

Monografia

"APLICAÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE EM CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS"

Autora: Priscila de Oliveira Tavares
Orientadora: Profa. Dra. Carmem Couto Ribeiro

Janeiro/2010

PRISCILA DE OLIVEIRA TAVARES

**"APLICAÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE EM
CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS "**

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

Ênfase: Materiais de Construção
Orientadora: Profa. Dra. Carmem Couto Ribeiro

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2010

“Nenhuma casa deveria ser colocada sobre uma colina ou sobre qualquer outra coisa. Ela tem que ser parte da colina, pertencer a ela.”

Frank Lloyd Wright

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo apoio e incentivo constante, Douglas por estar presente em minha vida e à professora Carmem pela enorme disponibilidade, orientação e conhecimentos transmitidos.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 01 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 03 |
| 2.1 Histórico..... | 03 |
| 2.2 Contextualização | 07 |
| 2.3 Eficiência energética..... | 08 |
| 2.4 Conforto ambiental na arquitetura | 09 |
| 3. METODOLOGIA | 16 |
| 3.1 Seleção de Materiais | 16 |
| 3.1.1 Produtos certificados | 16 |
| 3.1.2 Ciclo de vida e energia incorporada..... | 20 |
| 3.1.3 Reciclagem | 21 |
| 3.2 Técnicas construtivas | 23 |
| 3.2.1 Uso da cor | 23 |
| 3.2.2 Sistemas de aproveitamento de água da chuva | 23 |
| 3.2.3 Energia elétrica fotovoltaica | 26 |
| 3.2.4 Painéis solares para aquecimento da água | 27 |
| 4. PROJETO | 28 |
| 5. CONCLUSÃO | 31 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | 32 |
| 7. ANEXO | 34 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 01 - Logomarca IBAMA e INMETRO..... | 05 |
| Figura 02 - CENPES II – Centro de Pesquisa da Petrobrás..... | 06 |
| Figura 03 – Janelas basculantes..... | 11 |
| Figura 04 – Influência da vegetação na ventilação de uma edificação..... | 12 |
| Figura 05 – Disposição das aberturas otimizando a circulação de ar..... | 13 |
| Figura 06 – Figura esquemática e foto de uma janela com light shelf..... | 15 |
| Figura 07 – ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia)..... | 17 |
| Figura 08 – Selos de eficiência energética CONPET E PROCEL..... | 18 |
| Figura 09 – Símbolo internacional da Reciclagem..... | 22 |
| Figura 10 – Sistema de captação de água da chuva em coberturas..... | 24 |
| Figura 11 – Reservatórios superior e inferior para captação de água pluvial..... | 25 |
| Figura 12 – Sistema de energia fotovoltaico integrado com rede elétrica convencional..... | 26 |
| Figura 13 – Esquema de um sistema solar de aquecimento de água..... | 27 |
| Figura 14 – Projeto – Planta Baixa..... | 29 |
| Figura 15 – Projeto – Corte Longitudinal..... | 30 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 01 – Energia incorporada de diferentes materiais..... | 21 |
|--|----|

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACV – Análise do Ciclo de Vida

BREEAM – Environment Assessment Method

CASBEE – Comprehensive Assessment System for Building Environment Efficiency

CNUMA - Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

Conpet – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural

ENAC - Encontro Nacional sobre Conforto no Meio Ambiente Construído

ENCE - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

LEED – Leadership in Energy and Environment Design

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

NBR - Norma Brasileira

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente

Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

SBAC - Sistema Brasileiro de Avaliação e Conformidade

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

USGBC – United States Green Building Council

RESUMO

A divulgação do conceito de sustentabilidade vem sendo ampliada por meio de conferências, legislação ambiental e certificação de produtos. A principal razão para a disseminação dessa nova forma de desenvolvimento deve-se às conseqüências da degradação que temos causado ao meio ambiente.

A geração de impactos ambientais afeta diretamente questões econômicas, sociais e ambientais, o que vem suscitando a ação tanto de políticas públicas como da iniciativa privada na proposição de ações estratégicas, visando à redução desses impactos.

Existem sistemas de certificação, tais como BREEAM (Reino Unido), CASBEE (Japão), HQE (França), LEED (EUA), que avaliam o desempenho econômico, a gestão do uso da água, energias naturais, resíduos, poluição, gestão ambiental e qualidade do ambiente interno de uma edificação sustentável. As construções são certificadas se cumprirem os requisitos pré-estabelecidos. A escolha de materiais ambientalmente corretos, de origem certificada, é outro fator que agrega valor ao produto, ao contribuir para limitar a poluição e as emissões de gases e resíduos.

A introdução de técnicas para obtenção de conforto e eficiência energética contribui para o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis quando aplicadas de maneira integrada, seguindo um conceito sistêmico de sustentabilidade. O propósito é buscar, através de técnicas de conservação de energia e energias renováveis, o desenvolvimento de um projeto coerente e articulado com o local onde será implantado.

Palavras-chave: sustentabilidade, certificação, conforto ambiental, eficiência energética

ABSTRACT

The wide spread of a sustainability concept has been made through conferences, environmental laws and product certifications. The main reason for the spread of this new way of development refers to the consequences of the degradation men have caused to the environment.

The generation of environmental impacts affects directly the economic, social and environmental issues, bringing about both public and private policies to propose strategic actions in order to reduce these impacts.

There are certification systems such as BREEAM (United Kingdom), CASBEE (Japan), HQE (France), LEED (USA), that analyze the economic performance, the management of water use, natural energy, waste, pollution, environmental management, and quality of internal space of a sustainable building. The constructions are certified if they fulfill the pre-established requirements. The choice of environmentally friendly materials, from certified producers, is another issue that adds value to the product, by helping in the decrease of pollution and the emission of greenhouse gas and waste.

The introduction of techniques to obtain comfort and energy efficiency contribute to the use of available natural resources, if applied in an integrated way, following the systemic concept of sustainability. The purpose is to seek, through techniques of energy conservation and renewable energy, the development of a consistent project cohesive with the place it will be built.

Keywords: sustainability, certification, environmental comfort, energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

O Desenvolvimento Sustentável, que tem como objetivo alcançar o atendimento às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras em atender suas próprias necessidades, embora largamente difundido, ainda vem sendo pouco empregado na indústria da construção civil. Hoje temos em nossa legislação diversas referências sobre a importância da aplicabilidade de suas propostas, além de um número crescente de órgãos de controle e avaliação (BREEAM, CASBEE, LEED) que auxiliam no desenvolvimento de ações, metodologias e práticas sustentáveis.

Destacamos aqui algumas premissas para concepção e planejamento de construções sustentáveis como a escolha de materiais ambientalmente corretos, de origem certificada e com baixas emissões de CO₂; a preocupação com a implantação das edificações, suprimindo menores áreas de vegetação e adequando a edificação ao entorno e climas locais e o uso de matérias primas que contribuam com a eficiência do processo.

Propomos neste trabalho, fazer um estudo de algumas alternativas simples, porém muito eficazes, para implantação de medidas sustentáveis em projetos residenciais. Temos, por exemplo, uma gama enorme de produtos certificados, técnicas construtivas e requisitos que, se aplicados, eliminam o desperdício, diminuem a poluição e a geração de resíduos e contribuem para um consumo consciente de água e energia.

Assim, o objetivo é a introdução progressiva da sustentabilidade, partindo de premissas básicas, quais sejam a busca por soluções integradas já na fase de projeto, compatibilizando as soluções dos projetos arquitetônicos e complementares e, assim, identificando as possíveis interferências, reduzindo-as, ou mesmo eliminando-as, antes da execução do empreendimento, já que as fases de concepção e planejamento têm menores custos e as maiores possibilidades de intervenção com foco na sustentabilidade. A partir daí, daremos exemplos de aplicações de técnicas de conforto ambiental, integração entre os meios interior/exterior e com o entorno imediato da construção, indicação de otimização em projetos elétricos e hidráulicos

que minimize o impacto dessas instalações, medidas que contribuem para o desempenho econômico das construções e da qualidade dos serviços prestados.

Por fim, elaboraremos um projeto arquitetônico de uma residência seguindo os princípios de produtividade - edificações econômicas e o bem-estar social - e atendendo, sempre que possível, aos requisitos de adequação ambiental, viabilidade econômica, social e cultural.

Serão abordadas também, as seguintes questões: escolha de materiais ambientalmente corretos, de origem certificada e com baixas emissões de CO₂; seleção de materiais que propiciem menor geração de resíduos durante a fase de obra; o cumprimento de normas de desempenho e o atendimento de normas de segurança de todos os produtos relacionados com a execução da obra.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Histórico

A questão ambiental discutida hoje é consequência dos problemas do impacto ambiental que temos sofrido, da crise energética e do uso indiscriminado dos recursos naturais. A preocupação com o conforto ambiental e consumo de energia têm incentivado a busca por ações estratégicas que diminuam a degradação e os desequilíbrios causados no meio ambiente. Entre os países pioneiros na implementação desse tema estão a Inglaterra, Alemanha e Holanda que, além de aplicarem programas governamentais incentivando práticas sustentáveis, possuem normatização bastante desenvolvida, e influenciam fortemente outros países, na execução dessas medidas.

A primeira conferência de escala global que tratou sobre as relações do homem e do meio ambiente foi realizada em Estocolmo/Suécia em 1972. Em 1992 foi realizada na cidade do Rio de Janeiro/Brasil a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMA) - Rio 92, na qual foram discutidas metas e definidos acordos a fim de conciliar o desenvolvimento humano com a conservação e proteção do meio ambiente. Nessa reunião foi introduzida a idéia de desenvolvimento sustentável – conceito extraído do Relatório Brundland/“Nosso futuro comum”¹ (1987). O principal produto dessa reunião foi a Agenda 21, plano de ação a ser elaborado por cada país, com o objetivo de formular um novo padrão de desenvolvimento, buscando conciliar justiça social, crescimento econômico e proteção ambiental. Em 2002 tivemos a Rio +10 na cidade de Johannesburgo/África do Sul, que não conseguiu grandes acordos, assim como a COP-15 – 15ª Conferência sobre Mudança Climática, realizada em 2009 em Copenhague/Dinamarca. O objetivo dessa reunião era a

¹. Desenvolvimento sustentável é “O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais”.

elaboração de um novo documento para substituir o Protocolo de Kyoto², válido até 2012.

No Direito Ambiental Brasileiro encontramos normas jurídicas relacionadas com questões ambientais, sobretudo definindo os procedimentos necessários para a obtenção do licenciamento de atividades, parâmetros de usos e penalidades aplicadas no caso de não cumprimento das imposições. O desenvolvimento sustentável é citado como direito de todos e garantido através da implementação da política urbana instituída pelo Estatuto da Cidade.

“Art. 225 – Todos têm direito a um 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”³.

“Art. 2º – A política urbana tem por objeto ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações(…)”⁴.

O IBAMA, autarquia federal vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), foi criado em 1989 e tem como finalidade a execução da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) instituída pela Lei 6938/1981, exercendo o controle e a fiscalização sobre o uso dos recursos naturais. Essa lei criou órgãos como o SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) e o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) para dar suporte institucional e técnico para gestão ambiental no país.

Diante de um número cada vez maior de normas e de uma legislação ambiental cada vez mais exigente, ainda nos faltam diretrizes definindo os meios e processos

² Protocolo de Kyoto – Tratado internacional que visa controlar o aquecimento global através da redução dos gases que agravam o efeito estufa. Foi elaborado em 1997 no Japão e ratificado em 2005.

³ Constituição Federal do Brasil, 1989.

⁴ Estatuto da Cidade, Lei 10.257/2001.

necessários para se alcançar o desenvolvimento sustentável. A implementação de políticas em âmbito municipal, através do Plano Diretor, é uma iniciativa do governo que produz efeitos locais a curto prazo e, se bem monitorado e aplicado, produz também efeitos positivos em termos globais.

Uma forma de regulamentar e definir a normalização com o objetivo de impulsionar a implementação de programas sustentáveis é através da certificação de produtos, materiais e projetos. Surgidas na década de 90, têm por objetivo a avaliação dos produtos e o seu processo de produção, para verificar se atendem a regulamentos específicos, garantindo não só a preservação do meio ambiente, como também a qualidade, segurança e saúde em todo o processo.

No Brasil o Inmetro é responsável por uma série de avaliações e certificações, efetuadas pelo Sistema Brasileiro de Avaliação e Conformidade (SBAC) enquanto que a certificação de projetos e edificações é feita através do Green Building Council Brazil.



Figura 01 - Logomarca IBAMA e INMETRO

Fonte: <http://www.ibama.gov.br/>

<http://www.inmetro.gov.br/imprensa/marca.asp>

O conceito de “edifício inteligente”, caracterizado pela tecnologia e eficiência energética, foi substituído pelo de “edifício sustentável,” caracterizado por menor impacto ambiental e menor dependência tecnológica. O objetivo principal é a disseminação de políticas que procurem adotar a proteção ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais. Pretende-se, com essas estratégias, a redução do

uso de matérias-primas, o aumento da reutilização e o incentivo ao reaproveitamento e à reciclagem.

Hoje encontramos nos editais de concursos de arquitetura requisitos relativos à eco-eficiência. Exemplo disso ocorreu no concurso para o projeto da CENPES II da Petrobrás. Essa valorização constante e cada vez mais freqüente do conforto ambiental, aproveitamento dos recursos locais e integração com o entorno também são demonstradas pelo número crescente de conferências e fóruns de discussão. É o caso do Encontro Nacional sobre Conforto no Meio Ambiente Construído (ENAC), que acontece a cada dois anos.



Figura 02 - CENPES II – Centro de Pesquisa da Petrobrás – Ilha do Fundão – Baía de Guanabara/RJ – autoria Zanettini Arquitetura S/A e co-autoria José Wagner Garcia

Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/siegbert-zanettini-e-jose-wagner-garcia-centro-de-19-12-2006.html>

2.2 – Contextualização

A difusão de uma nova forma de desenvolvimento econômico baseado no equilíbrio entre sustentabilidade econômica, social e ambiental tem como objetivo a adoção de práticas e processos produtivos que integrem o meio ambiente, adaptando-o para as necessidades de uso, produção e consumo humano.

Uma edificação sustentável “busca integrar aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana com a preocupação principal de preservá-los para que os limites do planeta e a habitabilidade e a capacidade das gerações futuras não seja comprometida” (Guia da sustentabilidade, 2008). Pretende-se, com isso, a introdução progressiva da sustentabilidade através da incorporação de conceitos e práticas que visem à harmonia entre ambiente natural e construído.

Algumas premissas são listadas para concepção e planejamento de construções sustentáveis, tais como a escolha de materiais ambientalmente corretos, de origem certificada e com baixas emissões de CO₂; materiais que propiciem menor geração de resíduos durante a fase de obra; a supressão de menores áreas de vegetação, o aproveitamento da água. Destacamos também o cumprimento de normas de desempenho e segurança.

O ciclo de vida de uma edificação divide-se em

1. Concepção;
2. Planejamento/Projeto;
3. Construção/Implantação;
4. Uso/Ocupação;
5. Requalificação/Desconstrução/Demolição

As fases de concepção e planejamento têm menores custos e as maiores possibilidades de intervenção com foco na sustentabilidade (Guia da sustentabilidade, 2008). Durante a elaboração do projeto, buscam-se eliminar possíveis impactos negativos sociais e ambientais, que podem ser gerados pelo empreendimento.

Princípios da construção sustentável:

1. Aproveitamento das condições naturais locais;
2. Utilização do terreno de maneira eficiente , integrado com o ambiente natural;
3. Implantação e análise do entorno;
4. Redução de impactos no entorno (paisagem, temperaturas, concentração de calor);
5. Qualidade ambiental interna e externa;
6. Gestão sustentável da implantação da obra;
7. Adaptação às necessidades atuais e futuras dos usuários;
8. Uso de matérias primas que contribuam com a eco-eficiência do processo;
9. Redução do consumo energético;
10. Redução do consumo de água;
11. Cuidados em reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
12. Introdução de inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
13. Educação ambiental.

2.3 – Eficiência energética

O objetivo da busca da eficiência energética é obter serviços com baixo dispêndio de energia. E um melhor aproveitamento das condições do local – temperatura, ventilação, iluminação, topografia - pode ser obtido pelo planejamento apropriado de detalhes da edificação. Assim, os materiais escolhidos, o paisagismo, a orientação e a escolha da tipologia exercem grande influência sobre as condições de conforto de um lugar.

Exemplo disso é a escolha adequada da localização das aberturas em uma construção, visando a melhorar a ventilação cruzada, bem como a criação de dispositivos de sombreamento para evitar a penetração de radiação solar durante o verão e explorar sua entrada nos períodos frios, aquecendo passivamente os ambientes

O vento, entendido como o “deslocamento das massas de ar da área de maior pressão (ar mais frio e pesado) para a de menor pressão atmosférica (ar quente e leve)”, também pode ser controlado, na etapa de planejamento da obra.

Outro item a ser observado refere-se à forma arquitetônica - importante variável para as condições interiores de conforto e, em consequência, para o desempenho energético das edificações. Os materiais dos fechamentos externos são relevantes para definir a estrutura térmica e a qualidade da iluminação natural da habitação (LAMBERTS, 1997). Quanto às proteções externas, deve ser considerado um dimensionamento que garanta a redução da incidência solar sem, contudo, interferir com a luz natural.

Esses cuidados irão determinar caminhos que incidirão em escolhas quanto ao controle da luz elétrica, através da distribuição racional dos circuitos, permitindo acionamentos independentes das luminárias, proporcionando a redução do consumo de energia (o controle pode ser automático, através de sensores de ocupação, de sistemas de controle fotoelétrico e ainda por sistemas de programação de tempo).

2.4 – Conforto ambiental na arquitetura

Estudos sobre eficiência energética e conforto ambiental apontam princípios básicos a serem seguidos durante a elaboração dos projetos e execução das obras. Algumas premissas dizem respeito às técnicas construtivas e sua adequação ao clima local. Outras descrevem a tipologia de aberturas, apontando o grau de adequação, a depender da função e atividade que o edifício assumir. Dentro dessa dinâmica e desse princípio de sustentabilidade ambiental, todas as construções deveriam, por princípio, ser projetadas para um meio ambiente social e físico específico, para um determinado clima e tempo.

Em países com clima quente ou muito quente, a edificação deve se tornar um bom dissipador de calor. As edificações com grandes proporções entre área de superfície e volume e com paredes voltadas para o sol devem ser protegidas da radiação solar direta por varandas, sacadas e amplos beirais. As plantas baixas mais amplas (formato longo e esbelto) promovem uma boa ventilação cruzada dos recintos para resfriamento.

Orientação solar - As edificações devem ser posicionadas de acordo com a função e o objetivo a que se destinam: captação de vento, luz, radiação solar. A orientação

mais difícil é a oeste, porque o sol baixo do oeste coincide com a parte mais quente do dia (o meio da tarde), fazendo do superaquecimento dos espaços da face oeste no verão uma probabilidade, exceto nas altas altitudes. Uma orientação oeste deve ser evitada se possível, pelo seu potencial de superaquecimento (ROAF, 2006).

Materiais - A escolha dos materiais de construção afeta o impacto ambiental de uma edificação, assim, deve-se buscar a seleção de materiais e componentes que estejam o mais perto possível de seus estados naturais. O transporte e a vida útil do produto influem na energia incorporada. Quanto mais locais e menos processados forem os materiais, menor será o transporte, a energia de fabricação e a poluição, mais saudáveis serão e melhor será para o mercado de trabalho local (ROAF, 2006). Como regra geral para os materiais, a escolha deve recair para aqueles que tenham o mínimo de processamento, produtos não tóxicos e encontrados na região. Devem, sobretudo, ser duráveis e adequados ao uso a que se destinam. Observa-se, também, a contribuição do material na redução do impacto ambiental, avaliando o seu potencial de reutilização se a edificação for demolida, evitando, ao máximo, o uso de materiais artificiais. Entretanto, usados em pequenas quantidades, plásticos e metais podem trazer benefícios, aumentando a vida útil da edificação.

Casa de energia zero - É a edificação que produz toda a energia que será consumida. O objetivo é a independência em relação a energia elétrica, fontes hidráulicas e redução das emissões de CO₂ através do uso de técnicas de conservação de energia e sistemas solares ativos e passivos. A expectativa é a redução gradual das necessidades de energia, aproveitando as características do meio ambiente onde está inserida a edificação, a integração dos sistemas solares e fotovoltaicos de aquecimento de água e a escolha criteriosa de materiais para paredes e pisos.

Janelas – Devem-se projetar as janelas segundo o propósito específico a que se destinam, seja o ganho solar, a iluminação, a ventilação ou a vista. A tipologia a ser especificada (basculante, máximo-ar, venezianas etc) depende da otimização do fluxo de ar necessário, assim como a demanda de iluminação e ventilação (para a luz penetrar no fundo de uma sala, devem ser usadas janelas altas pois permitem que o calor escape da parte mais alta dos recintos, estimulando, assim, a circulação de ar

nos dias com menos vento (ROAF, 2006)). Quando destinada ao acondicionamento térmico, uma janela pode ter várias camadas e, mais uma vez, a orientação solar deve ser observada. Para evitar o sobreaquecimento, deve-se prever o sombreamento e proteção de todas as janelas.



Figura 03 – Janelas basculantes seleciona a quantidade de ventilação necessária para o ambiente sem interferirem com a luminosidade do local

Fonte: Espacios Luminosos

Coberturas - Durante o desenvolvimento de um projeto devemos considerar a forma dos telhados, de modo a não criar pressões negativas em locais inapropriados. Uma maneira de controlar o impacto dos ventos nas fachadas é através do uso de sacadas. A vegetação também é uma barreira de proteção contra os ventos.

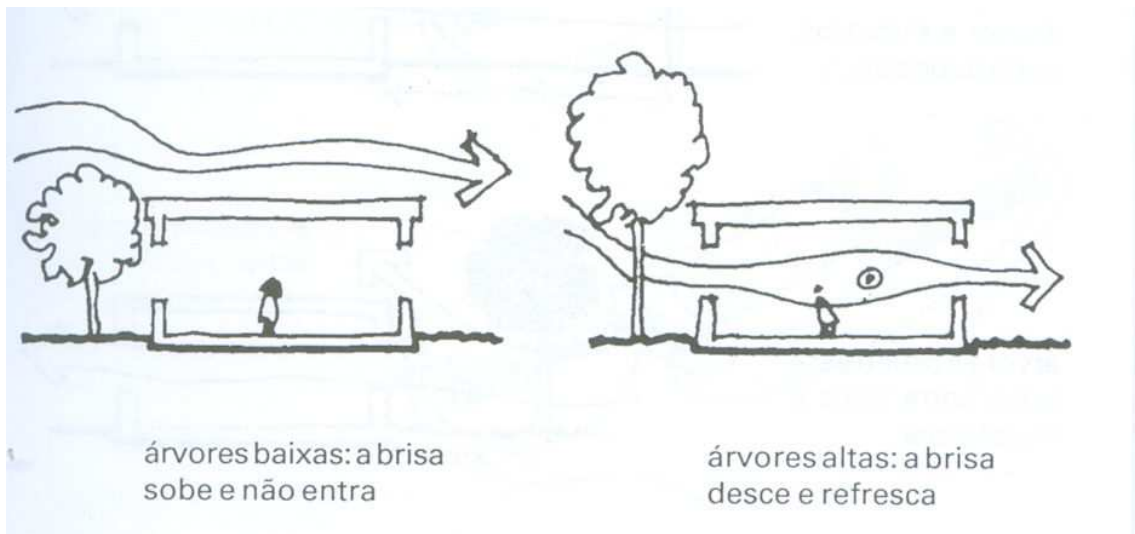


Figura 04 – Influência da vegetação na ventilação de uma edificação

Fonte: Manual do Arquiteto descalço

Umidade - Devem ser observados recursos que evitem a formação de umidade, possibilitando a entrada de ar fresco na edificação através da ventilação adequada dos ambientes. Zonas úmidas devem ser projetadas, sempre que possível, para o lado externo das construções e, em casos de áreas com pouca ou nenhuma ventilação, deve-se propor a escolha de materiais capazes de absorver umidade. A construção de vestíbulos, varandas e câmaras de ar possibilitam a alteração da temperatura do ar antes que ele penetre no ambiente.

Os climas úmidos e quentes são os mais difíceis de condicionar, pois o único modo de remover a umidade é aumentando o fluxo de ar sobre ela (ROAF, 2006).

Odores - Ressaltamos que a ventilação, além de controlar a umidade, visa também ao controle de odores nos ambientes. A forma como o recinto é mobiliado afeta a permanência ou não dos odores. Nesse caso, a disposição de portas e janelas influencia decisivamente nas trocas e renovação do ar do local.

Temperatura - As pessoas se aclimatam às temperaturas dos ambientes. O quanto se sintam aquecidas ou com sensação de frio depende de como a temperatura esteve nos últimos três ou quatro dias. Elas podem levar de duas a três semanas para se adaptarem a um clima completamente novo (ROAF, 2006).

Se o ar que entra em uma casa for quente demais para ser usado como meio de

resfriamento por convecção para as pessoas que estão dentro da casa, então, uma solução possível é o condicionamento passivo do ar antes do seu ingresso na casa (ROAF, 2006) através de quebra-ventos, vegetação, lagos de resfriamento. Outros elementos usados para o condicionamento passivo do ar externo são a cobertura verde, barreiras de som, armadilhas de sol e coletores de vento.

Ventilação - Um sistema eficiente de ventilação é aquele onde há uma boa corrente de ar cruzando a sala, evitando que a brisa se dissipe. A compartimentação de uma construção impede a livre circulação de ar dentro dela e, por isso, desconecta a construção do clima externo (ROAF, 2006).

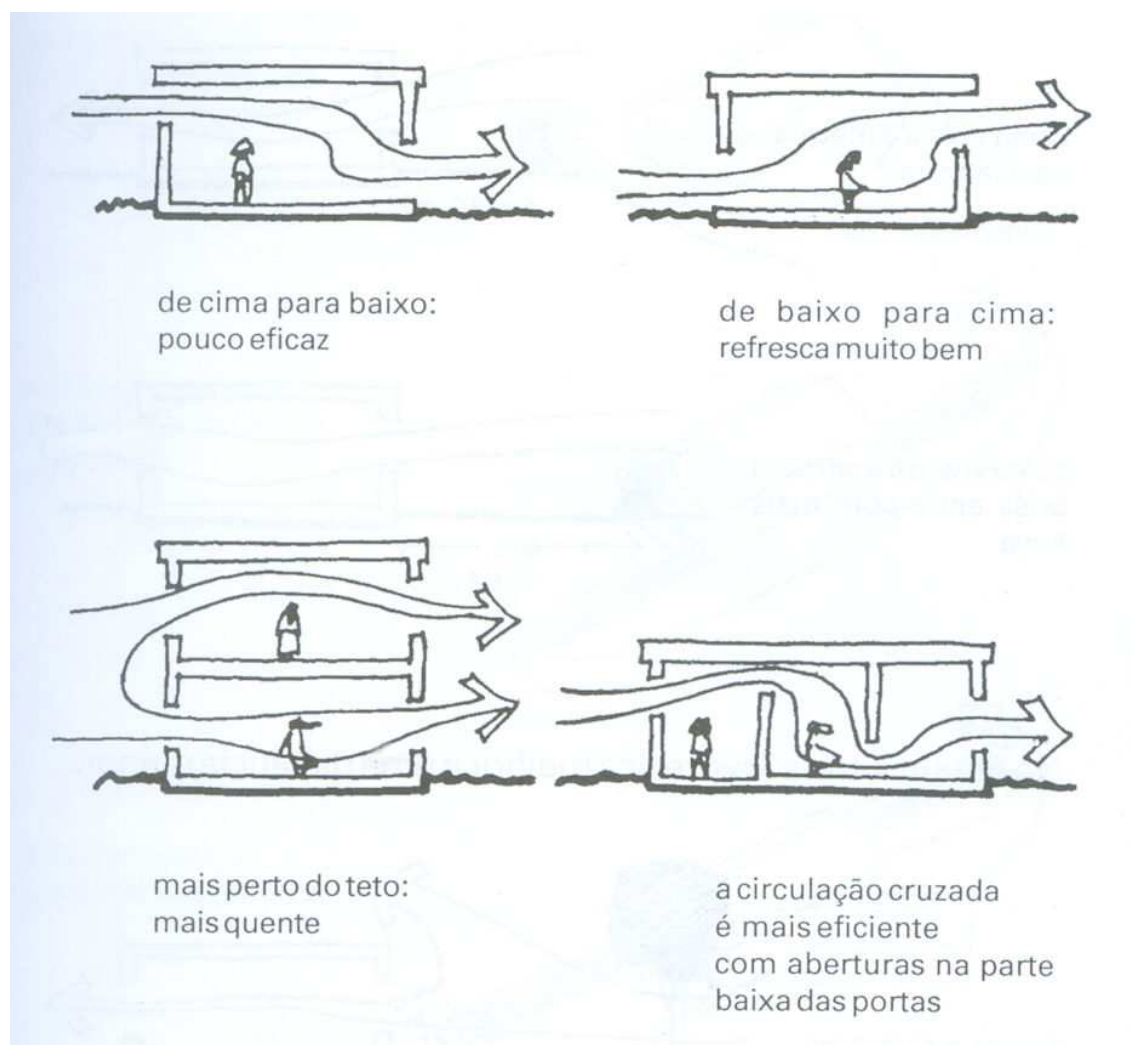


Figura 05 – Disposição das aberturas otimizando a circulação de ar

Fonte: Manual do Arquiteto descalço

Sistema de aquecimento solar passivo direto – o isolamento da construção é feito através do telhado, parede e pisos (ex. clarabóias). Os materiais armazenam a

energia solar ganhada durante o dia e a liberam gradualmente durante a noite. Se a edificação for construída com materiais leves, será necessário acrescentar massa ao interior para aumentar sua capacidade de armazenagem de calor (ROAF, 2006). Nos sistemas de ganho indireto, os componentes são aquecidos através da irradiação ou por convecção.

O aquecimento solar passivo pode ser obtido através do ganho direto, quando o acesso da radiação é feito através de aberturas laterais ou zenitais, ou do ganho indireto, através da adoção de jardins de inverno que recebem a radiação e distribuem-na ao interior (ROAF, 2006).

Sistema solar de água quente - Usada atualmente em larga escala, a coleta de energia solar transforma em calor a luz do sol, distribuído na forma de ar ou água quente. O sistema compõe-se de coletor solar, reservatório de água e bomba. Essa energia renovável e inteiramente limpa representa expressiva economia e sustentabilidade numa edificação.

Estufa Solar - As estufas são edificações de ganho solar direto. A “estufa solar” ou “jardim de inverno” é um tipo de sistema de coleta de energia passiva que aquece o ar pela “transmissão da radiação solar através de suas vidraças e absorção por suas superfícies internas”. Esse mecanismo protege as pessoas da luz solar direta. Quando colocamos uma parede de grande massa entre a estufa e o interior da edificação, ela absorve a radiação e transmite o calor gradualmente por condução. Essas paredes de armazenagem são caracterizadas por possuírem alta capacidade térmica e baixa condutividade.

Uma parede de acumulação caracteriza-se por elevada massa voltada para a face mais exposta à insolação, Usa-se para armazenagem térmica de energia e sua posterior transferência para o ambiente interno por radiação e convecção. Funciona, durante o verão, como um coletor de energia solar e durante o inverno, como câmara de ar, reduzindo as perdas de calor.

Iluminação

Deve ser prevista a integração dos sistemas de iluminação natural e artificial. Além da

iluminação homogênea de todo o conjunto deve-se pensar também na iluminação de tarefa, permitindo “a previsão de níveis de iluminação mais altos para as tarefas visuais, enquanto se mantém o restante da iluminação a níveis baixos”. A eficiência visual pode ser conseguida através da distribuição correta dos pontos de luz. A luz natural direta introduz menor quantidade de calor por lúmen para o interior de um edifício que a maioria das lâmpadas (LAMBERTS, 1997). O conforto visual é obtido através do controle da iluminação, que deve ter direcionamento adequado e intensidade suficiente, além de proporcionar definição de cores e ausência de ofuscamento.

Exemplos de mecanismos de proteção são as bandejas de luz (*light shelves*), *brise soleil* e pergolados (fixos ou móveis). É aconselhado o uso de light shelf na face norte, sombreando completamente a abertura, mas permitindo a entrada de luz.



Figura 06 – Figura esquemática e foto de uma janela com light shelf

O light shelf é um elemento que divide a abertura em duas porções horizontais, sendo a superior destinada à iluminação e a inferior à visão e ventilação. É responsável por interceptar a radiação direta do sol e redirecionar a luz para o forro, reduzindo o ganho de calor e uniformizando a distribuição de luz natural nos interiores. A proteção externa bloqueia a radiação direta, antes de esta penetrar pelo vidro, o que minimiza sensivelmente o efeito estufa (ROAF, 2006).

Fonte: <http://wyomingbuildingscience.com/POD/bspod070917.html>

<http://www.schorsch.com/kbase/prod/redir/interior.html>

3. METODOLOGIA

3.1 – Seleção de materiais

Uma das premissas necessárias para o desenvolvimento de um projeto sustentável é a escolha dos materiais. Primeiramente devemos considerar o clima local, para selecioná-los com características apropriadas. A utilização de materiais regionais também é um fator a ser observado, uma vez que, além se mostrarem mais adequados, é mais viável do ponto de vista econômico, já que os custos com transporte/importação serão menores. Durante o desenvolvimento do projeto, a especificação dos acabamentos deverá feita com base na orientação da edificação, sua relação com o entorno imediato e as necessidades específicas de acordo com a função de cada ambiente.

Identificamos aqui os meios de se avaliar ou, se for o caso, selecionar os materiais a serem utilizados. Para isso temos produtos certificados que atendem às exigências ambientais impostas por organismos certificadores, tais como, ONG's e ABNT. A quantidade de emissão de CO₂ é um dos critérios levados em consideração para identificar se um material é mais ecologicamente viável que outro. O ciclo de vida é outra característica que identifica a sustentabilidade de um produto.

3.1.1 – Produtos Certificados

Os selos verdes estão presentes hoje em uma quantidade enorme de produtos, abrangendo desde eletrodomésticos, eletroeletrônicos, veículos, materiais para construção, até projetos e empreendimentos imobiliários. Já bastante difundidos em outros países - a Alemanha criou o *Blue Angel* em 1977, em 1989 os EUA instituiu o *Green Seal* e a União Européia possui sua própria certificação *Ecolabel* desde 1992 - vêm sendo adotados por empresas brasileiras, em um primeiro momento em função da sua obrigatoriedade para exportações de produtos e, depois, devido à imposição de mudança de postura, obrigando-as a incorporar o meio ambiente em sua gestão, como garantia de permanência no mercado. A conscientização e, conseqüentemente, a mudança no padrão de consumo da população são fatores que influenciam no crescimento dos produtos ecologicamente corretos.

A certificação tem como objetivo estimular o desenvolvimento de práticas sustentáveis

ao rotular produtos comerciais indicando se foi produzido atendendo a um conjunto de normas pré-estabelecidas. Pretende-se, assim, que todo o processo da cadeia produtiva seja coordenado incorporando a preocupação com o meio ambiente em todas as suas etapas.

Para obtenção do selo, o produto passa uma análise abrangendo, dependendo do caso, o seu ciclo de vida, embalagem, biodegradabilidade, eficiência energética e o uso de recursos sustentáveis.

No Brasil o Inmetro possui o “Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE” que tem como produto a “Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE” que classifica a consumo de energia dos materiais numa escada de A a G. Já o Selo Procel de Economia de Energia concedido pelo “Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica”, coordenado pelo MME são selos conferidos aos produtos mais eficientes que receberam a classificação “A” pelo Inmetro, indicando os produtos que apresentam os melhores índices de eficiência. O Selo Conpet destina-se aos equipamentos consumidores de derivados de petróleo e de gás natural.

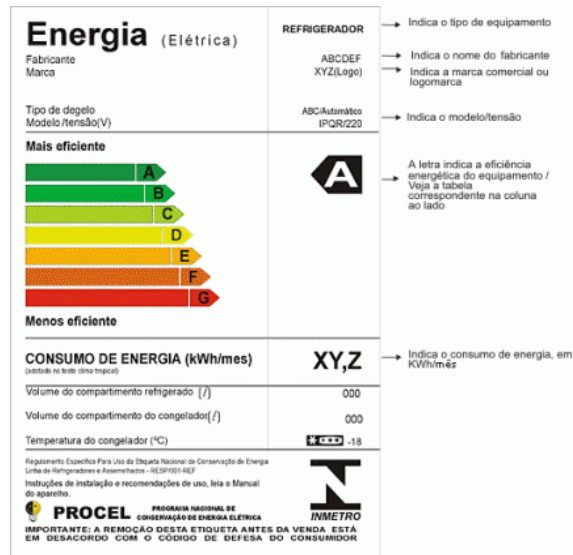


Figura 07 – ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia)

A etiqueta contém, além da classificação da eficiência energética do produto, outras classificações como marca, modelo, especificações técnicas, valor do consumo de energia ou do rendimento energético.

Fonte: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/etiquetas.asp>



Figura 08 – Selos de eficiência energética CONPET E PROCEL

Fonte: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbeselo.asp>

A certificação dos edifícios verdes, voluntária, permite medir a sustentabilidade de uma construção. Inclui mecanismos de avaliação de desempenho ambiental que atribui pontuação, de acordo com o atendimento dos requisitos pré-estabelecidos para as fases de projeto, construção, utilização e manutenção.

Tais certificações, a princípio, não são exportáveis, pois consideram as características regionais, aspectos culturais e adequação com a regulamentação local. Alguns países como EUA, França, Japão e Reino Unido desenvolveram seu próprio sistema de avaliação, adequando princípios comuns às suas especificidades, buscando o mesmo objetivo, a melhoria do desempenho ambiental.

LEED (Leadership in Energy and Environment Design) - avalia critérios de racionalização em um edifício e é concedida pela ONG U.S.Green Building Council. Como os sistemas de avaliação devem ser adaptados para cada contexto, foi criado o Green Building Council Brasil, que é uma adaptação do LEED ao mercado nacional. São apresentados critérios de acordo com o tipo de atividade e edifício que se quer certificar (múltiplas edificações, edifícios existentes, edifícios residenciais, loteamentos, urbanismos e equipamentos comunitários, projetos escolares). Para ser qualificado, um edifício deve marcar pelo menos 26 dos 69 pontos possíveis. Por lidarem com critérios de desempenho, as edificações são avaliadas a cada dois anos.

Distribuição de Pontos por Categoria LEED:

- 7% Eficiência em Água.
- 7% Processo de Inovação e Projeto.
- 19% Materiais e Recursos.
- 20% Locais Sustentáveis.
- 22% Qualidade Ambiental em Interiores.
- 25% Energia e Atmosfera.

HQE (Haute Qualité Environnementale) – método desenvolvido pela França para certificação dos edifícios sustentáveis. Busca a minimização do uso de água, energia, resíduos e manutenção/reparação nos edifícios. Baseado no gerenciamento dos impactos exteriores (construção, energia, água, resíduos e manutenção) e interiores (conforto - hidrotérmico, acústico, térmico, visual, olfativo e saúde – qualidade ambiente, ar e água). A certificação avalia as fases da elaboração do programa, concepção e realização da obra.

CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environment Efficiency) – sistema desenvolvido no Japão que possui quatro instrumentos de avaliação: projeto, construções novas, edifícios existentes e reforma. São verificados a qualidade ambiental, o desempenho do edifício e diminuição do impacto ambiental. A classificação final é dividida em cinco níveis.

BREEAM (Environment Assessment Method) - Desenvolvido no Reino Unido no início dos anos 90, avalia questões referentes ao interior da edificação, seu entorno e meio ambiente. Considera o atendimento das questões de conforto, salubridade e redução do impacto ambiental (consumo de recursos e redução das emissões). “A avaliação contém itens com caráter de atendimento obrigatório e outros classificatórios, abordando questões sobre os impactos do edifício no meio ambiente, saúde e conforto do usuário e gestão de recursos. O atendimento dos itens obrigatórios e um número mínimo de itens classificatórios irão corresponder à classificação do edifício em um dos níveis de desempenho possíveis. Destaca-se que a pontuação mínima exigida varia de acordo com a versão do método, bem como os níveis de classificação. É uma certificação muito comum na Europa e Ásia⁵.

⁵ <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/imprime77962.asp> acesso em 29/12/09.

3.1.2 – Ciclo de vida e energia incorporada

A análise do ciclo de vida (“do berço ao túmulo”) avalia o impacto total de uma produto e a importância da sua vida útil, considerando desde a extração/beneficiamento das matérias-primas até a reciclagem, reaproveitamento ou descarte final. Tem como finalidade avaliar os aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto. Para isso a análise considera cada fase de produção e transformação do material:

1. Extração/matéria-prima;
2. Produção;
3. Uso de energia/transporte;
4. Instalação;
5. Vida útil esperada;
6. Resíduos gerados;
7. Destinação final: reciclagem/reaproveitamento.

Ao analisar o ciclo de vida (ACV) de uma edificação observamos aspectos como a qualidade da implantação; gestão do uso da água, energia e materiais (geração de resíduos); gestão ambiental, qualidade dos serviços e desempenho econômico. Como podemos verificar, quanto mais amplo o objeto a ser analisado, mais complexo será o estudo e a seleção dos materiais e serviços a serem utilizados. Um dos critérios para a escolha de materiais são os seus atributos (custo, durabilidade, renovabilidade) e desempenho ambiental (geração de resíduos, poluição, emissão de CO₂). O modo de identificar o impacto causado por determinado material é através da emissão de CO₂ ou da medição de sua energia incorporada - energia necessária para produção de determinado material, avaliada em kWh/t (kilowatt hora/tonelada). Essa medida permite comparar o consumo de energia necessário para produção de diferentes materiais, conforme indicado na tabela abaixo:

| Material | kW/m3 | Material | kW/m3 | Material | kW/m3 |
|-----------------------|--------|--------------------------|-------|------------------------------|-------|
| Zinco | 180000 | Concreto (argamassa) | 1850 | Mármore | 560 |
| Latão | 144320 | Gesso Acartonado | 1640 | Madeira (serrada) | 430 |
| Alumínio | 143000 | Madeira Compensada | 1590 | Cal úmida (argamassa) | 320 |
| Cobre | 140000 | Tijolo (comum) | 1440 | Lã-de-vidro (isolante) | 270 |
| Aço | 52000 | Manta Asfáltica | 1370 | Madeira (Pinho) | 240 |
| Linóleo (laminado) | 41930 | Madeira Aglomerada | 1220 | Tijolo (solo-cimento) | 230 |
| Pintura (valor médio) | 32640 | Poliestireno (expandido) | 1050 | Brita (média) | 40 |
| PVC | 26000 | Concreto (pré-moldado) | 770 | Lã Mineral (isolante) | 40 |
| Carpete (sintético) | 23580 | Bloco de Concreto | 650 | Fibra de Celulose (isolante) | 30 |
| Vidro | 10430 | Granito | 560 | Palha (em feixe) | <10 |

Fonte: NEGAWATT

Tabela 01 – Energia incorporada de diferentes materiais - Energia incorporada descreve a quantidade de energia usada para produzir um objeto (ROAF, 2006).

Fonte: <http://www.madeirambiente.com.br/site/2009/04/energia-incorporada-na-madeira/>

O uso desse método apresenta, contudo, uma falha, ao “indicar apenas a quantidade de energia utilizada na produção de um material, produto ou componente e deve ser completada pela qualidade ambiental da energia utilizada e do processo de fabricação (eficiência tecnológica, qualidade da matéria-prima utilizada), e com base na chama *unidade funcional*, que considera a utilização do material em uma aplicação específica”⁵.

3.1.3 – Reciclagem

A reciclagem consiste no reaproveitamento de materiais como matéria-prima para a produção de um novo objeto e tem como principal objetivo a diminuição da quantidade de resíduos que necessitam de tratamento final. Esta prática é estimulada “considerando a necessidade de reduzir o crescente impacto ambiental associado à extração, geração, beneficiamento, transporte, tratamento e destinação final de matérias-primas (...)”⁶. Deve-se ter em mente que reciclagem, diferentemente dos termos reutilização e reaproveitamento, refere-se apenas aos “materiais que podem voltar ao estado original e ser transformado novamente em um produto igual em todas as suas características”⁷. De qualquer forma, o uso sustentável dos materiais prevê a

⁵ <http://www.nteditorial.com.br/revista/Materias/index.asp?RevistaD1=7&Edicao=22&id=200&TopicoID=318> Uso de

materiais e sustentabilidade autor: Vanessa Gomes da Silva

⁶ Resolução CONAMA nº 275 de 25 de abril de 2001.

⁷ <http://pt.wikipedia.org/wiki/Reciclagem> acesso em 28/01/2010.

aplicação de todos esses processos que minimizem o consumo dos recursos naturais não-renováveis, rejeitos e energia e água.

Apesar do incentivo à reutilização e reciclagem dos materiais, devemos considerar o impacto causado por essas práticas, ponderando também sobre a redução do seu conteúdo energético. A reciclagem é uma questão que deve ser cuidadosamente pensada em relação ao impacto ambiental. Só há lógica em reciclar, no sentido ambiental, se isso puder ser feito facilmente, ou seja, sem que seja necessário o dispêndio de muita energia, se a edificação puder ser melhorada termicamente e se tal renovação não for repetida com muita frequência (ROAF, 2006). Quanto maior o número de processos pelos quais um material ou um conjunto de componentes tiver que passar, maior será a energia incorporada e o número de resíduos associados. (ROAF, 2006). Downcycling é o nome dado a este processo que reduz a qualidade e funcionalidade do material toda vez que é reciclado.



Figura 09 – Símbolo internacional da Reciclagem

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Reciclagem>

3.2 – Técnicas construtivas

O primeiro requisito a ser observado consiste na conformação do espaço da edificação às características encontradas no local onde o projeto será implantado. Devem ser avaliados a direção do vento dominante, o posicionamento do sol ao longo do dia, assim como as características topográficas da área e do entorno imediato.

O aproveitamento de tecnologias passivas e o uso de matérias primas locais permite uma maior economia de energia, transporte e, conseqüentemente, gera menos poluição.

3.2.1 – Cores

Além da utilidade estética, o uso da cor nas construções também interfere com a absorção de calor. As cores claras, por exemplo, são usadas em superfícies onde desejamos pouco ganho de calor, ao contrário das cores escuras, que auxiliam no aquecimento de edificações, ao absorverem maior quantidade de radiação. A pintura de superfícies com cores claras também favorece a reflexão da luz quando conjugadas com sistemas de iluminação adequados.

3.2.2 – Sistemas de reaproveitamento de água da chuva

A escassez e degradação dos recursos hídricos, aliado ao crescimento da população, torna urgente a aplicação de programas de conservação de água. O sistema de aproveitamento de água das chuvas para usos não potáveis vem ganhando espaço como alternativa a fontes de recursos hídricos para usos menos exigentes como, por exemplo, a lavagem de pisos, rega de jardins e descarga de vasos sanitários. Esse reaproveitamento diminui a demanda e a despesa de água potável e, quando aplicada em larga escala, contribui para a redução das enchentes e regulação do ciclo hidrológico.

O sistema de aproveitamento de água das chuvas é composto pelos subsistemas (1) de captação de água, (2) condução – tubulação hidráulica, (3) tratamento, (4) armazenamento, (5) sistemas de comando e controle e (6) pontos de utilização.

A captação da água é feita através de um conjunto de calhas instaladas na cobertura, que, ao serem direcionadas para o reservatório, são filtradas através da retirada dos

materiais grosseiros pelo uso de grades e telas metálicas. O descarte das primeiras águas é recomendado devido à alta concentração de impurezas (poluentes tóxicos, poeira e fuligem), principalmente após uma estiagem prolongada. A água passa, então, por filtros de areia ou resina – responsáveis pela filtragem de materiais particulados finos. Finalmente ela é desinfectada pela adição de cloro, ozônio e raios ultravioletas. Cloros líquidos podem ser aplicados na tubulação que conduz a água até o reservatório.



Figura 10 – Sistema de captação de água da chuva em coberturas

Fonte: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/artigo77982-1.asp>

É necessário verificar a oferta (frequência e intensidade pluviométrica) de precipitação pluvial no local, a demanda necessária de água não potável e a área de captação⁸ disponível para instalação dos equipamentos para calcular o dimensionamento do reservatório. Assim, a quantidade de água pluvial a ser reaproveitada é proporcional à área de captação disponível. O dimensionamento é feito de maneira análoga ao do sistema de água potável.

O acondicionamento da água pode ser feito em reservatório superior, inferior ou em ambos, dependendo da necessidade de cada empreendimento. Deve ser prevista a

⁸ Área de captação – Área, em metros quadrados, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada. NBR 15227:2007.

ligação desse reservatório ao reservatório de água potável⁹, para os casos em que é necessário uma complementação para suprir as demandas durante os períodos de estiagem e cheia. Nesse caso, devem possuir dispositivos que impeçam a conexão cruzada. Durante a instalação dos equipamentos, deve-se atentar para que a pintura das instalações seja feita na cor convencionada de modo a possibilitar a fácil identificação dos componentes de cada sistema.

A NBR 15227:2007 fornece métodos para calcular o dimensionamento dos reservatórios (Anexo A) e apresenta diretrizes para a instalação predial, qualidade da água, bombeamento e manutenção do sistema, enquanto que a NBR 5626:1998 “estabelece as exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção das instalações prediais de água fria”.

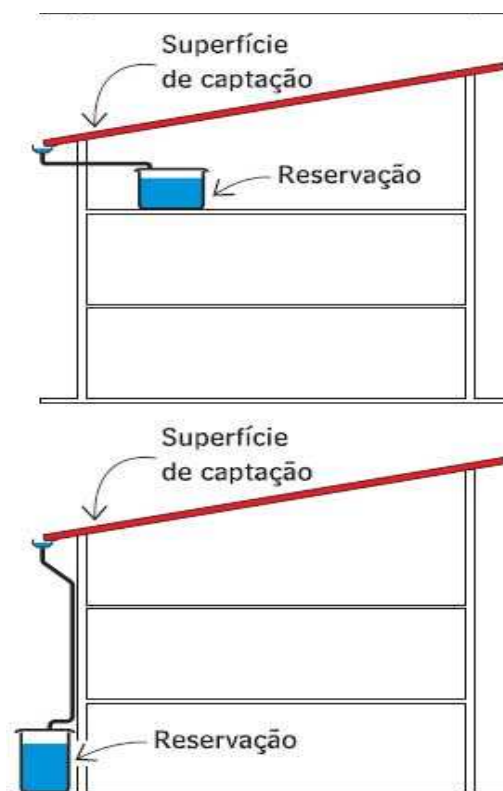


Figura 11 – Reservatórios superior e inferior para captação de água pluvial

Fonte: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/artigo77982-1.asp>

3.2.3 – Energia elétrica fotovoltaica

⁹ Água potável – Água que apresenta padrão de potabilidade determinado pela Portaria no. 36 do Ministério da Saúde.

NBR 5626:1998.

Sistema no qual painéis fotovoltaicos convertem luz do sol em energia elétrica, composto por um sistema de painéis solares modulares, inversor de CA/CC (Corrente Alternada/Corrente Contínua), fonte de energia de emergência e bateria para armazenar energia. As células solares devem estar localizadas de modo a receber maior número de horas de sol, podendo ser instaladas em telhados ou fachadas das edificações. As perdas de energia são praticamente nulas devido à proximidade entre as fontes de geração e consumo. O sistema pode ser usado conjugado com o sistema convencional de energia, possibilitando o fornecimento de eletricidade durante a interrupção da rede elétrica. É considerado uma tecnologia renovável e limpa uma vez que não consomem combustíveis fósseis nem emitem resíduos na atmosfera.

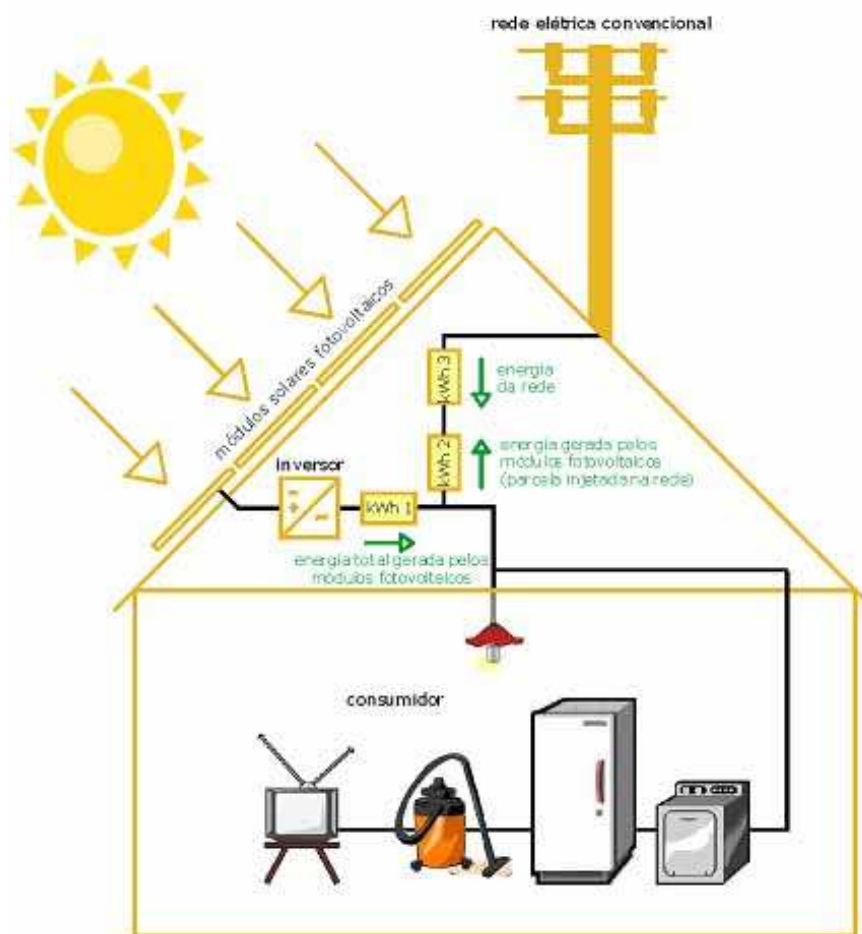


Figura 12 – Sistema de energia fotovoltaico integrado com rede elétrica convencional

Fonte: http://www.labee.ufsc.br/linhas_pesquisa/energia_solar/index.html

3.2.4 – Painéis solares para aquecimento de água

Uma das formas de conservação de energia consiste no uso de painéis solares para o

aquecimento da água. Fonte de energia limpa, abundante e gratuita, depende apenas das condições climáticas e atmosféricas do local.

A radiação solar é usada como fonte direta de energia térmica ao aquecer a água através dos coletores solares (aquecimento solar ativo) instalados nas coberturas. A água é então armazenada nos reservatórios antes de ser distribuída pela edificação. Recomenda-se que este reservatório seja instalado em um nível acima dos coletores, dispensando o bombeamento.

“Para maximizar o aproveitamento da radiação solar, pode-se ajustar a posição do coletor ou painel solar de acordo com a latitude local e o período do ano em que se requer mais energia. No Hemisfério Sul, por exemplo, um sistema de captação solar fixo deve ser orientado para o norte, com ângulo de inclinação similar ao da latitude local”. (http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf, acesso em 26/01/2010)

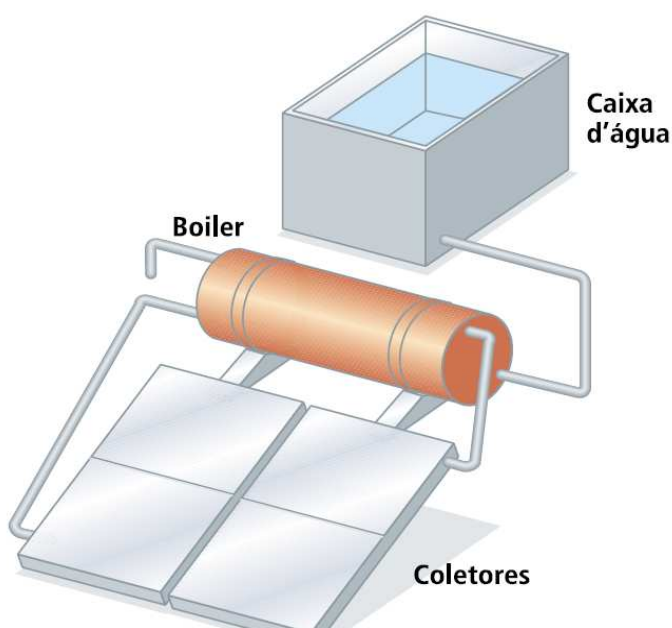


Figura 13 – Esquema de um sistema solar de aquecimento de água

Fonte: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf

4. PROJETO

Com o objetivo de colocar em prática os conceitos apresentados, desenvolvemos um projeto residencial com 136,22m² de área conforme plantas em anexo. Selecionamos algumas técnicas construtivas que julgamos interessantes e empregamos métodos buscando a otimização de projetos elétricos e hidráulicos.

O projeto foi desenvolvido em um terreno irregular e pouco acidentado com área igual a 644,55m². Para a implantação da edificação buscamos interferir o mínimo possível no terreno, criando pequenos desníveis para evitar grandes áreas cortes e aterros. Estudamos a orientação solar para dispormos apropriadamente os ambientes, de acordo com a sua função e utilização.

O pé direito alto do bloco das salas de estar/jantar além de proporcionar boa iluminação e ventilação, faz a interligação entre os outros blocos da casa (área íntima e de serviço). Janelas e portas amplas foram distribuídas de modo a permitir ventilação adequada na residência, evitando o acúmulo de umidade e calor. Foi prevista uma clarabóia sobre a escada de acesso aos dormitórios, funcionando como um elemento de transição entre os ambientes.

As platibandas funcionam como barreiras de proteção da radiação solar para as janelas e portas. A mesma função cabe à vegetação, composta por arbustos e árvores, dispostos estrategicamente no terreno.

Para as instalações hidráulicas, especificamos equipamentos que reduzem o consumo de água como, por exemplo, a instalação de bacias com caixa acoplada e torneiras com temporizador que evitam o desperdício de água. Foi prevista instalação de sistema de aquecimento solar com as placas coletoras instaladas na cobertura, voltadas para a direção norte e inclinadas de acordo com a latitude da cidade acrescidas de 10°, conforme indicações para melhor aproveitamento da radiação. Toda instalação sanitária foi concentrada em uma mesma parede, otimizando-se, assim, a disposição dos equipamentos. Sensores de presença, minuterias e a distribuição racional dos comandos são exemplos medidas que contribuem para a diminuição do dispêndio de energia elétrica.

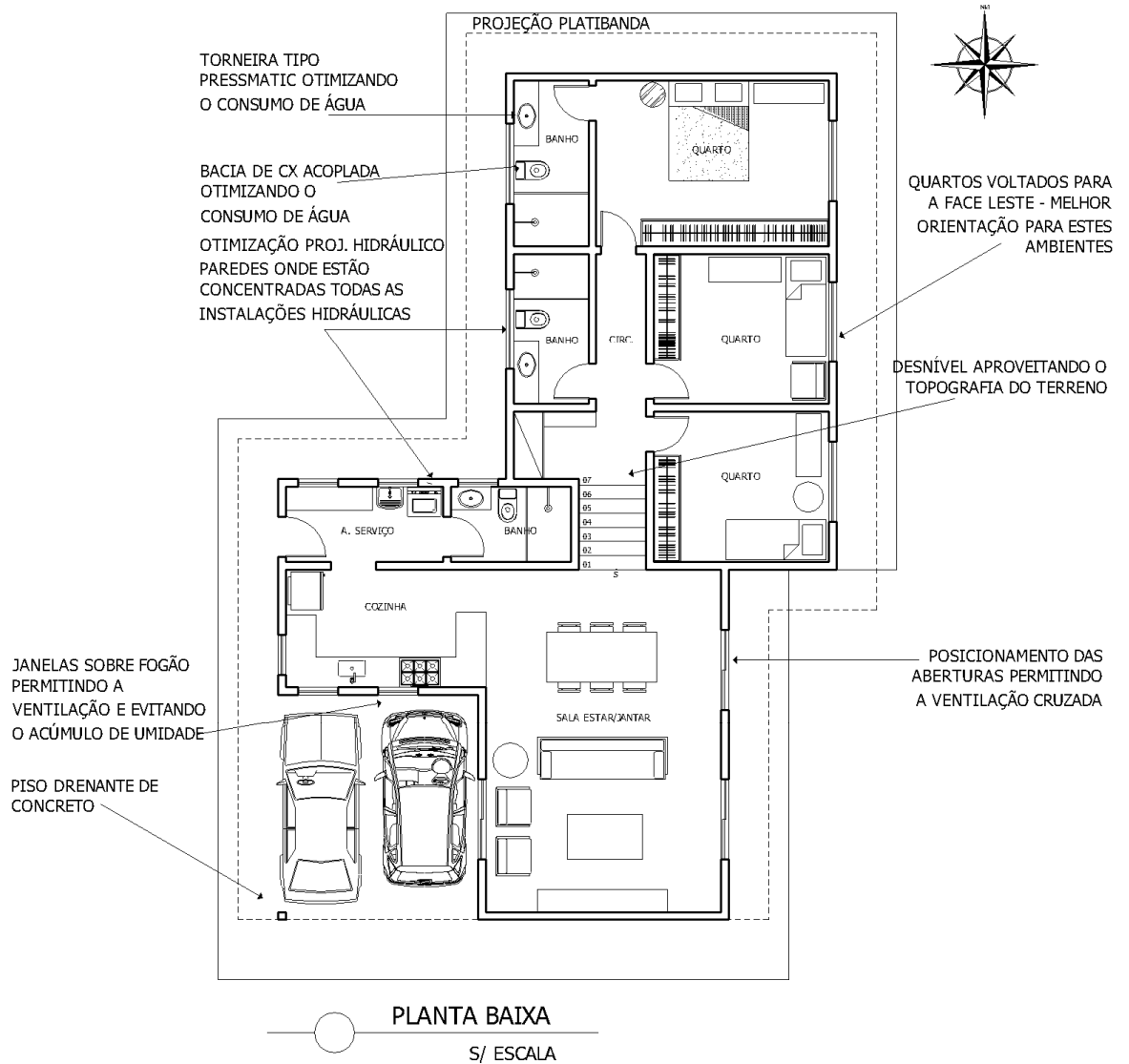


Figura 14 – Projeto - Planta Baixa

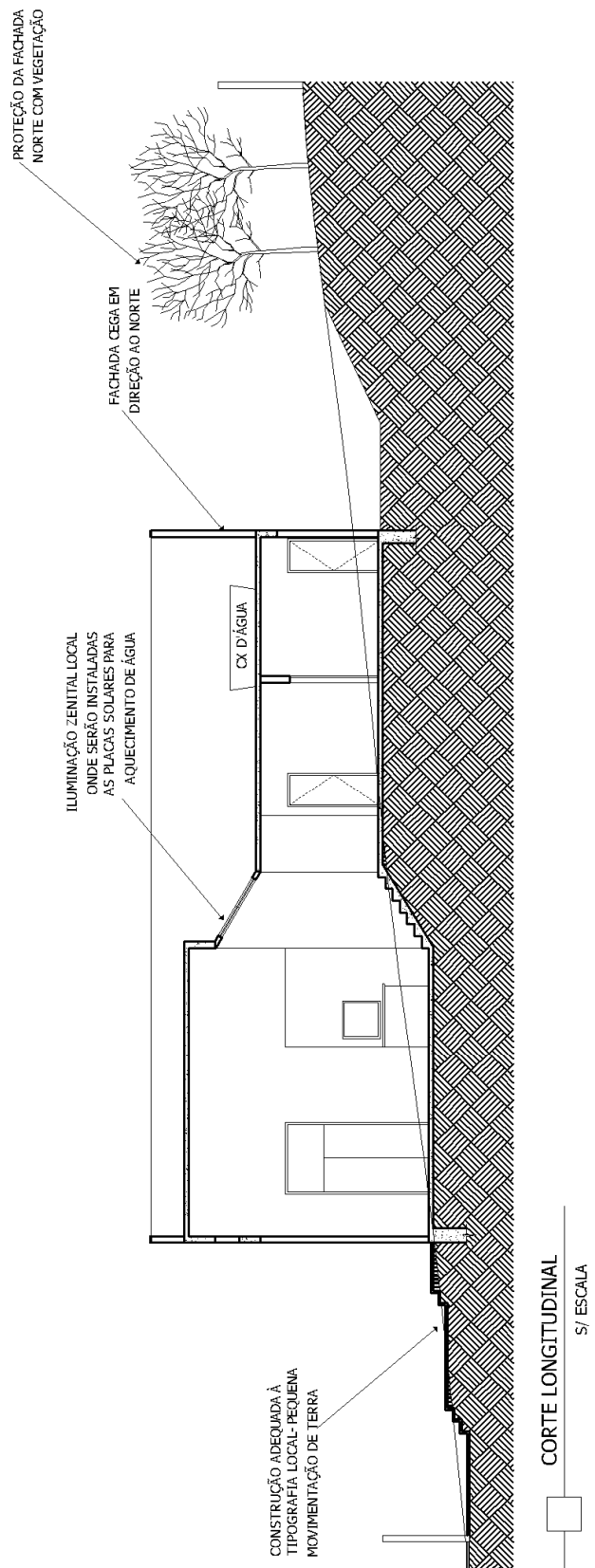


Figura 15 – Projeto - Corte longitudinal

5. CONCLUSÃO

A elaboração de projetos arquitetônicos deve, necessariamente, ser desenvolvida para o local específico onde será construída a edificação. As peculiaridades do local onde será implantado e a seleção das estratégias a serem aplicadas relacionam-se com as características topográficas, materiais e cultura da região. É fundamental uma avaliação da aplicabilidade de certas técnicas, selecionando aquelas que melhor respondem pelo desempenho esperado.

As interferências provocadas e sentidas pelo homem são, no entanto, fatores determinantes e difíceis de serem mensurados. Apesar dos estudos detalhados de simulação das condições ambientais, o gerenciamento dos sistemas prediais juntamente com o cumprimento dos padrões de ocupação previamente definidos e o comportamento e as expectativas dos usuários é que responderão pelo desempenho final do edifício (ROAF, 2006).

É somente através do desenvolvimento de um projeto criterioso e execução conforme as indicações pré-definidas, que poderemos identificar e posteriormente selecionar as melhores técnicas a serem aplicadas em cada caso. O estabelecimento de como essas premissas podem ser incorporadas no dia-a-dia e o incentivo ao uso de tecnologias multifuncionais, capazes de realizar várias atividades ao mesmo tempo, contribui para o aumento do potencial de ocupação. Aumentamos, assim, a vida útil de uma edificação, quando prevemos a flexibilidade de um projeto em acomodar mudanças de usos ao longo do tempo.

6. BIBLIOGRAFIA

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia da Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008.

CERVER, Francisco Asencio. **Espacios Luminosos**. Arco Editorial, 1997.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

MARTE, Cláudio Luiz. **Automação Predial: A inteligência distribuída nas edificações**. São Paulo: Carthago & Forte, 1995.

MASCARÓ, Juan Luis. **O custo das decisões arquitetônicas**.

MASCARÓ, Lúcia Raffo de. **Luz, Clima e Arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1983.

MASCARÓ, Lúcia Raffo de. **Tecnologia e Arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1990.

LENGEN, Johan Van. **Manual do arquiteto descalço**. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto: 2004.

ROAF, Susan. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, V.6, n. 4, p. 51-81 out./dez. 2006.

www.inmetro.gov.br Acesso em 14/1/2010

http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/redacao/205844_post.shtml Acesso em 29/12/2009

http://www.setor1.com.br/embalagens/seloverde/selo_verde.htm Acesso em 14/01/2010

<http://www.portaldoarquiteto.com/destaques-na-arquitetura/destaques-na-arquitetura/leed.html> Acesso em 29/12/2009

<http://www.gbcbrazil.org.br/pt/index.php?pag=certificacao.php> Acesso em 29/12/2009

<http://www.mma.gov.br/conama/> Acesso em 19/01/2010

BIAZIN, Celestina Crocetta; GODOY, Maria Amália. **O selo verde: uma nova exigência internacional para as organizações** (artigo)

http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2000_E0131.PDF 19/01/10

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/imprime77962.asp> Acesso em 18/01/10

<http://sa.pt.sunguardglass.com/IntroToAdvancedArchitecturalGlass/ConstrucaoVerde/CertificacaoLEED/index.htm>. Acesso em 29/12/09

[http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/29B66CB1AEA12666832574CF004AA124/\\$File/apresentacao_vanessa.pdf](http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/29B66CB1AEA12666832574CF004AA124/$File/apresentacao_vanessa.pdf) 29/12/09\ Acesso em 22/01/2010

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/artigo77982-1.asp> . Acesso em 25/01/2010

<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/128/artigo66612-1.asp> Acesso em 25/01/2010

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Reciclagem> Acesso em 28/01/2010.

<http://www.acessa.com/cidade/meioambiente/chuva/> Acesso em 29/01/10.

NBR 5626 - Instalação Predial de Água Fria. ABNT, 1998.

NBR 15527 - Água de Chuva - Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis - Requisitos. ABNT, 2007.

Estatuto da Cidade, Lei 10.257/2001.

Constituição Federal do Brasil, 1989.

Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6938/1981.

Resolução CONAMA nº 275 de 25 de abril de 2001.

7. ANEXO