

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO VITOR GHIDINI NEVES

**ESTUDO DE REVITALIZAÇÃO DOS BLOCOS
DO *CAMPUS* UTFPR – CAMPO MOURÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2016

JOÃO VITOR GHIDINI NEVES

ESTUDO DE REVITALIZAÇÃO DOS BLOCOS DO *CAMPUS* UTFPR – CAMPO MOURÃO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Msc. Roberto Widerski

CAMPO MOURÃO

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

ESTUDO DE REVITALIZAÇÃO DOS BLOCOS DO CAMPUS

UTFPR - CAMPO MOURÃO

por

João Vitor Ghidini Neves

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 18h15min do dia 24 de Novembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Msc. Luiz Becher

(UTFPR)

**Profª. Msc. Vera Lucia Barradas
Moreira**

(UTFPR)

Prof. Msc. Roberto Widorski

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Aos meus Tios Jacira e Guilherme, que sempre acreditaram em mim e incentivaram minha educação.

RESUMO

NEVES, João Vitor G. Estudo de Revitalização dos Blocos do *CAMPUS* UTFPR – CAMPO MOURÃO. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

Este trabalho busca por meio de revisão bibliográfica e estudos de caso, criar um projeto conceitual, alternativo ao convencional adotado nos blocos tipo do campus da UTFPR – Campo Mourão, visando aplicar técnicas já existentes no mercado mas que ainda são de pouco conhecimento e uso por parte dos engenheiros e arquitetos brasileiros buscando uma maior sustentabilidade por parte da universidade como instituição e iniciar a discussão do porque é importante a vivência e a prática da chamada cultura sustentável por nós usuários, que somos alunos, professores, funcionários e visitantes.

Palavras-chave: Revitalização. Sustentabilidade. Cultura Sustentável. UTFPR – Campo Mourão.

ABSTRACT

NEVES, João Vitor G. Revitalization study of *CAMPUS* UTFPR – CAMPO MOURÃO facilities. Trabalho de Conclusão de Curso (Civil Engeneer), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

This project search through literature review and case studies, trying to create a alternative to the conceptual design inside UTFPR – Campo Mourão facilities changing the standard adopted in order to apply existing techniques in the market but are still little know and use by Brazilian engineers and architects seeking greater sustainability by the university as an institution and initiate discussion of why it is important the experience and practice of so-called “sustainable culture” for us users who are students, teachers, staff and visitors.

Keywords: Revitalization. Sustainability. Sustainable Culture. UTFPR - Campo Mourão.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA: 1 Linha do tempo da sustentabilidade.....	17
FIGURA: 2 Rain Collector Skyscraper.....	20
FIGURA: 3 Projeto CASA.....	21
FIGURA: 4 Comparativo Luminância.....	22
FIGURA: 5 Contraste de Clima e Dsigne.....	23
FIGURA: 6 Exemplos de iluminação zenital.....	26
FIGURA: 7 Iluminação através de atrio longitudinal.....	27
FIGURA: 8 Sede do TSE Brasília.....	27
FIGURA: 9 Iluminação por prateleiras.....	28
FIGURA: 10 Sistema de iluminação tubular.....	28
FIGURA: 11 Venezianas e Cortinas.....	29
FIGURA: 12 Exemplo de brises.....	29
FIGURA: 13 Marquise	30
FIGURA: 14 Beirais estendidos.....	30
FIGURA: 15 Proteção com vegetação.....	30
FIGURA: 16 Exemplo de iluminação geral.....	32
FIGURA: 17 Esquema luminaria localizada.....	32
FIGURA: 18 luminárias de tarefa.....	33
FIGURA: 19 Exemplo de iluminação indireta.....	33
FIGURA: 20 luminaria com duas direções.....	34
FIGURA: 21 Exemplo de softwares.....	36
FIGURA: 22 Ventilação cruzada.....	36
FIGURA: 23 Ventilação ao redor dos edifícios.....	37
FIGURA: 24 Áreas de ventilação	38
FIGURA: 25 BEDZED.....	39

FIGURA: 26 ESQUEMA BEDZED.....	40
FIGURA: 27 COLÉGIO ESTADUAL ERICH WALTER HEINE.....	42
FIGURA: 28 THE CROPTHORNE AUTONOMOUS HOUSE.....	44
FIGURA: 29 Renderização Maquete 3D “Bloco Atual”	46
FIGURA: 30 Comparação radiância Brasil x Europa.....	47
FIGURA: 31 Exemplo de sombreamento sketchup.....	47
FIGURA: 32 Átrio VELUX 3,00 x 2,60m.....	48
FIGURA: 33 Sistema de Iluminação Tubular Zenital.....	49
FIGURA: 34 Janela Pivotante Idealizada.....	51
FIGURA: 35 Falsa-Vinha.....	53

LISTA DE TABELAS

TABELA: 1 Comparativo IncandescenteXFluorecenteXLED.....	52
----------------------------------------------------------	----

LISTA DE FOTOS

FOTO: 1 Vista Externa Janelas UTFPR - CM.....	50
-----------------------------------------------	----

FOTO: 2 Cotidiano dos Usuários.....	59
-------------------------------------	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	13
3 JUSTIFICATIVA	14
4 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	15
4.1 SUSTENTABILIDADE	15
4.1.1 HISTORICO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO	16
4.1.2 SUSTENTABILIDADE NO BRASIL	18
4.1.3 SUSTENTABILIDADE EM PAISES DESENVOLVIDOS.....	19
4.1.4 FUTURO DAS CONSTRUÇÕES	20
4.1.5 PROJETO CONVENCIONAL INOVADOR.....	X 21
4.2 TÉCNICAS RECURSOS RENOVAVEIS E ECÔNOMIA	23
4.2.1 CLIMA COMO CONDICIONANTE DE PROJETO	23
4.2.2 MOVIMENTO SOLAR	24
4.2.3 CONFORTO VISUAL.....	24
4.2.4 ILUMINAÇÃO NATURAL X ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	25
4.2.4.1 ILUMINAÇÃO NATURAL	26
4.2.4.1.2 IUMINAÇÃO ZENITAL	26
4.2.4.1.3 FECHAMENTOS TRANSPARENTES	27
4.2.4.1.4 PRATELEIRAS DE LUZ.....	28
4.2.4.1.5 SISTEMA TUBULAR.....	28
4.2.4.2 PROTEÇÃO SOLAR INTERNA E EXTERNA	29
4.2.4.2.1 PROTEÇÕES INTERNAS.....	29
4.2.4.2.2 PROTEÇÕES EXERNAS.....	29
4.2.4.2.3 BRISES.....	29
4.2.4.2.4 MARQUISE	30
4.2.4.2.5 BEIRAL	30
4.2.4.2.6 VEGETAÇÃO.....	30
4.2.4.3 ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.....	31
4.2.4.3.1ILUMINAÇÃO GERAL.....	32
4.2.4.3.2 ILUMINAÇÃO LOCALIZADA.....	32
4.2.4.3.3 ILUMINAÇÃO DE TAREFA.....	33
4.2.4.3.4 ILUMINAÇÃO INDIRETA	33
4.2.4.3.5 ILUMINAÇÃO DIRETA INDIRETA	34
4.2.4.3.6 ILUMINAÇÃO COM CONTROLE DE INTENSIDADE (DIMETRIZADOR)	34
4.2.4.3.7 SENSORES DE PRESENÇA.....	34
4.2.4.3.8 SENSORES FOTO ELÉTRICOS	34
4.2.4.3.9 MINUTEIRAS	34
4.2.5 VENTILAÇÃO	35
4.2.5.1 ROSA DOS VENTOS.....	35
4.2.5.2 VENTLILAÇÃO CRUZADA	36
4.2.5.3 FLUXO DE VENTO AO REDOR DAS EDIFICACOES	37
4.2.5.4 AREA UTIL DE VENTILACAO	38
4.3 ESTUDO DE CASO	39
4.3.1 BED ZED.....	39
4.3.2 COLÉGIO ESTADUAL ERICH WALTER HEINE	42
4.3.3 THE CROPTHORNE AUTONOMOUS HOUSE.....	44
5 ROTEIRO DO PROJETO	46
5.1 ESTUDO BIBLIOGRAFICO	46
5.2 ESTUDO DO BLOCO	46
5.2.1 ILUMINAÇÃO ZENITAL LONGITUDINAL.....	48

5.2.2 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO NATURAL TUBULAR	49
5.2.3 VENTILAÇÃO E ESQUADRIAS.....	50
5.2.4 ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.....	51
5.2.5 BREESE VERDE	53
5.2.6 PINTURAS E REVESTIMENTOS	54
5.2.7 PROJETO FINAL DE MODIFICAÇÃO	55
6 DISCUSSÃO	59
6.1 ESTUDO DOS USUÁRIOS.....	59
7 CONCLUSÃO	62
8 REFERÊNCIAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

A palavra sustentabilidade tem origem no latim *sustentare* (sustentar; defender; favorecer, apoiar; conservar, cuidar).

A utilização dos recursos naturais sem planejamento e a falta de conhecimento na área ambiental levou o homem primitivo a predação o planeta sem pensar no futuro da espécie humana.

Com o passar do tempo a preocupação com os recursos naturais se tornou uma necessidade para o homem e o desenvolvimento do conhecimento sobre os impactos da vida humana no planeta começou a ser foco de preocupação e muito interesse.

O desenvolvimento do pensamento sustentável teve início em 1972, quando a primeira conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e a primeira grande reunião internacional para discutir as atividades humanas em relação ao meio ambiente. A construção civil é uma das atividades humanas que mais consome recursos e degrada o planeta, portanto o desenvolvimento de técnicas e projetos mais sustentáveis se torna uma necessidade de mercado e de ideologia profissional no mundo. No Brasil a procura por projetos mais sustentáveis ainda não atingiu seu auge, mas vem crescendo e o retorno monetário e disseminação do pensamento “verde” é o que vem alavancando esse crescimento.

Em busca de contribuir com esse cenário o presente trabalho busca apresentar a fundamentação teórica para a viabilidade da aplicação de projetos voltados a sustentabilidade nas instalações da Universidade Tecnológica Federal Do Paraná – Campo Mourão, visando o estudo de técnicas construtivas e projetos já consolidados identificando a metodologia a ser empregada na obtenção de resultados semelhantes em possíveis projetos de futuras instalações no campus.

2 OBJETIVOS

Apontar a importância da prática sustentável no cotidiano da universidade e de seus usuários e funcionários buscando uma maior aproximação do estudo teórico da prática através da realização de estudos visando desenvolver aplicações mais sustentáveis nas edificações da universidade com base em tecnologias já disponíveis.

Comparar a viabilidade econômica versus os ganhos socioculturais deste tipo de projeto e discutir sobre: “O porque no Brasil ainda não adquirimos uma maior preocupação com a cultura sustentável”.

3 JUSTIFICATIVA

O reaproveitamento das fontes renováveis, visto o cenário atual, é uma excelente alternativa para o modelo antigo de construção vigente, que não considera a autossuficiência energética e conforto ambiental como condicionantes de projeto, fatores que podem gerar reduções econômicas significativas em qualquer edificação.

Entretanto, no dia a dia colocar ideias de cunho sustentável ainda é raro nas edificações no Brasil, sendo assim, visando começar um projeto desse caráter na universidade, este trabalho servirá como base para a elaboração de futuros possíveis projetos a serem implantados nas instalações do campus UTFPR – Campo Mourão.

Colocar em prática o pensamento sustentável na universidade, além de aproximar os estudantes a essa realidade, a implantação de instalações mais sustentáveis poderão gerar materiais para inúmeros novos estudos, fomentando a elaboração de projetos científicos na faculdade na área de sustentabilidade e reaproveitamento.

A sustentabilidade é uma forte tendência de mercado futuro, o desenvolvimento de produtos e serviços nesta área vem crescendo e por essa razão começar a aproximar a universidade dessa realidade além de benefícios social e econômico, também trará a atenção dos acadêmicos a essa importante questão.

Associar o edificar e o habitar a preocupação com o meio ambiente e a saúde dos seres vivos é a meta da construção sustentável levando em conta o retorno monetário e a consolidação de uma nova forma de viver, construir e habitar.

4 REVISAO BIBLIOGRAFICA

4.1 SUSTENTABILIDADE

“Sustainability has moved from being the 'right thing to do' to being the optimal driver of business strategy.”

“Sustentabilidade se transformou de “a coisa certa a se fazer”, para o carro chefe da estratégia de negócios.” (LASZLO, 2011).

Na ecologia, a palavra sustentabilidade é como definimos quando, os sistemas biológicos permanecem produtivos e diversos. Em termos mais genéricos, sustentabilidade é a prosperidade de sistemas e processos.

As ciências da sustentabilidade procuram estudar o desenvolvimento sustentável e o ambiente.

Quando as atividades humanas visam: suprir suas necessidades atuais, pensando em não comprometer o futuro das próximas gerações, relacionando o desenvolvimento econômico e material sem agredir o ambiente, utilizando os recursos naturais renováveis de uma forma mais inteligente, define-se assim o pensamento sustentável.

4.1.1 HISTORICO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

Apesar de a palavra sustentabilidade ser recente em nosso vocabulário, a pesquisa voltada a essa área é anterior ao conhecimento do próprio campo científico.

Os primeiros relatos vêm do século XVII, Na Inglaterra, o consumo de madeira para construção de casas, navios e produção de carvão crescia desenfreadamente, visando lidar com a questão da redução de madeira disponível, o Rei Carlos II indicou John Evelyn a liderar uma equipe de nobres especialistas da época, para criar uma solução.

"The negative impacts of woodcutting and mining on wildlife as early as the 16th century. By the 18th century, because of the massive consumption of wood for shipbuilding, mining and many other purposes, a shortage of wood became a very real danger in Europe." (PISANI, 2006, p. 85-86)

O conceito de sustentabilidade na modernidade começou a ser apresentado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada na Suécia, em 1972, mas foi na Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ECO-92, realizada 20 anos depois em 1992, no Rio de Janeiro, que foi desenvolvido o conceito moderno de sustentabilidade através da elaboração da agenda 21.

A agenda 21 é um documento que estrutura um plano de ação para um novo padrão de desenvolvimento ambiental mais racional estabelecendo assim que cada país se compromettesse a refletir sobre suas ações, tanto em esfera local como também global, buscando encontrar no estudo soluções para os problemas socioambientais, promovendo assim um novo paradigma para a sociedade que busca mudar o conceito antigo de progresso. Assim foi iniciada a busca por uma forma de organização da sociedade mais sustentável, que também vem sendo chamado de "capitalismo verde".

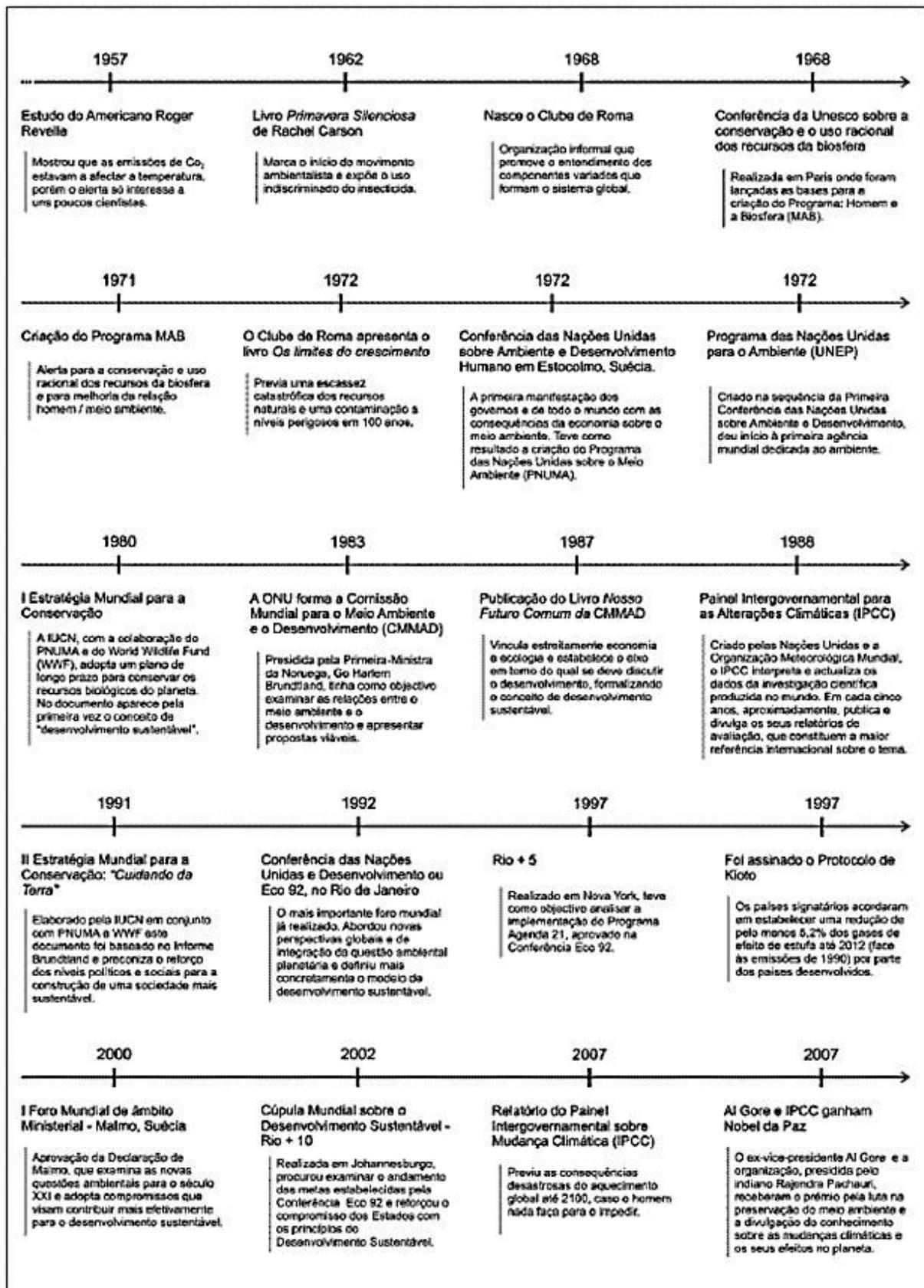


FIGURA: 1 Linha do tempo da sustentabilidade FONTE: Dias(2006

p.35.), Ecoline (2007), Revista Veja (2007, p. 86-96)

4.1.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA

O cenário atual e os padrões construtivos vigentes no Brasil por décadas estão mudando, e é uma tendência do setor da construção civil se voltar para o desenvolvimento de construções mais sustentáveis, “Green Buildings”. (PROSAB 5, 2009)

O pensamento sustentável, apesar de novo, vem se desenvolvendo no dia a dia do brasileiro, nunca ficou tão em foco a palavra sustentabilidade na mídia.

Um incentivo que é encontrado no mercado é a regulamentação da certificação ISO14001, e os selos verdes, assim as empresas podem de certa forma mostrar ao público a sua preocupação perante a sustentabilidade de suas atividades.

Mas na construção civil o surgimento de empresas voltadas a e esses tipos de práticas ainda é escasso.

Apesar de inúmeras as técnicas que podem ser adotadas na engenharia civil visando à sustentabilidade, a falta de experiência, pesquisa na área e escassez de mão de obra especializada dificulta o desenvolvimento dessas atividades no Brasil.

O que vem fazendo as empresas e os profissionais mudar este conceito são os clientes, que vem buscando cada vez mais por esses serviços e produtos. O aumento dessa procura é devido à preocupação maior com o meio ambiente por parte dos clientes, mas principalmente a economia financeira que pode ser tirada da sustentabilidade, que vai desde um controle mais rigoroso do desperdício de materiais ao desenvolvimento de projetos, materiais e técnicas construtivas que diminuam o consumo energético e hídrico, minimizando o impacto ambiental tanto na fase de construção como na utilização final pelo usuário.

4.1.3 SUSTENTABILIDADE EM PAISES DESENVOLVIDOS

As políticas sobre sustentabilidade em Países desenvolvidos, diferente do Brasil, se encontra em um nível muito mais avançado, por exemplo podemos tomar como parâmetro as políticas para as fontes sustentáveis na Alemanha, onde o atendimento de energia é praticamente garantido à população mesmo com altos padrões de consumo pois há a preocupação e crescente conscientização dos problemas ambientais por parte da população.

Na Alemanha, foi implementado todo um elenco de medidas e de decisões fundamentais - como a descontinuação do uso da energia nuclear – até a criação de instrumentos legais e iniciativas de incentivo fiscal para o cumprimento das metas nacionais sustentáveis.

Além dos novos instrumentos de incentivo, aplicados para viabilizar a introdução das novas tecnologias no mercado, busca-se ainda um direcionamento da política tributária no sentido de apoiar o desenvolvimento das fontes alternativas.

A Lei das Energias Renováveis, aprovada há alguns anos, não estabelece qualquer subvenção pelo Estado, mas cria mecanismos, como por exemplo as compensações bastante elevadas pela alimentação da rede e a obrigatoriedade de compra de energia por parte das concessionárias, que geram condições estáveis para que as metas propostas pelo governo para 2050 sejam alcançadas onde é proposto que 50% da demanda deverá ser obtida a partir de fontes renováveis.

4.1.4 FUTURO DAS CONSTRUÇÕES

O design das construções proporciona infinitas possibilidades de formas.

Utilizar dessa ferramenta para gerar economia e é uma tendência de mercado que vem sendo muito explorada no desenvolvimento de protótipos futuristas mais sustentáveis.

A eficiência energética e a utilização de fontes naturais de energia deixarão de ser apenas vendidas como opcional, mas será peça fundamental da elaboração de projetos.

Um exemplo é o protótipo que chamou atenção na *2010 skyscraper competition*, desenvolvido por um estudante de arquitetura polonês, o projeto com design inovador visava a construção de um arranha-céu que sua arquitetura proporcionasse a captação e reutilização de água da chuva e um melhor aproveitamento da ventilação e da luz natural.



FIGURA: 2 Rain Collector Skyscraper
FONTE: <http://www.designboom.com/architecture/rain-collector-skyscraper>

4.1.5 PROJETO CONVENCIONAL X INOVADOR

Quando é decidido modificar um padrão é comum que o ser humano, no primeiro momento, sinta receio em mudar.

Quando a questão é o método convencional de projetar e construir edificações não há exceção, dificilmente vemos projetos diferenciados sendo executados no dia a dia.

A falta de conhecimento dos construtores e a falta de contato com diferentes abordagens pela parte dos engenheiros e arquitetos torna o sistema convencional quadrado, literalmente, dificilmente resultando projetos que saem dessa área de conforto.

Mas mesmo projetos diferenciados não sendo o foco do mercado do consumidor comum as pesquisas na área vem crescendo e mostrando resultados que nos levam a questionar os nossos padrões.

Como base podemos tomar como exemplo os resultados obtidos no trabalho ‘Avaliação dos níveis de iluminação natural e artificial nas residências convencional e inovadora do ‘Projeto CASA’, unioeste, campus de Cascavel, Estado do Paraná “que teve por objetivo comparar os níveis de iluminação natural e artificial nas residências tidas como convencional e inovadora, que foi idealizada no ‘Projeto CASA’ (Centro de Análise de Sistemas Alternativos de Energia) da Unioeste



Vista aérea das residências inovadora e convencional, respectivamente.



Plantas baixas das residências inovadora e convencional, respectivamente.

FIGURA: 3 Projeto CASA

FONTE: Avaliação dos níveis de iluminação natural e artificial nas residências convencional e inovadora do ‘Projeto CASA’, unioeste, campus de Cascavel, Estado do Paraná p. 245-249, 2010

Verificou-se que a residência inovadora apresentou maior uniformidade na distribuição da iluminância, estando seus níveis adequados aos valores mínimos estabelecidos na NBR 5413.

Os dados que foram coletados diariamente: dados de iluminância, expressa em lux, em todos os cômodos das duas residências, no período de 1º a 31 de outubro de 2007.

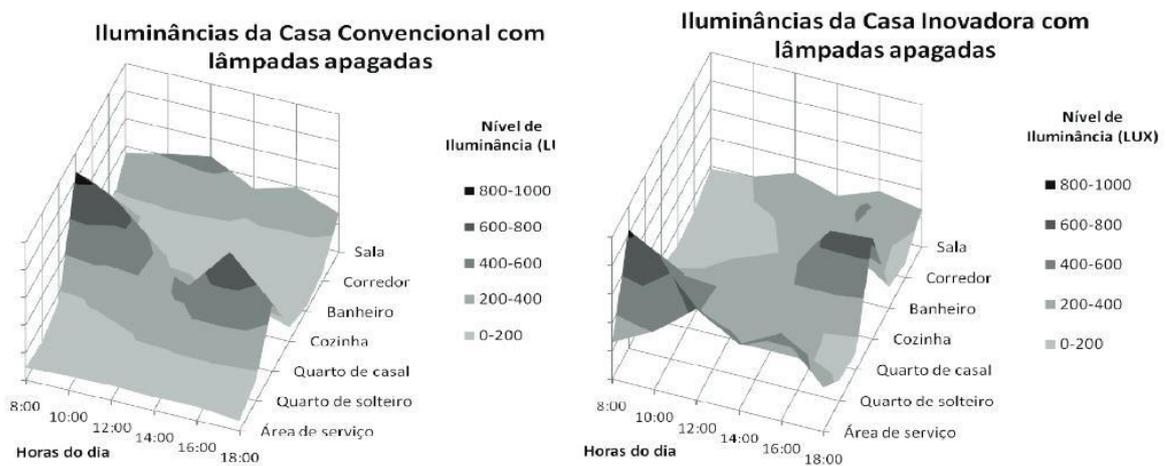


FIGURA: 4 Comparativo Luminância

FONTE: Avaliação dos níveis de iluminação natural e artificial nas residências convencional e inovadora do 'Projeto CASA', unioeste, campus de Cascavel, Estado do Paraná p. 245-249 , 2010

A casa inovadora, em função de sua arquitetura diferenciada, e particularmente, da existência da abertura zenital e de uma melhor distribuição e eficiência de lâmpadas e luminárias, apresentou melhores níveis médios de iluminância em seus cômodos (nos períodos diurno e noturno) (NOGUEIRA, p. 245-249 , 2010).

4.2 TÉCNICAS CONSTRUTIVAS, RECURSOS RENOVÁVEIS E ECÔNOMIA

4.2.1 O CLIMA COMO CONDICIONANTE DE PROJETO

Em todo o mundo, as habitações humanas devem cumprir as mesmas necessidades básicas: proteção e conforto (BEHLING, 2002). Para atender a essas necessidades em uma habitação fica evidente que o estudo da localização da mesma é de grande importância.

Cada região do planeta possui suas peculiaridades climáticas e fica evidente na arquitetura das edificações como o clima as caracteriza.



FIGURA: 5 Contraste de Clima e Dsigne

FONTE: Elaborado pelo Autor

Quando iniciado um projeto que considera o clima como condicionante, tem-se como objetivo aproveitar os aspectos favoráveis e atenuar os desfavoráveis, levando em conta sempre o conforto do usuário.

Visando este conforto, foi criado o estudo da bioclimatologia, que de acordo com Lamberts (2004), é o estudo das relações do homem e o clima que o cerca, ou seja, a interação do clima e ambiente e como ele afeta o homem e seu conforto perante tais situações.

Sendo assim o estudo simultâneo do ambiente (edificação) e do clima (local da edificação) são indispensáveis para garantir o conforto humano.

4.2.2 O MOVIMENTO SOLAR

O conhecimento das características dos movimentos solares em relação a um empreendimento é atualmente muito pouco considerado no processo de planejamento das edificações brasileiras.

Segundo LAMBERTS, (2004, p. 101-102) o estudo do sol e seus movimentos é um conhecimento fundamental, já que em nosso país temos verões quentes e muito sol no decorrer do ano.

Atualmente já podemos encontrar vários softwares que o Engenheiro Civil ou Arquiteto pode utilizar para a facilitação da análise de incidência solar. Um exemplo é o programa Analysis-SOL-AR (2012) que permite a obtenção da carta solar da latitude especificada, que pode ser plotado para qualquer ângulo de orientação. Outro exemplo é o SketchUp que mostra o sombreamento dos modelos através do posicionamento do sol na abobada celeste para qualquer latitude, dia e hora.

O estudo da carta solar é uma ferramenta para determinar o sombreamento ou não de uma abertura assim como se irá precisar de proteção em determinado momento

4.2.3 CONFORTO VISUAL

Define-se conforto visual quando, em um determinado ambiente, encontra-se um conjunto de condições nas quais se consegue uma precisão visual máxima podendo desenvolver tarefas visuais sem dificuldades, evitando o risco de acidentes. (LAMBERTS, 2004)

4.2.4 ILUMINAÇÃO NATURAL X ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

A luz solar pode ser transformada em energia elétrica e posteriormente usada para a iluminação artificial, apesar dessa prática já ser considerada sustentável, a iluminação natural pode facilmente sem nenhuma transformação suprir a necessidade do usuário com o simples planejamento mais refinado da arquitetura da edificação, buscando uma maior relação com a utilização desta fonte luminosa.

Segundo Lambert, 2004 muitas vezes os profissionais optam por excluir a luz natural do interior de seus projetos por acreditarem que a luz solar direta é muito intensa se usada no plano de trabalho, sendo assim muitas vezes considerada indesejável.

De acordo com o Manual de Iluminação Eficiente (PROCEL, 2002), o ponto de partida para um sistema de iluminação energeticamente mais eficiente é a utilização de luz natural.

Os principais erros para o correto aproveitamento de fontes naturais de luz de acordo com o manual de iluminação eficiente são a falta de foco em:

- Considerar que um edifício deve ter a integração harmônica dos sistemas naturais e artificiais de iluminação visando economia no consumo energético
- Avaliar a utilização do espaço projetado e suas exigências quanto o nível de iluminação
- Proteger a edificação contra a incidência direta de luz

Outros fatores que ajudam na ineficiência de um sistema de iluminação que são comumente encontrados são:

- Iluminação em excesso;
- Uso de equipamentos com baixa eficiência luminosa;

- Ausência de manutenção, depreciando o sistema;
- Hábitos de uso inadequados

4.2.4.1 ILUMINAÇÃO NATURAL

Para se criar um projeto de iluminação natural inteligente contamos com diversas técnicas construtivas e equipamentos que auxiliam o profissional no desenvolvimento do projeto, mas o estudo dos movimentos solares no céu em relação à edificação é muito importante.

Para CORBELLA (2003), quanto mais dados possuímos sobre as características do céu melhor é o projeto de iluminação natural.

4.2.4.1.1 IUMINAÇÃO ZENITAL

Porção de luz natural produzida pela luz que entra através dos fechamentos superiores dos espaços internos (NBR 15215 1 ABNT 2005b).



FIGURA: 6 Exemplos de iluminação zenital

FONTE: dpororganizar.com.br

Segundo Lambert a vantagem da iluminação zenital é poder aproveitar de uma iluminação mais uniforme já que recebe mais luz durante o dia do que a iluminação feita através de aberturas laterais na edificação. Já as desvantagens são quando queremos evitar a radiação solar em algum momento.

Um exemplo de iluminação zenital é o átrio, que quando empregados na construção de maneira inteligente, permitem um maior aproveitamento da luz natural principalmente em edificações mais alongadas (lineares) como em instituições de ensino, shoppings, estações e aeroportos.



FIGURA: 7 Iluminação através de atrio longitudinal

FONTE: Google Stock Images

4.2.4.1.2 FECHAMENTOS TRANSPARENTES

Os fechamentos transparentes visam estabelecer uma relação visual do exterior com o interior assim permitindo uma passagem para a iluminação natural. Nos projetos atuais o uso de fachadas envidraçadas é muito comum e vem crescendo a procura desse tipo de projeto, mas na maioria das vezes a orientação dessas fachadas não é planejada podendo gerar desconforto nos usuários tanto visual como térmico, levando assim a edificação a uma redução significativa da eficiência energética.



FIGURA: 8 Sede do TSE Brasília

FONTE: <http://www.pt.org.br/wp-content/uploads/2014/12/foto-edificio-sede-tse.jpg>

A identificação de tais problemas ainda na fase de projeto é de grande importância quando visamos utilizar desta técnica.

4.2.4.1.3 PRATELEIRAS DE LUZ

Segundo a NBR 15215-1 (ABNT, 2005) prateleira de luz é: “elemento de controle colocado horizontalmente num componente de passagem vertical, acima do nível de visão, definindo uma porção superior e inferior, protegendo o ambiente interno contra a radiação solar direta e redirecionando a luz natural para o teto”.



FIGURA: 9 Iluminação por prateleiras
FONTE: Elaborado pelo Autor

4.2.4.1.4 SISTEMA TUBULAR

A Iluminação Solar Tubular transmite a luz solar para dentro da edificação através de aberturas na cobertura onde são instalados os equipamentos que consistem em, um domo que capta a luz zenital e a reflete por um tubo revestido de alumínio que vai até o local que se deseja utiliza-la, onde os difusores liberam a luz, onde pode ser controlado o nível da intensidade visando um maior conforto



FIGURA: 10 Sistema de iluminação tubular

FONTE: Elaborado pelo Autor

4.2.4.2 PROTEÇÃO SOLAR INTERNA E EXTERNA

Para garantir a eficiência térmica em conjunto com a iluminação natural um aspecto importante são as proteções das aberturas, proteger uma abertura reduz drasticamente os ganhos térmicos.

4.2.4.2.1 PROTEÇÕES INTERNAS

Uma forma simples de reduzir a incidência solar são as proteções internas como cortinas e venezianas, mas estas não impedem o aumento de calor.



FIGURA: 11 Venezianas e Cortinas

FONTE: Elaborado pelo Autor

4.2.4.2.2 PROTEÇÕES EXTERNAS

Já as proteções externas bloqueiam a radiação antes de ela passar pelo vidro evitando assim a criação de uma zona de calor no interior.

O profissional conta com inúmeras técnicas construtivas, que podem ser proteções fixas ou moveis.

4.2.4.2.3 BRISES



FIGURA: 12 Exemplo de brises

FONTE: Elaborado pelo Autor

4.2.4.2.4 MARQUISE



FIGURA: 13 Marquise

FONTE: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/226/imagens/i367941.jpg>

4.2.4.2.5 BEIRAL



FIGURA: 14 Beirais estendidos

FONTE: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/248/imagens/i449908.jpg>

4.2.4.2.6 VEGETAÇÃO



FIGURA: 15 Proteção com vegetação

FONTE: https://c3.staticflickr.com/6/5264/5593706290_ab667aae6a_z.jpg

4.2.4.3 ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

A iluminação artificial, através da lâmpada, permite ao homem fazer uso da edificação no período da noite, podendo assim dar continuidade ao seu trabalho ou lazer. (Manual de iluminação Eletrobrás/Procel)

Realizar um projeto de iluminação artificial eficiente e econômico, com os recentes aumentos do valor da energia elétrica, é fundamental para quem pretender ter um aproveitamento mais consciente da luz e ainda evitar despesas desnecessárias.

A iluminação artificial é indispensável em uma edificação, mas o conceito de iluminar se perdeu, hoje a maioria das lâmpadas acesas não possui utilizador, o conceito de iluminação para edificação deve ser trocado para o conceito de iluminação para as pessoas.

A eficiência de um sistema de iluminação artificial é diretamente associada à:

- Eficiência dos equipamentos a serem utilizados;
- Conhecimento dos ambientes e das atividades que serão ali realizadas;
- Manutenção periódica dos sistemas;
- Mudança de hábito por parte dos usuários.

Ao se iniciar um projeto de iluminação artificial em um ambiente primeiramente deve ser definido que tipo de atividade se pretende ali realizar, posteriormente definir o equipamento necessário e a disposição dele no ambiente.

4.2.4.3.1 ILUMINAÇÃO GERAL

Transmite um nível de iluminação regular através de iluminação distribuída uniformemente no teto ou acima de um certo nível.

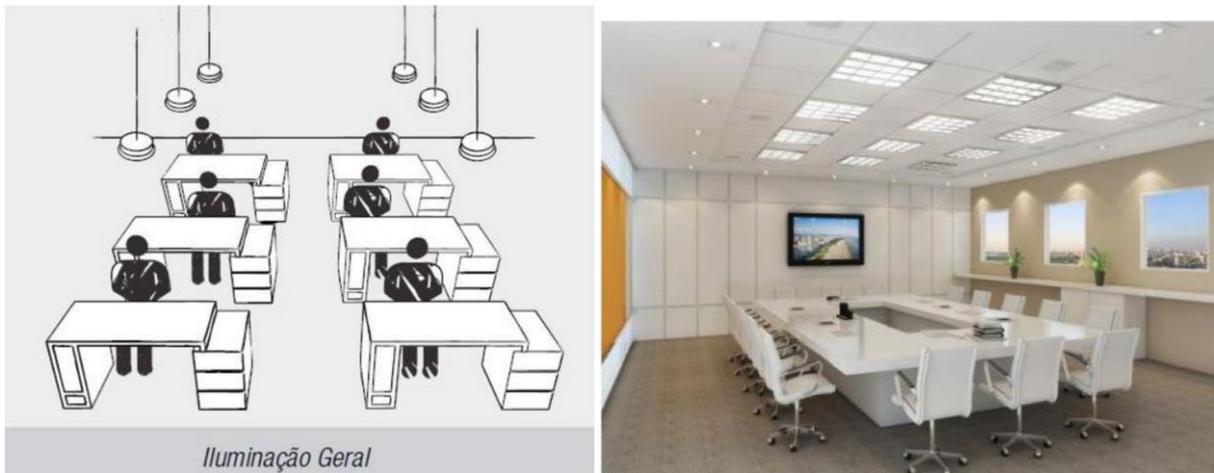


FIGURA: 16 Exemplo de iluminação geral
FONTE: Elaborado pelo Autor

4.2.4.3.2 ILUMINAÇÃO LOCALIZADA

Possibilita alto nível de iluminação na área de trabalho concentrando as luminárias acima do local de interesse



FIGURA: 17 Esquema luminaria localizada
FONTE: Elaborado pelo Autor

4.2.4.3.3 ILUMINAÇÃO DE TAREFA

Caracteriza-se por cobrir pequena área e se localizar perto do local de trabalho



FIGURA: 18 luminárias de tarefa
FONTE: Elaborado pelo Autor

4.2.4.3.4 ILUMINAÇÃO INDIRETA

Luminárias direcionadas para o teto proporcionam luz indireta e difusa.



FIGURA: 19 Exemplo de iluminação indireta
FONTE: Elaborado pelo Autor

4.2.4.3.5 ILUMINAÇÃO DIRETA INDIRETA

Luminárias que direcionam seus feixes tanto para o teto quanto para a área de trabalho



FIGURA: 20 luminaria com duas direções
FONTE: Elaborado pelo Autor

4.2.4.3.6 ILUMINAÇÃO COM CONTROLE DE INTENSIDADE (DIMETRIZADOR)

Aparelho permite o controle da intensidade de luz modificando a percepção no ambiente.

4.2.4.3.7 SENSORES DE PRESENÇA

As luzes do ambiente só se ascendem quando o sensor detecta a presença de alguém ativando a luz somente quando necessário

4.2.4.3.8 SENSORES FOTO ELÉTRICOS

Produto que através de sensores mede a luz solar que está presente no ambiente assim comandando o nível de luz artificial necessária.

4.2.4.3.9 MINUTEIRAS

É ativada quando uma pessoa passa pelos sensores deixando a luz do ambiente acesa por um tempo predeterminado

4.2.5 VENTILAÇÃO

O vento, quando avaliado a eficiência térmica de uma edificação, é um parâmetro de extrema importância.

Reconhecer a sua direção de maior intensidade e os períodos de variação da região que se pretende realizar o projeto pode ser o diferencial para a criação de soluções construtivas mais eficientes.

Para se obter as condições do vento local, segundo Lamberts, 2004 não se deve simplesmente obter dados da estação meteorológica da região, já que essas geralmente se encontram distantes dos centros urbanos e em regiões limpas, mas deve se levar em conta a presença de outros edifícios, vegetação e outros obstáculos naturais que podem alterar tanto velocidade como a direção das correntes de vento.

A ventilação natural é uma das estratégias mais importantes, em conjunto com o sombreamento, para o Brasil visto que na maioria das regiões tem verões muito intensos (LAMBERTS, 2004).

Partindo deste ponto devem-se explorar as situações favoráveis e se proteger das desfavoráveis, por exemplo: aproveitar o vento do verão para resfriamento de ambientes e evitar os ventos predominantes no inverno.

4.2.5.1 ROSA DOS VENTOS

Um instrumento que se pode tirar vantagem nesse estudo é o da rosa-dos-ventos, que é um diagrama que mostra a orientação do vento e sua velocidade. Pode se obter tal diagrama através de softwares que estudam os ventos como o Analysis SOL-AR, WRPLOT View e Autodesk Ecotect's Weather tool que através das coordenadas geográficas mostram as características de cada região.

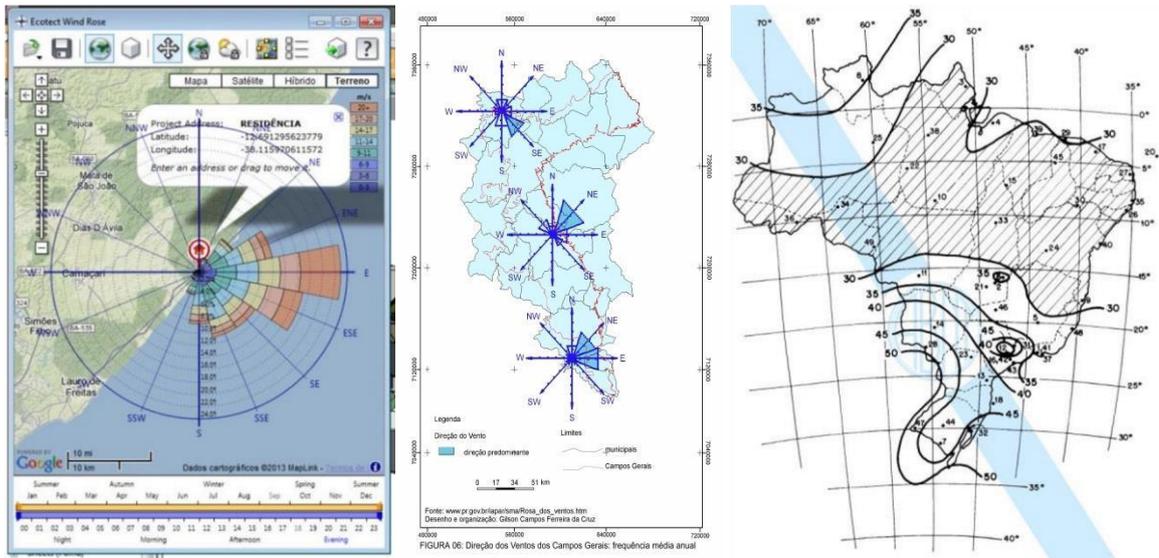


FIGURA: 21 Exemplo de softwares
 FONTE: Elaborado pelo Autor

4.2.5.2 VENTILAÇÃO CRUZADA

Para obtermos uma ventilação cruzada, basta duas aberturas e o conhecimento dos ventos, sendo assim é uma das técnicas mais eficazes e simples de ventilação, dando ao profissional inúmeras possibilidades de soluções.

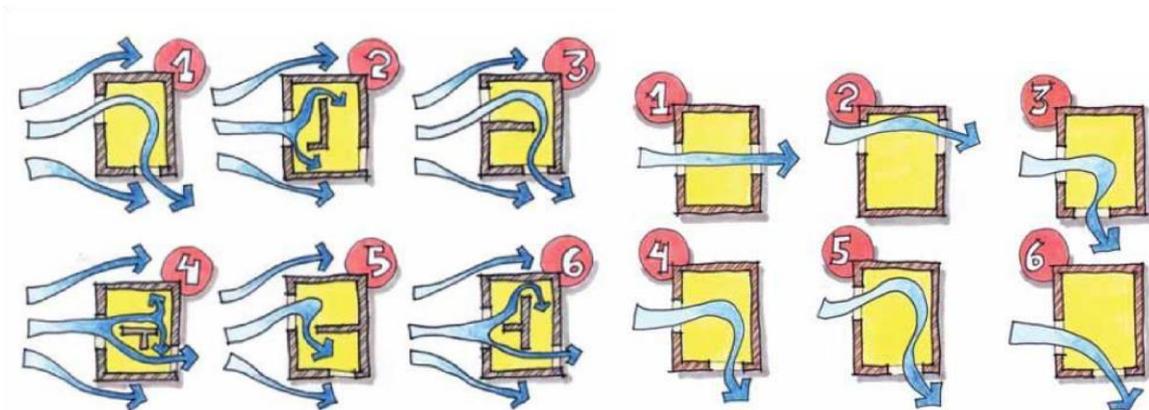


FIGURA: 22 Ventilação cruzada
 FONTE: Lamberts, 2004

4.2.5.3 FLUXO DE VENTO AO REDOR DAS EDIFICAÇÕES

O conhecimento dos arredores da edificação também é um fator importante, visto que apenas conhecer as características da região não é o bastante, identificar a presença de outras construções, vegetação ou obstáculos naturais pode alterar completamente as características da ventilação desejada.

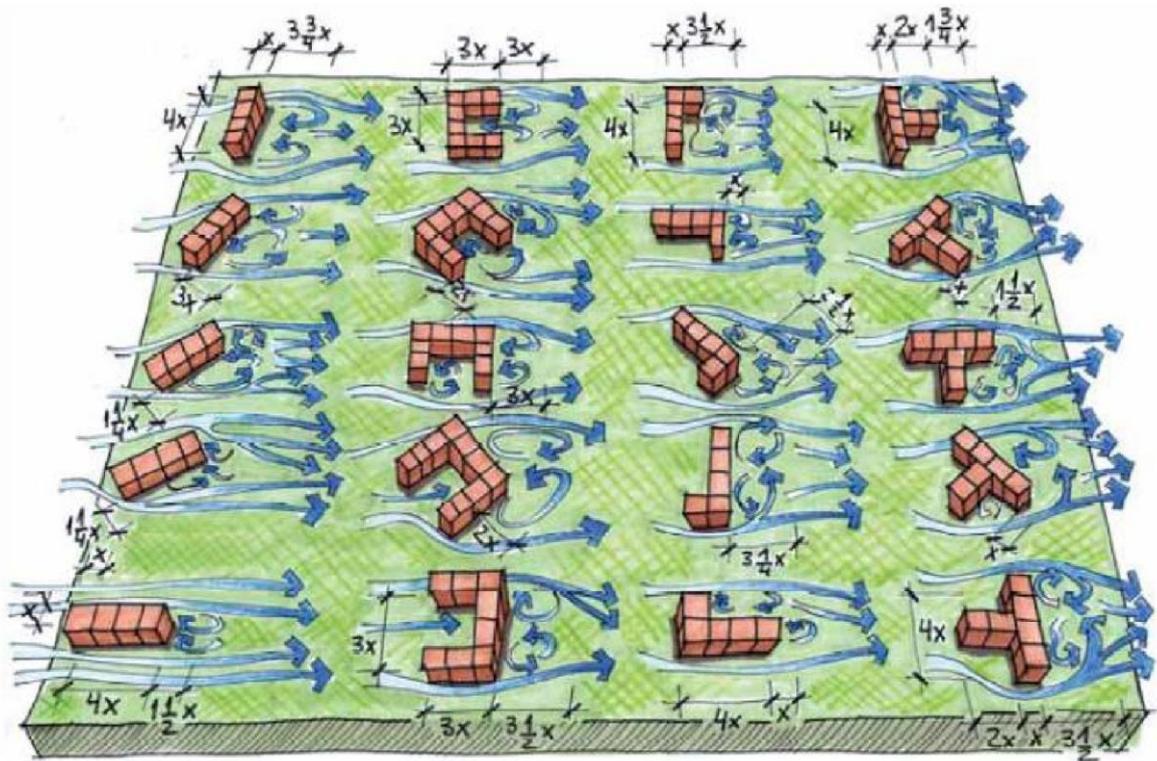


FIGURA: 23 Ventilação ao redor dos edifícios
FONTE: Lamberts, 2004

4.2.5.4 ÁREA ÚTIL DE VENTILAÇÃO

A escolha do tipo de abertura a ser implantada no projeto muitas vezes é desconsiderada e é fonte de desconforto ou sensação de ineficiência pelo usuário. A área útil de ventilação varia de acordo com o tipo de janela a figura mostra alguns tipos de abertura e sua ventilação efetiva.

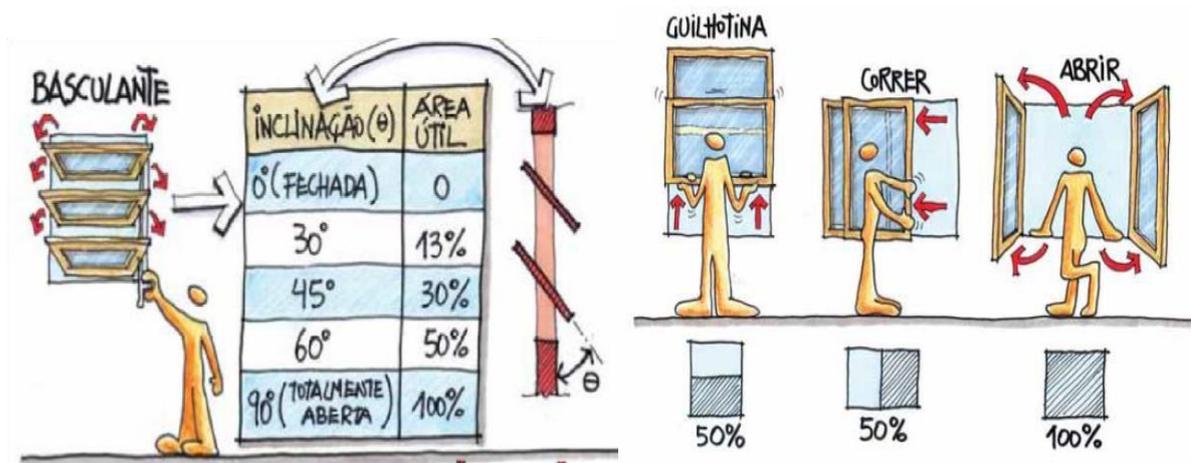


FIGURA: 24 Áreas de ventilação
FONTE: Lamberts, 2004

4.3 ESTUDO DE CASO

Através da análise de projetos já existentes, tanto internacionalmente como projetos Brasileiros, busca-se comprovar que a implantação de ideias deferentes das convencionais e o desenvolvimento de uma comunidade e uma cultura sustentável é possível.

4.3.1 BED ZED

BedZED (Beddington Zero Energy Development) é uma ecovila com aproximadamente 100 (cem) casas, escritórios, um colégio e espaços comunitários situada no sul de Londres que usa técnicas de eficiência energética para criar uma “comunidade com emissão zero”.



FIGURA: 25 BEDZED
FONTE: Elaborado pelo Autor

Os edifícios, a infraestrutura e a mobilidade em BedZED são planejados de forma a reduzir o consumo da energia limpa produzida e alterar a rotina e os valores de seus moradores.

Planejado pelo arquiteto Bill Dunster, foi considerado pioneiro na época pois foi o primeiro projeto concretizado onde as autoridades locais, como incentivo, cederam vender as terras da região a valores abaixo do mercado possibilitando economicamente o projeto.

Concluído em 2002, seu desenvolvimento apresenta a possibilidade de se alcançar um estilo de vida sustentável sem comprometer as características associadas à vida urbana moderna.

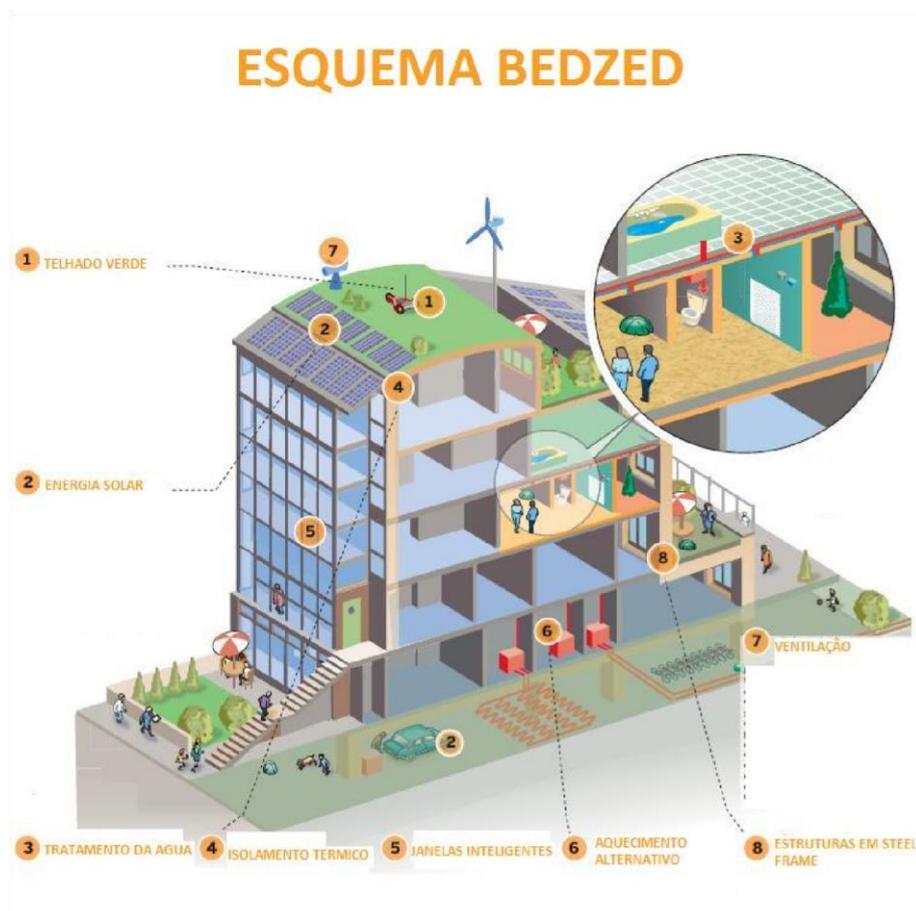


FIGURA: 26 ESQUEMA BEDZED

FONTE: Elaborado pelo Autor

A grande maioria das casas e apartamentos em BedZED são passivamente aquecida através de vários andares de vidros para o sul. As casas são todas altamente isoladas, mas também bem ventiladas usando apanhadores de vento nos telhados, onde o ar externo fresco é aspirado para dentro do prédio por trocas de calor.

A água quente aquecida a gás é distribuída através de tubulações para todo o empreendimento através de um sistema de distribuição subterrânea. Já nas residências um grande tanque de água quente em cada casa ajuda a mantê-lo aquecido no inverno.

A eco-vila também economiza água, com banheiros dupla descarga, torneiras de fluxo, chuveiros e máquinas de lavar de baixo consumo de água instalados por toda parte. Os contadores de água são fáceis de ver nas casas conscientizando os moradores da quantidade de água que está sendo utilizada.

Painéis Solares foram incorporados nos telhados ao sul de frente para janelas, visando fornecer eletricidade em BedZED. Qualquer excedente de energia é exportada para a rede local. aparelhos energeticamente eficientes e iluminação foram instalados quando BedZED foi concluído em 2002.

No quesito transporte a ideia inicial do projeto era gerar um conceito de baixa emissão de energia portanto o transporte por carros particulares é desencorajado já que o layout favorece o transporte público o ciclismo e caminhada, não conta com amplas áreas de estacionamento e coloca à disposição sistema de trens e ônibus

Objetivos

- Eliminar as emissões de carbono por consumo de energia
- Reduzir o uso de eletricidade em 33% em relação à média do Reino Unido (14 kWh/pessoa/dia)
- Reduzir em 33% o uso do sistema de aquecimento em relação à média do Reino Unido (14,1 kWh doméstico/dia)
- Reduzir em 33% o uso de água em comparação à média do Reino Unido (150 litros/pessoa/dia)
- Reduzir o uso de combustível fóssil por carros em 50%

Cronograma

- 1999: Começo do Planejamento
- 2002: Conclusão e mudança dos primeiros residentes, que contaram com orientação para um estilo de vida mais sustentável
- 2003, 2004, 2005 e 2007: Pesquisas de monitoramento foram feitas e publicadas, medindo indicadores de sustentabilidade, como consumo de energia e reciclagem

Resultados

- Redução das emissões de CO2 em 56% (em comparação com a média local)
- Redução de 81% no consumo de energia para aquecimento
- Redução de 58% no consumo de água (em comparação com a média nacional), equivalente a 72 litros/pessoa/dia
- Redução de 64% nos quilômetros rodados de carro (em relação à média nacional)
- Reciclagem de 60% dos resíduos
- Redução de 45% no uso de energia elétrica (em comparação com a média local). A média de BedZED é de 2.579 kWh/habitação/ano, enquanto que em Sutton é de 4.652 kWh/habitação/ano. A média do Reino Unido é 4.457 kWh/habitação/ano
- A média em BedZED foi de 3,4 kWh/pessoa/dia em 2007, o que significa um consumo 38% inferior ao consumo médio de Sutton (4.652 kWh/ano, que, com uma média de 2,3 pessoas por moradia, isso equivale a 5,5 kWh/pessoa/dia)
- Consumo de alimentos orgânicos por parte de 86% dos moradores

4.3.2 COLÉGIO ESTADUAL ERICH WALTER HEINE

Projetada pelos arquitetos Maria José de Mello e Rafael Tavares de Albuquerque da Arktos Arquitetura Sustentável, empresa do Rio de Janeiro, a escola foi projetada e construída de acordo com os critérios LEED® para escolas.



FIGURA: 27 COLÉGIO ESTADUAL ERICH WALTER HEINE
 FONTE: Elaborado pelo Autor

Localizado no bairro de Santa Cruz, na zona Oeste do Rio de Janeiro, o Colégio Estadual Erich Walter Heine é o primeiro da América Latina a obter o selo LEED Schools, certificação concedida pelo Green Building Council para escolas com projeto sustentável.

A escola foi construída em modelo de parceria pública-privada pela ThyssenKrupp CSA, o governo estadual e prefeitura do Rio de Janeiro, em um dos bairros com pior índice de desenvolvimento humano da cidade.

Foram investidos R\$ 16 milhões no projeto.

Chancela do selo LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

Foi a primeira escola na América Latina a receber o selo LEED Schools. Das 120 que já o possuíam, 118 ficam nos EUA, uma na Noruega e outra em Bali, na Indonésia. Trata-se de um programa de certificação de edifícios sustentáveis da ONG americana U.S Green Building Council.

O projeto visa reduzir em até 40% o consumo de energia para maximizar o aproveitamento dos recursos naturais e a eficiência energética.

O colégio conta com:

- Captação de energia solar;
- Coleta seletiva;
- Instalações que captam a água da chuva para ser usada nos sanitários, jardins e na limpeza da escola, com economia de 50% da água potável;
- As lâmpadas LED em todo o edifício reduzem em até 80% o consumo de energia;
- Pavimento permeável no estacionamento, que permite a passagem de água e ar, evitando bolsões de água;
- Telhado verde, que além da vegetação para diminuir a absorção de calor e reabsorver a água da chuva também é utilizado como espaço de aprendizagem;
- Unidade é totalmente acessível para pessoas com necessidades especiais de locomoção;

4.3.3 THE CROPTHORNE AUTONOMOUS HOUSE

A ideia do projeto foi de uma família britânica que resolveu mudar a maneira que vivia reconstruindo sua casa e sua maneira de viver.

Projeto levou cerca de 5 anos para ficar concluído, conta com área interna de 150m² com 4 quartos é considerada a casa privada mais eficiente energeticamente da grã Bretanha.



FIGURA: 28 THE CROPTHORNE AUTONOMOUS HOUSE
 FONTE: Elaborado pelo Autor

O design apresentado visa obter o menor impacto ambiental possível, e na medida do possível, obter tudo que precisa para prosperar do ambiente ao seu redor, considerando que o projeto deveria ser tão confortável, atrativo, prazeroso e comparável, não necessariamente igual, ao método convencional.

Os principais aspectos do projeto foram:

- Alto nível de isolamento térmico e um sistema mecânico de troca de calor por ventilação
 - Sistema de isolamento térmico por paredes de concreto espesas revestidas por isolantes.
- Janelas com camada tripla de vidro temperado que proporciona a mínima perda de calor possível.
 - Locação da obra levando em conta o posicionamento das faces da construção em relação ao posicionamento do sol;
 - Posicionamento proporciona o melhor aproveitamento possível da luz natural, reduzindo uso de luz artificial;

- Conceito de Banheiros seco, que transforma todo os dejetos humanos em composto orgânico para fins de jardinagem de boa qualidade;
 - Sistema economiza 40% do total do consumo habitual de uma residência comparado a um sistema convencional de descarga;
 - Torna possível a autonomia da casa apenas com a coleta de agua da chuva

- Sistema de coleta e armazenamento da água da chuva através de calhas, reservatorio com capacidade para 17.000 Litros

5 ROTEIRO DO PROJETO

5.1 ESTUDO BIBLIOGRAFICO

Depois de feito o estudo bibliográfico visando levantar informações básicas sobre os recursos renováveis suas aplicações e utilização nas edificações, posteriormente o estudo de técnicas construtivas voltadas a um maior conforto visual e térmico dos usuários levando em conta os problemas encontrados no dia-dia dos usuários.

5.2 ESTUDO DO BLOCO

Para dar início ao projeto foram adquiridas com a DEPRO (departamento de Projetos e Obras) as plantas baixas, plantas de elevações e de cobertura padrão dos blocos já existentes no campus, e através delas foi desenvolvido no software Google SketchUp uma maquete eletrônica em escala da arquitetura final já existente.



FIGURA: 29 Renderização Maquete 3D “Bloco Atual”

FONTE: Elaborado pelo Autor

A seguir, foi realizado o estudo do local da implantação do projeto levantando dados climáticos e arquitetônicos como parâmetros fundamentais que foram levados em conta no planejamento.

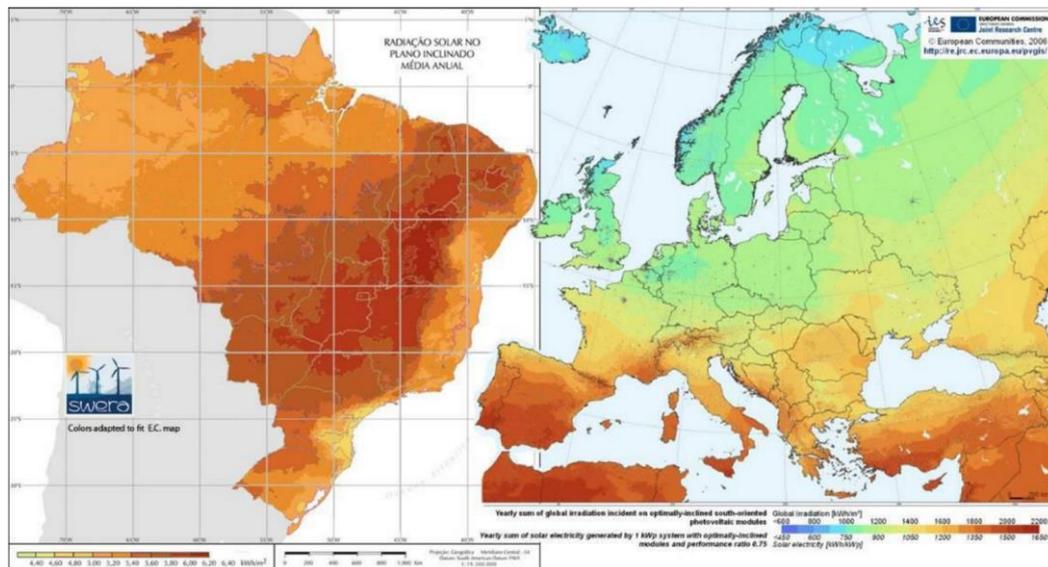


FIGURA: 30 Comparação radiância Brasil x Europa
 FONTE: Elaborado pelo Autor

O software SketchUp permite que o usuário ao fornecer as coordenadas geográficas da locação do projeto, pela da integração com o plug-in Google Earth, tenha acesso a carta solar da região desejada podendo simular em tempo real a posição do sol minuto a minuto de todos os dias do ano assim podendo na fase de projeto mostrar os efeitos da iluminação natural, sombreamento e incidência térmica ao profissional.



FIGURA: 31 Exemplo de sombreamento sketchup FONTE:
 Elaborado pelo Autor

Sendo assim foi decidido que seria realizado com o software o estudo de um projeto de implantação de iluminação zenital na área da circulação e também para as salas do pavimento superior visto o grande potencial que a região oferece.

Para modularizar a Modelagem foram feitas mudanças em corte da seção de uma sala que pode ser reproduzida em qualquer outra.

5.2.1 ILUMINAÇÃO ZENITAL LONGITUDINAL

Foi escolhida a opção de iluminação através de átrios longitudinais na circulação, tendo em vista que não há presença de edificações ao redor da universidade e pouca obstrução de luz por árvores e vegetação conclui-se que o sistema poderá ser utilizado com êxito todos às horas de sol disponíveis.

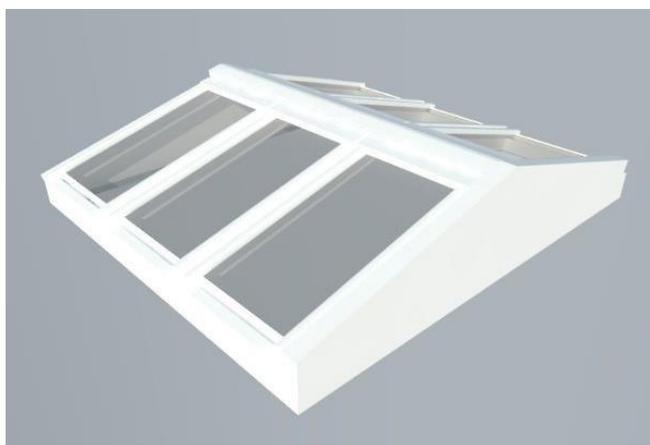


FIGURA: 32 Átrio VELUX 3,00 x 2,60m
FONTE: Elaborado pelo Autor

Ao projetar o átrio teria que ser escolhido o nível de transparência do fechamento translúcida que seriam aplicadas, como as dimensões do corredor são grandes foi descartada a utilização de vidro comum, pois a incidência direta de sol em certos horários como 12h00min traria um pico térmico alto.

Foi então escolhido vidros da marca Cebrace Modelo Cool Light Que segundo as descrições do fabricante:

“Os vidros Cebrace ajudam na obtenção de pontos no LEED® NV V3 Novas

Construções”

Luz natural: maximizam a entrada de luz do dia, reduzindo consideravelmente o consumo de energia elétrica;

Eficiência energética: os vidros de controle solar Cebrace impedem a entrada de calor no edifício, reduzindo gastos com a climatização;

Reciclagem: 100% recicláveis;

Integração: permitem integrar ambientes internos e externos, devido à sua transparência;
Inovação na aplicação: versáteis, podem ser utilizados de diversas maneiras e em inúmeras aplicações, permitindo atender a distintos projetos e à criatividade do arquiteto;
Autolimpeza: o vidro Bioclean mantém-se limpo por meio da incidência da radiação solar e da chuva, não necessitando de água e detergente para sua limpeza.

5.2.2 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO NATURAL TUBULAR

Para as salas de aula foram escolhidos o sistema tubular com a implantação de duas unidades por sala, levando em conta que o átrio já elevaria o nível de claridade do bloco como um todo, não havia a necessidade de mais aberturas por sala. O sistema adotado foi o Túneis de Luz VELUX para coberturas inclinadas 60x60cm



FIGURA: 33 Sistema de Iluminação Tubular Zenital
FONTE: Elaborado pelo Autor

O projeto de iluminação natural foi limitado ao bloco superior, mesmo tendo em vista que é possível levar a iluminação natural através de sistemas há mais de 30m da captação, mas o projeto se limita a realizar poucas mudanças estruturais ou arquitetônicas, portanto foi descartada a implantação destas ideias.

Souza (2005) afirma que os dutos de luz proporcionam uma melhora na distribuição e nos níveis das iluminância no ambiente interno cria a possibilidade de diminuir a área da janela sem prejudicar a iluminação nas áreas mais distantes da abertura, diminuir o ofuscamento causado nos pontos próximos à janela, os dutos de luz ajudam a suprimir a necessidade de pontos de luz artificial nas partes mais profundas do ambiente.

5.2.3 VENTILAÇÃO E ESQUADRIAS

Um dos problemas observados foi a má circulação de ar nos dias abafados. Tendo em vista que as janelas dos blocos são de grandes dimensões, em certos horários do dia elas causam reflexos no quadro e são constantemente fechadas evitando circulação de ar e também a entrada de iluminação natural que leva a um acende-apaga constante das luzes em certos momentos das aulas.



FOTO: 1 Vista Externa Janelas UTFPR - CM
FONTE: capturada pelo Autor

Tentando mudar este cenário foi idealizada a substituição das janelas que hoje são de correr para o modelo basculante-pivotante.

O modelo antigo não permitia uma abertura total, quando uma folha está aberta à outra necessariamente está fechada e como já descrito são folhas de grandes dimensões o que permite ao usuário poucas configurações de abertura.

O modelo basculante-pivotante permite uma abertura muito mais controlada já que apresenta um número maior de folhas, ele também permite um maior controle no fluxo já que permite inúmeras configurações de abertura variando o grau desejado.



FIGURA: 34 Janela Pivotante Idealizada
FONTE: Elaborado pelo Autor

Outro ganho que a janela pivotante oferece é o redirecionamento do vento para dentro da edificação já que ela se projeta para fora causando um desvio da corrente direcionando-a para dentro ou mesmo evitando o fluxo direto.

Outras vantagens são:

- Permitir ventilação constante na totalidade do vão, mesmo em dias chuvosos;
- Ocupar pouco espaço ao abrir ou fechar;
- Facilidade de limpeza;
- Possibilita a entrada do ar frio e saída do ar quente no mesmo vão.

O modelo escolhido foi o Janela Pivotante Zeloart com Sistema Schuco

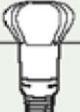
FONTE: <https://www.youtube.com/watch?v=IXX07qLNdPI>

5.2.4 ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

No projeto de iluminação artificial das salas o sistema foi totalmente substituído por LEDs que Segundo Isac Roizenblatt, diretor da Abilux (Associação Brasileira da Indústria da Iluminação), o LED já supera, em eficiência energética, os demais modelos de lâmpadas usuais do mercado — incluindo fluorescentes compactas, de vapor metálico e a vapor de sódio em alta pressão. “Hoje os LEDs não são uma alternativa, mas sim a solução como fonte de luz para obter eficiência energética”, assegura.

A eficiência energética do LED contribui diretamente com o fator sustentabilidade, pois diminui o impacto ambiental. Além disso, o LED também se destaca pela durabilidade. “A sua vida útil pode variar de 15 a 25 mil horas, sendo a mais longa entre todas as tecnologias”, afirma Pedro Segal, gerente de produtos do portfólio de lâmpadas Osram.

Eis os gastos estimados, ao longo de cinco anos, para uma casa com vinte pontos de luz e utilização média de dez lâmpadas acesas durante seis horas

	Incandescente 	Fluorescente 	LED 
Investimento inicial com lâmpadas	R\$ 36	R\$ 700*	R\$ 1 500
Potência média de consumo das lâmpadas	60 W	18 W	8 W
Consumo de energia	6 480 kWh	1 944 kWh	1 080 kWh
Lâmpadas trocadas	110	14	zero
Gasto com energia	R\$ 2 628	R\$ 778	R\$ 345
Gasto com lâmpadas	R\$ 195	R\$ 140	zero
Total	R\$ 2 859	R\$ 1 618	R\$ 1 845

* Inclui os reatores

TABELA: 1 Comparativo IncandescenteXFluorescenteXLED

FONTE: <http://nerdeletrico.blogspot.com.br/2011/12/iluminacao-ep-4-como-medir-luz.html>

Apesar do investimento inicial para o sistema LED ainda não ser barato, ele se prova a longo prazo mais sustentável que o convencional, pois reduz a quantidade de resíduos gerados.

Outro ponto positivo dos LED entre todas as vantagens econômicas, dá para conter ainda mais os gastos por meio da dimerização. As lâmpadas de LED que possuem esta tecnologia podem ter seu brilho e intensidade ajustados (de 0 a 100%) com o auxílio de um dispositivo chamado *dimmer*.

O *dimmer* é um aparelho capaz de controlar a intensidade de luz emanada pela lâmpada, ou seja, você pode aumentar ou diminuir a luminosidade do ambiente

Posicionado no local em que, originalmente, ficaria o interruptor da lâmpada e, em vez de ter duas opções (acender e apagar), há a possibilidade de movimentar o botão para ajustar o brilho da luz que melhor combine com o ambiente naquele momento.

Além disso, também possuem a vantagem de aumentar a vida da lâmpada e gerar conforto visual.

5.2.5 BREESE VERDE

Buscando evitar o problema de excesso de reflexos no quadro em alguns períodos do dia associado ao *dimmer* foi adotada a solução de brises verdes que consistem em um sistema de criação de plantas em telas para a ramificação de plantas do tipo trepadeiras que posteriormente seriam fixadas a um trilho junto ao brises de concreto, os brises verdes interromperiam a incidência direta do sol nas janelas assim diminuindo os reflexos, mas sem impedir a passagem total da luz natural, outro ganho que os brises verdes oferecem é o aumento do conforto térmico devido a presença de plantas que aumentam a umidade e a sensação de frescor ao seu redor.

Considerando que na cidade de Campo Mourão ocorre uma amplitude térmica elevada entre estações para não prejudicar o ganho térmico que a incidência solar proporciona no inverno foram utilizadas trepadeiras falsa-vinha que são caducifólias sendo assim diminuem sua cobertura no inverno com a perda das folhas que no começo do outono mudam de cor e caem, o que também é considerado um fenômeno visualmente agradável embelezando os blocos, o que leva a um maior conforto visual.



FIGURA: 35 Falsa-Vinha
FONTE: Elaborado pelo Autor

A trepadeira falsa-vinha (*Parthenocissus tricuspidata*) é uma planta arbustiva trepadeira caducifólia, de crescimento rápido e muito vigoroso, tronco semilenhoso, com gavinhas que aderem a outras plantas e paredes.

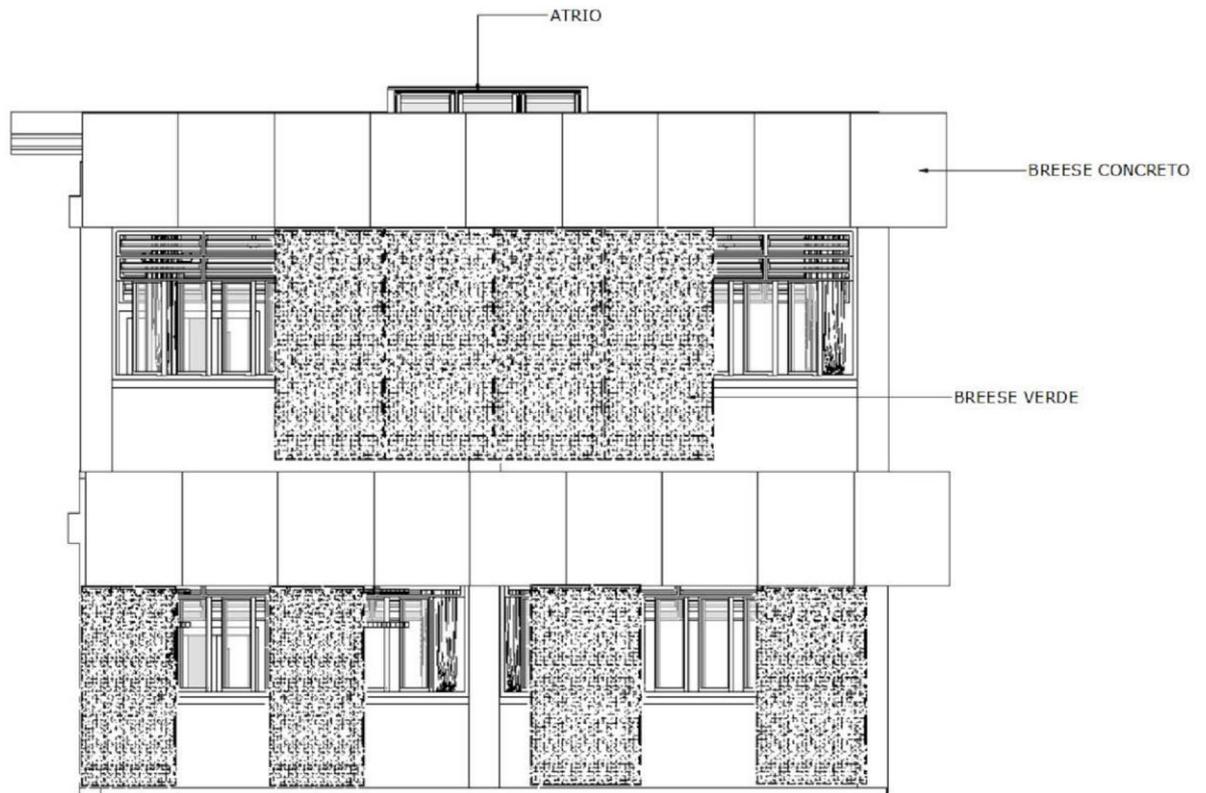
Pode crescer entre 10 a 15 metros, mas é difícil avaliar seu tamanho real, pois é muito ramificada.

As folhas são verde-brilhante, recortadas, que mudam de cor para avermelhadas no outono. A falsa-vinha apresenta manutenção moderada, necessitando apenas de poda para direcionar o crescimento, outro fator importante é que este tipo de trepadeira não danifica as construções por não se fixar com profundidade.

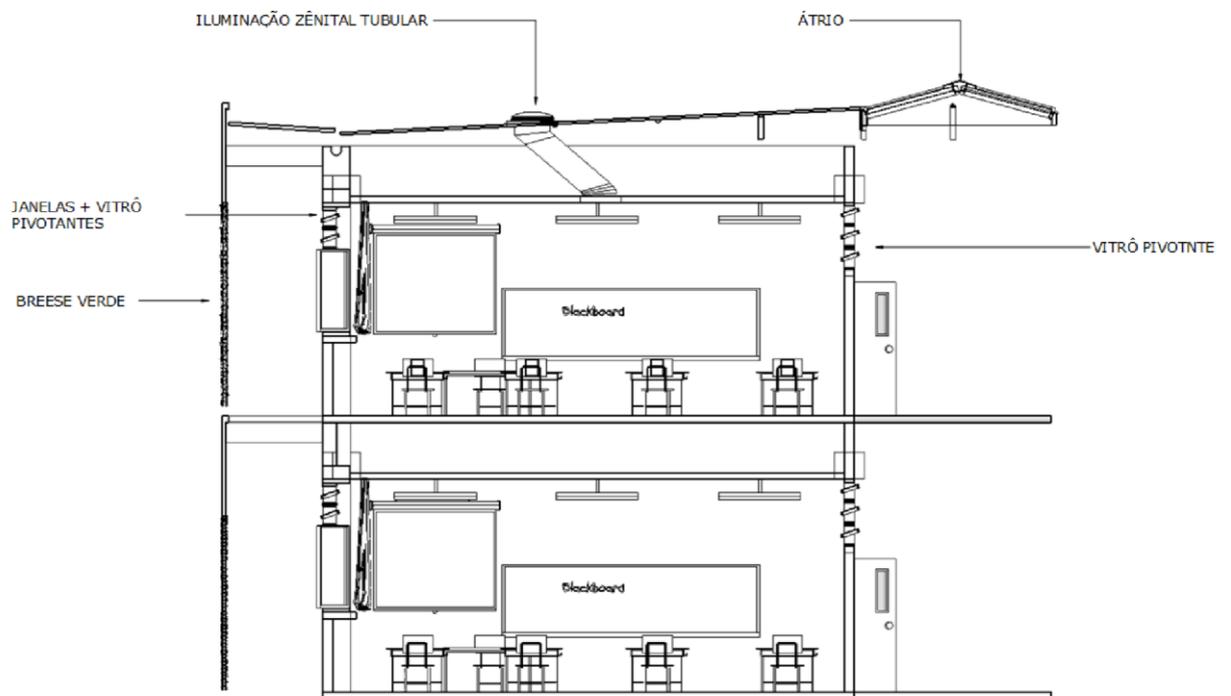
5.2.6 PINTURAS E REVESTIMENTOS

Buscando elevar o grau de claridade no interior das salas foi escolhido pintar as paredes da cor branca e utilizar revestimento de cor clara nos pisos.

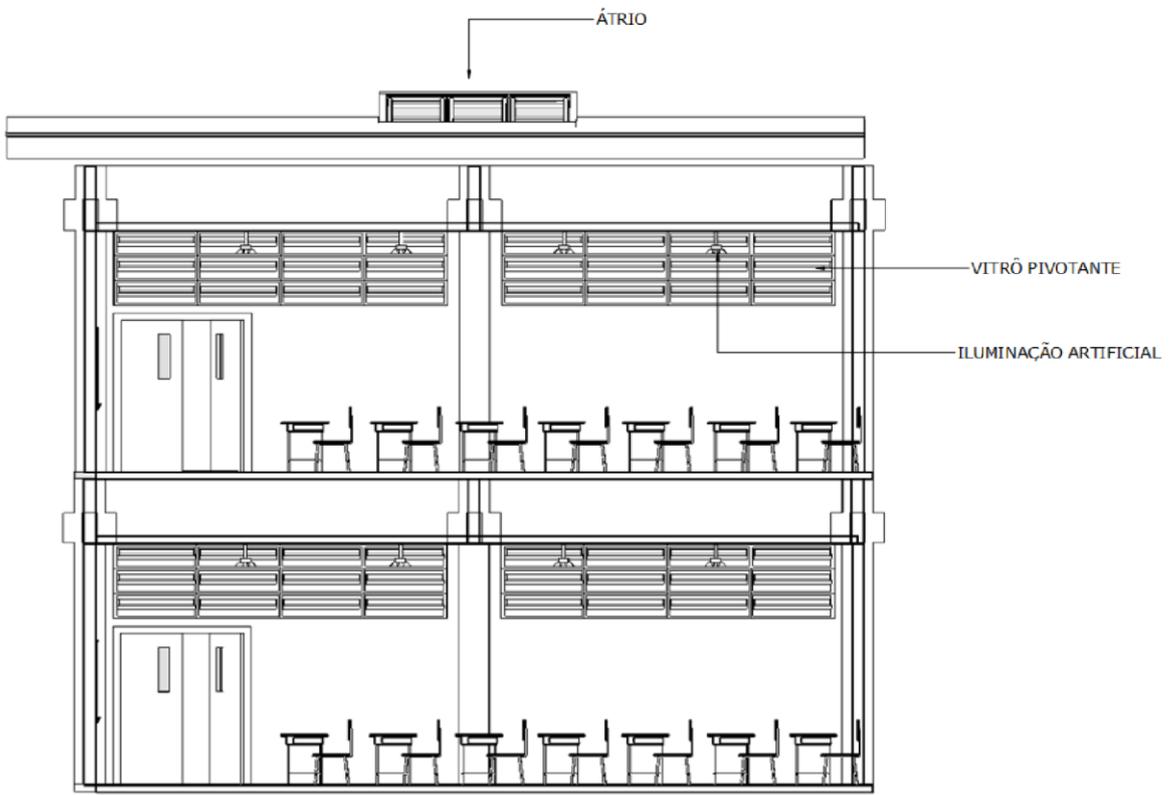
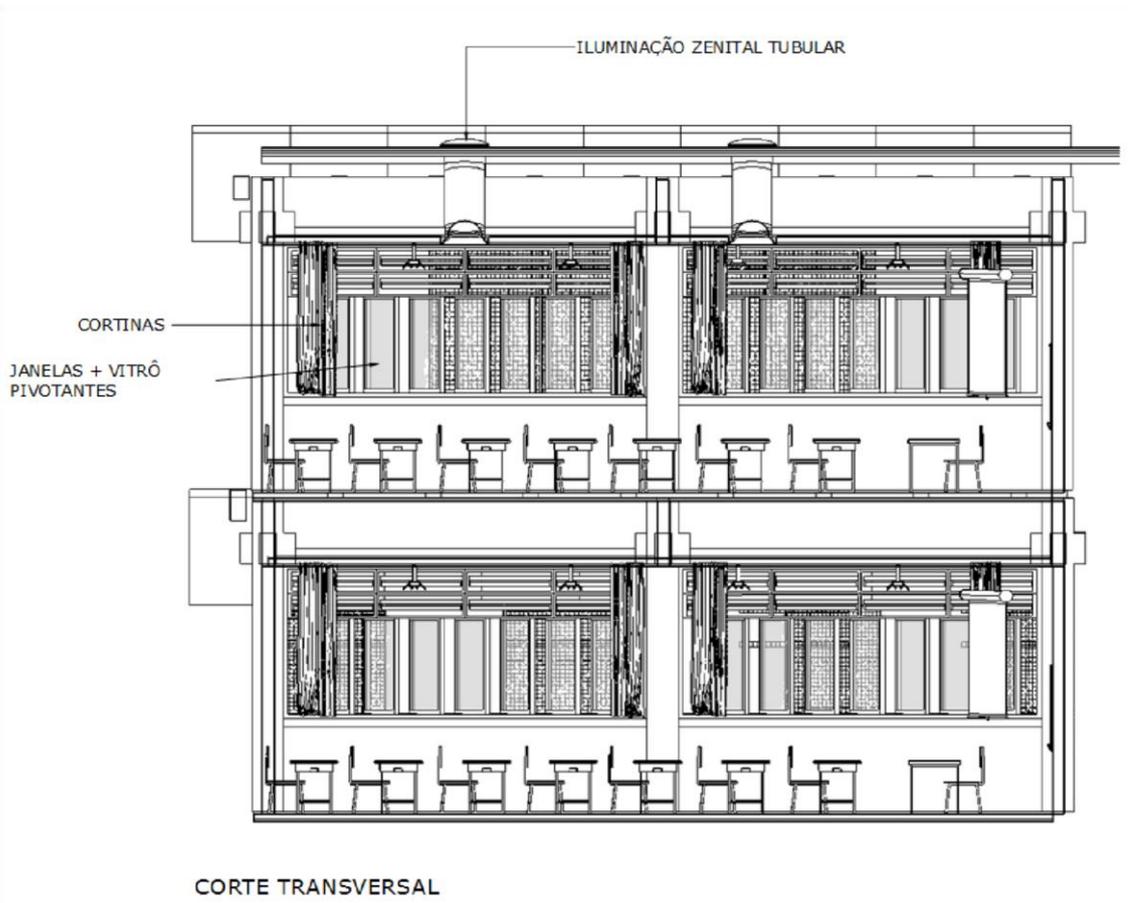
5.2.7 PROJETO FINAL DE MODIFICAÇÃO



FACHADA LATERAL



CORTE TRANSVERSAL



CORTE TRANSVERSAL





6 DISCUSSÃO

6.1 ESTUDO DOS USUÁRIOS

O intuito deste projeto é de aproximar os usuários a técnicas construtivas mais sustentáveis buscando mudar a consciência dos mesmos levando-os a desenvolver um pensamento, uma cultura sustentável no Brasil que já é presentes em outros países.

Como base na observação das aulas e dos usuário levamos em conta as seguintes inadequações: má circulação do ar, excesso de reflexos e acende e apaga de luzes.

Observando o dia a dia das salas de aula é fácil identificar o cenário comum: sala com aproximadamente 40 alunos e professor, cortinas fechadas janelas entre abertas para evitar movimentação das cortinas, ventiladores ligados, luzes todas acesas, aula na lousa e projetada no telão, ascende e apaga constante de luzes quando o professor alterna da lousa para projeção, fim de aula, todos saem, luzes se mantem acesas, ventiladores ligados janelas fechadas.



FOTO: 2 Cotidiano dos Usuários
FONTE: capturadas pelo Autor

Após observar esta situação pode-se concluir que vários destes problemas poderiam ser evitados apenas com a mudança de habito do usuário como: abrir as

janelas pivotante superior encontrada nas salas que raramente são utilizadas, abrir as janelas quando a projeção não é necessária ou simplesmente apagar as luzes antes de ir embora.

É inerente ao ser humano pesquisar, sempre procurar as melhores soluções, observar, mas nenhuma melhoria pode ser alcançada sem ser colocada em prática. Ou seja este projeto por mais inovador, sustentável ou autossuficiente que seja não terá nenhum valor se a real mudança não acontecer nos usuários.

Sendo assim conclui-se que as práticas sustentáveis só podem acontecer por meio de uma reorientação de valores relacionados ao pensamento sustentável, temos então que fugir um pouco da questão ecológica que a sustentabilidade aborda e procurar observar uma questão mais profunda que é a questão cultural que pode ser levantada.

Historicamente falando um sistema econômico existe para suprir as necessidades da população, e isso se torna possível dependendo dos recursos disponíveis e as técnicas utilizadas para gerir esses recursos. Sendo assim podemos dizer que o que movimenta o mundo é o crescimento econômico impulsionado pelos desejos do ser humano, que hoje, considera o acúmulo de bens e materiais como o ideal de sucesso, cada vez mais individualista.

Porem as limitações impostas por nosso meio ambiente existem independentemente de valores humanos, interesses, desejos ou mesmo de necessidades.

Esta tomada de consciência das limitações naturais além de nos alertar que não temos poder sobre a lei natural deve também despertar o desejo de comunidade e união buscando possibilidades dentro desses limites, através da educação e do método científico criar condições e hábitos que supram as necessidades humanas.

A humanidade é a única espécie do planeta com a capacidade mental de alterar/afetar o ecossistema de forma profunda e com os avanços tecnológicos cada dia mais o modificamos.

De um modo geral se queremos criar um padrão cada vez melhor de vida, ao mesmo tempo em que se mantém o equilíbrio ambiental e social para garantir que esta qualidade não se reduza no futuro devido a possíveis consequências de escolhas irresponsáveis - como o esgotamento de recursos, poluição, doenças, estresse negativo, desigualdade de "riqueza" e outras questões - torna-se então necessário repensar o modo como nos humanos nos comportamos.

No contexto dos países em vias de desenvolvimentos ou desenvolvidos como na Europa a cultura da sustentabilidade já é realidade, existe uma cultura da sustentabilidade onde a população tem papel chave para o desenvolvimento sustentável, um exemplo é o resultado da pressão da sociedade civil na Alemanha, que fez com que o país desenvolvesse um importante processo político que resultou no avanço da legislação para energias renováveis e no compromisso de desativação das usinas nucleares até 2020.

A cultura é um aspecto crucial da sustentabilidade, pois consegue nos mostrar como encaramos os nossos recursos naturais, e sobretudo como construímos e cuidamos das nossas relações com os outros a curto e longo prazo.

Portanto elevar a importância da Educação Socioambiental e promover ações que permitam aos cidadãos aprofundar o seu conhecimento sobre temas como industrialização, desenvolvimento sustentável, economia verde, alterações climáticas e sustentabilidade energética, é básico para o desenvolvimento de um cidadão de País chamado de Primeiro mundo.

7 CONCLUSÃO

Com a finalização do projeto chegamos a uma conclusão: projeto economicamente não viável.

Comparado ao padrão, o projeto de revitalização exigiria um maior investimento inicial, tornando-se assim menos competitivo quando olhamos com a ótica monetária, porém se colocarmos na equação outros parâmetros como: os ganhos a longo prazo como: a economia que o uso mais consciente proporciona, a introdução de um modo de utilização mais racional dos recursos no dia a dia das pessoas ou simplesmente a preocupação com o futuro com certeza equilibrariam as chances.

Portanto um projeto de cunho inovador para se tornar mais interessante deve então ser analisado com uma visão multipolar que certamente leva em consideração o lucro financeiro, mas que também consegue enxergar os lucros socioculturais e ambientais que tais mudanças podem promover.

Sendo assim decidir se projetos fora do convencional levam real vantagem ou desvantagem comparado ao padrão depende muito de quem e como os analisa.

8 REFERENCIAS

AURÉLIO, 5ª edição, Editora Positivo

BONFIGLIOLI, Cristina Pontes. **Sustentabilidade: uma palavra, varias significações**. São Paulo, 2012. p. 95-128.

BRITO, F. Saturnino R. de. **Projetos e relatórios** Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 1943

CAMPOS, Eduardo, Colégio carioca é o primeiro da América Latina a receber certificação LEED por projeto ecoeficiente. **PINI Infraestrutursa Urbana**, Rio de Janeiro, 4 edição, jun. 2011. Disponível em:

<<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/4/artigo220120-2.aspx>>

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simas **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Revan, Rio de Janeiro, 2003.

Dez anos de sustentabilidade na Alemanha. **Revista Missão Empresarial** , São Paulo: 2012. Edição especial. disponível em:

< http://www.brasil.diplo.de/contentblob/3553390/Daten/2429174/1306_Revista_Rio_20.pdf>

DIAMOND, Jered **Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed: Revised Edition** Penguin Books; Revised edition (January 4, 2011)

GONÇALVEZ, Ricardo Franci **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abaste-cimento de água** Finep, PROSAB - Edital 05 , 2009

GTES – Grupo de trabalho de energia solar **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos** edição PROCEL-PRODEEM, Rio de Janeiro, CRESESB, 1999.

HAWKEN ,Paul; LOVINS, Amory; LOVINS, L. Hunter **Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution** US Green Building Council; 1st edition (October 12, 2000)

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva** São Paulo, 2015, 28p.

KOWALSKI, Rodolfo Luis **Paraná tem muito potencial de geração de energia solar**. BEMPARANÁ, 08/10/2014 disponível

em: <<http://www.bemparana.com.br/noticia/352204/parana-tem-muito-potencial-degeracao-de-energia-solar>>

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiencia energética na arquitetura** UFSC/Procel/ Eletrobrás, São Paulo, 2004.

LAZLO, Chris; ZHEXAMBAYEVA, Nadya **Embedded Sustainability-the Next Big Competitive Advantage** Stanford Business Books (April 13, 2011)

Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica Agência nacional de Energia Elétrica. – Brasília, ANEEL, 2014.28 p.

MURDOCH, Carlos. FIGUEIREDO, Adriana. **BEDZED**. Edificações Multifamiliares, Rio de Janeiro, ago. 2009.

disponível em: <<http://www.iabrij.org.br/wp-content/uploads/2009/08/bedzed1.pdf>>

NBR 15215-1 Iluminação natural - Parte 1: Conceitos básicos e definições. Rio de Janeiro, 2005.

NAIDO, Ridhika **Rain Colector** disponível em: < <http://www.designboom.com/architecture/rain-collector-skyscraper/>>

NOGUEIRA, Carlos Eduardo Camargo. SIQUEIRA, Jair Antonio Cruz.SOUZA, Samuel Nelson Melegari de **Avaliação dos níveis de iluminação natural e artificial nas residências convencional e inovadora do Projeto CASA', Unioeste, campus de Cascavel, Estado do Paraná** v. 32, n. 3 (2010)

PISANI, Jacobus A. Du **Sustainable development – historical roots of the concept** Environmental Sciences, Vol. 3, Iss. 2, 2006

Portal Casa & Cia., **Fachada Natural**, Disponível em:

<<http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/Edicoes/109/imprime327050.asp>>.

Acesso em 06 nov 2016

Porta NerdElétrico, **Comparativo Lampadas** Disponível em:

<<http://nerdeletrico.blogspot.com.br/2011/12/iluminacao-ep-4-como-medir-luz.html>>.

Acesso em 06 nov 2016

RODRIGUEZ, Pierre **Manual de Iluminação Eficiente** PROCEL 1TM Edição – Julho, 2002

SANTOS, Afonso Henriques Moreira; BORTONI, Edson da Costa; GUARDIA, Eduardo Crestana; NOGUEIRA Fábio José Horta; HADDAD Jamil; NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; PARANI, Marcelo José; DIAS, Marcos Vinícius Xavier; VENTURINI, Osvaldo; DE CARVALHO, Ricardo Dias Martins; YAMACHITA, Roberto Akira **Eficiência Energética: Teoria e prática** Eletrobras-PROCEL educação, 1ª edição, Itajuba-MG, 2007

THE CROPTHORNE AUTONOMOUS HOUSE TOUR. **House Planning Help**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sij_ptynLaU>. Acesso em: 06 NOV. 2016.

TOMAZ, PLINIO. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo, Navegar, 2003, 80p. ISBN: 85-87678-23-x.