

MONOGRAFIA

"APLICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO PROJETO DE ARQUITETURA"

Autora: Laís Dias Vieira

Orientadora: Prof.^a Cristiane Machado Parisi Jonov

Fevereiro/2016

Laís Dias Vieira

"APLICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO PROJETO DE ARQUITETURA"

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão e Produção do Ambiente Construído

Orientadora: Prof.^a Cristiane Machado Parisi Jonov

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2016

V658a	<p>Vieira, Laís Dias. Aplicação da sustentabilidade no projeto de arquitetura [recurso eletrônico] / Laís Dias Vieira. - 2016. 1 recurso online (61 f.; il., color.) : pdf.</p> <p>Orientadora: Cristiane Machado Parisi Jonoy.</p> <p>Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.</p> <p>Bibliografia: f. 60-61. Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Construção civil. 2. Arquitetura sustentável. 3. Sustentabilidade. I. Parisi Jonoy, Cristiane Machado. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 69</p>
-------	--



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: LAÍS DIAS VIEIRA

MATRÍCULA: 2015668963

RESULTADO

Aos 07 dias do mês de julho de 2016 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

"APLICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO PROJETO DE ARQUITETURA"

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 80

CONCEITO: 5

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Assinatura

Prof. Dr. Cristiane Machado Parisi Jonov

Nome

Assinatura

Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA NA ÁREA DE "TECNOLOGIA E GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO"

Belo Horizonte, 07 de julho de 2016

Coordenador do Curso
Prof. Antonio Neves
de Carvalho Júnior
Coordenador do Curso

“Todos têm 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 à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Artigo 225, da Constituição Federal

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio.

À Universidade, à coordenação e professores do curso de especialização em Construção Civil do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, em especial à minha orientadora Cristiane.

A todos que me apoiaram de alguma forma, cientes ou não de sua importante ajuda.

A Deus, pela força e coragem durante esta longa caminhada que continua.

RESUMO

O setor da construção civil é um dos maiores responsáveis pelos danos causados ao meio ambiente, com grande geração de resíduos, consumo de recursos naturais, água e altas taxas de emissão de CO₂. Estes problemas requerem a busca pela execução de projetos mais eficientes energeticamente, com adequadas condições de conforto ambiental e que produzam menos impactos adversos no ambiente em seu processo de produção e uso. O objetivo deste estudo é apresentar algumas soluções arquitetônicas com a finalidade de minimizar os danos causados ao meio ambiente, e demonstrar que a construção sustentável deve ser iniciada na concepção do projeto, independente de se tratar de pequenos ou grandes empreendimentos.

PALAVRAS CHAVE: Projeto Arquitetônico; Arquitetura Sustentável; Sustentabilidade; Construção Sustentável.

ABSTRACT

The civil construction sector is one of the most responsible for the damage caused to the environment, with large waste generation, consumption of natural resources, water and high CO2 emission rates. These problems require the search for the execution of more energy efficient projects, with adequate conditions of environmental comfort and that produce less adverse impacts on the environment in their production and use process. The objective of this study is to present some architectural solutions in order to minimize the damage caused to the environment, and to demonstrate that sustainable construction must be initiated in the design of the project, regardless of whether it is small or large projects.

KEYWORDS: Architectural Project; Sustainable architecture; Sustainability; Sustainable construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Carta Bioclimática Original.....	29
Figura 2: Exemplo de planta de numeração de paredes.....	32
Figura 3: Exemplo de elevação de paginação de alvenaria.....	32
Figura 4: Funcionamento da prateleira de luz.....	37
Figura 5: Esquema turbina eólica residencial.....	41
Figura 6: Sistema de aquecimento solar de água.....	42
Figura 7: Funcionamento do ático ventilado.....	47
Figura 8: Estrutura do telhado verde.....	48
Figura 9: Centro de Convenções de Vancouver.....	51
Figura 10: Fachada da casa positiva em carbono.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação dos parâmetros de qualidade da água	45
---	----

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

AQUA = Alta Qualidade Ambiental

BRE = Building Research Establishment

Breaam = BRE Environmental Assessment Method

CBSC = Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

CIN = Contribuição da Iluminação Natural

CO2 = Dióxido de carbono

FIEMG = Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

FLD = Fator de Luz Diurna

GBC = Green Building Council

HQE = Hauté Qualité Environnementale

LEED = Leadership in Energy and Environmental Design

NBR = Norma Brasileira

ONU = Organização das Nações Unidas

PBQP-H = Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat

QAE = Qualidade Ambiental do Edifício

SGE = Sistema de Gestão do Empreendimento

SUMÁRIO

<u>1. INTRODUÇÃO</u>	11
<u>2. CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE</u>	13
<u>3. CERTIFICAÇÃO DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS</u>	16
<u>3.1. CERTIFICAÇÃO LEED</u>	17
<u>3.2. PROCESSO AQUA</u>	18
<u>3.3. BREEAM</u>	19
<u>3.4. PROGAMAS, LEIS E SELOS</u>	20
<u>4. NORMALIZAÇÃO</u>	22
<u>5. PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO E APLICAÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS</u>	27
<u>5.1. IMPLANTAÇÃO E ANÁLISE DO ENTORNO</u>	27
<u>5.2. DIRETRIZES ARQUITETÔNICAS</u>	28
<u>5.3. ALVENARIA RACIONALIZADA</u>	30
<u>5.4. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO</u>	33
<u>5.5. ILUMINAÇÃO NATURAL</u>	36
<u>5.6. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL</u>	37
<u>5.7. VENTILAÇÃO NATURAL</u>	39
<u>5.7. ENERGIA</u>	40
<u>5.8. AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA</u>	41
<u>5.9. CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA</u>	43
<u>5.10. EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS</u>	46
<u>5.11. COBERTURAS</u>	46
<u>5.12. CANTEIRO DE OBRAS</u>	49
<u>6. EXEMPLOS DE PROJETOS SUSTENTÁVEIS</u>	51
<u>6.1. CENTRO DE CONVENÇÕES EM VANCOUVER</u>	51
<u>6.2. CASA POSITIVA EM CARBONO</u>	53
<u>7. DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO DE PRINCÍPIOS SUSTENTÁVEIS</u>	55
<u>8. CONCLUSÃO</u>	57

1. INTRODUÇÃO

Problemas mundiais como a crise ambiental e a escassez de recursos energéticos requerem a busca de soluções para a produção de edificações mais eficientes energeticamente, com adequadas condições de conforto ambiental e que produzam menos impactos adversos no ambiente no seu processo de produção e uso.

Desde a extração e produção de materiais, o projeto, a construção e manutenção, até a desmontagem, os edifícios provocam importantes impactos ambientais. Dados numéricos indicam que 75% dos recursos naturais mundiais são consumidos pela indústria da construção, chegando a gerar 500kg por habitante ao ano de resíduos provenientes da construção. Além disso, 50% do consumo de energia elétrica e 21% do consumo de água são absorvidos por edifícios em funcionamento. Portanto, enxergar o ciclo de vida do edifício, desde seus materiais constituintes e componentes, até seu desmonte, torna-se uma questão de ação responsável pelo meio ambiente, tendo reflexos sociais e econômicos.

Nas últimas décadas iniciou-se a preocupação mundial com o meio ambiente e sua preservação. Foram realizadas conferências, palestras, encontros em todo o mundo, como exemplo a Eco 92, que foi um marco no Brasil, onde a partir disso abriram-se discussões como a Agenda 21, no sentido de desenvolver estudos e ações locais sobre o meio ambiente.

A sustentabilidade aplicada à produção do ambiente construído busca o equilíbrio entre os fatores ambientais, sociais e econômicos, através da

aplicação de alguns aspectos, dentre eles, a otimização do uso de recursos naturais, eficiência energética, economia de água e melhoria da qualidade de vida. John et al (2001) identificaram como principais critérios de sustentabilidade para a construção civil a abordagem da qualidade ambiental dos edifícios com base em seu ciclo de vida, a seleção de materiais com menor impacto ambiental (eco-eficientes), a redução do consumo de recursos naturais através da redução do desperdício e da gestão de resíduos, o uso racional da água e de energia, e o aumento da durabilidade e da qualidade das instalações prediais e de infraestrutura.

A aplicação desses critérios requer uma mudança na prática de projeto e construção com base em uma mudança de valores, onde o respeito à cultura e ao meio ambiente possam ser incorporados às concepções de projeto e na produção dos empreendimentos.

Analisando a cadeia da construção civil, a fase de projeto é revelada como fundamental ao desenvolvimento do processo construtivo de um edifício, uma vez que nessa fase é analisado o conceito de implantação, são elaboradas diretrizes e definidos os meios e processos, materiais e sistemas para responder a determinado programa.

O objetivo deste trabalho é sistematizar as informações levantadas, compondo um “manual de processos” ligadas à construção sustentável como referência para projetos arquitetônicos. Vale lembrar que a idéia de sustentabilidade é dinâmica, ou seja, descobertas de novos processos e inovações podem trazer novas questões à discussão e assim mudar estratégias e princípios.

2. CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

O termo arquitetura sustentável começou a surgir em meados dos anos 90, como um meio de reconhecer na construção umas das principais fontes de degradação dos recursos ambientais, e, potencialmente, a principal fonte de renovação dos mesmos.

Em 1992, a Organização das Nações Unidas (ONU), realizou uma conferência cujo tema foi o desenvolvimento sustentável. Foi discutido o papel da humanidade em ser capaz de se desenvolver de forma sustentável, ou seja, garantir que seu desenvolvimento garanta também que as gerações futuras possam atender suas necessidades.

Sustentabilidade é uma forma de promover uma busca de maior igualdade social, valorização dos aspectos culturais, maior eficiência econômica e um menor impacto ambiental na distribuição equitativa da matéria-prima, garantindo a competitividade do homem e das cidades.(Kronka 2002)

"Sustentabilidade é a capacidade de um ecossistema de manter processos e funções ecológicas, diversidade biológica e produtividade ao longo do tempo. Assim, o uso sustentável de um recurso renovável é aquele que não supera a capacidade de renovação desse recurso. O conceito de sustentabilidade pode ser melhor entendido por meio de um grupo de cinco princípios ou valores que cercam qualquer instituição ou lugar (cidade) sustentável:

- Respeitar todas as formas de vida: a sustentabilidade leva-nos a explicitamente considerar os efeitos das nossas decisões e ações sobre a saúde e bem-estar de todas

as formas de vida na Terra (e não apenas a humana). Uma vez que fazemos parte da natureza, devemos assumir a responsabilidade de conservá-la.

- Limitar o uso dos recursos naturais: envolve compreender que os recursos naturais, dos quais a vida depende –florestas, solos férteis, pesca, água e ar puro– são finitos e, portanto, devem ser utilizados com cuidado e prudência em uma taxa proporcional a sua capacidade de regeneração.
- Valorizar o local onde moramos: respeitar as características dos ecossistemas naturais; preservar, restabelecer e valorizar a sabedoria local; conhecer a natureza, a história e a cultura da região; e criar economias locais fortes e sustentáveis.
- Considerar os custos totais: considerar os custos sociais e ambientais envolvidos no processo de fabricação dos produtos que consumimos.
- Repartir benefícios: compartilhar poder na tomada de decisão, bem como dividir as riquezas do planeta proporcionando uma vida mais justa para todos os habitantes.

(LEÃO, 2007, p. 17)

De acordo com Boof(2012), sustentabilidade é permitir que um bioma se mantenha vivo, protegido, alimentado de nutrientes a ponto de sempre se conservar bem e estar sempre à altura dos riscos que possam advir, ou seja, implica dizer que o bioma tenha condições não apenas de conservar-se assim como é, mas também que possa prosperar, fortalecer-se e coevoluir.

A partir desses conceitos percebe-se que a construção civil tem um papel importante para a preservação dos recursos naturais não renováveis, pois, segundo Priori Junior (2008), a indústria da construção absorve cerca de 50% de todos os recursos mundiais, daí a sua grande importância na sustentabilidade do planeta.

Neste contexto, o uso de metodologias e ferramentas para introduzir a sustentabilidade, no ato de construir, surgem como mecanismos para possibilitar a redução dos impactos, controlar e avaliar os seus resultados.

3. CERTIFICAÇÃO DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Selos verdes ou certificados ambientais são atestados de cumprimento de pré-requisitos a fim de garantir o menor impacto ambiental e o menor consumo de energia para reformas, operacionalização e construção de novos edifícios.

No início dos anos 90, países da Europa, Estados Unidos e Canadá preocupados com as metas e indicadores ambientais, apresentam as primeiras metodologias para avaliações de empreendimentos de construções.

Estas metodologias receberam créditos positivos dos empreendedores e da sociedade de maneira geral e foram valorizadas e difundidas, sendo que hoje vários países vêm desenvolvendo sua própria metodologia.

O processo de certificação ambiental, seja de uma casa ou de edifício, exige um conjunto de documentos, que vão de projetos e memoriais até fotos da obra em andamento, além de auditoria em obra. A certificação ambiental de projetos de arquitetura representa o reconhecimento, por exemplo, de sistemas construtivos de baixo impacto ambiental, economia de recursos naturais (água e energia), baixa manutenção e conforto e saúde dos usuários. (Abbate, 2010, p. 1)

Destas certificações, as mais conhecidas que estão no mercado brasileiro são: LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), selo norte-americano emitido pelo GBC (Green Building Council), o mais conhecido e com mais

certificados no país; Processo Aqua (Alta Qualidade Ambiental), selo coordenado pela Fundação Vanzolini e baseado no método francês HQE (Hauté Qualité Environnementale); Breeam (BRE Environmental Assessment Method), certificação concedida pela BRE (Building Research Establishment), entidade inglesa.

3.1. CERTIFICAÇÃO LEED

Foi lançado no ano 2000, nos Estados Unidos. Possui 50.000 empreendimentos certificados no mundo, e 100.000 em fase de certificação. No Brasil, são 67 empreendimentos certificados e 534 em fase de certificação.

O LEED conta com determinados pré-requisitos, que são itens pré-estabelecidos que devem ser alcançados para assegurar a viabilidade da certificação e não valem pontos. Os créditos são opcionais e podem ser escolhidos de acordo com a facilidade de sua aplicação, que varia de acordo com as especificidades de cada projeto.

Diferenciais:

- facilidade de aplicação e organização de documentação devido à boa estruturação de seu sistema (fornecimento de modelos e checklists);
- boa divulgação;
- reconhecimento internacional;
- soluções pré-estabelecidas;

- popularização das práticas sustentáveis através da elevação do valor comercial dos empreendimentos.

O maior desafio à aplicação desse sistema de certificação no contexto brasileiro é que ele foi desenvolvido para os países norte-americanos e não considera questões regionais específicas, como geografia, economia e cultura locais, fato que pode comprometer o desempenho das soluções técnicas adotadas.

3.2. PROCESSO AQUA

Originado na França, teve seu lançamento em 1974. Possui 2.800.000 empreendimentos certificados e em fase de certificação no mundo. Já no Brasil, teve seu lançamento em 2008, e possui 85 empreendimentos certificados.

O processo de certificação AQUA, Alta Qualidade Ambiental foi lançado em 2008 e elaborado pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini, instituição privada sem fins lucrativos. O AQUA foi adaptado exclusivamente para a realidade brasileira a partir do sistema de certificação francês HQE, Haute Qualité Environnementale.

A metodologia do sistema estrutura-se em dois pilares principais: o Sistema de Gestão do Empreendimento - SGE, que avalia o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor, e a Qualidade Ambiental do Edifício - QAE, que valia o desempenho arquitetônico e técnico da edificação.

Tem como diferenciais:

- adaptação à realidade brasileira e suas heterogeneidades regionais;
- possui alto grau de exigência;
- possibilita flexibilidade de projeto e adoção de soluções compatíveis com o empreendimento;
- estimula o empreendedor a participar diretamente do processo de certificação;
- valoriza as soluções para resultados efetivos, respeitando as especificidades de cada projeto
- possui auditorias presenciais, reforçando a rigorosidade e credibilidade da certificação;
- a Fundação Vanzolini, responsável pelo AQUA, tem reconhecimento nacional e internacional e está sediada no Brasil (São Paulo), o que facilita e agiliza o processo de certificação e desenvolvimento de novos sistemas.

3.3. BREEAM

Teve sua origem na Inglaterra, em 1992. Possui 1.200.00 empreendimentos certificados e em fase de certificação no mundo. Já no Brasil, possui apenas um empreendimento em fase de certificação.

O BREEAM utiliza medidas de avaliação de desempenho reconhecidas internacionalmente, aplicadas a partir de uma ampla gama de categorias e critérios relacionados a energia, água, saúde e bem estar do ambiente interno, poluição, transporte, materiais, resíduos, ecologia e processos de gestão. O nível de exigência é altíssimo e sua introdução no cenário brasileiro ainda é recente e pouco desenvolvida.

Diferenciais:

- rigor e profundidade de seus critérios, constantemente atualizados através da sua estreita relação com pesquisas acadêmicas e análise laboratorial do ciclo de vida de materiais;
- reconhecimento internacional e atuação em diversos países;
- dá preferência à legislação local;
- caráter prescritivo, estruturado a partir da prevenção de riscos e da preservação dos recursos naturais;
- utiliza um sistema direto de pontuação que é transparente, flexível, fácil de entender, com base em comprovação científica e pesquisas.

3.4. PROGRAMAS, LEIS E SELOS

No Brasil, existem programas, leis e selos, que incentivam as práticas sustentáveis no setor. Em 2007, foi criado o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBSC), uma grande iniciativa para promoção de ações mais

sustentáveis em toda a cadeia produtiva da indústria da construção civil. O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) incentiva à qualidade da construção promovendo o uso de equipamentos e materiais mais sustentáveis. O selo Procel de Economia de Energia, criado pelo Governo Federal, tem como finalidade incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação etc.) nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente.

4. NORMALIZAÇÃO

No Brasil, a lei nº 10.295 , de 17 de outubro de 2001, dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica, a qual se visa à alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente. A lei estabelece os níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, tendo como base indicadores específicos. Também é discutida a responsabilidade em se elaborar mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações.

Em 19 de dezembro de 2001 a lei nº 10.295, dá origem ao Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações, que tem como objetivos a avaliação da eficiência energética das edificações, a criação de indicadores referenciais de consumo de energia das edificações e a determinação de requisitos técnicos para que os projetos construídos atendam a esses indicadores.

O Brasil também possui normas referentes ao desempenho térmico, iluminação natural e norma de desempenho. São elas:

- NBR 15215-1 – Iluminação Natural – Parte 1 - Conceitos básicos e definições: Descreve as variáveis e conceitos envolvidos no estudo e análise da iluminação natural em edificações em uma espécie de glossário, que introduz os termos mais importantes.

- NBR 15215-1 – Iluminação Natural – Parte 2 – Procedimentos de cálculos para a estimativa da disponibilidade de luz natural: Descreve os procedimentos de cálculo para estimativa da disponibilidade de luz natural em um determinado lugar, dependendo da posição e presença de Sol no céu, horário do dia e dia do ano, latitude e longitude, e o tipo de céu sob análise. O valor obtido de iluminância do céu pode ser utilizado nos cálculos de iluminação natural em ambientes internos, tratados na NBR 15215-3.
- NBR 15215-1 – Iluminação Natural – Parte 3 – Procedimento de cálculo para determinação da iluminação natural em ambientes internos: Esta norma descreve o algoritmo utilizado no cálculo da Contribuição da Iluminação Natural (CIN) com significado semelhante ao do Fator de Luz Diurna (FLD), que determina a quantidade de luz natural em ambientes internos.
- NBR 15215-1 – Iluminação Natural – Parte 4 – Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição: Descreve métodos para a determinação experimental da iluminação interior. Esta norma fala sobre os instrumentos de medição e prescreve como os mesmos devem ser utilizados.
- NBR 15220-1 – Desempenho térmico de edificações – Parte 1 – Definições, símbolos e unidades: Apresenta as variáveis referentes ao desempenho térmico em edificações, suas definições, símbolos e unidades.

- NBR 15220-1 – Desempenho térmico de edificações – Parte 2 – Métodos de cálculo de transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações : Descreve como exemplos os métodos de cálculos das referidas variáveis.
- NBR 15220-1 – Desempenho térmico de edificações – Parte 3 – Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social: Apresente o zoneamento bioclimático e as diretrizes construtivas indicadas para cada região do Brasil. As diretrizes construtivas não estabelecem limites obrigatórios, mas fazem recomendações de adequação da edificação às diferentes zonas bioclimáticas.
- NBR 15220-1 – Desempenho térmico de edificações – Parte 4 – Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida: Método de medição para laboratórios das referidas propriedades térmicas dos materiais construtivos.
- NBR 15220-1 – Desempenho térmico de edificações – Parte 5 – Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico: Método de medição para laboratórios das referidas propriedades térmicas dos materiais construtivos.
- NBR 15575 – Norma de Desempenho - Requisitos Gerais – Parte 1 - Funciona como um índice de referência remetendo, sempre que possível, às partes específicas (estrutura, pisos, vedações verticais, coberturas e sistemas hidrossanitários). Ela também traz aspectos de natureza geral e critérios que envolvem a norma como um todo. Nela, são apresentados o

conceito de vida útil do projeto, definição de responsabilidades e parâmetros de desempenho mínimos (compulsório), intermediário e superior.

- NBR 15575 – Norma de Desempenho - Estrutura – Parte 2 - Trata dos requisitos para os sistemas estruturais de edificações habitacionais. Estabelece quais são os critérios de estabilidade e resistência do imóvel, indicando, inclusive, métodos para medir quais os tipos de impacto que a estrutura deve suportar sem que apresente falhas ou rachaduras.
- NBR 15575 – Norma de Desempenho - Sistemas de Piso – Parte 3 - Normatiza sistemas de pisos internos e externos. Define o sistema de pisos como a combinação de diversos elementos. O novo texto da norma trouxe definições mais claras para coeficiente de atrito e resistência ao escorregamento.
- NBR 15575 – Norma de Desempenho - Vedações verticais – Parte 4 – Define os desempenhos estabelecidos para os sistemas de vedação vertical em uma edificação - basicamente, o conjunto de paredes e esquadrias (portas, janelas e fachadas) - referem-se a requisitos como estanqueidade ao ar, à água, a rajadas de ventos e ao conforto acústico e térmico.
- NBR 15575 – Norma de Desempenho - Coberturas – Parte 5 - Entre os principais requisitos estão os que tratam da reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento e da resistência ao fogo do sistema de cobertura. Nesse último item, a norma determina que a resistência ao fogo

da estrutura da cobertura atenda às exigências da NBR 14.432, considerando um valor mínimo de 30 minutos.

- NBR 15575 – Norma de Desempenho - Sistemas Hidrosanitários – Parte 6 - A parte 6 da NBR 15.575 compreende os sistemas prediais de água fria e de água quente, de esgoto sanitário e ventilação, além dos sistemas prediais de águas pluviais.

5. PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO E APLICAÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

A construção deve partir do conceito de ciclo de vida da edificação, ou seja, tratar de todas as etapas ligadas ao produto final, desde a extração de suas matérias-primas até sua disposição final. Na fase de concepção são definidas as linhas de projeto, além da implantação no terreno. Nesta etapa podem ser inseridas soluções que proporcionarão eficiência energética à edificação, para que seja possível o melhor aproveitamento das condições locais e inserção mais adequada da edificação.

5.1. IMPLANTAÇÃO E ANÁLISE DO ENTORNO

Esta é a primeira etapa do projeto à ser definida. Deve-se realizar uma análise do impacto sobre o meio em toda e qualquer decisão, buscando evitar danos ao meio ambiente, considerando o ar, a água, o solo, a flora, a fauna e o ecossistema. Deve-se projetar de forma a diminuir os impactos do empreendimento na área do entorno e construção da edificação.

Antes da aquisição da área, devem ser analisados estudos para verificação de áreas contaminadas, analisar o estágio de desenvolvimento urbano da região, da proximidade de infraestrutura, acessibilidade (transporte público), acessos

existentes, redes de abastecimento e serviços urbanos disponíveis. Deve-se também verificar possibilidade de contratação de mão de obra local.

A implantação deve ser realizada de modo a aproveitar o máximo dos desníveis naturais do terreno, minimizando a movimentação de terra e extração da vegetação existente. Deve-se também optar por terrenos que sejam distantes de cursos de água para evitar contaminação e que não sejam vulneráveis a inundações.

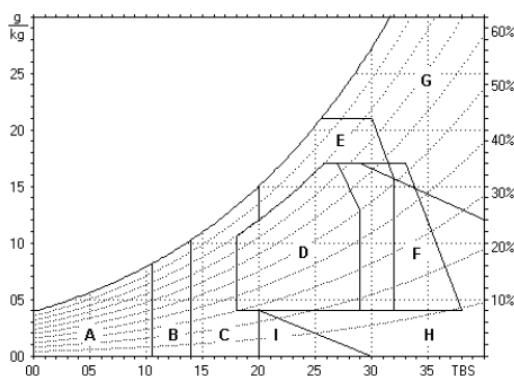
Devem ser consideradas também leis específicas de cada região, como Plano Diretor, Código de Obras, Código de Posturas e Lei de Uso e Ocupação do Solo.

5.2. DIRETRIZES ARQUITETÔNICAS

O conforto térmico do empreendimento é garantido graças a disposição dos ambientes de acordo com a orientação solar. De maneira geral, para quem vive no hemisfério sul, a face norte é a que recebe a maior parte da insolação diária, a face leste recebe o sol da manhã, a oeste recebe o sol da tarde e a face sul é a que pega menos sol. Além da posição do terreno em relação ao sol, deve-se analisar também a posição de árvores, prédios e outras edificações que podem contribuir com o sombreamento do terreno.

É recomendado que os quartos estejam posicionados na face leste, para aproveitar o sol da manhã. Já para a orientação oeste devem ser direcionados os cômodos de pequena e média permanência, tais como as áreas de serviço, depósitos e garagem. A orientação sul é a mais problemática, pois no inverno não recebe sol e no verão recebe apenas nas primeiras horas da manhã e nas últimas horas da tarde.

A seleção das estratégias bioclimáticas para um determinado clima é feita através da Carta Bioclimática que representa as condições de temperatura e umidade em todas as horas do ano relacionadas as estratégias arquitetônicas para amenizar as condições de desconforto. No Brasil utiliza-se a desenvolvida por Givoni (RORIZ, 2001), que trabalha com as variáveis de temperatura média e a umidade relativa do ar. Nesta carta é possível definir a zona de conforto e as zonas com as estratégias bioclimáticas a serem usadas para um projeto. Pode ser utilizado também o software AnalysisBIO, que auxilia no processo de adequação de edificações ao clima local. Ele utiliza tanto arquivos climáticos anuais e horários como arquivos resumidos na forma de normais climatológicas.



- A - Sistema artificial de aquecimento
- B + C - Aquecimento solar da edificação
- C - Massa térmica para aquecimento
- D - Conforto térmico
- E - Ventilação
- F - Massa térmica de refrigeração
- G - Sistema artificial de refrigeração
- H - Resfriamento evaporativo
- I - Umidificação do ar

Figura 1: Carta Bioclimática Original e suas Estratégias de Condicionamento Térmico.

Fonte: RORIZ, 2001.

Além da implantação, a tipologia arquitetônica é fundamental na adequação do edifício ao clima. A localização de aberturas, por exemplo, podem melhorar a ventilação cruzada, o ganho de calor solar no inverno e a iluminação natural em um ambiente. Se essa localização for feita de forma aleatória, podem ocorrer ganhos indesejáveis de calor no verão e perdas no inverno.

Outro aspecto a ser considerado no projeto arquitetônico diz respeito à gestão de resíduos das atividades de uso, operação e manutenção das edificações. Espaços para a triagem, a estocagem e o eficiente fluxo dos resíduos devem ser incorporados ao projeto de forma condizente com a natureza dos resíduos e com os procedimentos de gestão adotados, permitindo o seu aproveitamento e a destinação correta. A definição desses espaços deve permitir o acompanhamento de mudanças culturais da sociedade.

5.3. ALVENARIA RACIONALIZADA

A prática da racionalização da alvenaria tem o objetivo de minimizar o desperdício e, desse modo, diminuir o custo de construção. Em contraponto à alvenaria tradicional, a alvenaria racionalizada apresenta as seguintes características:

- planejamento prévio;
- projeto da produção;
- treinamento da mão-de-obra;
- utilização de família de blocos com blocos compensadores para evitar a quebra de blocos na execução;
- redução drástica do desperdício de materiais;
- melhoria nas condições de limpeza e organização do canteiro de obras.

A elevação de cada parede deve contemplar os tipos de blocos, a quantidade de cada um, as dimensões das aberturas, a posição de vergas e contravergas, o posicionamento de eletrodutos e caixas de luz, telefone, antena, internet e outros, além dos detalhes de ligação entre paredes e entre as paredes e a estrutura. Todas as paredes de um projeto de alvenaria devem ser detalhadas separadamente e compatibilizadas com demais instalações, para evitar possíveis erros de execução.

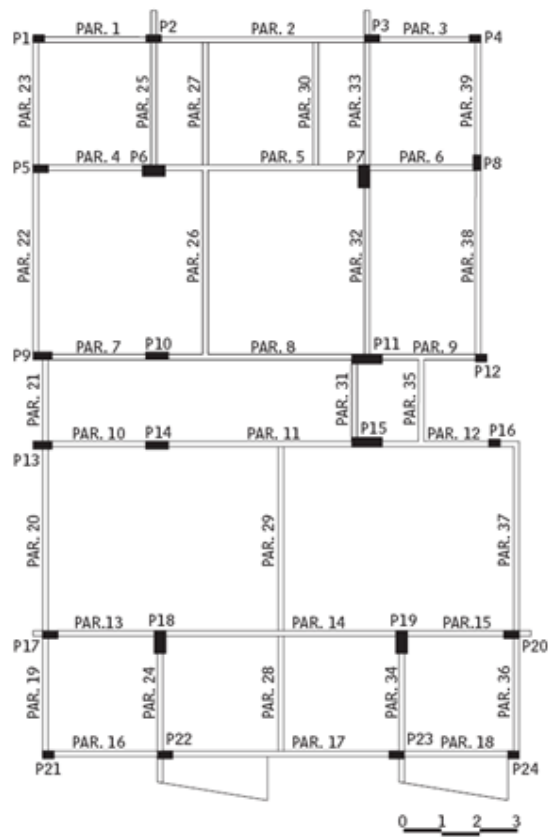


Figura 2: Exemplo de planta de numeração de paredes.

Fonte: Revista Techne.

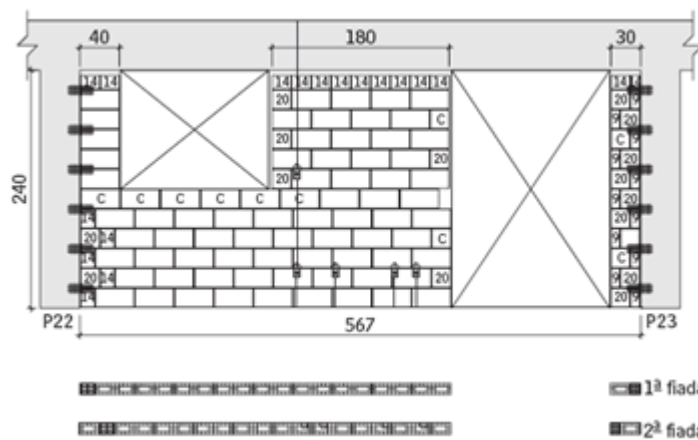


Figura 3: Exemplo de elevação de paginação de alvenaria.

Fonte: Revista Techne.

Para que a execução ocorra de forma adequada deve-se proceder à qualificação da mão-de-obra executante. Assim, podem ser evitados problemas como retrabalhos, desperdício de materiais e mão-de-obra, além de futuras manifestações patológicas.

5.4. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Os materiais de construção tem uma forte influência sobre as condições de conforto do ambiente interior. A especificação dos materiais exige o entendimento de suas propriedades e de sua adequação às características plásticas do projeto. O uso de isolamento térmico ou proteção solar em paredes, janelas e telhados, o tipo de telha e o tipo de vidro empregado nas janelas devem ser estudados a fim de evitar ganhos térmicos excessivos e obter melhorias nas condições de conforto no interior. Deve-se pautar os seguintes aspectos na escolha dos mesmos:

- desempenho técnico;
- adequação ao local de instalação;
- vida útil nas condições de uso e manutenção esperadas;
- previsão de detalhes de projeto que possam prolongar a vida útil do edifício e suas partes;
- redução da geração de resíduos utilizando, por exemplo, elementos modulares e pré-fabricados;
- utilização de recursos naturais renováveis;

- minimização de emissões de gases de efeito estufa;
- consumo de água e energia no processo de produção industrial (energia embutida) e no próprio canteiro de obras;
- baixa agressividade à saúde e minimização da emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) e outros componentes tóxicos;
- uso de recursos locais;
- facilidade de reúso ou reciclagem após sua vida útil.

Quanto as paredes, as alvenarias duplas de tijolo cerâmico furado rebocada dos dois lados apresentam ótimo desempenho térmico. Caso esta tipologia seja inviável do ponto de vista financeiro, pode ser utilizado o tijolo ecológico de solo-cimento, que não vai ao forno, utiliza pequena quantidade de cimento em sua composição, a matéria prima é o solo arenoso, pouco fértil, já vem com orifícios para passagem de fiação elétrica e da rede hidráulica, sendo uma opção econômica e sustentável à ser aplicada.

Já para as paredes internas da construção, recomenda-se o uso de paredes não estruturadas, que permitem flexibilidade de layout arquitetônico, e assim, em caso de futuras reformas, gerem menos resíduos. Utilizar espuma rígida de poliuretano para erguer paredes ou divisórias entre cômodos é um recurso interessante por ser de rápida instalação e livre de resíduos. Uma alternativa ao drywall, além do conforto acústico, o produto proporciona isolamento térmico, diminuindo o consumo de energia com ar condicionado.

Alguns dos materiais sugeridos à serem considerados em projeto são:

- madeira plástica, que é fabricada a partir da reciclagem de embalagens de plástico, tais como, polipropileno, polietileno e PET (politereftalato de etileno), atendendo as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) pode substituir o produto original com a vantagem de imunidade a fungos e cupins e resistência à umidade;
- a utilização do cimento tipo CP-III RS 32, nas fundações e estruturas, ao invés do CP-II, que possui menor custo, é mais resistente à ação de substâncias ácidas, indicado para regiões litorâneas, e sua fabricação permite economia no consumo de calcário e menor emissão de gás CO₂;
- as esquadrias de madeira utilizam madeiras de densidade alta ou média, e utilizam menos energia para sua fabricação em comparação com as esquadrias de alumínio;
- deve-se dar preferência a produtos à base de água – tintas, vernizes, colas, esmaltes sintéticos e resinas;
- para pisos e paredes dar preferência a cerâmicas certificadas pela ISO 14001 (ISO, 2004).

Outro aspecto importante é a escolha por materiais locais, por exigirem menos gastos com transporte, o que significa menor energia embutida. Deve-se também ter preferência por materiais com extensa vida útil e fácil manutenção, e materiais que possam ser reciclados ou reutilizados.

5.5. ILUMINAÇÃO NATURAL

Um fator importante a ser considerado no projeto de iluminação é sua integração com as necessidades térmicas e acústicas do edifício. A luz natural penetra pelas aberturas, que também podem transmitir som e calor para o interior. Assim, a iluminação natural deve ser considerada diferentemente para cada função do ambiente.

Como estratégias de iluminação natural, pode-se utilizar:

- pátios;
- prateleiras de luz, que agem como um brise horizontal e previnem o ofuscamento quando colocadas acima do nível dos olhos;
- cores claras, uma vez que paredes exteriores e fachadas claras irão refletir melhor a luz para o interior, além de absorverem menos calor;
- iluminação zenital, que permite uma iluminação mais uniforme e recebe mais luz natural ao longo do dia. Pode-se utilizar mansardas, claraboias, sheds e domos.

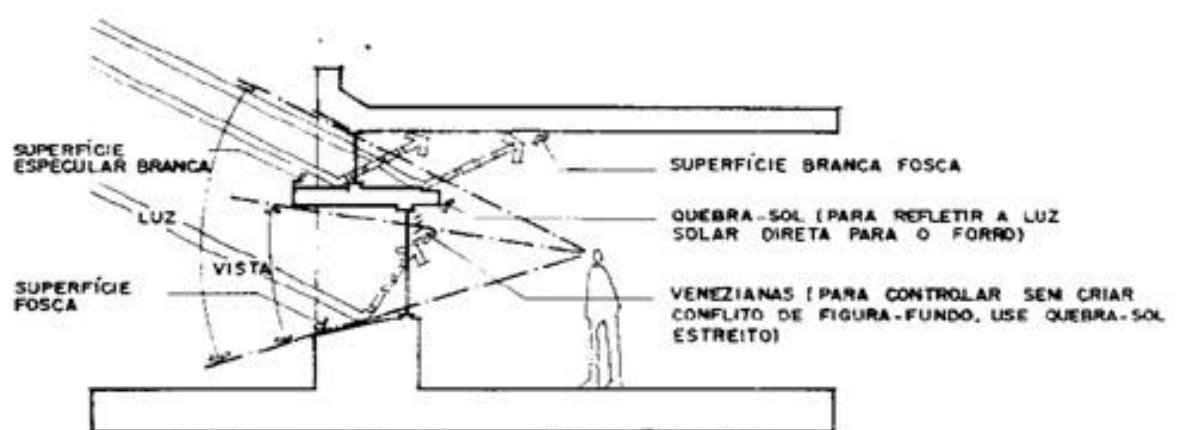


Figura 4: Funcionamento da prateleira de luz.

Fonte: Site Projeto de Escritório.

5.6. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

O projeto de iluminação deve focar em alta qualidade e alta eficiência energética de sistemas de iluminação. Além de considerar sistemas de controle, iluminação orientada à tarefa, integração com a iluminação natural, deve-se procurar também a utilização de equipamentos como luminárias, lâmpadas e reatores mais eficientes.

Os sistemas de controle também minimizam o consumo de energia elétrica. São eles:

- sistemas com controle fotoelétrico;
- sensores de ocupação;
- sistemas de programação de tempo.

As lâmpadas fluorescentes consomem até 60 vezes menos energia que as incandescentes, além de durar 10 vezes mais. Já as lâmpadas de LED, possibilitam 87% de economia no gasto de energia e na conta de luz. Uma lâmpada de LED usa menos energia que 25 lâmpadas incandescentes, e do que 2,5 lâmpadas fluorescentes. Outra vantagem das lâmpadas de LED sobre as fluorescentes é que elas não utilizam materiais nocivos como mercúrio ou vapor de mercúrio em sua composição, garantindo também benefícios à saúde das pessoas.

Outro fator importante na escolha de materiais para se refere aos cabos de energia. Os cabos livres de halogêneo possuem baixa emissão de fumaça e gases tóxicos. Em situações de emergência com fogo em edificações, 80% das mortes são causadas pelos materiais geradores de fumaça intensa.

Alguns softwares simulam as condições de iluminação artificial e natural do ambiente durante o projeto arquitetônico. São eles:

- Radiance e Desktop Radiance: Utiliza o método *ray-tracing*, que traça todos os raios de luz e constrói a luminosidade nas superfícies até certo limite de reflexões pré-estabelecido;
- Ecotect Analysis 2011: Simula a iluminação natural em ambientes através do cálculo do *Daylight Factor* (Fator de luz diurna). Embora não considere ofuscamento e luminância das superfícies, identifica problemas como luminância exagerada ou insuficiente;

- Apolux: Permite visualização semi-realista de ambientes;
- Troplux: Sua principal vantagem em relação aos outros é a adequação à realidade dos trópicos;
- Lux: Calcula a distribuição do Fator de Luz Diurna (FLD) em um ambiente interno e estima o consumo de energia elétrica para complemento da iluminação natural;
- Relux: Simula iluminação natural e artificial para ambientes internos e externos;
- DIALux: Permite modelar o ambiente luminoso a ser analisado. Pode-se calcular iluminação natural e artificial de ambientes internos e externos.

5.7. VENTILAÇÃO NATURAL

A ventilação cruzada é uma das técnicas mais eficientes de ventilação, pois exige apenas duas aberturas em paredes diferentes localizadas de acordo com a orientação dos ventos.

O peitoril ventilado permite a entrada de de ventilação abaixo da abertura. Devem ser instaladas telas para proteção contra mosquitos e elementos que barrem a entrada de ar no inverno.

Elementos como venezianas, proteções solares verticais ou outras saliências verticais nas aberturas podem auxiliar no direcionamento do fluxo de ar para o interior. Outro recurso para filtrar e controlar o fluxo de ar para o interior são os elementos vazados, como cobogós. Estes condutores bloqueiam ventos indesejáveis no inverno.

Recomenda-se também manter a altura do pé-direito acima de 2,70m para melhor circulação de ar.

5.7. ENERGIA

Deve-se desenvolver projeto arquitetônico que viabilize a opção do empreendedor e dos projetistas de instalações prediais em termos de compra ou geração de energia elétrica para os consumos da edificação. Essa decisão deve partir das fontes disponíveis identificadas em dados e informações e considerar os impactos de cada uma.

São opções de energia renovável a serem utilizadas:

- energia solar (painéis solares térmicos para o aquecimento de água e/ou calefação de ambientes, painéis solares fotovoltaicos para produção de eletricidade);
- energia eólica;
- valorização energética de dejetos;
- energia hidráulica;

- energia geotérmica;
- dentre outras.

Fig.1: Basic grid-tie system with OEM Wind Generator

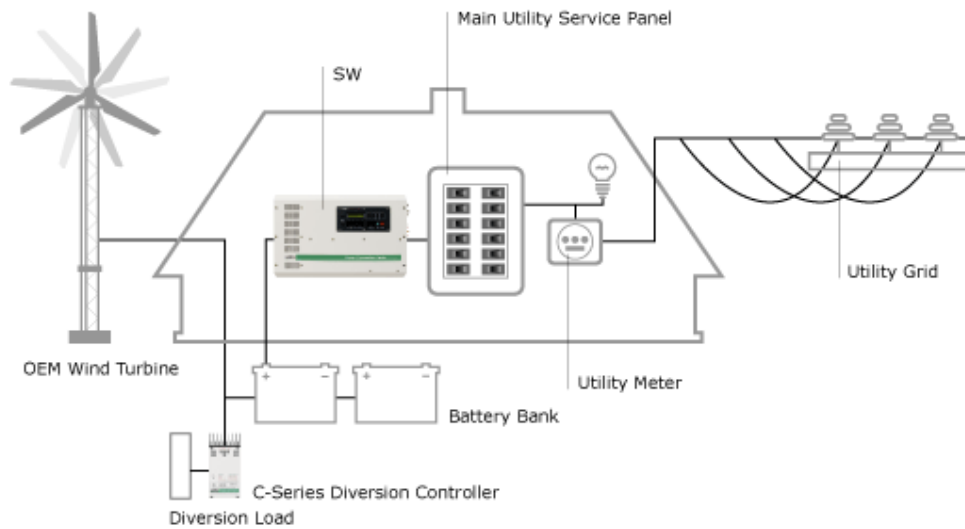


Figura 5: Esquema básico de uma turbina eólica residencial.

Fonte: Site Ok Solar

5.8. AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA

O aquecimento de água pode representar uma grande fatia do consumo de eletricidade em edificações. A grande maioria das residências brasileiras utiliza chuveiro elétrico e o seu consumo representa cerca de um quinto do consumo total da residência.

O sistema de aquecimento solar de água é a aplicação da energia solar mais usada no Brasil e no Mundo, e quase sempre este uso é para aquecer a água para banho. Basicamente o sistema é composto por coletores solares, que captam a energia solar para aquecer a água, e reservatórios térmicos, que armazenam a água aquecida para o consumo.

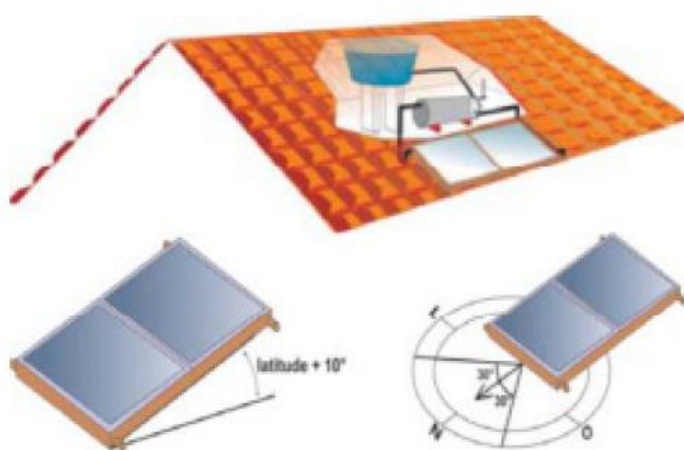


Figura 6: Sistema de aquecimento solar de água e orientação das placas.

Fonte: Selo casa azul, 2010.

No ante-projeto arquitetônico deverá haver a integração do sistema de aquecimento solar de água para consumo pré-dimensionado e projetado respeitando as diretrizes básicas estabelecidas pela norma NBR15569:2008 - Instalação de sistemas de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação.

A quantidade, dimensões e localização dos principais elementos do sistema de aquecimento solar deverão ser especificados em esquemas e diagramas afim

de apresentar a integração do sistema a arquitetura e o funcionamento do sistema.

O aquecimento solar de água, embora tenha alto custo de instalação, dá retorno em economia de energia em aproximadamente dois anos e meio de uso para uma família normal, e em menos tempo para grandes edifícios.

5.9. CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA

As águas de chuva são consideradas águas de qualidade, podem ser coletadas de telhados limpos e, após passarem por um processo inicial de descarte de sólidos e de primeiros escoamentos, são armazenadas e utilizadas em bacias sanitárias, máquinas de lavar roupas e limpeza de piso. Para manter a qualidade, o sistema de reuso não deve misturá-la com águas cinzas.

A água de reuso, ou águas cinzas, quando provenientes de lavatórios, tanques, banho e máquina de lavar roupas, devem passar por um tratamento biológico ou químico antes de serem armazenadas juntamente com as águas de escoamento de piso e telhado após também passarem por descarte de sólidos e de primeiros escoamentos. Essa água pode ser utilizada para irrigar jardins, e dependendo do nível de tratamento, em bacias sanitárias.

A escolha pelos sistemas que serão instalados, de acordo com o tipo de água que se deseja reaproveitar e para que fim, deve ser feita de forma a ter um melhor desempenho ambiental da edificação, eficiência de implantação, manter a salubridade dos usuários e ter viabilidade econômica.

Os principais sistemas de tratamento disponíveis para instalações prediais de reuso de água são o filtro de múltiplas camadas, o clorador de água (granulado ou pastilha), os emissores de raio UV, os ionizadores, o sistema “zona de raízes” (solos filtrantes ou Wetlands), as estações de tratamento compactas (sistemas modulares fabricados industrialmente), o septo difusor ou valas de infiltração (OLIVEIRA et al., 2007).

Vale ressaltar que, quando houver o uso de fontes alternativas, como água de reúso, águas pluviais ou águas subterrâneas, o monitoramento da qualidade da água deve ser contínuo, e os gestores e demais usuários precisam ser devidamente capacitados, resguardando a saúde das pessoas e o desempenho dos sistemas. A tabela a seguir possui a classificação dos parâmetros de qualidade da água a ser reutilizada conforme as atividades de uso:

Classe	Uso Previsto	Nível de tratamento sugerido	Parâmetros de qualidade da água de reuso	
Classe 1	Lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto do usuário com a água com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes.	Tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e cloração	Turbidez	< 5 NTU
			Coliformes fecais	< 200 NPM/ 100 ml
			Sólidos dissolvidos totais	< 200 mg/l
			pH	6 a 8
			Cloro residual	0,5 a 1,5 mg/l
Classe 2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.	Tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração de areis e desinfecção.	Turbidez	< 5NTU
			Coliformes fecais	< 500 NPM / 100 ml
			Cloro residual	> 0,5 mg/l
Classe 3	Reuso em descargas de bacias sanitárias – normalmente efluentes de enxágüe das máquinas de lavar roupas satisfazem aos padrões, sendo necessária apenas a cloração	Tratamento aeróbio seguido por filtração e desinfecção.	Turbidez	< 10 NTU
			Coliformes fecais	< 500 NPM / 100 ml
Classe 4	Reuso nos pomares, forragens, pastos para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou sistema de irrigação pontual.	As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.	Coliformes fecais	< 500 NPM / 100 ml
			Oxigênio dissolvido	>2,0 mg/l

Tabela 1: Classificação dos parâmetros de qualidade da água segundo os reusos previstos na NBR 13.969.

Fonte: ABNT, 1997 – Adaptação.

5.10. EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS

Existe atualmente no mercado brasileiro uma grande variedade de equipamentos hidráulicos que atende às necessidades dos usuários e promove o uso racional da água para as atividades a que se destina.

As bacias sanitárias convencionais podem consumir até 20 litros de água por acionamento. Já as bacias com caixa acoplada consomem em volta de 6 litros por ciclo. Pode-se optar também pelo sistema “Dual Flush”, que possui opção de acionamento com uso de 3 litros para líquidos e 6 litros para sólidos.

Para lavatórios, pias de cozinha e chuveiros, podem ser instalados dispositivos economizadores do tipo arejador, que melhora a dispersão da água de forma mais uniforme e reduz a vazão no ponto de consumo.

5.11. COBERTURAS

Os sistemas de cobertura geralmente estão em posição próxima ao plano horizontal, e por isso recebem incidência de radiação solar direta quase todo o período diurno. Para minimizar este aquecimento, fatores como a cor da superfície da cobertura, presença de ático (vão entre telhado e forro), telhado verde ou resfriamento evaporativo podem ser mais eficientes que o material da cobertura.

- **ÁTICO VENTILADO**

A circulação entre forro e cobertura ajuda a reduzir o fluxo de calor descendente (da cobertura para o ambiente interno) que ocorre durante o dia. Já durante a noite, a ventilação acelera o fluxo de calor ascendente (do ambiente interno para a cobertura), auxiliando na retirada de calor do ambiente interno.

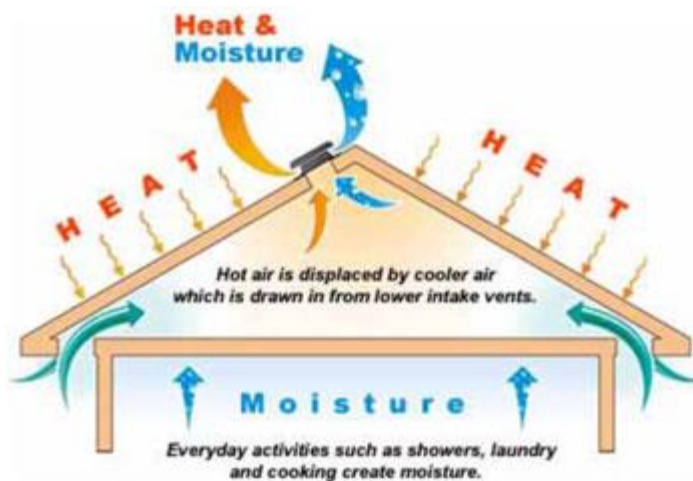


Figura 7: Funcionamento do ático ventilado.

Fonte: Solatube

- **TELHADO VERDE**

A presença de vegetação na cobertura resulta no grande atraso da ocorrência de picos de temperatura superficial assim como na redução desta, contribuindo para um menor aquecimento dos ambientes internos (VECCHIA,2015).

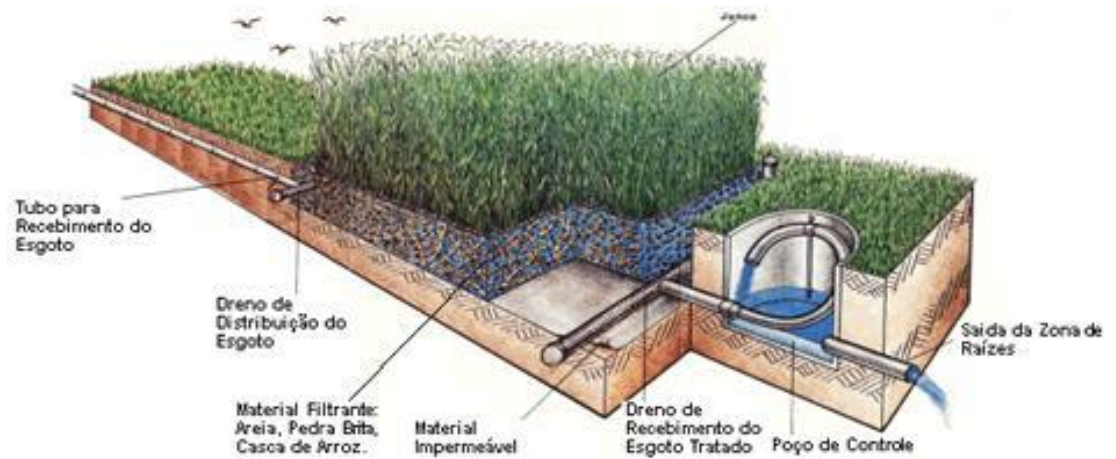


Figura 8: Estrutura do telhado verde.

Fonte: Desconhecida

- **RESFRIAMENTO EVAPORATIVO DAS SUPERFÍCIES EDIFICADAS**

Esta opção pode ser empregada para diminuir a temperatura das superfícies da edificação. O uso de telhas cerâmicas não vitrificadas é recomendado. Sua porosidade absorve a água da chuva, que é posteriormente evaporada com a incidência do sol. Assim a telha perde calor, reduzindo os ganhos térmicos por condução. Esse efeito pode ser obtido com o umedecimento periódico do telhado nos dias mais quentes, através de tubulações perfuradas instaladas próximas à cumeeira. As áreas pavimentadas próximas também podem ser molhadas.

5.12. CANTEIRO DE OBRAS

No momento da construção há um grande desperdício de materiais e geração de resíduos. Para combater isso é importante que os funcionários sejam treinados adequadamente para realizar suas atividades consumindo o mínimo de material possível e que, caso não seja reutilizado, descarte o material de forma a ser reaproveitado em outro processo externo.

Deve-se utilizar materiais temporários como formas, reutilizáveis, aplicar técnicas construtivas que geram menos desperdícios, utilizar resíduos de construção para estabilização de vias internas e preenchimento de base para pavimentação, empregar madeira com origem comprovada e controlar vazamentos de óleo e expansão de sedimentos para as vias que acabam a rede pluvial.

Quanto a gestão de resíduos no canteiro de obras, deve-se considerar:

- utilizar a terra decorrente de movimentações (cortes e aterros) no próprio terreno;
- monitoramento da geração de resíduos dos materiais e sistemas construtivos na fase de execução, minimizando o desperdício;
- favorecimento da triagem dos resíduos na fonte geradora, durante a execução;

- reúso e reciclagem dos resíduos provenientes dos materiais e sistemas construtivos no próprio empreendimento, durante a fase de execução, evitando o transporte dos mesmos e, após o esgotamento dessas possibilidades, buscar as alternativas no município ou outros próximos a ele;
- a não destinação de resíduos reutilizáveis ou recicláveis para aterros sanitários.

6. EXEMPLOS DE PROJETOS SUSTENTÁVEIS

Existem atualmente empreendimentos sustentáveis para os mais diversos usos, como comerciais, residenciais, corporativos e uso urbano. A seguir, são apresentados dois projetos internacionais, sendo um no Canadá e um na Austrália, com aplicação, dentre outras, de algumas técnicas apresentadas neste trabalho.

6.1. CENTRO DE CONVENÇÕES EM VANCOUVER



Figura 9: Vista aérea do Centro de Convenções de Vancouver

Fonte: [PWL Partnership](#)

O Centro de Convenções de Vancouver no Canadá, inaugurado em 2009, foi o primeiro Centro de Convenções no mundo a receber o mais alto nível de certificação LEED, o LEED Platinum. Projetado acima do mar, possui um sistema

de aquecimento e refrigeração, onde a água do mar é bombeada e a troca de calor controla a temperatura interna do edifício.

O telhado verde possui 400 mil plantas nativas, proporcionando habitat natural de aves, insetos, e pequenos mamíferos. A irrigação é feita com a água da chuva, que abastece os reservatórios durante boa parte do ano. O complexo ainda possui 37.000 m² de calçadas, ciclovias, espaço público aberto e praças.

Além disso, o complexo possui:

- Sistema de drenagem de água da chuva;
- tratamento de água cinza, onde conseguiu reduzir o consumo de abastecimento de água em 72,6%;
- sistema de reciclagem com média de 180 mil kg de materiais de resíduos gerados no edifício;
- sistema de aquecimento e de refrigeração que aproveita a água do mar para produzir refrigeração para o edifício durante os meses mais quentes e aquecimento nos meses mais frios;
- ventilação controlada conforme demanda, espaço ventilados apenas quando estão sendo ocupados; luz natural e ventilação maximizada em todo o edifício;
- iluminação artificial de alta eficiência energética; utilização de materiais locais e baixo COV em todo edifício.

6.2. CASA POSITIVA EM CARBONO



Figura 10: Fachada da casa positiva em carbono.

Fonte: Archibox.

A casa de 75 metros quadrados, projetada pela empresa australiana Archibox, está localizada em Melbourne, na Austrália. Chamada de Archi+ Carbon Positive House, a casa foi projetada para produzir mais energia do que usa. Sua construção, por exemplo, se beneficia da própria natureza para economizar eletricidade: as janelas são largas para facilitar a entrada da luz solar e a posição das suas paredes ajuda na ventilação para refrescar os dias mais quentes. Os painéis internos são móveis e adaptáveis, permitindo dividir espaços e criar novos ambientes, e o gramado no teto isola os raios solares.

A empresa também instalou uma "parede comestível", que, na verdade, é composta de diversos vasos em que ervas e frutinhas podem ser plantadas pelo morador. Outro fator importante dentro da moradia é o seu sistema de reciclagem de água. Todos os materiais utilizados na casa são sustentáveis e não possuem qualquer tinta tóxica.

7. DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO DE PRINCÍPIOS SUSTENTÁVEIS

A indústria em geral, e a da construção civil em particular, demorou para começar a discutir e enfrentar os problemas de sustentabilidade. Apesar de a construção civil ser a indústria que mais consome recursos naturais e gera resíduos, não tinha sido colocada como uma indústria com problemas de sustentabilidade, até meados da década de 1990.

Durante muito tempo se acreditou que “sustentabilidade custa caro”, ou que “sustentabilidade é para grandes empresas”. Mas essas idéias são ultrapassadas e devem ser abandonadas o mais rápido possível, sob o risco das microempresas perderem competitividade frente a concorrentes que venham preparados para atender às demandas dos mercados por uma produção mais limpa e socialmente justa. (Marcondes, 2012)

De acordo com Isoldi (2007, p. 301), a opção pela arquitetura e construção sustentável, que inclua diferentes dimensões, é uma opção que requer mudanças. Mudanças na maneira de agir, de pensar, de perceber a realidade, de propor soluções e, igualmente, requer uma postura profissional e pessoal, baseada na ética, na criatividade para busca de soluções e na preocupação com o homem e com seu futuro na terra.

Para os estudiosos sobre o tema, a transformação da arquitetura atual para uma arquitetura sustentável não acontecerá de imediato e vai requerer um longo

processo de tentativa e erro , esforço, recursos, vontade e criatividade, estendido a várias direções para que esta se concretize (McDonough; Braungart, 2002, p. 181).

8. CONCLUSÃO

Pode-se dizer que um empreendimento sustentável devolve ao meio ambiente todo ou parte dos recursos que utilizou, e garante uma boa qualidade de vida a quem viva ou atua nele e suas imediações. O ideal de sustentabilidade total, onde toda retirada e uso de recursos naturais é retornado, ainda é muito difícil. Contudo, a adoção de práticas sustentáveis é a única saída para diminuirmos a degradação ambiental que vem ocorrendo nos últimos anos.

É preciso haver uma conscientização da população em relação aos danos já causados ao meio ambiente e dos que ainda estão sendo provocados. É indispensável que um projeto seja desenvolvido tendo como premissa o uso racional dos recursos naturais, minimizando o consumo de recursos naturais e o consumo durante o uso.

Este estudo apresenta as principais questões projetuais e soluções práticas que visam a redução do consumo de energia e água, conceitos bioclimáticos e uso de materiais sustentáveis. Espera-se que haja uma visualização da população e profissionais a aplicação da prática sustentável desde a concepção do projeto, até sua construção e uso.

São diferenciais cada vez mais importantes para as empresas que construam empreendimentos que não degradem o meio ambiente, promovam a inclusão social e participem do desenvolvimento da comunidade de que fazem parte. Estudos comprovam que as empresas que cultivam uma forte imagem de responsabilidade social apresentam melhor desempenho financeiro, inclusive no mercado acionário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENEDITO ABBUD (São Paulo). Grupo de Trabalho de Sustentabilidade Asbea. **Guia Sustentabilidade na Arquitetura: Diretrizes de escopo para projetistas e contratantes**. São Paulo: Prata Design Gráfico, 2012. 132 p.

BOOF, Leonardo. **Sustentabilidade - O que é - O que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

INOVATECH ENGENHARIA (São Paulo). **Certificações**. 2015. Disponível em: <<http://www.inovatechengenharia.com.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

ISOLDI, André Rosilaine. **Tradição, inovação e sustentabilidade: desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção**. 2007. 334 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

JOHN, Vanderley Moacyr; OLIVEIRA, Daniel Pinho; LIMA, José Antônio Ribeiro – **Levantamento do estado da arte: Seleção de Materiais – Documento 2.4** – Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável – Projeto FINEP 2386/04 – São Paulo, 2007.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Procel Edifica, 2012. 382 p. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Livro - Eficiência Energética na Arquitetura.pdf](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Livro_Eficiencia_Energética_na_Arquitetura.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2016.

LEÃO, Netuno; ALENCAR, Carla; VERÍSSIMO, Adalberto. **Belém Sustentável**. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Belém: 2007, 140p.

McDONOUGH, W. **The Hannover principles: design for sustainability**. New York: Willian McDonought Architects, 1992.

MÜLFARTH, Roberta Consentino Kronka. **Arquitetura de baixo impacto humano e ambiental**. 2002. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

PRIORI JUNIOR, Luiz; MENEZES, José Roberto de. **Construção Sustentável: potencialidades e desafios para o desenvolvimento sustentável na construção civil**. Recife, Sindicato da indústria da construção civil de Pernambuco. Pernambuco: 2008. Disponível em <http://www1.sindusconpe.com.br/cms/export/sites/default/sinduscon/pt/arquivos/Manual_CS.pdf >. Acessado em 12/01/2016.

RIBEIRO, Luciana Pagnano. **Conforto Térmico e a Prático do Projeto de Edificações: recomendações para Ribeirão Preto**. 2008. 213 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2008.

SANTOS, Simone Souza. **Arquitetura e gestão ambiental: um projeto como instrumento para a promoção da sustentabilidade**. 2012. 73 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Ambiental, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2012.

SERRADOR, Marcos Eduardo. **Sustentabilidade em Arquitetura: Referencias para Projeto**. 2008. 271 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

VECCHIA, F. A. S. **COBERTURA VERDE LEVE (CVL): ensaio experimental**. In: VIII Encontro Nacional e IV Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Maceió: 2005