio Estadual Erich Walter Heine - Projeto dos Vestiários e Quadra Esportiva – Planta Baixa, Corte e detalhes;
- Exemplo de Templates
- Planilha Resumo da análise do LEED sob o aspecto da Segurança Ambiental

o que é sustentabilidade

é um termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. O objetivo é não agredir o meio ambiente e usar os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro.

e arquitetura sustentável educadora

A arquitetura sustentável, é um processo em permanente evolução que enfoca estratégias inovadoras e tecnologias para melhorar a qualidade de vida cotidiana. Sua abordagem envolve principalmente: diretrizes projetuais formais e espaciais. Esse conceito se baseia nos três pilares da sustentabilidade: o prédio deve ser economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto.

Em meio a tantas mudanças, o homem finalmente é levado a reavaliar seus valores. Por isso construir escolas sustentáveis deixa de ser uma utopia e torna-se uma necessidade de formação de caráter de cidadãos, pois ao conviver com um prédio diferenciado, o aluno aprende a importância do uso consciente dos recursos e onde o próprio prédio uso passa a ser educador. Portanto, a garantia do contato da criança e do jovem com o edifício educador garante a absorção do significado carregado para o resto da vida.

a escola ...

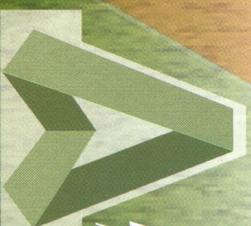
Localizado no Bairro de Santa Cruz, Rio de Janeiro, o Colégio Erich Walter Heine é produto de acordo entre as instituições públicas e a ThyssenKrupp CSA, que financiou essa iniciativa.

A certificação LEED e a implementação de conceitos de sustentabilidade partiu da Arkos Arquitetura Sustentável, autora do projeto, e foi implementada pela ThyssenKrupp CSA e apoiada pela Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro.

O prédio foi dividido em quatro módulos, independentes, de modo que a forma facilitasse a implantação em diversos tipos de terrenos e topográficas. O formato de "catalento", como o próprio nome diz, promove a circulação de ar, aumentando o conforto térmico interno e o uso adequado da iluminação natural. O uso de vidros especiais, a eficiência energética e a própria captação de ventos que circulam,

amenizam a temperatura que nesta região é muito alta.

Seu programa inclui além das 15 salas de aula, 2 laboratórios de informática, 1 sala de música, 1 sala de artes, 1 sala de aula ambiental ao ar livre, biblioteca com sala de leitura, auditório, 2 quadras poliesportivas, piscina, horta, estação de reciclagem, entre outras ações.



ARKOTOS
ARQUITETURA SUSTENTÁVEL

www.arktos.arq.br
arktos.arquitetura@gmail.com
(021) 4104-8770



100%

100%
FABRICADO NO
BRASIL
PROVENIENTE DE FLORESTAS
PLANTADAS



em certificação

Colégio Estadual
Erich Walter Heine
Arquitetura Educadora Sustentável

Novas ideias. Novas atitudes.

e os critérios

Espaços sustentáveis

A localização da escola está num ponto estrategicamente privilegiado, pois além de ser de fácil acesso a todos os usuários, está incluída num conjunto habitacional, próximo a todos os serviços e transportes públicos, além de estar inserida num "corredor" educacional onde já possui construídas 1 creche e 2 escolas municipais.

Por ser de fácil acesso, os usuários utilizam os bicicletas, vagas preferenciais para veículos de baixa emissão de gases (GNV /Flex).

Algumas dessas vagas serão cobertas com vegetação ajudando na redução das ilhas de calor.

Durante a construção, a vegetação nativa foi protegida e recuperada através de catalogação das árvores existentes, do "retrofit" das quadras e restauração praça antes construídas.

A escola possui ainda espaços abertos à comunidade como auditório, salas de aula, 2 laboratórios de informática, biblioteca multimídia, sala de aula ambiental aberta, estação de coleta seletiva, quadras poliesportivas e piscina com acessibilidade total.

A existência de uma horta com compostagem garante o contato com a natureza reforça o cuidado ambiental.

Energia eficiente, proteção da atmosfera e qualidade do ar interno

Como o prédio é totalmente climatizado, foram utilizados sistemas eficientes com baixo consumo de energia e baixa manutenção.

São estes: ar-condicionado do tipo "inverter", placas fotovoltaicas e coletores solares, promovendo eficiência energética, ou seja, adequando o uso da energia para uma mesma atividade se comparado com outros equipamentos. Em toda unidade todas as lâmpadas são do tipo LED - lâmpadas que economizam energia em até 80% e duram de 6 a 10 anos -, os pisos e forros são de cores claras, as janelas são baixas e de vãos grandes, facilitando o aproveitamento máximo da iluminação natural. Os materiais empregados na escola, tais como: vidros verdes certificados que além de promoverem a iluminação natural, também são acústicos; em todas as salas são usados forros 100% minerais acústicos e bacteriicidas, garantindo a salubridade do ambiente. Todas as portas utilizadas na escola são de madeira certificada e toda tinta adotada possui baixos níveis de emissão de gases poluentes.

A cobertura vegetal e a cobertura branca são de grande importância pois reduzem as ilhas de calor, melhorando a sensação térmica.

Cobertura branca
Reflexão dos raios solares resultam no conforto térmico e redução de ilhas de calor

Cobertura vegetal
Proporciona o conforto térmico e acústico para os ambientes internos, retenção da água de chuva reduzindo a velocidade do escoamento, além do aumento da biodiversidade.

Pátio interno
O efeito chaminié favorece a troca de ar e portanto, a sensação térmica se torna agradável

Muro
O desenho garante a permeabilidade visual

maquete eletrônica

catavento

Ventilação fácil

Acessibilidade total

Materiais e recursos

Todos os materiais encontrados antes da construção foram separados e reaproveitados - postes de praça, alambrados, pavimentações em pedras portuguesas - , para controle de geração de resíduos, sendo reutilizados na nova construção.

Também foram reaproveitadas madeira de obra para confecção de painéis gratificados periodicamente pelos alunos e reduzindo ao máximo os resíduos de obra.

Eficiência e racionalização do consumo de água

Com o reaproveitamento das águas de chuva nos vasos sanitários, na lavagem de pátios e na irrigação de jardins, através do uso do telhado verde, conseguimos atingir uma meta significativa na redução de consumo de água potável e geração de esgotamento.

O uso de um paisagismo eficiente baseado em espécies nativas possibilitou uma baixa do consumo de água potável.

Laboratório de artes

Área de leitura

Laboratório de informática

Pátio

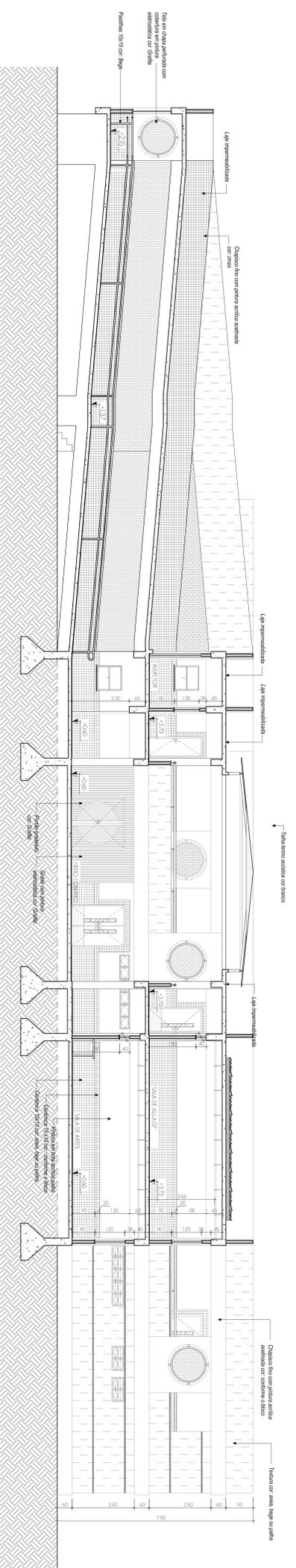
Acesso principal

Recepção

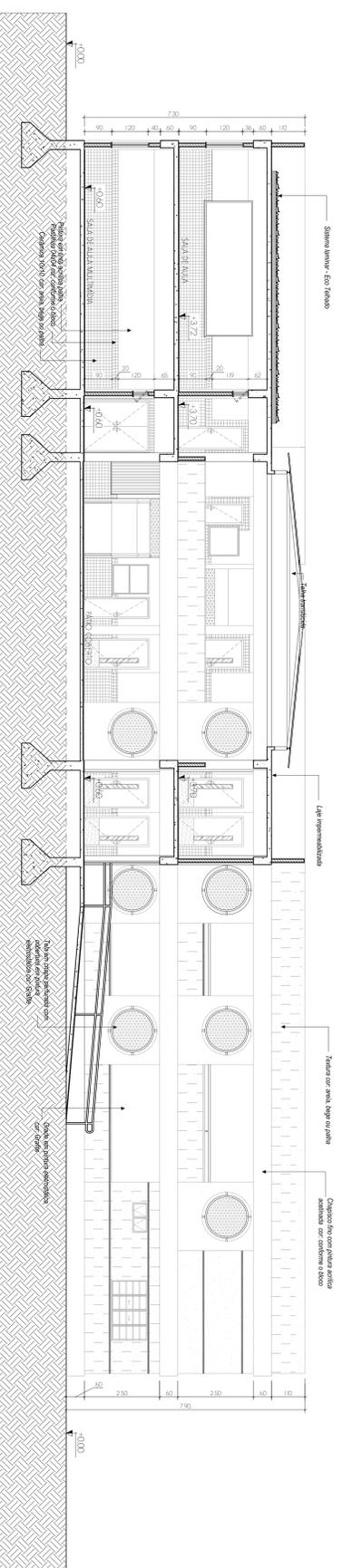
Sala de aula

Biblioteca

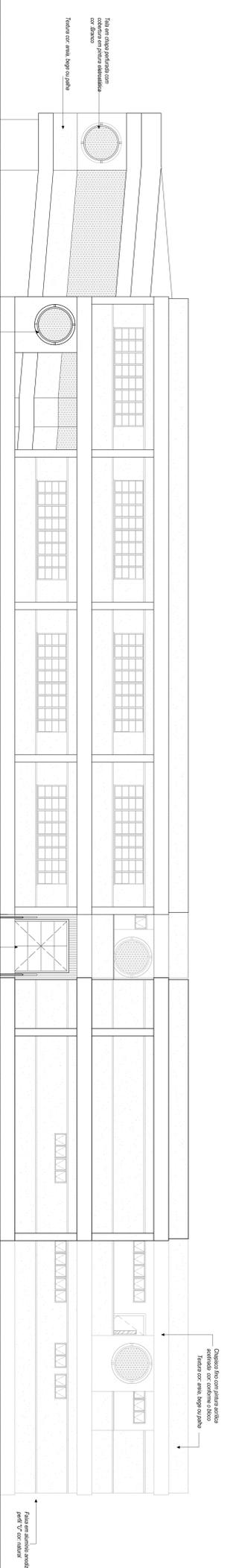
Refeitório



3 COITE BR
ESCALAS



2 COITE AM
ESCALAS



1 FACHADA
ESCALAS

NOTAS

1. VER PLANILHAS DE MATERIAIS
2. VER PLANILHAS DE MATERIAIS
3. VER PLANILHAS DE MATERIAIS
4. VER PLANILHAS DE MATERIAIS

REVISÕES

NO	DATA	DESCRIÇÃO	ELABORADO	APROVADO
01	02/07/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	PROF. ARQUITETO
02	02/07/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	PROF. ARQUITETO
03	02/07/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	PROF. ARQUITETO
04	02/07/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	PROF. ARQUITETO
05	02/07/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	PROF. ARQUITETO
06	02/07/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	PROF. ARQUITETO
07	02/07/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	PROF. ARQUITETO
08	02/07/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	PROF. ARQUITETO
09	02/07/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	PROF. ARQUITETO
10	02/07/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	PROF. ARQUITETO

CONSTRUÇÃO DA ESCOLA PADRÃO DE SANTA CRUZ

CLIENTE: EREB
TÍTULO: CORTES E FACHADA

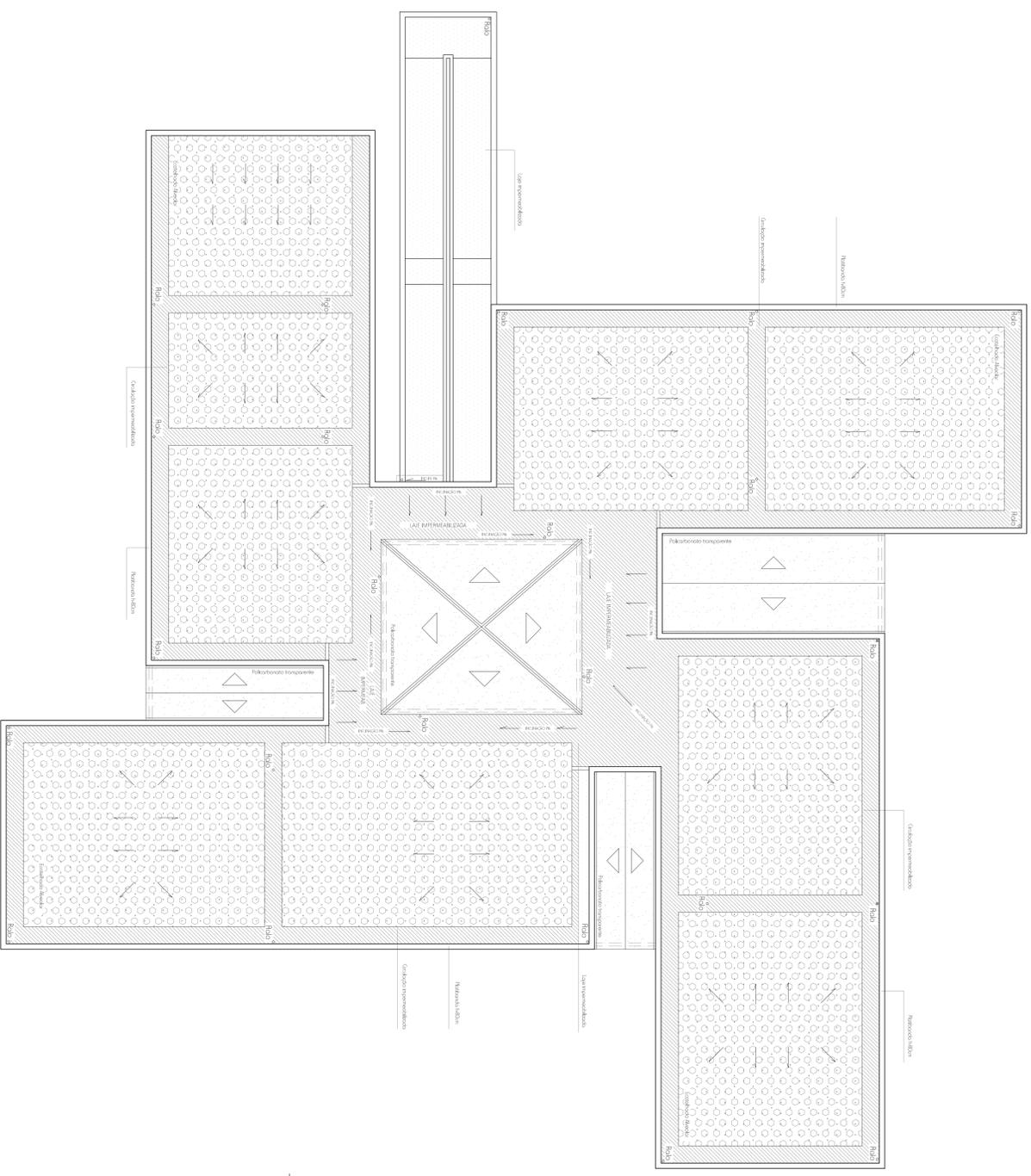
ASSINADO: COITE AM, COITE BR E FACHADA

03/11

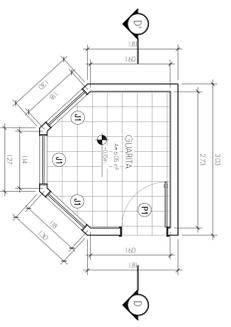
ARQUITETO: ARK_8rte_Psc_Ano_003_V05

ARQUITETO
 ENGENHEIRO
 TÉCNICO DE ARQUITETURA
 TÉCNICO DE ENGENHARIA
 TÉCNICO DE ARQUITETURA
 TÉCNICO DE ENGENHARIA

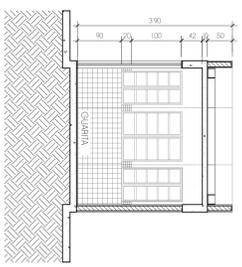
ARK
 ARQUITETOS
 RUA...
 FONE...
 E-MAIL...



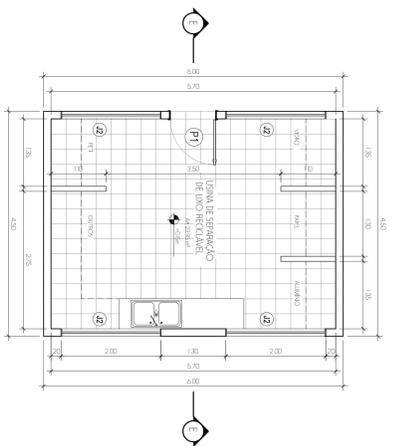
1 PLANTA BALSA - COBERTURA



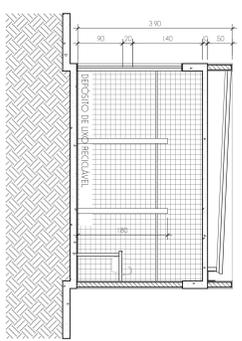
2 PLANTA BALSA - COZINHA



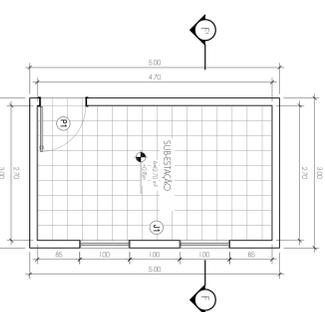
3 CORTÉ D-V



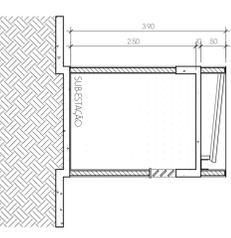
4 PLANTA BALSA - USINA DE SEPARAÇÃO LIXO RECICLÁVEL



5 CORTÉ E-E'



6 PLANTA BALSA - SUBESTAÇÃO



7 CORTÉ F-F'

NOTAS

1. VERIFICAÇÃO DE DIMENSÕES
2. VERIFICAÇÃO DE MATERIAIS
3. VERIFICAÇÃO DE CANTOS
4. VERIFICAÇÃO DE DETALHES

REVISÕES

DATA	DESCRIÇÃO	ELABORADO	APROVADO
01/01/2024	REVISÃO DE MATERIAIS	ARQUITETO	ENGENHEIRO
02/01/2024	REVISÃO DE CANTOS	ARQUITETO	ENGENHEIRO
03/01/2024	REVISÃO DE DETALHES	ARQUITETO	ENGENHEIRO

CONSTRUTORA DA ESCOLA PADRÃO DE SANTA CRUZ

CLIENTE: IRIE

TÍTULO: COBERTURA, GUARITA, DEP. LIXO E SUBESTAÇÃO

ASSUNTO: COBERTURA, GUARITA, DEP. LIXO E SUBESTAÇÃO

04/11

ARQUITETO: ARK_arte_psc_ano_04_11_V05

ENGENHEIRO: ARK_arte_psc_ano_04_11_V05

PROJETO: ARK_arte_psc_ano_04_11_V05

CONDOMÍNIO: ARK_arte_psc_ano_04_11_V05

ENDEREÇO: ARK_arte_psc_ano_04_11_V05

LOCALIZAÇÃO: ARK_arte_psc_ano_04_11_V05

PROJETO: ARK_arte_psc_ano_04_11_V05

ENGENHEIRO: ARK_arte_psc_ano_04_11_V05

PROJETO: ARK_arte_psc_ano_04_11_V05

ENGENHEIRO: ARK_arte_psc_ano_04_11_V05



LEED 2009 for Schools New Construction and Major Renovations SS CREDIT 6.1: STORMWATER DESIGN - QUANTITY CONTROL

Project # 1000007704 Colegio Estadual Erich Walter Heine

All fields and uploads are required unless otherwise noted.

ALL OPTIONS

Select one of the following:

- Case 1.** Sites with existing imperviousness 50% or less.
- Case 2.** Sites with existing imperviousness more than 50%.

CASE 1. EXISTING IMPERVIOUSNESS 50% OR LESS

Table SSc6.1-1. Site Runoff: One-Year, 24-Hour Design Storm

	Rate (cfs)	Quantity (cf/storm)
Predevelopment		
Postdevelopment		

Table SSc6.1-2. Site Runoff: Two-Year, 24-Hour Design Storm

	Rate (cfs)	Quantity (cf/storm)
Predevelopment		
Postdevelopment		

- Option 1.** The postdevelopment site runoff rate and quantity reported above does not exceed the predevelopment site runoff rate and quantity for the one- and two-year 24-hour design storms.
- Option 2.** The postdevelopment site runoff rate or quantity reported above exceeds the predevelopment site runoff rate or quantity. A stormwater management plan will be implemented to protect receiving stream channels from excessive erosion.

OPTION 1. NO INCREASE IN RUNOFF

Upload SSc6.1-1. Provide a summary of the stormwater management plan to be implemented at the site, including:

1. Description of the stormwater management strategies.
2. Calculations supporting the runoff values reported above.

Upload

Files: 0

ADDITIONAL DETAILS

Save Form

- Special circumstances preclude documentation of credit compliance with the submittal requirements outlined in this form.
- The project team is using an alternative compliance approach in lieu of standard submittal paths.
- The project team is pursuing exemplary performance of SS Credit 6.1.

SUMMARY

SS Credit 6.1: Stormwater Design - Quantity Control Points Documented:

SS Credit 6.1: Stormwater Design - Quantity Control Exemplary Performance Documented:

- The project team reserves one point in the Innovation in Design credit category for exemplary performance in SS Credit 6.1.

Identificação e análise dos itens LEED relacionados à Segurança Ambiental

1 Categoria Espaço Sustentável

Pré-requisito 1	Prevenção da poluição na atividade da Construção	Positiva. Ação Preventiva, tem relação com o EIA, Estudo de Impacto Ambiental, onde há o estudo para a identificação e a avaliação de impactos ambientais relacionados ao solo e poluição de partículas. A prevenção contempla ações e planos que evitam acidentes como o desmoronamento ou o carreamento de solo em caso de chuva, etc. As leis ambientais isentaram a escola para realizar a avaliação dos impactos gerados pela construção da edificação. Sugere-se realizar o estudo, mesmo com a isenção legal, pois durante a obra, houve grandes impactos de vizinhança, afetando o relacionamento entre a empreiteira e os moradores em torno do canteiro. O ruído e a movimentação de carga e descarga foram os itens maiores de reclamação e discussão. Não houve um procedimento para averiguação do índice de satisfação com a população do entorno. Não houve um estudo de avaliação de riscos identificando a probabilidade de acidentes com aviões (queda dos caças), pois a localização da escola é rota aérea. A causa maior do impacto é o excesso de ruído provocado pela aeronave.
Pré-Requisito 2	Avaliação Ambiental do Terreno	Esta avaliação é um dos quesitos de maior representatividade na sustentabilidade do empreendimento. A Constatação de que o solo não está contaminado por produtos diversos, garante a segurança e saúde aos usuários.
Crédito 1	Seleção do Terreno	A localização da escola suprida de comércio e os serviços essenciais reduzem novos impactos ambientais provocados pelo excesso de gasto com transporte e emissão de gases de efeito estufa (redução de recursos não renováveis)
Crédito 2	Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade	
Crédito 3	Remediação de áreas contaminadas	Promove a reconstituição ou recuperação do local e segurança
Crédito 4.1	Transporte Alternativo, Acesso ao Transporte público	Redução da utilização de recursos não renováveis, incentivos de atitudes saudáveis. Melhora a poluição e conscientização do uso do automóvel
Crédito 4.2	Transporte Alternativo, Bicletário e Vestiário para os ocupantes	
Crédito 4.3	Transporte Alternativo, Uso de Veículos de Baixa emissão	
Crédito 4.4	Transporte Alternativo, Área de estacionamento	
Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço, Proteção e restauração do Habitat	Promove o conforto e a reconstituição ou recuperação local (fauna & flora)
Crédito 5.2	Desenvolvimento do espaço, Maximizar espaços abertos	

Crédito 6.1	Projeto para águas Pluviais , Controle da quantidade	Minimiza os efeitos da chuva, em termos de enchentes. Prevenção de desastres erosivos, solapamentos e assoreamento. Incentiva a permeabilidade do solo e absorção local da água de chuva. Se faz necessário, além destes cálculos, a elaboração de planos de emergência da escola aliados aos planos do bairro. Os parâmetros adotados para cálculos de enchentes americanos são baseados em dados de 100 anos, o que não ocorre no Brasil, pois, este estudo ainda não está consolidado e pode gerar um comprometimento da segurança local relacionado às enchentes
Crédito 6.2	Projeto para águas pluviais , Controle da qualidade	
Crédito 7.1	Redução da ilha de calor , Áreas cobertas	Reduz o desconforto térmico e utilização de condicionamento de ar
Crédito 7.2	Redução da ilha de calor , Áreas descobertas	
Crédito 8	Redução da Poluição Luminosa	Evita o desconforto luminoso e impactos locais

1 Categoria Espaço Sustentável (continuação)

Crédito 9	Plano Diretor	Garante a continuidade do programa do LEED, mesmo que haja modificações no projeto. Neste documento são descritas as diretrizes da edificação. Todos os manuais de garantia, do proprietário (uso, operação e manutenção dos sistemas prediais preconizados na NBR 5674 e 14037)
Crédito 10	Utilização das Facilidades	Incentiva o relacionamento com a comunidade e solidifica a função da escola pública, onde há o acesso à educação, cultura, lazer. Viabiliza o espaço. A comunidade envolvida com o espaço (escola) tem maior chance de agregar o restante da comunidade para promoção de ações preventivas de segurança, saúde e sustentabilidade.

2 Uso Racional da Água

Pré-requisito 1	Redução no Uso da Água	Promove a redução de consumo de água, um recurso natural não renovável.
Crédito 1	Uso eficiente de água no paisagismo	
Crédito 2	Tecnologias Inovadoras para águas servidas	
Crédito 3	Redução do consumo de água	
Crédito 4	Redução do consumo de água de Processo	

3 Energia e Atmosfera

Pré-requisito 1	Comissionamento dos sistemas de energia	Essencial por causa dos testes dos sistemas instalados e segurança dos equipamentos
Pré-requisito 2	Performance Mínima de Energia	Promoção da conservação de recursos não renováveis e Eficiência Energética
Pré-requisito 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes , Não uso de CFC's	Redução de emissão de gases de efeito estufa
Crédito 1	Otimização da performance energética	Promoção da conservação de recursos não renováveis e Eficiência Energética
Crédito 2	Geração local de energia renovável	Promoção da sustentabilidade energética
Crédito 3	Melhoria no comissionamento - Avançado	Essencial para garantir a segurança dos equipamentos e eficiência energética
Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	Redução de emissão de gases de efeito estufa
Crédito 5	Medições e Verificações	Essencial para garantir a segurança dos equipamentos e eficiência energética
Crédito 6	Energia Verde	Promoção da sustentabilidade energética

4 Materiais e Recursos		
Pré-requisito 1	Depósito e Coleta de materiais recicláveis	<p>Reduz a utilização de recursos naturais não renováveis (energia e matéria-prima). A Gestão dos Resíduos protege o meio ambiente de possíveis contaminações e evita a emissão de gases tóxicos e de efeito estufa. Incentiva o uso de madeira com procedência garantida.</p>
Crédito 1.1	Reuso do edifício , Manter 25% de Paredes, Pisos e Coberturas Existentes	
Crédito 1.2	Reuso do Edifício , Manter Elementos Interiores não estruturais	
Crédito 2	Gestão de Resíduos da Construção	
Crédito 3	Reuso de Materiais	
Crédito 4	Conteúdo Reciclado	
Crédito 5	Materiais Regionais	
Crédito 6	Materiais de Rápida Renovação	
Crédito 7	Madeira Certificada	
5 Qualidade Ambiental Interna		
Pré-requisito 1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno	<p>Reduz consumo de energia. Incentiva a melhoria da qualidade do interno, com controles de gás carbônico e do monitoramento do ar captado (antes e após a construção). Sugere-se a instalação de controle de fumaça, para a identificação de foco de incêndio e demais gases tóxicos. O item sobre aumento da eficiência acústica melhora a atenuação acústica para o ruído, pois grande parte dos professores tem afastamento ou licença provocados pelo adoecimento das cordas vocais (prever o monitoramento da saúde do professor).</p>
Pré-requisito 2	Controle da fumaça do cigarro	
Pré-requisito 3	Desempenho Acústico Mínimo	
Crédito 1	Monitoração do Ar Externo	
Crédito 2	Aumento da Ventilação	
Crédito 3.1	Plano de Gestão de Qualidade do Ar , Durante a Construção	
Crédito 3.2	Plano de Gestão de Qualidade do Ar , Antes da ocupação	
Crédito 4	Materiais de Baixa Emissão - de 1 a 4	
Crédito 5	Controle interno de poluentes e produtos químicos	
Crédito 6.1	Controle de Sistemas , Iluminação	
Crédito 6.2	Controle de Sistemas , Conforto Térmico	
Crédito 7.1	Conforto Térmico , Projeto	
Crédito 7.2	Conforto Térmico , Verificação	
Crédito 8.1	Iluminação Natural e Paisagem , Luz do dia para áreas Regularmente Ocupadas	
Crédito 8.2	Iluminação Natural e Paisagem , Vistas	
Crédito 9	Aumento da Eficiência Acústica	
Crédito 10	Prevenção do Mofo	

6 Inovação e Processo do Projeto

Crédito 1	Inovação no Projeto	Sugere-se a aplicação de programas que envolvam a Segurança Ambiental
Crédito 2	Profissional Acreditado LEED®	O profissional gestor pode promover ou ser um multiplicador da cultura da Segurança Ambiental e incluir no escopo dos seus serviços
Crédito 3	A Escola como Ferramenta de Ensino	A concretização das idéias sustentáveis disseminam também as práticas mais seguras relacionadas à construção, à vida e saúde. Sugere-se manter programas do Corpo de Bombeiros para a qualificação de bombeiros-mirins, como ministrado na escola Municipal Tasso da Silveira, em Realengo, no Rio de Janeiro.



Avaliação da Segurança Ambiental de Construção Certificada LEED: Estudo de Caso de um Colégio Público no Rio de Janeiro

Orientador: D.Sc. Eduardo Linhares Qualharini

Aluna: Elisa Yoshie Okada

Abril de 2012



Fonte: Arktos Arquitetura Sustentável

Colégio Estadual Erich Walter Heine

Santa Cruz – Rio de Janeiro - RJ

LEED (Leadership in Energy and Environmental
Design) Schools v.3

Sumário

Projeto;

Requisitos LEED Schools;

Avaliação Ambiental;

Considerações.

O Projeto

Dados Técnicos:

- Uso: Escola Estadual de Ensino Médio Técnico Integral;
- Localização: Santa Cruz – Rio de Janeiro;
- Terreno: 7.388,82m²;
- Construída: 3772,52m²;
- Certificação: 1° Registro LEED Schools;
- Arquitetura: Arktos Arquitetura Sustentável;
- Financiamento: ThyssenKrupp CSA;
- Construtora: EBTE - Empresa Brasileira de Terraplanagem e Engenharia;
- Proprietário: Governo do Estado do RJ.
- Ano de Construção: Maio de 2011



Fonte: Governo do Estado do RJ



CASAGRANDE
Engenharia e Consultoria



NOVA
SOLUTIONS

investiplan



EBTE
engenharia



O Projeto

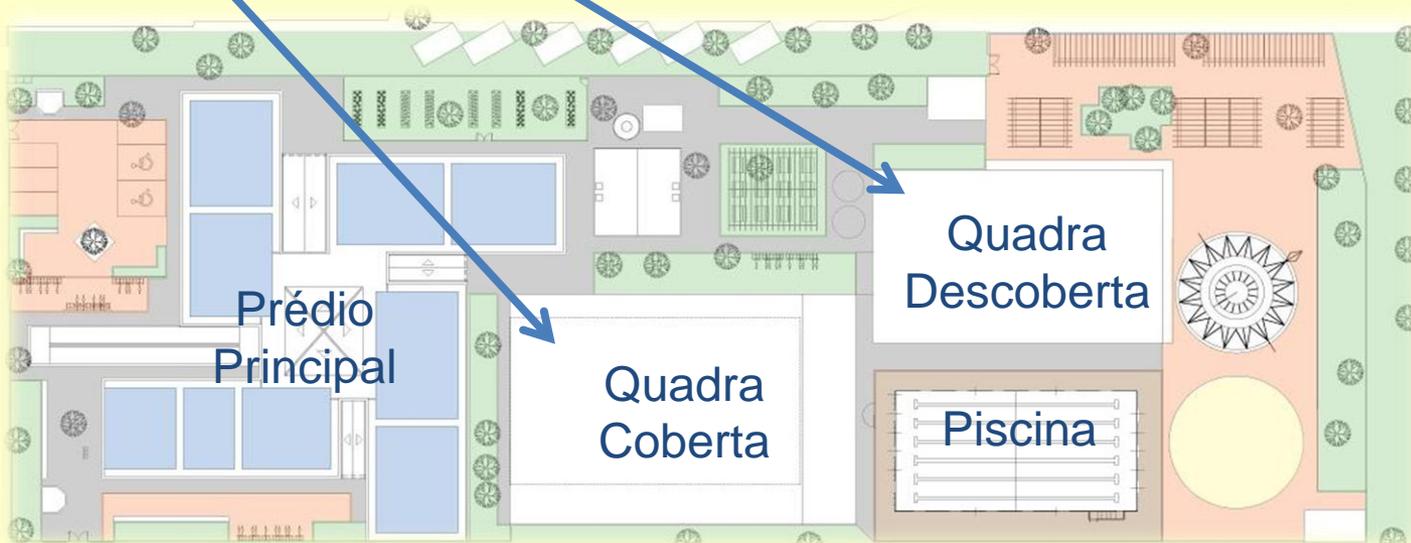
Localização / Implantação



Fonte: Google 2011



Fonte: Google 2011



Fonte: Arktos Arquitetura Sustentável e Acade Arquitetura e Consultoria



Entrada

O Projeto

Quatro módulos foram desenvolvidos para ser aplicado a diversos tipos de terrenos e topografias.

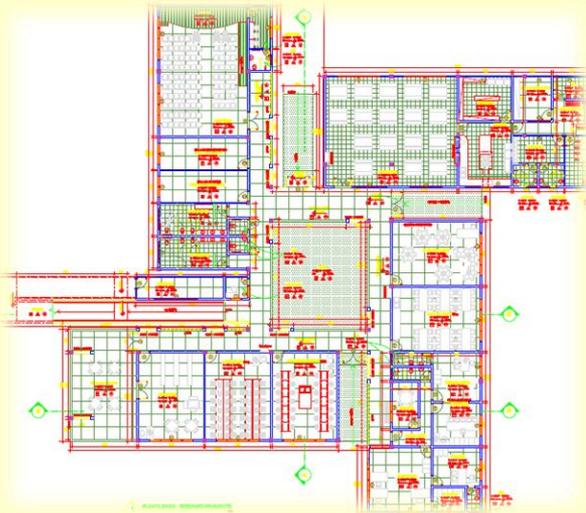
O programa inclui:

- 15 Salas de Aula;
- Laboratório de Ciências;
- Laboratório de informática;
- Sala de Música;
- Sala de Artes;
- Biblioteca;
- Auditório;
- Quadras Poliesportivas;
- Piscina;
- Horta;
- Depósito de Lixo Reciclável;
- Estacionamento.

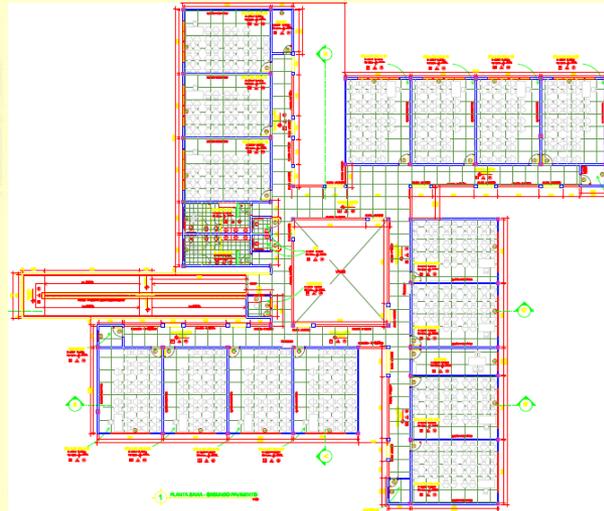


Fonte: ArktoS Arquitetura Sustentável

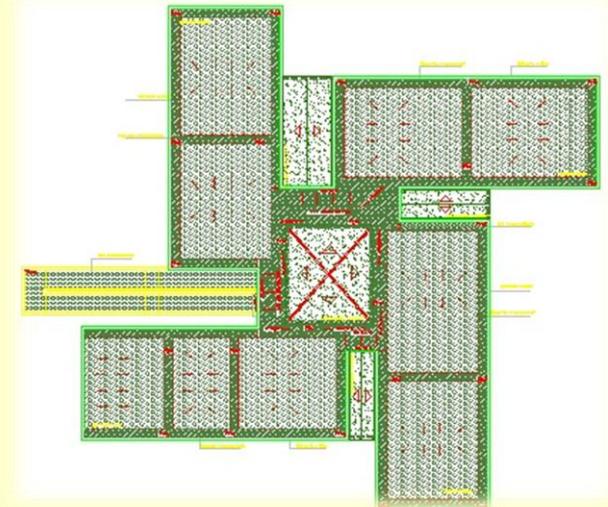
O Projeto



Pavimento Térreo



Pavimento Superior



Cobertura

Requisitos LEED Schools

Categoria 1: Espaços Sustentáveis;

Categoria 2: Eficiência no Consumo de Água;

Categoria 3: Energia e Atmosfera;

Categoria 4: Materiais e Recursos;

Categoria 5: Qualidade do Ar Interior;

Categoria 6: Inovação;

Categoria 7: Prioridades Regionais.

Requisitos LEED Schools

Categoria 1: Espaços Sustentáveis

2 Pré-Requisitos:

- Plano de Controle de Sedimentação e Erosão do Solo;
- Análise Ambiental do Terreno*

CASAGRANDE, ARQUITETURA E CONSULTORIA	PLANO DE CONTROLE DE SEDIMENTAÇÃO E EROSÃO DO SOLO	PÁGINA 1 de 10
Nº Documento: BR_P220_EIE_RT_ACP_CG_002_02_A_PA_SL		

Escola Padrão Santa Cruz

PLANO DE CONTROLE DE SEDIMENTAÇÃO E EROSÃO DO SOLO

CONTROLE DA EMISSÃO

REVISÃO	DATA	OBJETIVO DA EMISSÃO	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
00	18/06/10	PARA APROVAÇÃO	CVA	ACG	JLC
01	19/07/10	PARA APROVAÇÃO	CVA	ACG	JLC



* Obs: LEED NC (Novas Construções não utiliza este pré-requisito

Requisitos LEED Schools

Categoria 1: Espaços Sustentáveis



Acesso ao Transporte Público



Vegetação da Mata Atlântica



Bicicletário Antes e Pós-Obra



Vaga Especial PNE – coberta
com pergolado

Requisitos LEED Schools

Categoria 2: Eficiência no Consumo de Água

1 Pré-Requisito: Redução de 20% no Consumo de Água

- 40% Redução no Consumo de Água Potável
 - Aproveitamento de Água da Chuva para Vasos Sanitários, irrigação e lavagem de Piso;
 - Torneiras de baixo consumo;
 - Válvulas de duplo acionamento;
 - Chuveiros eficientes;
- Paisagismo eficiente
 - Utilização de espécies vegetais nativas com baixo consumo de água;
 - Irrigação proveniente do reservatório de água de chuva



Requisitos LEED Schools

Categoria 3: Energia e Atmosfera

3 Pré-Requisitos

- Comissionamento Fundamental dos Sistemas
- Não utilização Aparelhos emissores de Gases de Efeito Estufa
- Performance Energética Mínima – 10% de eficiência

Base de Projeto de Ar Condicionado: Norma ASHRAE 90.1-2007

- Envelope
- Aparelhos de Condicionamento do Ar
- Aquecimento de água
- Energia
- Iluminação
- Motores Elétricos

Geração de Energia no próprio local: Placas Solares



Luminárias e Lâmpadas LED

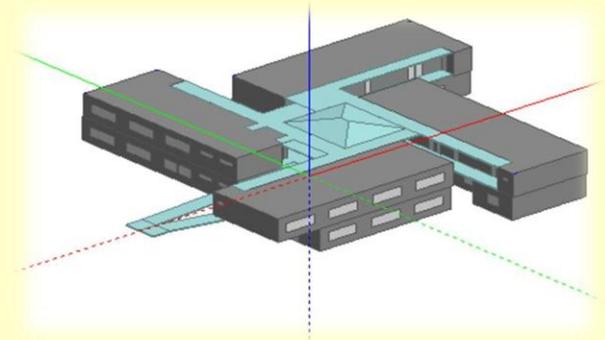


Coletores Solares sobre a laje de cobertura do Vestiário

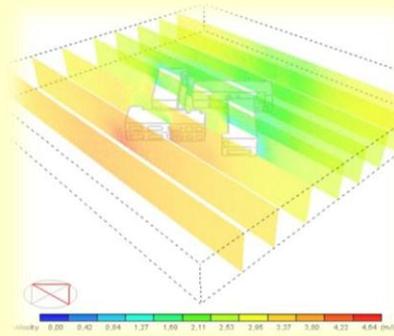
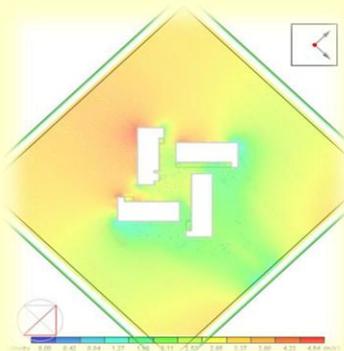
Requisitos LEED Schools

Categoria 3: Energia e Atmosfera

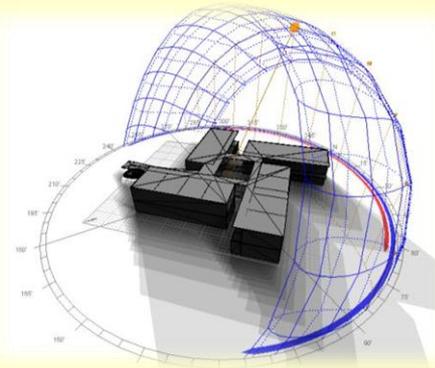
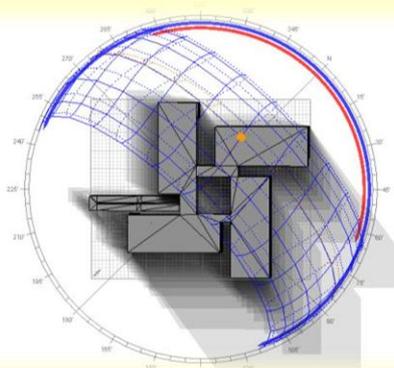
Softwares para Simulação Computacional:
Energy Plus e DesignBuilder



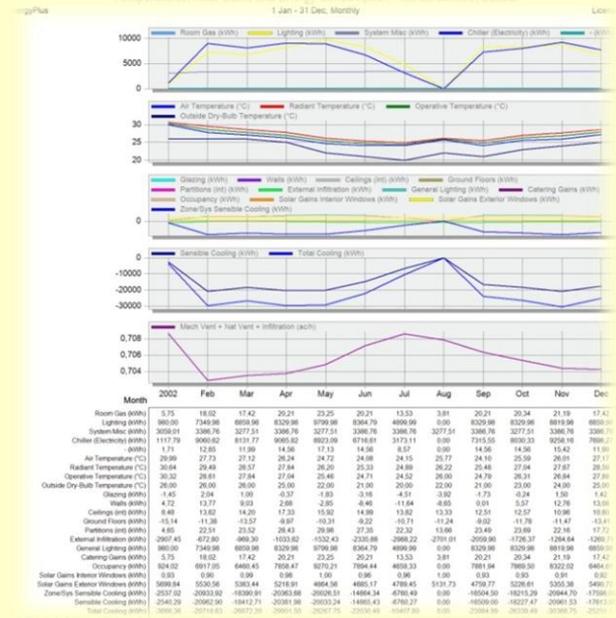
Desempenho de 20% de Eficiência alcançada



Ventos Predominantes



Estudo de Sombras

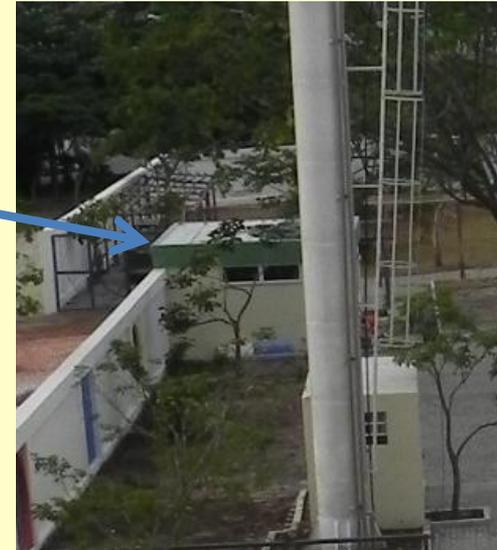


Requisitos LEED Schools

Categoria 4: Materiais e Recursos

1 Pré- Requisito: Área permanente de Reciclagem

- Reaproveitamento de materiais existentes (aterro, pavimentação, postes de iluminação);
- Controle da geração, separação, destinação e saída de resíduos;
- Materiais reciclados (25%);
- Materiais Regionais (a menos de 800km);
- Madeiras Certificadas (50%);



Depósito de Recicláveis



Separação de Lixo Reciclável



Requisitos LEED Schools

Categoria 5: Qualidade Interna do Ambiente

Pré-Requisitos

- Desempenho mínimo da qualidade do ar – ASHRAE 62.1-2007;
 - Proibição do fumo;
 - Performance Acústica Mínima*
- Qualidade do ar durante as obras:
- dutos e equipamentos de ar condicionado envelopados
 - armazenamento adequado e proteção de materiais porosos;
 - proibição do fumo e determinação de área específica para este fim;
 - utilização de EPI's pelos funcionários; limpeza e organização
- Materiais com baixa emissão de Compostos Voláteis Orgânicos
- Controlabilidade dos Sistemas - Iluminação
- Iluminação Natural e Acesso a Vistas Externas;

* Obs: LEED NC (Novas Construções não utiliza este pré-requisito)

Requisitos LEED Schools

Categoria 5: Qualidade Interna do Ambiente

Performance Acústica Mínima

- Reverberação máxima de 45dB(A) dos equipamentos de A/C;
- Material de acabamento utilizado no rebaixo do teto com NRC mínimo 0.70

modelo	dim ØD	dim A	tensão VCA	watt	rpm	dB(A)	gr	pressão mm H ₂ O	vazão m ³ /h	ambiente	
										m ³	m ²
C10-S	98	147	110/220	19	2900	36	600	6	115	20	7
C10-SH	98	147	110/220	20	3400	39	800	6.5	125	24	8
C12-S	124	170	110/220	20	2870	38	650	6.5	213	28	9
C12-SH	124	170	110/220	26	3050	43	850	9.5	312	36	12
C15-S	144	170	110/220	21	3000	42	700	9.0	279	40	16
C15-SH	144	170	110/220	23	3200	43	900	10	337	55	18
C10-R	98	147	110/220	19	2900	36	600	6	115	20	7
C10-RH	98	147	110/220	20	3400	39	800	6.5	125	24	8
C12-R	124	170	110/220	20	2870	38	650	6.5	213	28	9
C12-RH	124	170	110/220	26	3050	43	850	9.5	312	36	12
C15-R	144	170	110/220	21	3000	42	700	9.0	279	40	16
C15-RH	144	170	110/220	23	3200	43	900	10	337	55	18



Requisitos LEED Schools

Categoria 6: Inovação e Processos

- Redução de 40% do Consumo de Água;
- Desempenho Exemplar pelo uso de Materiais Regionais;
- Parceria com o fornecedor de Computadores com o selo Energy Star®;
- Profissional LEED™ atuando no projeto;
- Escola como Ferramenta de Ensino

Categoria 7: Prioridades Regionais

Requisito Válido apenas para os Estados Unidos

Avaliação Ambiental

Objetivos da Segurança Ambiental

- Manter controle sobre o espaço físico e não-físico;
- Identificar os riscos e perigos;
- Minimizar danos em caso de acidentes;
- Elaborar Planos de Prevenção;
- Aplicar Treinamento e Simulação contra incêndio e acidentes;
- Manter relacionamento com a comunidade;
- Interligação com as políticas locais públicas e privadas de Educação, Saúde, Segurança e Sócio-culturais.

Avaliação Ambiental

Internos

- Serviços e Materiais adquiridos no Comércio Informal durante a obra;
- Início das aulas independente de finalização das obras;
- Análise da rota de fuga;

Externos

- Concentração Industrial na região;
- Estudo do regime dos ventos em Santa Cruz;
- Poluição Atmosférica das Indústrias;
- Implantação do prédio em rota de aviões;

Avaliação Ambiental

- Serviços e Materiais adquiridos no Comércio Informal durante a obra:
 - a. Falta de controle de empregados;
 - b. Treinamento constante inadequado;
 - c. Sem garantia dos produtos;
 - d. Qualidade duvidosa;
 - e. Sem recolhimento de impostos.

Avaliação Ambiental

- Início das aulas independente de finalização das obras:
 - a. Exposição aos agentes físicos e mecânicos;
 - b. Exposição aos agentes biológicos;
 - c. Exposição aos agentes químicos;

Avaliação Ambiental

Análise da rota de fuga



Planta do pavimento superior
Rota de Fuga - distância percorrida maior
que 49m até a Rampa

Avaliação Ambiental

- Concentração de Atividades Industriais:
 - a. Aumento de poluição atmosférica;
 - b. Acréscimo de veículos e habitantes;
 - c. Exposição aos agentes químicos;
 - d. Degradação do Meio Ambiente;
 - e. Maior propagação de Vetores.



Previsão de Empreendimentos até
2014

Avaliação Ambiental

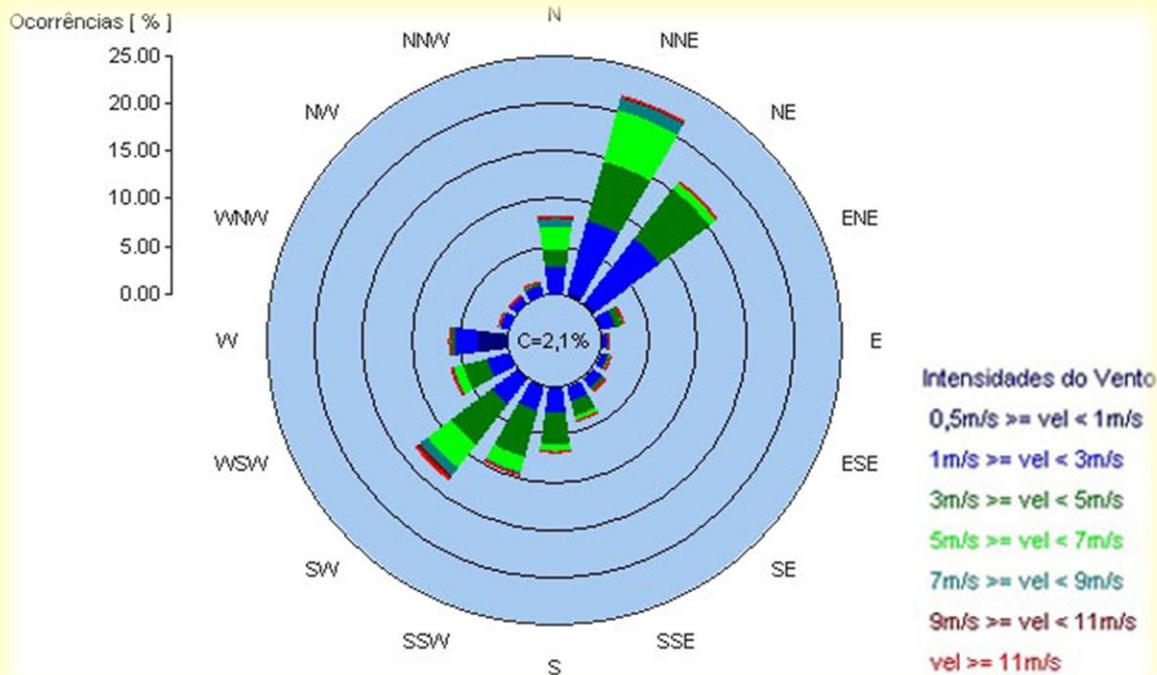
- Estimativa de aumento da População Local:

Postos de Trabalho Estimados		
Empreendimento	Fase	
	Obra	Operação
Estaleiro e Base Naval Marinha	11000	5000
Porto Sudeste (LLX)	2800	450
Usiminas	2000*	400*
Petro Rio	15000*	30000*
CSN	8000*	2500*
Cosigua-Gerdau	4000*	750*
CSA		5500
Porto Itaguaí (CDRJ) Ampliação	400	35
CDRV (Vale) Terminal de Grãos e ligação ferroviária	600*	25*
Arco Metropolitano	4000	
Total	47400	44625

Fonte: Dados aproveitados da Alerj, 2010

Avaliação Ambiental

- Estudo do regime dos ventos em Santa Cruz :



“O período do dia no qual o vento possui seu sentido do mar para a terra (S-SW) é altamente prejudicial às áreas densamente populosas da região, pois são justamente as horas do dia em que se tem intensa atividade industrial, e onde a direção do vento tende a manter os poluentes sobre o continente e aprisioná-los nos corredores formados pela topografia.”

Considerações Finais

- Riscos identificados:
 - a. Poluição atmosférica local proveniente da indústria siderúrgica;
 - b. Impacto de Vizinhança decorrente de acréscimo de veículos e habitantes pela implantação de novos empreendimentos;
 - c. Maior Degradação do Meio Ambiente e da Saúde;
 - d. Poluição Sonora pela proximidade da Base Aérea;
 - e. Pequeno Risco de Acidente aéreo;
 - f. Risco de Acidente pelo abandono do prédio em caso de incêndio ou pânico

Considerações Finais

Poluição atmosférica local proveniente da indústria siderúrgica

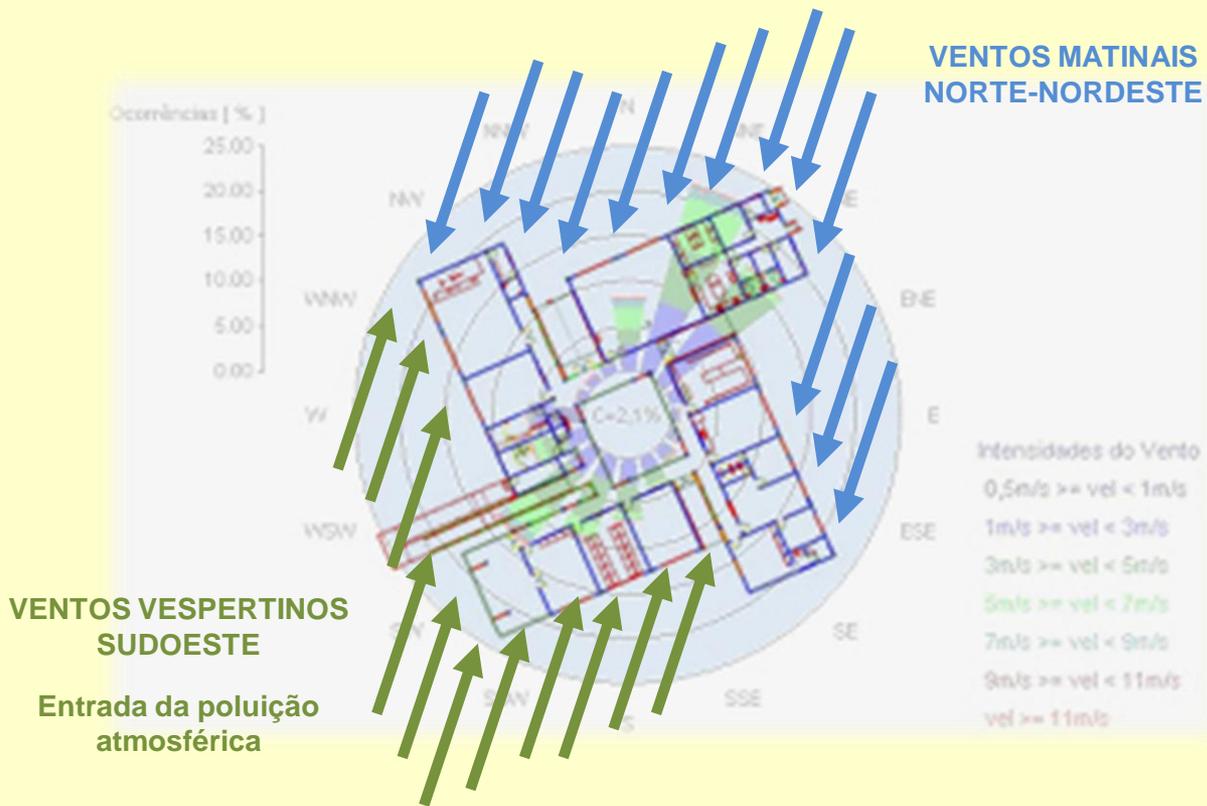


Vulnerabilidade socioambiental

Vulnerabilidade socioambiental. Fonte: MSc. Alexandre Pessoa Dias, 2011

Considerações Finais

Poluição atmosférica local proveniente da indústria siderúrgica



Regime dos ventos e planta da Escola superpostos

Considerações Finais

A Escola está na Rota dos Caças provenientes da Base Aérea de Santa Cruz



Estrela amarela (posição da Escola) e a rota dos Caças

Considerações Finais

Necessidade de Elaboração de Planos, Treinamento e Simulação para:

- Combate ao Incêndio e Pânico;
- Contra desastres;
- Situações de contato com produtos químicos (resíduos, contaminantes);
- Situações de perigo com armas de fogo ou franco atirador;
- Casos de epidemias;
- Roubos.

Data: 7/4/2012 – “Caça da Marinha bate em prédios nos EUA” - Virginia



ESCOLA MUNICIPAL TASSO DA SILVEIRA



Data: 7/4/2011 – “Segurança nas escolas precisa ser repensada, diz Haddad”

Data: 18/4/2011 – “Representantes de diversas instituições ligadas à educação infantil avaliaram que o combate à violência nas escolas requer medidas que vão além do aumento da segurança nas instituições de ensino. Para especialistas, umas das medidas seria a integração da comunidade à rotina escolar”

Fonte: <http://noticias.terra.com.br>