

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO

GIOVANA CÁSSIA MARINELLI GRITTI
MARCELO CAMARGO LANDINI

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL:
Uma opção racional

Itatiba
2010

**GIOVANA CÁSSIA MARINELLI GRITTI
MARCELO CAMARGO LANDINI**

**CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL:
Uma opção racional**

Capítulo Introdução apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade São Francisco, sob a orientação do Prof. Dr. Adilson Franco Penteado, como requisito parcial para a aprovação na disciplina.

Itatiba
2010

**GIOVANA CÁSSIA MARINELLI GRITTI
MARCELO CAMARGO LANDINI**

**CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL:
Uma opção racional**

Trabalho apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade São Francisco, como requisito parcial para a aprovação na disciplina.

Aprovado com a nota: _____

Data de aprovação: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Adilson Franco Penteado ,orientador.

Universidade São Francisco

Prof. Dr. André Bartholomeu, convidado.

Universidade São Francisco

Prof. Ms. Cristina das Graças Fassina, convidado.

Universidade São Francisco

Às nossas famílias que tanto amamos, amigos,
colegas e companheiros de trabalho...

AGRADECIMENTOS

Eu, Giovana, agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, sabedoria, paciência e garra para concluir essa fase importante de minha vida.

Agradeço a minha família, principalmente aos meus amados: pais, Roberto e Ignez; filho, Mateus; irmãos, Mônica e Roberto Filho; cunhado, Eduardo, e sobrinha, Maria Rita. Aos meus avós, principalmente minha avó Ana, ao meu namorado Marino e a todos os meus tios e tias, aos meus amigos e parceiros de trabalho e estudo, agradeço a todos pela paciência, apoio e total incentivo e por estarem ao meu lado nessa fase tão importante de minha vida.

Ao professor e Doutor Adílson Franco Penteado e à Professora Coordenadora Cristina das Graças Fassina Guedes, pela compreensão, atenção e toda ajuda prestada para a conclusão desse trabalho.

Eu, Marcelo Camargo Landini, agradeço a Deus pela sabedoria, saúde, paciência e fé para lidar com momentos mais difíceis da minha vida em busca da realização desse sonho.

Ao meu pai Luiz Alberto, que colaborou, incentivou e me deu coragem para encarar todos esses anos de angústia com muito suor e determinação. A minha mãe Ligia, que sempre me ouviu e esteve disposta a me ajudar. À minha avó Philomena, pelas rezas e preces. Ao meu irmão André e à minha cunhada Renata, pelas palavras duras de incentivo e coragem que sempre me deu, e à minha sobrinha Isabella, que trouxe alegria nos momentos que precisei.

Ao Professor Doutor Adílson Franco Penteado e à Professora Coordenadora Cristina das Graças Fassina Guedes, pela receptividade, atenção e pronto e excepcional atendimento às dúvidas desse trabalho.

Aos meus amigos Daniel Lucchesi e Guilherme Carrijo, que em tão pouco tempo passaram de companheiros de trabalho a pessoas que admiro e que me incentivaram – e muito – na reta final desse trabalho. Ao meu grande amigo e irmão Ricardo Lima que, apesar da distância, estará sempre no meu coração pelo companheirismo que sempre teve comigo. À Mônica Cristina Cardoso, que apesar de tudo, sempre esteve ao meu lado, incentivando, cobrando e disposta a ajudar. Aos meus amigos de futebol pela alegria e carinho, às minhas amigas Marilene, Suzana, Adriana, e Elaine pelo grande apoio e colaboração que proporcionaram nessa jornada. Aos meus eternos amigos, Luiz Fernando e Alexandra, ao Sr. Muriel e Sandro Makoto Nakamura, pelo voto de confiança.

*"Se você tem metas para um ano,
plante arroz.
Se você tem metas para 10 anos,
plante uma árvore.
Se você tem metas para 100 anos,
então eduque uma criança.
Se você tem metas para 1000 anos,
então preserve o meio ambiente."*

Confúcio (Filósofo chinês, 551– 479 a.C.).

RESUMO

A partir do final do século XVIII o processo de urbanização se intensificou, apresentando importantes impactos para o meio ambiente. Ao longo de muitos anos, o espaço urbano foi sendo modificado e, atualmente, reflete-se na qualidade de vida das populações. O avanço das construções nas metrópoles também representa uma ameaça à preservação do meio ambiente e interfere na integração entre o ser humano e a natureza. A integração entre Engenharia Civil e sustentabilidade do planeta tem sido desenvolvida em diversos países desde a década de 1970 com o objetivo de garantir habitação adequada para todos e desenvolver moradias sustentáveis, que sejam concomitantes com o processo de urbanização, mas que contribuam para a preservação do meio ambiente. Dentro desta nova concepção de Engenharia Civil, os padrões de construções estão, cada vez mais, voltados para a utilização de materiais cujos padrões garantam a sustentabilidade do planeta. Diante disto, o objetivo desse trabalho é levantar meios de se promover a Construção Sustentável. Para que o objetivo geral do trabalho seja alcançado, foi realizado o levantamento de projetos, construções e utilização de materiais que promovam o desenvolvimento sustentável, com economia, tanto na sua utilização, quanto na conservação. Também serão abordadas as técnicas alternativas, para reuso de água e captação de energia elétrica. O levantamento de informações foi realizado buscando promover a maior conscientização da importância da Construção Sustentável, por meio da realidade dos fatos, onde a preservação do ambiente, a economia, o bem estar e a qualidade de vida são muito relevantes. Este estudo foi elaborado a partir de uma pesquisa bibliográfica descritiva.

Palavras-chaves: engenharia civil. sustentabilidade. construção sustentável.

ABSTRACT

From the late eighteenth century the process of urbanization has intensified, with significant impacts to the environment. Over many years, the urban space has been modified, and currently reflected in the quality of life for people, for the advancement of buildings in cities also poses a threat to the preservation of the environment and interferes with the integration between human and nature. The integration between engineering and sustainability of the planet has been developed in several countries since the 70's with the objective of ensuring adequate shelter for all and sustainable housing development which is concomitant with the process of urbanization, but which contribute to the preservation of environment. Within this new conception of civil engineering construction standards are increasingly focused on the use of materials that meet standards that ensure the sustainability of the planet. Hence, the objective of this work is to ways to promote sustainable construction. For the purpose of the general work of the work is reached, will present a survey of design, construction, use of materials that promote sustainable development, economy, both in its use and conservation. Also we will look at alternative techniques for water reuse and abstraction of electricity. The survey information will be held seeking to promote greater awareness of the importance of sustainable construction, through the reality of the facts, where the preservation of environment, economy, welfare and quality of life are very relevant as possible. This study was compiled from a literature descriptive.

Key words: civil engineering. sustainability. sustainable construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Iglu.....	17
FIGURA 2 - Consumo de energia elétrica em edificações por setor.....	22
FIGURA 3 - Consumo de energia elétrica nos setores comerciais e públicos.....	22
FIGURA 4 - Uso final de energia elétrica em escritórios.....	23
FIGURA 5 - Uso final de energia elétrica no setor residencial.....	23
FIGURA 6 - Representação esquemática das trocas de calor.....	29
FIGURA 07 - Exemplos de soluções bioclimáticas.....	40
FIGURA 08 - Tipos de Biomassa.....	42
FIGURA 09 - Energia Hidráulica.....	42
FIGURA 10 - Energia Geotérmica.....	43
FIGURA 11 - Energia Eólica.....	44
FIGURA 12 - Energia Solar.....	45
FIGURA 13 - Esquema de uma instalação fotovoltaica completa.....	46
FIGURA 14 - Módulos solares fotovoltaicos em caixilhos de alumínio.....	47
FIGURA 15 - Exemplo de um sistema de captação da água da chuva.....	48
FIGURA 16 - Sistema de captação da água da chuva.....	49
FIGURA 17 - Economia de água.....	53
FIGURA 18 - Abordagem integrada e sustentável.....	54
FIGURA 19 - Coleta seletiva.....	59
FIGURA 20 - Pilares do desenvolvimento sustentável.....	61
GRÁFICO 1 - Tempo e custo de desenvolvimento de um empreendimento.....	62
GRÁFICO 2 - Interferência no custo das falhas do edifício.....	62
FIGURA 21 - A Divisão de Ciências Laboratoriais dos CDC.....	67
FIGURA 22 Um dos materiais usados na construção do Tribunal Morse.....	68
FIGURA 23 - Construção da Casa Z6.....	69
FIGURA 24 - A casa fator 10 vista da rua.....	71
FIGURA 25 - Telhado verde da casa fator 10.....	71
FIGURA 26 - Casa guarda-sol.....	73
FIGURA 27 - O projeto de residências acessíveis de Colorado Court.....	74
FIGURA 28 - A Biblioteca Lake View Terrace usa a energia eólica.....	76
FIGURA 29 - Simulações computacionais feitas por programas como o <i>Energy Plus</i>	78
FIGURA 30 - Colégio Cruzeiro.....	78

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 A HISTÓRIA DAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS.....	16
2.1.1 Nossa época	17
2.1.2 Impactos ambientais causados devido às obras de Construção Civil	18
2.2 DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS	20
2.2.1 Planejamento sustentável da obra	20
2.2.2 Aproveitamento passivo dos recursos naturais	21
2.2.3 Eficiência energética	21
2.2.4 Gestão e economia da água	25
2.2.4.1 O reuso da água de chuva	26
2.2.5 Gestão dos resíduos na edificação	27
2.2.6 Qualidade do ar e do ambiente interior	28
2.2.7 Conforto termoacústico	28
2.2.8 Uso racional de materiais	29
2.2.9 Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.....	30
2.2.9.1 Produtos, materiais e tecnologias	31
2.3 Como tornar sustentável a Construção Civil?	39
2.3.2 Utilização de conceitos bioclimáticos no projeto	39
2.3.3 Uso mínimo de recursos não renováveis	40
2.3.3.1 Energia	40
2.3.3.1.1 Energias não renováveis	41
2.3.3.1.2 Energias renováveis	41
2.3.3.1.2.1 Biomassa.....	41
2.3.3.1.2.2 Energia hidráulica.....	42
2.3.3.1.2.3 Energia geotérmica	43
2.3.3.1.2.4 Energia eólica.....	44
2.3.3.1.2.5 Energia solar	44
2.3.3.2 Água	47
2.3.3.2.1 Miniestação de tratamento de água e esgoto.....	50
2.3.3.2.2 Economia de água.....	52

2.3.3.3 Recursos, processos e materiais	53
2.3.3.4 Vida útil das edificações e de materiais.....	54
2.3.3.5 Segurança do trabalho	56
2.3.3.6 Gerenciamento de resíduos	56
2.3.3.7 Reaproveitamento e reciclagem.....	58
3 METODOLOGIA	60
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	60
3.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA	60
3.2.1 Procedimento de coleta e interpretação de dados	60
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4.1 OBRAS SUSTENTÁVEIS	61
4.1.1 Projeto	61
4.1.2 Tendências da Construção Sustentável.....	64
4.1.3 Tipos de construções	64
4.2 EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS	66
4.2.1 Divisão de ciências laboratoriais dos CDC.....	66
4.2.2 Tribunal Wayne L. Morse	67
4.2.3 Casa Z6.....	69
4.2.4 Casa fator 10	70
4.2.5 Casa Guarda-sol	72
4.2.6 Projeto de residências acessíveis de Colorado Court	74
4.2.7 Biblioteca Lake View Terrace	75
4.2.8 Colégio Cruzeiro, Rio de Janeiro.....	77
CONCLUSÃO	79
BIBLIOGRAFIA	80

1 INTRODUÇÃO

Conforme passam os anos, aumenta a preocupação das pessoas em geral com as questões ambientais. A expressão “desenvolvimento sustentável” foi utilizada pela primeira vez em 1983, na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela ONU. Presidida pela então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, essa comissão propôs que o desenvolvimento econômico fosse integrado à questão ambiental, estabelecendo-se, assim, o conceito de desenvolvimento sustentável. Os trabalhos foram concluídos em 1987, com a apresentação de um diagnóstico dos problemas globais ambientais, conhecido como “Relatório Brundtland” (INFOESCOLA, 2007).

Na Eco-92 (Rio-92), essa nova forma de desenvolvimento foi amplamente difundida e aceita, e o conceito ganhou força. Nessa reunião, foram assinados a Agenda 21 e um conjunto amplo de documentos e tratados, cobrindo questões como biodiversidade, clima, florestas, desertificação e o acesso e uso dos recursos naturais do planeta (INFOESCOLA, 2007).

A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (MMA, 2003).

A Agenda 21 Brasileira é um instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável do país, resultado de uma vasta consulta à população brasileira. Foi coordenada pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e Agenda 21 (CPDS); construída a partir das diretrizes da Agenda 21 Global e entregue à sociedade, por fim, em 2002 (MMA, 2003).

A Agenda 21 Local é o processo de planejamento participativo de um determinado território que envolve a implantação, ali, de um Fórum de Agenda 21. Composto por Governo e sociedade civil, o Fórum é responsável pela construção de um Plano Local de Desenvolvimento Sustentável, que estrutura as prioridades locais por meio de projetos e ações de curto, médio e longo prazos. No Fórum são também definidos os meios de implementação e as responsabilidades do Governo e dos demais setores da sociedade local na implementação, acompanhamento e revisão desses projetos e ações (MMA, 2003).

Na área da Engenharia Civil, a preocupação ambiental se intensifica devido ao fato de que, durante as execuções das obras, as mudanças do meio, bem como a utilização de recursos naturais não renováveis, provocam muitos impactos no ambiente. Na tentativa de minimizar esses impactos, o homem vem buscando novas ideias e soluções tecnológicas inteligentes para melhor aproveitamento e economia de recursos como água e energia elétrica, além da redução da poluição, entre outros, para evitar que a Construção Civil, no futuro, seja o pilar de um caos ambiental.

Desenvolvimento sustentável significa “utilizar os recursos disponíveis no presente sem esgotá-los e comprometer o meio ambiente das gerações futuras” (RELATÓRIO BRUNDTLAND, 1987). Em 1987, com o Relatório Brundtland (O Nosso Futuro Comum), foi concebido este conceito de desenvolvimento sustentável, abrindo assim espaço para uma nova ramificação na Arquitetura, a qual prega uma interação do homem com o meio e utilização dos elementos e recursos naturais disponíveis, preservando o planeta para as gerações futuras, com base nas soluções que sejam socialmente justas, economicamente viáveis e ecologicamente corretas (BUSSOLOTI, 2007).

Construção Sustentável consiste, portanto, em um sistema construtivo onde se procura atender às necessidades do homem moderno, com qualidade de vida e preservação do meio ambiente, reduzindo os impactos ambientais. A construção urbana moderna sustentável utiliza materiais naturais, reciclados ou não, que preservam o meio ambiente, e busca soluções para os problemas criados por ela mesma.

Uma construção sustentável tem início na concepção do projeto, que procura utilizar os recursos da natureza, procedendo ao estudo da insolação e do clima da região para a otimização da energia elétrica e conforto ambiental da construção. Além disso, deve-se atentar à escolha dos materiais, para que sejam: duráveis, menos agressivos, cuja obtenção cause impacto mínimo, e que sejam recicláveis ou reaproveitáveis.

Também deve ser analisado o ciclo de vida do empreendimento e dos materiais usados, efetuado o estudo dos impactos ambientais da construção e de como essas matérias podem vir a ser reaproveitadas posteriormente.

Com a consciência ambiental aumentando ao passar dos dias, a Construção sustentável, pelos grandes benefícios que oferece, torna-se cada vez mais importante.

É uma construção responsável, lucrativa e saudável. Apesar disso, porém, como avaliar se, ao final, os objetivos foram atingidos? Quais as razões para se fazer uma Construção sustentável?

O objetivo geral deste trabalho é pesquisar meios de se promover a construção sustentável. Para que ele seja alcançado, será realizado o levantamento de projetos e construções com utilização de materiais que promovam o desenvolvimento sustentável com economia, tanto na sua utilização, quanto na conservação. Também serão abordadas as técnicas alternativas, para reuso de água e captação de energia elétrica.

O levantamento de informações será realizado buscando promover a maior conscientização da importância da Construção Sustentável, por meio da observação da realidade dos fatos, onde a preservação do ambiente, a economia, o bem estar e a qualidade de vida são muito relevantes.

No mundo, cerca de 40% do gás carbônico (CO₂) é emitido por edifícios, sendo que as construções consomem 44% da energia do país (CBCS, 2010).

De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), a sustentabilidade das construções pode render uma economia de 40% de água e 30% de eletricidade.

Considerando-se a importância das edificações e da Construção Civil na história do homem e até a atualidade, considerando-se a relevância dos impactos por eles causados, a Construção sustentável deve ser utilizada como ferramenta para a melhoria da consciência ambiental da população e, conseqüentemente, contribuir para sua reaproximação da natureza.

Inúmeros são os benefícios trazidos pelas construções sustentáveis, desde a preservação do meio ambiente até os diversos benefícios diretos aos seus moradores e usuários.

A sustentabilidade de uma obra manifesta a responsabilidade por tudo que se consome, gera, processa e descarta. Intensifica também a necessidade de planejar e prever possíveis impactos que podem ser provocados durante toda a vida útil da edificação, mostrando o quanto a Engenharia Civil pode e deve contribuir para um futuro melhor.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A História das Construções Sustentáveis

Quando o ser humano ainda era nômade e caçava e coletava apenas aquilo que era necessário para sobreviver e se reproduzir, os espaços naturais serviram de refúgio e fontes de sustento e proteção.

Um rio podia representar um desafio – eventualmente, uma ameaça – para aqueles que decidiam atravessá-lo, mas também se constitui em lugar mais fértil, onde o alimento abundava. Uma caverna poderia esconder animais perigosos para os seres humanos, mas era excelente abrigo contra temporais e nevascas.

Quando começou a se fixar no território e cultivar, o ser humano sentiu a necessidade de criar o teto que o protegesse das intempéries. Com o desenvolvimento das técnicas, os elementos e recursos naturais de cada lugar foram absorvidos na medida mais eficaz para o abrigo.

Sempre aproveitamos o que o meio nos proporcionou. Desde os primórdios, o homem reconhece a força da natureza como sua maior ameaça, mas também sua maior aliada.

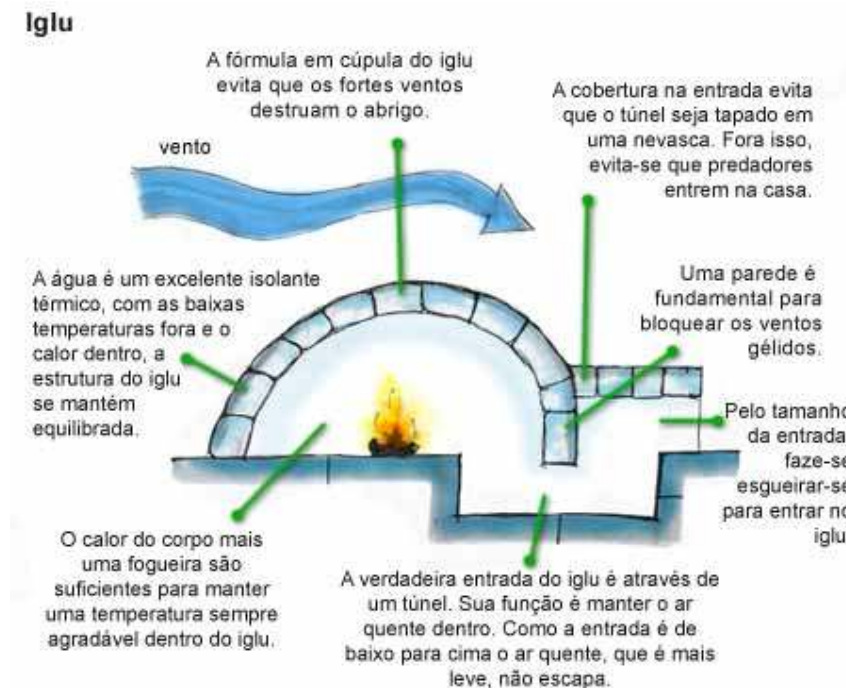
As antigas civilizações não tinham a noção real do tamanho da Terra, mas sabiam e respeitavam esse princípio. Na Babilônia foi desenvolvido o mais antigo conjunto de leis de que se tem notícia. Os códigos de Hamurabi, como são conhecidos, permitem reconstituirmos como eram os costumes na época, e algumas dessas leis descrevem severas punições àqueles que prejudicassem o sistema de captação e distribuição de água.

No antigo Egito, as construções mantinham a distância necessária do rio Nilo, pois se sabia que seu regime possuía períodos de cheia e vazão bem definidos. Aproveitava-se o fundo das construções para o plantio de modo que, quando o rio enchia, trazia nutrientes e, quando vazava, o solo estava fertilizado para a agricultura.

Aproveitar a natureza do lugar e respeitar seus limites é uma das características principais para uma Construção Sustentável, que trazemos desde nossos antepassados. Muitos exemplos podem ser citados, ao longo da história, de

como cada povo construiu usando os elementos de que dispunham ao redor de suas ocupações.

Os Iglus são uma forma bem interessante de demonstrar o aproveitamento do meio a favor do abrigo. Mesmo com as condições extremas de baixa temperatura, este abrigo de gelo se mostra extremamente eficaz.



Fonte: Bussoloti (2007)

FIGURA 1 - Iglu

Os moinhos também são ótimos exemplos de como as construções podem usufruir da natureza sustentavelmente. Tanto os de vento quanto os de água têm a função de utilizar uma força natural para moerem cereais e grãos. Na Holanda, os moinhos de vento foram utilizados para bombear a água da chuva para o mar, evitando que as terras alagassem.

2.1.1 Nossa época

Em 1973, os países exportadores de petróleo elevaram consideravelmente os preços do produto, pondo assim em xeque os padrões de consumo ocidentais.

Surgiram debates sobre novas opções a serem utilizadas, devido à enorme preocupação sobre a dependência desta *commodity*.

O mundo observava e preparava-se para repensar os modelos econômicos, padrões de consumo, estilo e modo de vida levados até então. Percebeu-se que a maior parte da energia gerada era consumida nas cidades, que abasteciam suas edificações de uma forma voraz.

O Relatório Brundtland (1987), origem do conceito de desenvolvimento sustentável, lançou as bases de novos paradigmas para a humanidade. Para as construções, as discussões sobre eficiência energética abriram novos horizontes para uma arquitetura mais sustentável e ambientalmente mais correta.

Seguiu-se, nos anos e décadas que se passaram, a necessidade de se repensar não somente questões energéticas de um edifício, mas padrões adequados de consumo de água, gestão de resíduos e, hoje, a bola da vez são as emissões de carbono (BUSSOLOTI, 2007).

2.1.2 Impactos ambientais causados devido às obras de Construção Civil

Impacto ambiental é qualquer alteração feita pelo ser humano, grande ou pequena, boa ou ruim, no meio ou em algum de seus componentes, por alguma atividade externa.

É importante o estudo desses impactos para se avaliar as consequências e a possibilidade de prevenção, principalmente quando tais impactos acontecem pela execução de certos projetos e obras da Construção Civil. Por causa desses impactos causados e da necessidade de sua minimização, o setor vem, cada dia mais, buscando o desenvolvimento sustentável na área.

A Construção Civil é uma atividade extremamente poluente, através de seu consumo excessivo dos recursos naturais e geração de resíduos durante toda sua vida útil, fazendo com que ela seja um dos maiores causadores de impactos ambientais.

Mas quais são os impactos do setor ao meio ambiente? Ceotto (2008) cita alguns destes impactos:

- A operação dos edifícios consome mais de 40% de toda energia produzida no mundo;
- Consome 50% da energia elétrica e 20% do total de energia produzida no Brasil;
- A Construção Civil gera de 35% a 40% de todo resíduo produzido na atividade humana;
- Na construção e reforma dos edifícios se produzem anualmente perto de 400 kg de entulho por habitante, volume quase igual ao do lixo urbano;
- A produção de cimento gera 8% a 9% de todo o CO₂ emitido no Brasil, sendo 6% somente na descarbonatação do calcáreo;
- Assim como o cimento, a maioria dos insumos usados pela Construção Civil é produzida com alto consumo de energia e grande liberação de CO₂.

Além disso, a Construção Civil é responsável pelo consumo de 66% de toda madeira extraída, gera 40% de todos resíduos na zona urbana, e é uma atividade geradora de poeira, seja na extração de matéria prima, seja na própria obra. (HANSEN, 2008).

Existem várias alternativas e tecnologias para minimização desses impactos mas, para que uma construção seja sustentável, ela deve atender a três requisitos: econômico, social e ambiental.

O primeiro passo para uma Construção Sustentável, não requer muito investimento, mas, sim, uma mudança de cultura, uma conscientização, buscando uma redução de perdas, de consumo e de geração de resíduos. Apesar de ser uma ação simples, não é fácil de ser absorvida pelos envolvidos.

Uma primeira ação visando a diminuição do impacto visa mudar a nossa cultura e maneira de agir. Num primeiro momento, não é necessário investir em novas tecnologias, nem mudar as técnicas usadas atualmente. Basta investir na mudança da cultura dos colaboradores, visando uma redução das perdas e da geração de entulho.

Não existe uma regra, para minimização dos impactos ambientais, mas invariavelmente as soluções adotadas seguem as seguintes premissas (CEOTTO, 2008):

- 1- Redução do consumo de energia.
- 2- Redução do consumo de água.
- 3- Aumento da absorção da água de chuva e diminuição do seu envio às redes públicas ou vias públicas.
- 4- Redução do volume de lixo ou possibilidade de facilitar a sua reciclagem.
- 5- Facilidade de limpeza e manutenção.
- 6- Utilização de materiais reciclados.
- 7- Aumento da durabilidade do edifício e a possibilidade de modernização e reuso após o término de sua vida útil.

As Construções Sustentáveis provém de práticas construtivas conscientes, que buscam técnicas para a redução do impacto negativo no meio ambiente, e que implicam na utilização de materiais, desde a implantação, fase de projeto, construção, manutenção, e até a demolição, ou seja, durante toda vida útil da obra.

Buscam maior eficiência, economia e qualidade dos edifícios, prejudicando minimamente o meio, utilizando recursos ecologicamente corretos, garantindo bem estar e qualidade de vida para gerações atuais e futuras. Para isso é necessário seguir algumas diretrizes

2.2 Diretrizes para uma Construção Sustentáveis

2.2.1 Planejamento sustentável da obra

Deve-se analisar o ciclo de vida dos materiais e da obra, buscando alternativas saudáveis, como o reaproveitamento, reciclagem etc. São escolhas conscientes e responsáveis de tudo que entra na obra (materiais), de tudo o que sai (entulhos) e que implicam toda a vida útil do empreendimento.

Deve-se analisar as condições climáticas, o entorno da construção, o consumo energético, a gestão de água e a gestão de resíduos, para que se possa antes do início da obra, prever e minimizar os impactos ambientais causados pela construção, buscando sempre soluções econômicas que tragam qualidade de vida aos moradores.

2.2.2 Aproveitamento passivo dos recursos naturais

Deve-se analisar o clima local, aproveitando todos seus recursos naturais e locais, para melhor manejo e integração de *habitat*, efetuando o planejamento do espaço e a disposição de ambiente, para potencializar utilização de energias naturais, luz etc. Se possível, é recomendado manter o nível de seu terreno, evitando gastos de energia para movimentação de terra.

Deve-se também analisar o local da obra e seu entorno, evitando interferências ou quaisquer efeitos negativos ao bem-estar dos moradores ou ao meio ambiente.

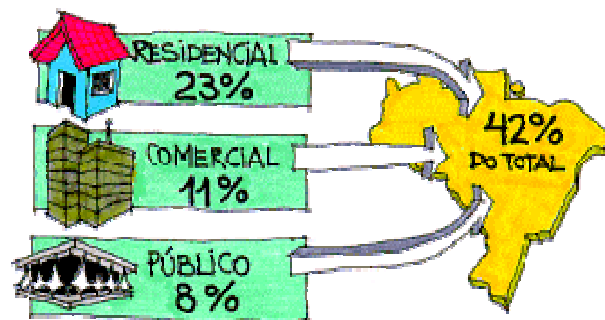
É igualmente importante buscar iluminação natural, conforto térmico e acústico, além de redução de consumo de água e energia elétrica.

2.2.3 Eficiência energética

Eficiência energética é o consumo inteligente de energia, obtendo os mesmos resultados com menor gasto de energia. Esse consumo inteligente, também chamado de “racional”, pode se iniciar com conscientização, pequenas mudanças de hábitos, e com a utilização de tecnologias, materiais e equipamentos mais eficientes.

Uma das melhores maneiras de reduzir os impactos ambientais é reduzindo o consumo energético. Não é preciso grandes mudanças, apenas a consciência que a energia não é uma fonte inesgotável, e que, além de proporcionar um bem ao planeta e ao nosso futuro, é possível, com atitudes e hábitos simples, conseguir uma excelente economia financeira.

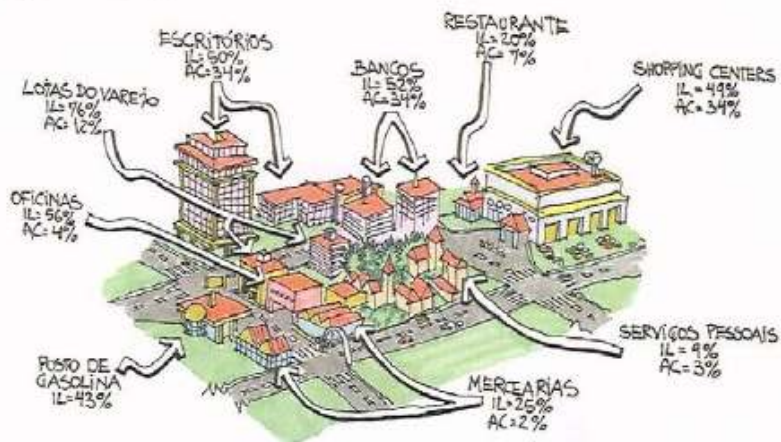
A eficiência energética é um dos pré-requisitos necessários para se alcançar a sustentabilidade.



Fonte: Lamberts (1997)

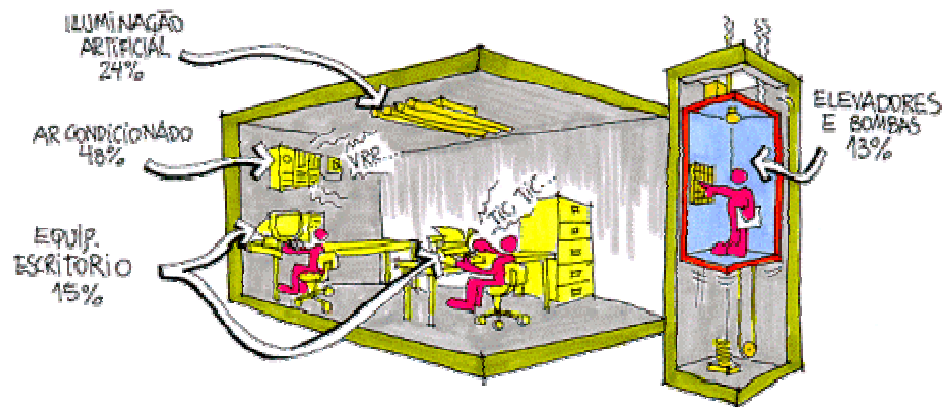
FIGURA 2 - Consumo de energia elétrica em edificações por setor

A energia elétrica no setor de edificações residencial, comercial e público, consome 42 % do total de energia gerada no Brasil. É utilizada desde o processo de fabricação dos materiais até a fase final de construção, estando presente também na ocupação e operação das edificações, como nos elevadores, bombas, equipamentos de automação, e, de forma mais intensiva, em sistemas de iluminação e condicionamento térmico ambiental (LAMBERTS, 1997).



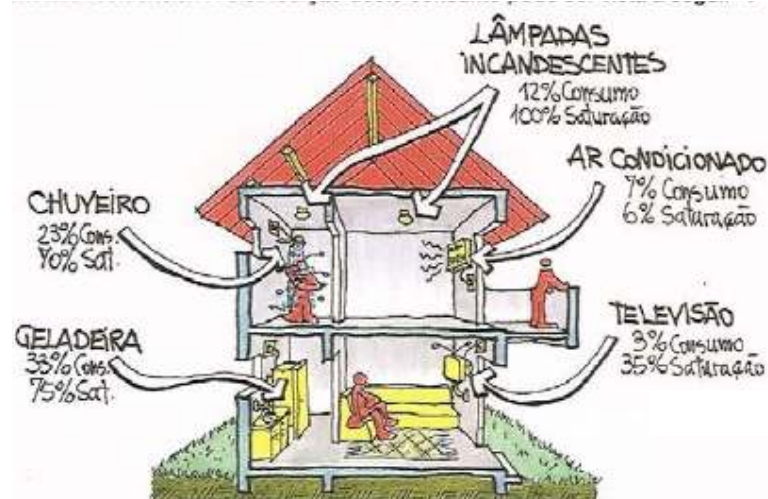
Fonte: Lamberts (1997)

FIGURA 3 - Consumo de energia elétrica nos setores comerciais e públicos



Fonte: Lamberts (1997)

FIGURA 4 - Uso final de energia elétrica em escritórios



Fonte: Lamberts (1997)

FIGURA 5 - Uso final de energia elétrica no setor residencial

A conservação de energia e o uso responsável das fontes energéticas foram as alternativas encontradas por muitos países para vencer a crise do petróleo na década de 1970. Essa crise deixou as fontes disponíveis na época com custos mais elevados e com períodos longos para implantação. Como consequência, o uso racional de energia passou a ser uma opção vantajosa, devido ao fato de que, reduzindo o consumo de energia elétrica, não haveria necessidade de realizar novas instalações de fontes de energia (BALESTIERE, 2002).

O conceito de eficiência energética está estreitamente vinculado ao serviço energético produzido e se refere à cadeia energética como um todo, isto é, desde a

extração (ex. extração de petróleo) ou transformação (ex. geração hídrica) até o uso final (ex. ar condicionado) (KAEHLER, 1993).

De acordo com os dados citados por Mascarós (1992), o potencial de redução do consumo em edificações pode ser resumido da seguinte forma:

- 20 a 30% da energia elétrica consumida seriam suficientes para o funcionamento das edificações;

- 30 a 50% da energia elétrica consumida é desperdiçada devido a fatores como: falta de controles adequados da instalação, falta de manutenção e também por mau uso;

- 25 a 45% da energia elétrica é consumida indevidamente devido à má orientação da edificação e, principalmente, pelo projeto inadequado de suas fachadas.

Pode-se conseguir uma redução no consumo de energia sem grandes investimentos, somente com algumas mudanças de hábitos simples:

- Utilizar lâmpadas fluorescentes compactas, pois elas duram mais e gastam menos energia;

- Desligar as lâmpadas sempre que você não estiver utilizando;

- Aproveitar o máximo da iluminação natural;

- Pintar as paredes internas da casa com cores claras, pois elas exigem lâmpadas de menor potência;

- Quando utilizar o ar condicionado ou aquecedores, manter portas e janelas fechadas, limpar o filtro periodicamente, proteger a parte externa da incidência do sol sem bloquear as grades de ventilação;

- Utilizar a máquina de lavar roupas com sua capacidade máxima, com o nível adequado de água e sabão;

- Deixar acumular roupas para passar, para evitar o “liga/desliga” seguido do ferro, e passar primeiro as roupas mais leves;

- Não abrir sem necessidade o refrigerador e o *freezer*, para evitar a entrada de ar quente, fazendo com que o motor trabalhe mais; não guardar alimentos quentes; regular a posição do termostato conforme a estação do ano; instalar o aparelho em lugar bem ventilado e não exposto ao sol; verificar se a borracha de vedação está em bom estado, a fim de evitar fugas de ar frio;

- Utilizar o chuveiro elétrico na posição “verão”, economizando 30% de energia;

- Programar o computador para que o mesmo desligue automaticamente o monitor quando permanecer um tempo sem acesso;
- Ao comprar um novo aparelho, dar preferência aos equipamentos com certificação PROCEL de economia de energia (APS, 2010).

Também se pode conseguir economia de energia, com algum investimento em tecnologia, como com aquecedores solares, que podem ser:

- Coletores solares térmicos, que captam a energia do Sol e a transformam em calor, poupando até 70% da energia necessária para o aquecimento de água;
- Painéis solares fotovoltaicos, que convertem a energia do Sol em energia elétrica, por meio do efeito fotovoltaico. Podem ser utilizados inclusive em locais isolados, com ou sem rede elétrica ou como sistemas ligados à rede. A flexibilidade dos painéis possibilita seu uso em muitos produtos de edificações, tais como telhas solares, cortinas de vidro e painéis decorativos. (FERNANDES, 2009).

Deve-se projetar e criar ambiente de fácil conservação e economia de energia, construir ambientes que gerem energias consumidas por fontes renováveis.

Aproveitamento total de recursos naturais, como luz solar. Estudo da intensidade luminosa necessária. Utilização de matérias e tecnologias que permitam controle e redução de energia. Deve-se, enfim, fazer um planejamento, adequação e manutenção, desde a concepção do projeto até o final da vida útil da construção, para que seja energeticamente eficiente.

2.2.4 Gestão e economia da água

A água é um dos recursos naturais mais abundantes no planeta, com um volume total estimado em 1.386 milhões km³. Esse gigantesco volume está distribuído da seguinte forma: 97,5% de toda água na Terra estão nos mares e oceanos; 1,7% nas geleiras e calotas polares; 0,7% está nos aquíferos subterrâneos; menos que 0,01% formam os rios, lagos e reservatórios e, ainda, uma porcentagem ínfima da água está distribuída em forma de vapor na atmosfera (SHIKLOMANOV, 1999).

A água é fundamental para a vida na Terra, seja do ponto de vista da sobrevivência humana básica, seja do ponto de vista do sistema produtivo. Sua

distribuição natural é diferenciada. Algumas regiões a têm em abundância, outras, não.

Sua falta compromete não apenas a saúde, mas o desenvolvimento da região. A sua escassez deve-se ao enorme crescimento populacional e também ao seu uso indevido.

Para o alcance do desenvolvimento sustentável, é necessário o uso adequado dos recursos naturais da Terra. O uso indiscriminado desses recursos pode ter, no futuro e mesmo no presente, consequências graves para o planeta e o ser humano.

A gestão da água consiste em reduzir os seus níveis de consumo e diminuir a perda de água infiltrada. Para tal, é necessário promover novas tecnologias e equipamentos que permitam um maior aproveitamento. O respeito pelo ciclo de água existente, e a redução/racionalização desse mesmo consumo de água potável, permite a sua poupança. Neste sentido, é necessário fazer um estudo prévio, pois esta área específica da Construção Sustentável obtém, na maioria das vezes, uma atenção redobrada em fase de projeto (LEAL, 2006).

Visa-se limitar o mais possível a interferência no ciclo natural da água, tendo como objetivo a redução do consumo na faixa de 25%, dada a escassez deste recurso e a sua crescente importância, não só no panorama nacional, mas também a nível internacional (NORBICETA, 2005).

2.2.4.1 O reuso da água de chuva

O relatório anual das Nações Unidas faz terríveis projeções para o futuro da humanidade. A ONU prevê que em 2050 mais de 45% da população mundial não poderá contar com a porção mínima individual de água para necessidades básicas. Segundo dados estatísticos existem hoje 1,1 bilhões de pessoas praticamente sem acesso à água doce. Estas mesmas estatísticas projetam o caos em pouco mais de 40 anos, quando a população atingir a cifra de 10 bilhões de indivíduos.

A partir desses dados, projeta-se que a próxima guerra mundial será pela água e, não, pelo petróleo (JACOBI, 2010).

Esses dados mostram a importância do reuso da água de chuva e quanto poderemos economizar reutilizando a água da chuva. Hoje já temos muitos projetos visando o reaproveitamento da água de chuva nas construções.

O reaproveitamento da água de chuva para abastecer certas áreas da residência gera economia e contribui para a preservação do recurso já tão escasso em boa parte do mundo. É uma ação de responsabilidade social, já adotada por boa parte das construtoras e por cidadãos comuns na Europa, mas que, infelizmente, ainda é rara no Brasil (FERNANDES, 2009).

Existem vários projetos de reaproveitamento da água da chuva nas construções. Geralmente é guardada em um reservatório, depois passa por um tratamento primário e pode ser empregada em irrigações de jardins, em lavagens de pisos e em descargas, entre outras aplicações.

Para a instalação de um sistema eficiente de reaproveitamento de água de chuva, vários fatores são importantes. É preciso fazer um estudo do clima da região, para a identificação do volume pluviométrico registrado no local, o que vai influir no dimensionamento do sistema. É preciso também ter cuidado com os materiais e com a manutenção da rede hidráulica do sistema, que deverá ter uma comunicação com a rede de água tratada da concessionária local, para que o abastecimento da casa não seja afetado nos tempos de seca.

Além de econômicas, as vantagens da não utilização da água potável onde não é realmente necessário são ecológicas.

2.2.5 Gestão dos resíduos na edificação

O objetivo principal da Gestão de resíduos é prevenir, separar e reciclar qualquer tipo de lixo, seja ele resultante da construção de um empreendimento, seja resultante do uso doméstico. Por essa razão, deve ser colocado separadamente nos caixotes do lixo, de forma a poder ser reciclado e reutilizado.

Deve-se projetar e criar áreas para disposição de resíduos gerados pelos próprios moradores, dando condições para reduzir a geração desses resíduos e a redução dos resíduos orgânicos para processamento pelo Poder Público ou concessionário. Criando áreas para coleta seletiva, incentivando a reciclagem.

2.2.6 Qualidade do ar e do ambiente interior

O abrigo humano, a princípio, é concebido para criar condições desejáveis de segurança, habitabilidade e bem-estar através do isolamento ou, ao menos, do distanciamento das variáveis climáticas e ambientais externas. A Construção Sustentável é, para seu morador, seu ecossistema particular e, assim como no planeta Terra, todas as interações devem ocorrer reproduzido ao máximo as condições naturais: umidade relativa do ar, temperatura, alimento, geração de resíduos e sua transformação, conforto visual, auditivo e olfativo, sensação de segurança, proximidade arquitetônica cultural etc. (ARAUJO,2007).

Estudos indicam que passamos 90% do nosso tempo em locais fechados, onde a qualidade do ar pode ser pior que no ambiente externo. O ar interno pode estar entre 10 e 50 vezes mais poluído que o ar externo, mesmo nas grandes cidades. Poluentes internos vão desde toxinas, como amianto e formaldeídos encontrados em materiais de construção, aos causadores de alergias como mofo, fungos, bactérias e ácaros. Os efeitos negativos destes poluentes podem causar problemas de saúde em baixa exposição ou, mesmo, muitos anos mais tarde (CORCUERA,2010).

Deve-se projetar e criar um ambiente interior e exterior saudáveis, livres de poluentes; identificar poluentes internos na edificação como água, ar, temperatura, umidade e materiais; evitar ou controlar sua entrada e atuação nociva sobre a saúde e bem-estar dos indivíduos.

2.2.7 Conforto termoacústico

Conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico (LAMBERTS, 1997).

As variáveis ambientais que influenciam no conforto térmico são: temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa e velocidade do ar. Além destas, a atividade física e o nível de vestimenta também interagem na sensação de conforto

térmico do homem. Quanto maior for a atividade física, maior será o calor gerado pelo metabolismo. Deve-se conhecer, portanto, a função da edificação, de forma a prever o nível médio de atividade humana realizado no seu interior, para melhor projetá-lo obedecendo aos critérios de conforto térmico. Já a vestimenta possui uma resistência térmica que influencia a troca de calor do homem com o ambiente, influenciando sua sensação de conforto térmico (LAMBERTS, 1997).



Fonte: Lamberts (1997)

FIGURA 6 - Trocas de calor entre o corpo humano e o meio ambiente

Deve-se projetar e criar um ambiente com temperatura e sonoridade que tragam conforto e bem-estar físico e psíquico aos moradores.

Para um excelente conforto termoacústico, deve-se inicialmente fazer um estudo da insolação e ventilação local. O bom uso desses recursos e utilização de tecnologias de resfriamento trarão um excelente conforto térmico. A disposição dos cômodos e uso de materiais específicos trarão um excelente conforto acústico.

2.2.8 Uso racional de materiais

Deve-se fazer uma análise de cada material, do ponto de vista funcional e ambiental, avaliando suas especificações, seu ciclo de vida, boa procedência, de forma que traga o mínimo impacto ambiental. Deve-se analisar desde sua origem (extração), seu processo produtivo, tipo de transporte etc.

2.2.9 Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis

Uma obra sustentável tem como princípio o uso de materiais ecológicos, que são todos artigos de origem artesanal ou industrializada, que sejam não-poluentes, atóxicos, benéficos ao meio ambiente e à saúde dos seres vivos, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Como saber se o material/tecnologia é sustentável ou menos impactante?

1. Matéria-prima é virgem ou reciclada? Como é extraída? É um recurso renovável?

2. Qual é o processo produtivo? Apresenta baixo consumo de energia? E de água? O processo é poluente (ar, água, terra, som)? Gera que tipo de resíduos?

3. O produto é poluente?

4. Sua instalação e manutenção geram resíduos?

5. Como é a logística de distribuição do produto? Consome muita energia?

6. E a embalagem? Possui potencial de reciclagem ou de reuso?

7. Possui algum tipo de certificação (tipo ISO 14001) ou SELO? (CRIA, 2009)

Os produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis devem atender aos seguintes quesitos:

Ecologia – Coletar dados que comprovem o desempenho sustentável dos processos construtivos, produtos e tecnologias recomendados, do ponto de vista da gestão e uso de matérias-primas e insumos básicos, energia, água, emissão de poluentes, normatização, cumprimento das leis vigentes, embalagem, transportes (logística), potencial de reuso e/ou reciclagem.

Economia – Recomendar ecoprodutos e tecnologias sustentáveis adequados à realidade financeira e capacidade de investimento do cliente, com prazo e taxas de retorno definidos (*payback*).

Saúde – Avaliar a biocompatibilidade e sanidade dos produtos recomendados com o ser humano e organismos vivos em geral, com o objetivo de gerar um ambiente saudável e de elevada qualidade para seus ocupantes e vizinhança.

Responsabilidade social – Recomendar o uso de materiais que atendam às normas brasileiras e internacionais de qualidade e padronização (NBR 16001), cuja fabricação contribua para inserção da população desfavorecida no mercado de trabalho e consumo, bem como para fixação do homem em sua região de origem (INSTITUTO ECOBRASIL, 2010).

2.2.9.1 Produtos, materiais e tecnologias

Toda construção necessita de materiais que, aliados a uma boa combinação de técnicas e uso responsável do meio, levem à obtenção de uma construção mais sustentável.

Uma construção sustentável prevê que os materiais usados.

- Venham preferentemente de locais próximos.
- Quer sejam sintéticos, naturais e/ou transformados, sejam produzidos para utilização até o fim da vida útil, além de se mostrarem adequados para a reciclagem, reuso e reutilização.
- Primam por ser aquele material composto de substâncias não tóxicas, não nocivas e benéficas na decomposição.
- Tenham sido feitos sem agredir o meio e/ou deturpar as ordens sociais e culturais. Além de serem economicamente vantajosos ao lugar e região nos quais são produzidos.
- Sejam materiais de ordem naturais, porém renováveis, utilizados e mantidos para o uso das sociedades que ainda estão por vir.
- Criem condições para novos padrões sustentáveis de consumo e sejam eficientes..
- Não sejam transgênicos.
- Não poluam o meio no qual são utilizados.
- Se bem usados, colaborem para o fim das devastações ambientais (BUSSOLOTI, 2007).

Deve-se cobrar responsabilidade dos fabricantes desses produtos, mas em conjunto com seu uso correto, para que continue sendo sustentável. Esses produtos, intitulados “verdes”, “ecológicos”, “ambientalmente amigáveis”, devem

ser questionados, e a melhor forma de verificar sua real sustentabilidade é através de certificações.

Alguns materiais, produtos e tecnologias que podem ser utilizados nas construções sustentáveis (BUSSOLOTI, 2007; FERREIRA,2010) são:

O Aço: Tem maior capacidade estrutural que o concreto, podendo ser utilizado em menor quantidade e é facilmente reciclável inúmeras vezes.

Fibras vegetais: Possuem excelentes propriedades físicas e mecânicas. Podem substituir as fibras de vidro e sintéticas. Podem ser misturadas ao concreto para agregar maior resistência, serem usadas para fazer telhas, tapumes, revestimentos acústicos e térmicos, painéis, tecidos, tapetes e carpetes.

Óleos vegetais: Hoje muito usados na Construção Civil, os óleos vegetais podem ser a base de vários produtos, como tintas, vernizes etc.

Solo cimento: O solo cimento é um material homogêneo resultante da mistura de solo, cimento e água, ideal para construções de pequeno porte. É um tipo de cimento para argamassa ou estrutura, adequado para uso em revestimentos de pisos e paredes devido à elasticidade, usado para pavimentação, em muros de arrimo, confecção de tijolos e telhas, sem que haja uma queima prévia. Esses tijolos e telhas não passam pelo processo de queima, no qual se consomem grandes quantidades de madeira ou de óleo combustível, como é o caso dos tijolos produzidos em cerâmicas e olarias. Desta forma, este tipo de tijolo evita o desmatamento e o desperdício de materiais, colaborando com o meio ambiente.

Concreto reciclado: Concreto é um material composto por cimento, areia, água, compostos britados (brita, cascalho e/ou pedregulho) que eventualmente contém materiais ligantes como colas, fibras e outros aditivos. O concreto reciclável possui inúmeras fórmulas e combinações possíveis. Alguns encontrados no mercado são feitos com escória de alto forno, material originalmente refugado, resultante da fabricação de cimento e em usinas metalúrgicas. Outros utilizam sobras de minérios e asfalto recolhidas em demolições e entulhos. O uso do concreto reciclado tem despertado, cada vez mais, uma consciência de reaproveitamento dos materiais que antigamente eram descartados, como restos de tijolos e telhas, abrindo espaço para empresas que separam e comercializam materiais que sobram nos canteiros de obras e nas demolições.

Madeiras: A madeira é um material muito útil na Construção Civil. Mas devido ao desmatamento, e para uma Construção Sustentável, deve-se ter a preocupação

de utilizar madeiras alternativas: de reflorestamento, que preserva ao mesmo tempo que extrai; e certificadas, que comprovam sua origem. Também existem algumas madeiras que podem ser utilizadas em móveis e interiores, como:

a) Madeiras de demolição, que são as madeiras nobres de lei, provenientes de construções antigas;

b) Madeiras de redescobrimto, que são madeiras de árvores caídas, demolição e, desperdício urbano, entre outras.

Bambu: O bambu é autossuficiente, reproduz-se anualmente, pode ser cultivado em solos ruins e oferece diversidade ecológica como um recurso sustentável. É composto basicamente por longas fibras vegetais e é muito resistente. É um material altamente renovável que pode substituir a madeira e diversos usos, impedindo o corte de árvores essenciais ao equilíbrio natural.

Madeira Teca (*Tecnona Grandis*): Com certificação florestal, a madeira Teca é uma árvore originária de florestas tropicais do sudoeste asiático, proveniente de florestas de manejo sustentável. É muito resistente ao ataque de pragas, com muita qualidade e durabilidade, apresentando bastante resistência.

Madeira plástica: É fabricada a partir da transformação de matérias primas reaproveitáveis, naturais ou não, e de materiais recicláveis, com resíduos de diversos tipos de plásticos e fibras vegetais. Imita a madeira natural. Tem algumas vantagens sobre a natural, como utilização em lugares úmidos e exposição ao sol.

Madeira Tamburato: É um material certificado sustentável, composto por um painel estrutural com duas camadas externas de partículas finas de madeira prensada que, no seu miolo, contém uma colmeia de papel reciclado. É ideal para confecção de móveis robustos que exigem espessuras grossas, porém é um material leve e com ótimo desempenho.

Madeira Pinus: É a pioneira entre as madeiras de reflorestamento usadas, pois possuem um ciclo curto, podendo-se colher as árvores a partir dos 10 anos de plantio. A madeira Pinus, após selecionada e beneficiada, sofre um processo de tratamento em autoclave, seguindo padrões internacionais de qualidade, com conservante CCA (Cobre, Cromo e Arsênio) de ação biológica, que penetra nas camadas permeáveis da madeira. Esse processo, proporciona à madeira resistência e imunidade a danos biológicos causados pela ação de brocas, cupins, fungos, água e ao apodrecimento pela ação do tempo, sem causar danos ao meio ambiente, animais e pessoas.

Adobe: Usado para se fazer tijolos, é feito de uma mistura com argila, areia, água e, algumas vezes, podem ser adicionadas palha ou outras fibras. Tem altas resistências e propriedades acústicas.

Tintas naturais: Tintas a base de água, ceras e óleos vegetais, resinas naturais, com pigmentações minerais, são recomendáveis para uma construção sustentável, trazendo benefícios à saúde e a meio ambiente.

Telhas ecológicas: São feitas de placas prensadas de fibras naturais ou de materiais reciclados; possuem excelentes características mecânicas, são mais leves e, ainda, não prejudicam a saúde e o meio ambiente.

Piso intertravado: O piso intertravado é composto por peças de concreto modulares, com diversas formas e cores, que são assentadas como um quebra cabeça, por isso o nome. Muito resistentes, são usados em calçadas, parques e grandes extensões de pisos externos. A vantagem para o meio ambiente é que ao contrário do que vemos comumente, os pisos intertravados possibilitam que a água da chuva permeie entre as juntas e assim encontre o solo, facilitando a drenagem.

Piso de PVC reciclado: Oferece materiais e soluções que minimizam custos de manutenção e visam à preservação de um ambiente sustentável. Feito de 67% de PVC reciclado pós-consumo, o revestimento simula madeira com fidelidade e atende tanto às características estéticas, quanto ao respeito ao meio ambiente, com vantagens de não riscar e não reproduzir barulho ao andar. Com 3 mm de espessura, pode ser instalado em cima de pisos existentes, colaborando para reduzir os resíduos de demolição.

Resina Ecopiso: É um produto líquido de base vegetal, atóxico e com excelente desempenho. É elaborada com mais de 70% de matérias primas naturais renováveis. Pode ser utilizada para revestimento e proteção de pisos como cerâmica, concreto, pedras, mármore, granitos, tijolos, pisos de madeira e assoalhos em geral, formando, depois de aplicada, uma película de alta resistência ao tráfego. Pode ter acabamento transparente ou brilhante, não possui cheiro, facilita a limpeza e demora em torno de 3 horas para secar, após a aplicação.

Piso Tecnocimento: O Tecnocimento tem uma fácil aplicação, pois não há necessidade de remoção dos pisos pré-existentes, como cerâmicas, placas de cimento, mármore, pastilhas etc. Isto é, pode ser aplicado por cima dos mesmos, evitando os transtornos e resíduos habituais de reformas. Pode ser aplicado com uma espessura de 2 mm, como massa corrida, podendo ser utilizado em pisos,

paredes, escadas, bancadas e, até mesmo, no teto, devido a sua alta adesão às superfícies.

Piso Drenante: É composto por cimento reciclado, fibras naturais e agregados minerais, possuindo uma ótima capacidade drenante, gerando flexibilidade nas áreas que necessitam de permeabilidade e colaborando no controle de chuvas nas áreas urbanas.

Equipamentos sanitários de baixo consumo e automáticos: Os vasos sanitários e pias são campeões no quesito desperdício de água. Muitas vezes esquecemos uma torneira pingando ou a descarga desregulada, o que acaba em desperdícios enormes de água. Por isso, a tendência é que cada vez mais os sanitários tenham equipamentos reguladores de consumo. Alguns fabricantes de equipamentos sanitários já disponibilizam no mercado torneiras com sensor de presença e vasos sanitários com duplo acionamento. O vaso funciona com meia descarga no caso dos líquidos e vazão completa para sólidos. Alguns modelos mais simples limitam a vazão de seis litros mesmo com o botão sendo apertado insistentemente.

Lâmpadas de alta eficiência energética: Existem muitos tipos de lâmpadas eficientes no mercado e algumas que ainda estão por vir, pouco difundidas, as quais prometem uma revolução na iluminação dos edifícios. As mais comuns são as lâmpadas fluorescentes compactas, que apesar de mais caras, pois representam um consumo de energia 80% menor, duram 10 vezes mais que lâmpadas convencionais e ainda aquecem menos o ambiente. A maior promessa no setor de iluminação são os LED's, que em inglês significam “diodo emissor de luz”. São diodos semicondutores que, ao receberem energia, se iluminam. Muito comuns, em televisores e computadores, são aquelas luzes que ficam acessas indicando que o aparelho está ligado ou em *stand by*. Possuem inúmeras vantagens. São luzes que desperdiçam pouquíssima energia, não esquentam, são extremamente compactas, mas ainda são caras e pouco difundidas. E também a fibra ótica é um sistema de baixo consumo elétrico, uma vez que uma única lâmpada pode iluminar diversos cabos, além de quase não necessitar de manutenção, representando uma grande economia e somando na preservação do meio ambiente. É extremamente durável: resiste, em média, 15 a 20 anos exposta ao tempo.

Sensores de presença e automação: O sensor de presença é um equipamento eletrônico capaz de identificar a presença de pessoas dentro do seu

raio de ação e acender a lâmpada do ambiente. Depois de um tempo em que o ambiente se encontra vazio, que pode ser determinado por cada pessoa, a lâmpada se apaga, evitando gastos desnecessários de energia.

Pastilhas ecológicas: São pastilhas de vidro feitas a partir de lâmpadas fluorescentes descartadas. Com a utilização das lâmpadas na produção, a temperatura de queima do produto reduz em média 15% e, conseqüentemente, a emissão de gases poluentes, eliminando o descarte do vidro das lâmpadas, que levaria em média 200 anos para ser absorvido pela natureza, e evitando que o mercúrio que elas têm na parte interna contamine o solo. Além disso, através das cinzas obtidas na queima de madeira por olarias e outros fabricantes de cerâmica, é possível fabricar o esmalte que reveste as pastilhas, também contribuindo com o planeta.

Bancadas e revestimentos com Corian: É um material maciço, composto por 70% de mineral natural, 30% de acrílico de alta qualidade e certificado pelo *Scientific Certification Systems*. É fabricado de acordo com processos industriais mais responsáveis, com tecnologia avançada e rígidos padrões de qualidade que permitem reduzir o consumo de energia e geração de resíduos. Outra característica que faz deste material uma escolha sustentável é o seu maior ciclo de vida útil, sendo muito durável, facilmente reparado, reaproveitado ou renovado. Além disso, sua utilização evita a extração de recursos naturais como mármore e granitos. É um material sólido, não poroso, homogêneo e não arranha facilmente.

Instalação de tubos PPR para as instalações hidráulicas: A resina PPR (polipropileno copolímero random tipo 3) utiliza o método de termofusão para garantir juntas perfeitas. Composto de material atóxico e reciclável, o tubo PPR é resistente, possui baixa perda de carga, suporta maiores temperaturas, não requer isolamento térmico, e está livre de corrosão e incrustações. Com instalação prática e segura, o produto oferece maior flexibilidade, isolamento acústico e produtividade.

Vidros autolimpantes: O vidro não é um material biodegradável, mas é 100% reciclável e, mesmo quando espelhado ou metalizado, pode ser reutilizado infinitamente sem perda de qualidade ou pureza do produto. O vidro autolimpante é fabricado pela deposição de uma camada transparente de material mineral fotocatalítico e hidrofílico sobre a chapa de vidro incolor, formando uma camada de longa duração. Dessa forma, aproveita-se da força dos raios UV e da água da chuva para combater de forma eficiente a sujeira e os resíduos que se acumulam no

exterior da janela. A função autolimpante é ativada dias após a primeira exposição à luz solar. Além disso, ele tem a qualidade de ser regenerativo, pois, ao receber a água da chuva, toda a sujeira é removida, liberando a camada química para novas utilizações, deixando a visão sempre nítida. A transparência e o aspecto visual são idênticos aos de outros vidros, assim como as características térmicas, mecânicas e acústicas.

Forro e vedação com *Ecoplaca*: São placas planas impermeáveis fabricadas com matérias primas que provêm de resíduos industriais selecionados de empresas do setor de embalagens. Produto 100% reciclado a partir de embalagens usadas e recolhidas por cooperativas de catadores, agrega-se ainda valor social ao produto final. Em seu processo de transformação o material não gera nenhum tipo de poluente atmosférico. É extremamente resistente e pode ser reciclado outras vezes. A *Ecoplaca* é reciclada, possui dimensões de 2,20 m X 1,10 m, diversas espessuras, não agride a saúde de quem o produz ou manipula e tem custo acessível.

Acessórios e ferragens em aço inoxidável: O aço inox tem desvantagens porque há muita energia incorporada na sua produção e o preço é um pouco mais elevado em relação aos acessórios cromados. Por outro lado, tem as vantagens de ser um material durável, atóxico e 100% reciclável. É composto, basicamente, por uma liga de ferro e cromo que apresenta propriedades físico-químicas superiores aos aços comuns, sendo a alta resistência à oxidação atmosférica a sua principal característica. É a melhor opção para substituir o cromado, pois estes não possuem qualquer possibilidade de reuso e geram um dos mais perigosos resíduos tóxicos, além de liberarem fuligem, que pode comprometer a saúde dos trabalhadores.

Estruturas em *Steel Frame*: São perfis metálicos, interligados através de parafusos especiais autobrocantes, formam os painéis (paredes) que compõem um conjunto autoportante preparado para receber todos os esforços solicitados pela edificação. Este processo tem como característica a qualidade, rapidez, alto controle do processo produtivo e baixo custo, podendo ser aplicado em qualquer tipo de ambiente.

Vedação das paredes com placas pré-moldadas em *Tetrapak*: Este material alternativo se enquadra nos aspectos da questão ambiental por proporcionar um novo uso para toneladas de caixas Tetrapak, que antes tinham como destino os aterros sanitários e depósitos de entulho. Cada residência de 45m²

construída deixa de enviar, em média, 5000 unidades de embalagens de Tetrapak do meio ambiente. As placas têm resistência mecânica para serem aplicadas em construções de pequeno porte, como vedação. A utilização do sistema modular de construção, traz melhor aproveitamento dos componentes construtivos, e ao mesmo tempo, um projeto e uma produção com baixos níveis de perda e baixos custos. Além disso, o sistema construtivo ainda confere conforto ambiental para a residência, devido à resistência térmica que a película de alumínio da caixa Tetrapak proporciona, pois diminui a passagem de calor por radiação e o bolsão de ar, característico no interior da placa, diminui a passagem de calor por condução.

Telhas e placas *Ecotop*: Esta técnica utiliza como matéria prima o resíduo da fabricação de tubo de creme dental (material de difícil degradação na natureza), composto por 25% de alumínio e 75% de plástico. São produtos 100% reciclados que contribuem para a redução da disposição dos resíduos industriais em aterros, dando a eles um fim ambientalmente correto, além de seus processos de fabricação não gerarem nenhum tipo de efluentes ou poluentes atmosféricos. As telhas *Ecotop* têm grande durabilidade e apresentam ótima isolamento térmica, pois reduzem o calor do ambiente em até 30% em relação às telhas de fibrocimento. As placas *Ecotop* apresentam grande vantagem quando comparadas às madeiras e aglomerados utilizados na Construção Civil, já que possuem maior durabilidade e podem ser reutilizadas diversas vezes sem perder suas funções e qualidades, gerando economia, além do benefício ambiental. São produzidas em 3 espessuras (6, 8 e 10 mm) e possuem ótima versatilidade e grande durabilidade.

Telhado verde: O telhado verde pode ser habitável ou simplesmente com valores de conforto térmico, podendo ser colocado e adaptado a telhados tradicionais já existentes. Além de ser um sistema de fácil instalação. O telhado verde, ou jardim do teto, tem vida própria, devido ao sol, às chuvas, aos ventos e aos pássaros portadores de sementes. Ou seja, é um sistema isotérmico e não exige manutenção. Alguns dos benefícios, utilizando esse sistema:

- Melhora das condições termoacústicas;
- Isolação de frio e de calor;
- Purificação da atmosfera em torno da edificação;
- Manutenção da umidade relativa do ar;
- Ajuda no combate ao “efeito estufa”;

- Melhoria da qualidade do ar na cidade, devido à capacidade das plantas e árvores para absorver as emissões de CO₂;
- Contribuição para a absorção das águas das chuvas, devido ao aumento das áreas permeáveis.

2.3 Como Tornar Sustentável a Construção Civil?

É importante a consciência e conhecimento dos impactos ambientais que uma edificação ocasiona sobre o meio ambiente. Devem ser analisadas a implantação da construção, sua localização e sua integração com a vizinhança.

Deve-se analisar o comportamento dessa construção, desde seu projeto até o final de sua vida útil. Deve-se analisar o seu consumo energético, desde as fontes utilizadas até o modo de consumo.

Deve-se analisar todos os materiais utilizados, os impactos que eles produzem sobre o meio ambiente, durante a fabricação, durante sua vida útil até sua fase de reciclagem. Após uma análise detalhada, é indispensável seguir alguns passos para uma Construção sustentável, que serão vistos nos tópicos seguintes.

2.3.2 Utilização de conceito bioclimáticos no projeto

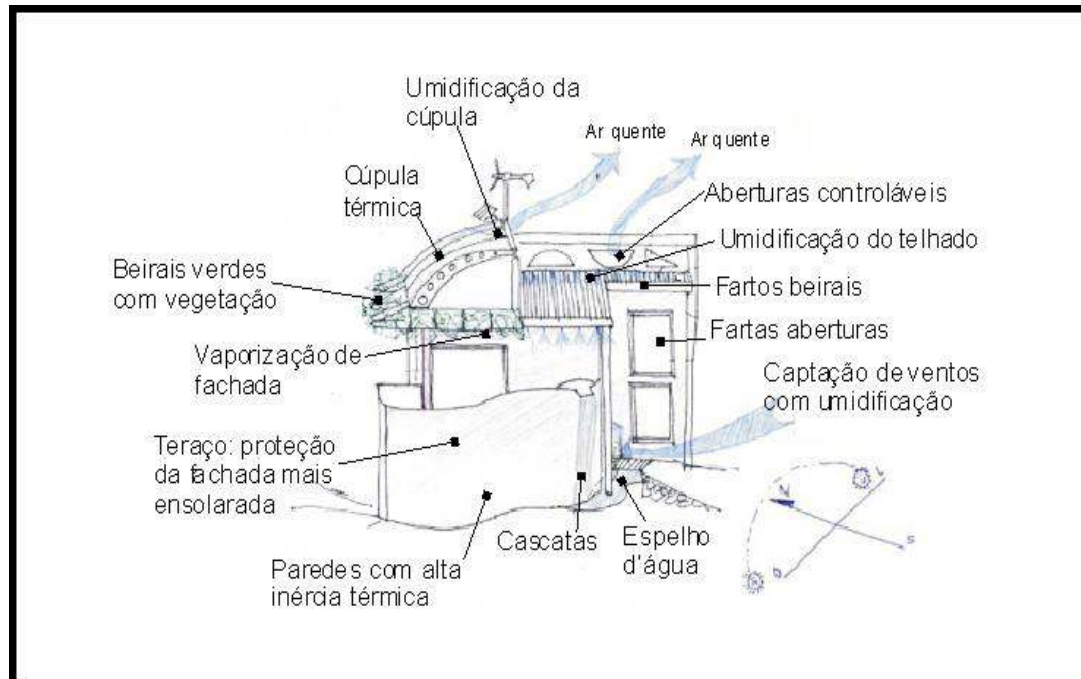
A utilização de conceito bioclimáticos no projeto tem, como objetivo, melhorar o conforto dos edifícios, reduzir ou eliminar custos energéticos nas operações de aquecimento e arrefecimento, reduzir a produção de gases de “efeito estufa” através da diminuição do consumo de eletricidade nos edifícios.

É feita por meio do estudo e adaptação da construção ao seu clima, da utilização dos recursos naturais (sol, água e vento), fundamentalmente. Deve-se estudar o clima do local, usando os dados climáticos médios anuais (precipitação, temperatura e regime de ventos), de modo a determinar os materiais e o tipo de envoltentes adequados ao edifício; estudar a geometria solar do local (movimento aparente do sol, cartas solares, transferidor de ângulos de sombra, brises e domus); estudar o tipo de envidraçado a aplicar nos vãos (UCG, 2010).

É um conceito que propõe diretrizes e, com elas, soluções bioclimáticas. O conceito pode ser aplicado a novos projetos, através dessas diretrizes e soluções,

ou em projeto já existentes, com uma avaliação ambiental (perdas e ganhos térmicos), propondo soluções.

Diretrizes são afirmações que orientam o projeto, com isso gerando soluções bioclimáticas. Deve-se trabalhar solução de projetos que tragam conforto e economia aos moradores.



Fonte: Viggiano (2001)

FIGURA 07 - Exemplos de soluções bioclimáticas

2.3.3 Uso mínimo de recursos não renováveis

Na Construção Civil, os recursos não renováveis que são utilizados e que trazem maior impacto ambiental, são energia e água. Devido ao aumento crescente contínuo da população, o consumo desses recursos tem crescido. A Construção Sustentável propõe alguns recursos para minimização desses impactos ambientais.

2.3.3.1 Energia

Existem dois Grupos de fontes de energias, como veremos abaixo.

2.3.3.1.1 Energias não renováveis

São recursos naturais que, devido ao grande aumento de consumo, não conseguem ser repostos ou renovados pela natureza, nem pelo homem. São os recursos mais utilizados hoje, representados pelos combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e nucleares.

Os combustíveis fósseis são extremamente poluidores; quando queimados, liberam dióxido de carbono, causando chuvas ácidas e poluindo solos e água.

Os combustíveis nucleares são altamente radioativos e perigosos, principalmente por não haver um modo de tratamento eficiente de seus resíduos, colocando em risco a humanidade.

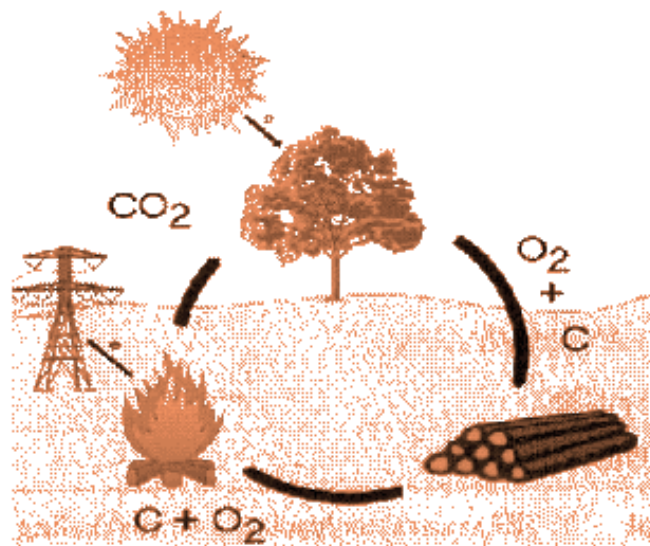
2.3.3.1.2 Energias renováveis

São energias naturais que são naturalmente abastecidas (renováveis), que vêm do sol, vento, chuva, marés e calor. A energia do sol pode ser usada e convertida de várias formas, como a biomassa (fotossíntese), a energia hidráulica (evaporação), a eólica (ventos) e a fotovoltaica, que se renovam por meios naturais.

2.3.3.1.2.1 Biomassa

O termo Biomassa na energia abrange os derivados de organismo vivos, que são utilizados como combustíveis ou para sua produção. É a matéria orgânica transformada em uma energia que permite reaproveitamento de resíduos, sendo menos poluente, de baixo custo e renovável.

A lenha, o bagaço da cana-de-açúcar, galhos e folhas de árvores, papéis, papelão etc. são as biomassas mais usadas.



Fonte: <oquefaremosnessemundo.blogspot.com/> (2009)
FIGURA 08.- Ciclo da Biomassa



Fonte: <www.brasilecola.com> (2008)
FIGURA 08 - Tipos de Biomassa

2.3.3.1.2.2 Energia hidráulica

A energia hidráulica (evaporação) resulta dos efeitos da energia solar e da força da gravidade, que provocam a evaporação, condensação e precipitação da água sobre a superfície terrestre.



Fonte: <<http://www.prof2000.pt>> (2010)

FIGURA 09 - Energia hidráulica

2.3.3.1.2.3 Energia geotérmica

A geotermia consiste no aproveitamento energético do calor da terra. Esta energia resulta do fluxo de calor das camadas mais profundas e da radiatividade natural das rochas.



Fonte: <<http://www.portal-energia.com>> (2009)

FIGURA 10- Energia geotérmica

2.3.3.1.2.4 Energia eólica

A energia eólica é produzida pelas correntes de ar da atmosfera, ou seja, pelos ventos. É usada para mover aerogeradores. Estas correntes agem sobre as pás das turbinas, movimentando-as e gerando energia.



Fonte: <http://www.energiaeficiente.com.br>(2009)

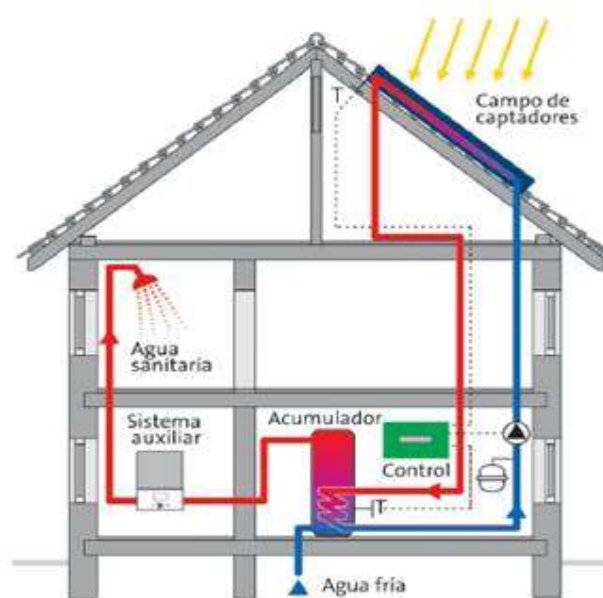
FIGURA 11.Energia eólica

4.1.3.1.2.5 Energia solar

A energia solar é a energia renovável mais utilizada na Construção Civil. É uma energia gerada pelo sol, que pode ser:

Energia solar térmica: captada por coletores solares, aquecendo diretamente a água, dispensando chuveiros elétricos e aquecedores. É uma transferência de energia (calor). Pode ser captada e armazenada em um acumulador térmico. Os mais utilizados são:

- Coletores planos: painéis solares constituídos por uma placa de vidro ou plástico transparente, que aproveita o “efeito estufa”, sendo colocado acima da placa de absorção com um conjunto de tubos, geralmente de cobre, por onde circula o fluido a ser aquecido. A energia armazenada na placa e tubos é transferida para o líquido que, depois de aquecido, é armazenado em outro circuito até ser utilizado. São utilizados para aquecimento, água quente sanitária e piscinas.



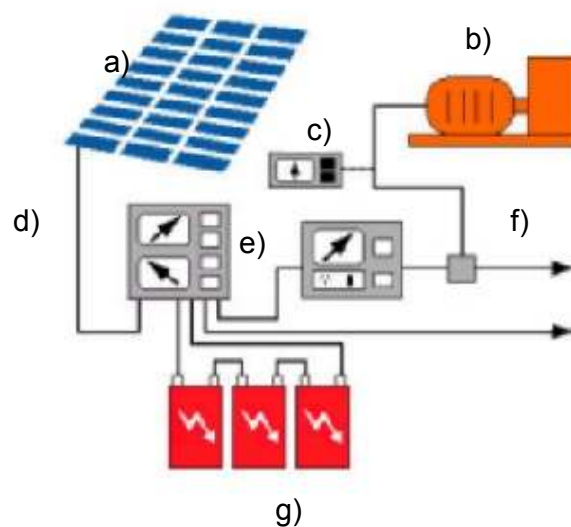
Fonte: Icarus Solar

FIGURA 12 - Energia solar

- Coletores de ar: São como os coletores planos, mas têm o ar como condutor do calor. Sua capacidade calorífica é baixa, e a transferência de calor entre placa e fluido (ar) é ruim. São usados principalmente para aquecimentos.
- Coletores de vácuo: São placas fechadas, isoladas, com o vácuo no seu interior. Têm finalidade de reduzir as perdas de calor. São mais caros, além de perder o vácuo com o tempo. São usados principalmente para aquecimento de água e piscinas.
- Tubos de calor: São cilíndricos formados por dois tubos, um exterior de vidro e um interior pintado com tinta seletiva. O fluido circula pelo tubo interno. São usados principalmente para aquecimento.
- Coletores cônicos ou esféricos: Tem a superfície, coberta de vidro, de captação cônica e esférica, conseguindo com isso captar os raios solar ao longo do dia. Simultaneamente capta e armazena o fluido. São usados principalmente para produção de água quente sanitária.

Outra forma de utilização da energia solar térmica é através do painéis termodinâmicos que se combinam com uma bomba de calor.

Energia solar fotovoltaica: É captada por painéis solares fotovoltaicos, eles são capazes de capturar os raios solares e gerar energia elétrica, que pode ser armazenada em baterias para uso fora do período em que existe sol. Além de renovável, não polui o meio ambiente.



Fonte: CEEETA (2004)

FIGURA 13 - Esquema de uma instalação fotovoltaica completa

Legenda

- a) Painéis solares fotovoltaicos;
- b) Sistema auxiliar (opcional);
- c) Sistema de regulação do sistema auxiliar;
- d) Sistema de regulação da potência dos painéis;
- e) Conversor de DC – AC;
- f) Sistema de ligação;
- g) Sistema de armazenamento de eletricidade (baterias).



Fonte: CEEETA (2004)

FIGURA 14 - Módulos solares fotovoltaicos em caixilhos de alumínio

Apesar de ser um muito eficiente, a energia solar ainda é pouco usada, pois seu custo de fabricação e instalação é muito elevado. Mas esse conceito vem mudando gradativamente, com o aumento das construções sustentáveis, pois existe uma excelente relação custo-benefício em relação a outro tipo de energia, além de ser ecologicamente correta.

2.3.3.2 Água

Devido ao crescimento populacional, a água é um recurso natural cada vez mais escasso. Para uma Construção Sustentável, deve-se primeiramente fazer um estudo do consumo mensal, para melhor escolha do projeto.

Uma Construção Sustentável visa reduzir e controlar o consumo de água, tanto fornecida pelas concessionárias, quanto pelas fontes naturais (poços, nascentes etc.), mas também tratar e reaproveitar águas cinzas e aproveitar águas pluviais.

O reuso da água é indicado para uma redução significativa do consumo da água, sendo necessários alguns sistemas e tecnologias.

A captação da água da chuva é feita por meio de cisternas para usos não potáveis: vasos sanitários, lavagem de pisos, rega de jardim etc. Essa captação, além de diminuir o consumo da água de rede pública, ajuda na prevenção de enchentes, diminuindo o volume de água de chuva nas vias públicas.

Os sistemas mais simples e mais utilizados são de captação e filtragem das águas pluviais. A água da chuva cai no telhado, passa pela calha, é filtrada e armazenada em um reservatório inferior, normalmente enterrado. Uma bomba leva a água desse reservatório, para outro elevado (uma segunda caixa d'água) e ela é direcionada a pontos de consumo, jardins, vasos sanitários, tanques, máquinas de lavar roupas etc.

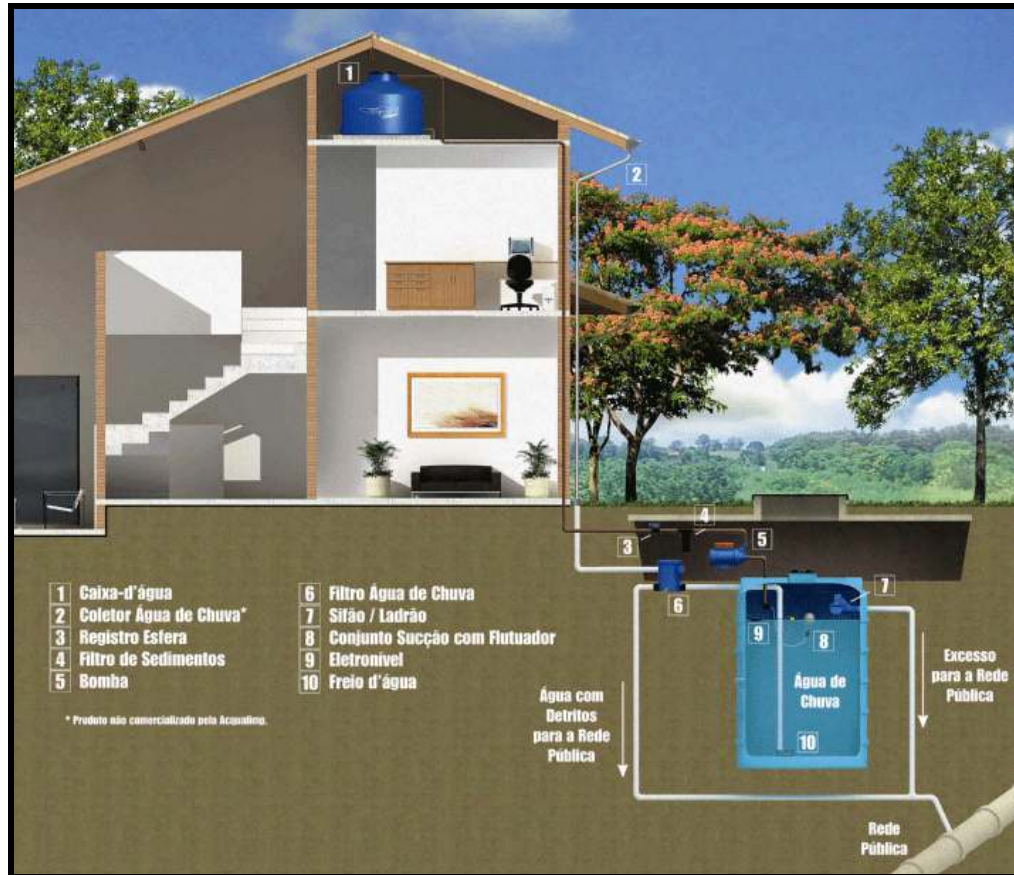
O reaproveitamento eficiente da água da chuva é muito simples, só são necessários alguns pequenos cuidados que tornam os sistemas mais seguros e de fácil manutenção. Abaixo se encontram os passos a serem seguidos na montagem do sistema de reaproveitamento da água:

Dimensionamento do sistema: O primeiro passo para o reaproveitamento eficiente da água da chuva é o dimensionamento do sistema ideal para cada caso, a partir das necessidades e objetivos do usuário, da área de captação e das características da construção. É necessária a coleta de informações e levantamentos no local.

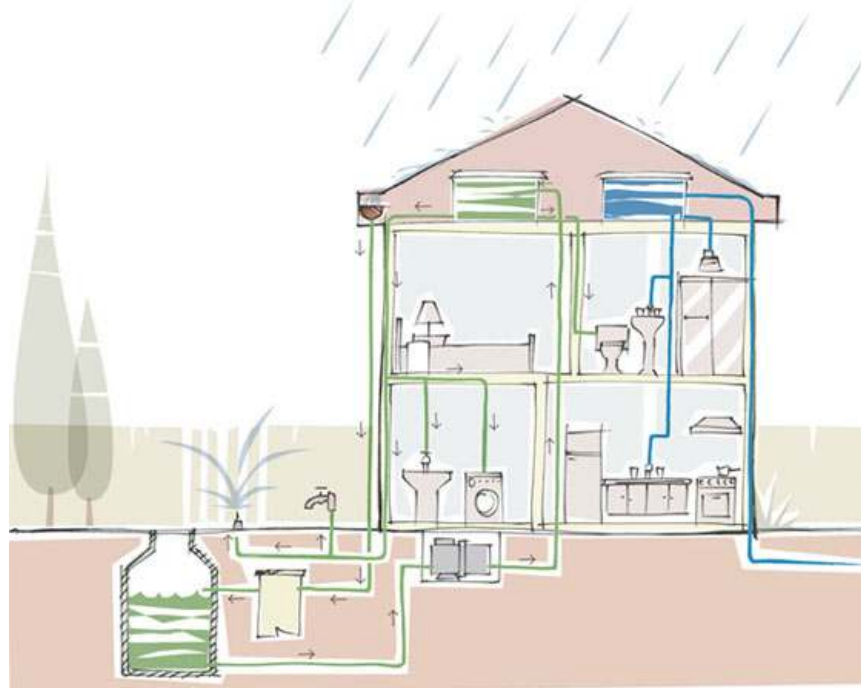
Modelo do sistema: O segundo passo é definir o modelo do sistema de reciclagem, que pode ser feita de várias formas diferentes. Eles podem variar desde linhas que utilizam cisternas e filtros subterrâneos, apresentando soluções mais completas de reciclagem de água de chuva, às linhas mais simples, que utilizam filtros de descida e caixas d'água acima do nível do solo.

Fornecimento de componentes: Com base no dimensionamento e na definição dos objetivos e características do sistema a ser implantado, o fornecedor especifica, integra e fornece os diversos componentes necessários. O principal componente a ser especificado, nesta etapa, será o filtro por onde a água passará antes de ir para o reservatório.

Instalação do sistema: Fica por conta do fornecedor, que deve dispor de pessoal especializado para realizar a instalação de todos os componentes hidráulicos e também elétricos (no caso de utilização de bombas) dos sistemas.



Fonte: <<http://www.rocatherm.com.br/>> (2010)
FIGURA 15 - Sistema de captação da água da chuva



Fonte: <<http://casa.abril.ig.com.br/imagem/info2.jpg/>> (2010)
FIGURA 16 - Sistema de captação da água da chuva

2.3.3.2.1 Miniestação de tratamento de água e esgoto

Miniestações são sistemas modulares e leves de saneamento para tratamento de água e esgoto domiciliar. Seu uso é recomendado para qualquer tipo de edificação, com quaisquer números de moradores, para tratar efluentes de origem orgânica, isto é, aqueles provenientes de banheiros, cozinhas, lavanderias convencionais, torneiras e outros pontos de uso.

Recomendadas em áreas nas quais não haja atendimento pela rede pública, são também utilizadas para tratamento e reuso da água, no próprio ambiente construído, para funções como: descarga de vasos sanitários, lavagem de piso e automóveis, regas de horta e jardins, gerando economia de água. As miniestações realizam tratamento de caráter biológico, removendo a carga orgânica contida na água pela ação de microrganismos eficientes (bactérias), reduzindo o nitrogênio e fósforo, e eliminando patógenos que poderiam transmitir doenças e contaminar o lençol freático. Essa ação permite que a água seja devolvida ao meio ambiente sem quaisquer riscos (UFSC, 2003).

As miniestações normalmente tratam a água usando sistemas biológicos, através de reações aeróbicas e anaeróbicas, utilizando microrganismos, minhocas e plantas aquáticas. São usados, em alguns casos, produtos químicos para o tratamento, mas numa construção sustentável, a utilização desses produtos deve ser evitada com a intenção de não contar com alguns agentes altamente poluidores.

Eis algumas vantagens e facilidades que uma miniestação de tratamento pode trazer:

- Trata a água e esgoto para grande número de pessoas, no local em que o resíduo é gerado;
- Alguns modelos exigem pouca área de instalação;
- Possuem grande eficiência na remoção de demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
- Permitem o reaproveitamento da água para funções secundárias.
- Estima-se que é possível economizar mais de 40% na conta de água, com o reaproveitamento das águas servidas (ATA, 2010);

- A água tratada pode ser lançada em corpos d'água ou infiltrada diretamente no solo;
- Seu dimensionamento é feito de acordo com o número de usuários, sempre seguindo as normas da ABNT - NBR 7229/1993, o que permite determinar a vazão diária de esgoto.

As miniestações são compostas por caixa de gordura, tanque séptico, caixa de inspeção/passagem, septo-difusor.

Seu tratamento é feito da seguinte maneira (UFSC, 2003):

- Entrada do efluente por um difusor de entrada, com quebra de sólidos e redução da velocidade de entrada dos efluentes, evitando a turbulência do material já depositado;
- No tanque séptico, ocorre a decantação dos materiais pesados no fundo e a flutuação dos materiais leves na parte superior, com a formação de área de lodo, ao fundo, área de depuração ao centro, e área de materiais flutuantes na parte superior;
- A saída do efluente passa por um pré-filtro de saída, preenchido com brita n.º 3, para impedir a saída dos materiais sólidos flutuantes;
- Caixa de inspeção/passagem entre o tanque séptico e o septo-difusor II, para facilitar a distribuição do efluente;
- Passagem do efluente pelo septo-difusor II, onde ocorre o tratamento pela filtração lenta do efluente através do processo de colmatagem do geotextil contido no sistema e subsequente descolmatagem bacteriana.

O efluente tratado poderá, então, infiltrar no solo, ser coletado e conduzido a corpo receptor ou, então, reaproveitado para o uso em lavagem de pisos, lavagem de veículos, rega de jardins, uso em vasos sanitários ou reuso industrial. A eficiência do sistema, assim, é da ordem de 94% a 98% (relativos ao abatimento de DBO).

Sua limpeza, para remoção de lodo unificado, deve ser feita, a cada 1, 3 ou 5 anos, de acordo com o modelo escolhido.

Apesar do índice de recuperação da água tratada ser elevado, esta não se torna potável. A solução ecologicamente correta para a água tratada é reusá-la dentro da residência ou edificação, promovendo assim economia e a cultura da sustentabilidade entre os usuários. É importante estar ciente de que a miniestação não reaproveita a água diretamente, mas a trata e a torna pronta para o reuso. Para

que o reaproveitamento ocorra, é necessária a adoção de um conjunto de procedimentos, a fim de que as águas tratadas possam ser reutilizadas no imóvel.

2.3.3.2.2 Economia de água

A bacia sanitária é um dos equipamentos que mais consomem água, por isso é interessante lhe dar uma atenção especial. Pode-se conseguir uma economia do consumo com a simples regulação da válvula de descarga ou a troca das bacias sanitárias por outras de menor consumo. É interessante também o uso de sensores nas torneiras.

Também se consegue economia de água apenas com uma mudança de hábitos. Algumas sugestões para economizar de água, são (PURA-USP, 2010):

No banheiro:

- Feche a torneira ao escovar os dentes e ao fazer a barba;
- Não tome banhos demorados;
- Mantenha a válvula de descarga do vaso sanitário sempre regulada e não use o vaso como lixeira ou cinzeiro;
- Conserte os vazamentos o quanto antes.

Na lavanderia:

- Não fique lavando aos poucos, deixe a roupa acumular e lave tudo de uma vez;
- Mantenha a torneira fechada ao ensaboar e esfregar as roupas;
- Deixe as roupas de molho para remover a sujeira mais pesada e utilize esta água para lavar o quintal;
- Só ligue a máquina de lavar roupa quando estiver cheia.

Na cozinha:

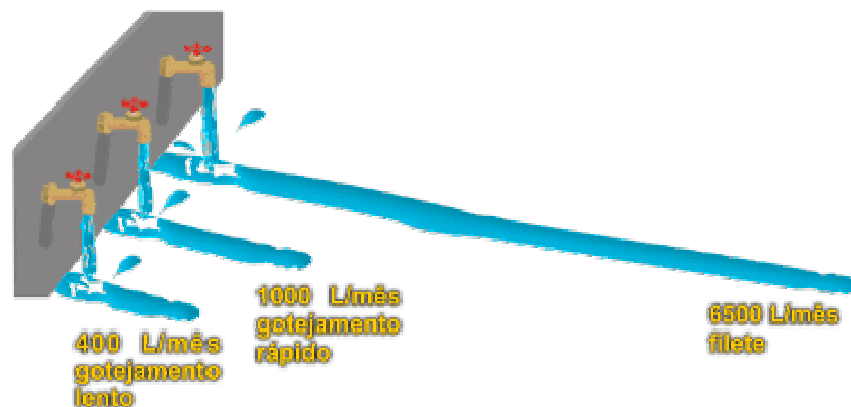
- Antes de lavar pratos e panelas, remova bem os restos de comida e jogue-os no lixo;
- Mantenha a torneira fechada ao ensaboar as louças;
- Deixe de molho as louças com sujeira mais pesada;
- Só ligue a máquina da lavar louça quando estiver cheia.

No jardim, quintal e calçada:

- Evite lavar o carro durante a estiagem, se necessário use um balde e pano, nunca a mangueira;
- Não use a mangueira para limpar a calçada, use uma vassoura;
- Prefira o uso de regador ao da mangueira para regar as plantas.

Nas torneiras:

- Não deixe a torneira pingando, sempre que necessário troque o "courinho". A perda por vazamento em torneiras é muito grande:



Fonte : PURA_USP,2010)

FIGURA 17 - Economia de água

2.3.3.3 Recursos, processos e materiais

Devem-se buscar recursos, processos e materiais, que tragam o mínimo impacto ambiental. Os fatores mais importantes a serem analisados são:

Durabilidade: Devem-se usar técnicas e materiais duráveis, a fim de aumentar a vida útil de uma edificação, evitando e/ou diminuindo novas construções, evitando os danos que essas causam ao meio ambiente.

Custos: Deve-se fazer uma análise geral do custo de uma edificação, desde o custo inicial até seu custo de eliminação, ou seja, durante toda vida útil da construção. Com essa análise geral, a Construção Sustentável deve ser economicamente viável em relação as outras construções. Construção econômica não é sinônimo de construção barata.

Comportamento térmico: deve-se fazer uma análise térmica da edificação, para previsão da energia necessária, considerando os custos econômicos e ambientais.

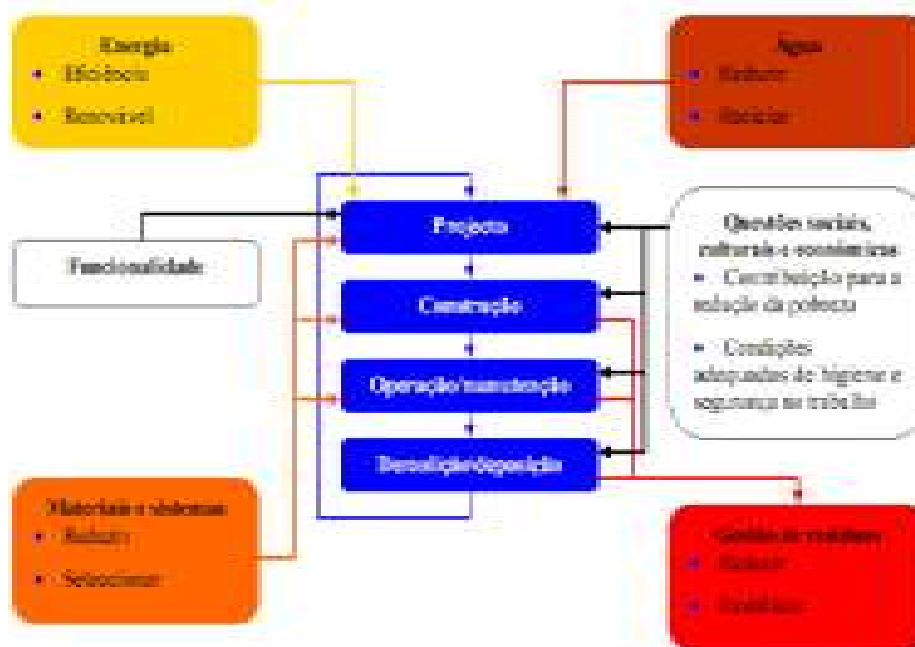
Impactos ambientais: Deve-se fazer uma análise de todos os recursos, processos e materiais utilizados na construção.

Deve-se usar materiais ecoeficientes ou ecológicos, que são materiais que desde sua extração até sua devolução a natureza (resíduos), produzem um baixo impacto ambiental. Esses materiais não devem conter agentes químicos nocivos; devem ser duráveis; de fácil manutenção; ter baixo consumo de energia em sua produção; disponibilidade na região, diminuindo o transporte, pois eles interferem em custos financeiros e ambientais (poluição do ar); ser produzidos com matérias primas recicladas e que possam vir a ser recicladas ou reaproveitadas.

Disponibilidade: Deve-se analisar a disponibilidade no mercado, de empresas que possuem formação necessária, materiais e manutenção.

2.3.3.4 Vida útil das edificações e de materiais

Existem algumas prioridades que compõem o ciclo de vida de uma construção sustentável:



Fonte:UCG(2010)

FIGURA 18 - Fases do ciclo de vida de uma construção

Os princípios de sustentabilidade devem ser empregados, desde da concepção da edificação, sempre considerando os aspectos sociais, ambientais e econômicos. E devem ser utilizados em toda fase da vida útil da obra (FERREIRA, 2009):

Planejamento e projeto: Nessa fase é essencial o estudo de estratégias e soluções que são fundamentais para o desempenho do edifício nas fases seguintes. A incorporação de todos os custos e benefícios, de médio e longo prazo, permite uma avaliação mais completa do custo total associado. Durante a fase de concepção, a equipe do projeto deverá estudar um conjunto de medidas que, juntamente com as condições do local, otimizem o desempenho do edifício em termos do uso eficiente de recursos naturais nas fases que se seguem. Os benefícios que podem ser obtidos por um edifício que integra um conjunto de soluções mais eficientes, em termos do consumo de energia e água, gestão dos resíduos e efluentes, e uso de materiais de baixo impacto, podem ser sentidos ao longo de todo o tempo de vida útil do edifício.

Construção/renovação: Durante a construção do edifício, vários são os impactos provocados, como a movimentação do solo, a emissão de partículas e poeiras, o ruído, o congestionamento do trânsito, o uso de materiais, energia e água, que devem ser geridos de forma a minimizar os efeitos negativos associados. É também nesta fase que as estratégias implementadas nas fases anteriores são praticadas.

Operação e manutenção: Nessa fase é fundamental tomar as medidas necessárias para redução do consumo de energia e água associado à ocupação do edifício, e os próprios edifícios podem e devem estar dotados de soluções que levem os seus ocupantes a ter comportamentos mais sustentáveis como – a reciclagem dos resíduos domésticos, o uso eficiente de água e energia, ou o correto manuseamento dos equipamentos. Esta é também uma fase em que todas as abordagens e estratégias seguidas nas fases anteriores são operacionalizadas, de modo a verificar se as soluções implementadas correspondem aos objetivos pretendidos e se o desempenho das mesmas contribuem positivamente para o desempenho final do edifício. É importante também existirem mecanismos de monitoramento que permitam avaliar a sua eficiência, face ao que é desejado, para ser possível proceder à sua melhoria contínua.

Desativação/demolição: Nessa fase, o edifício é desativado e, caso seja demolido, os seus materiais deverão ser valorizados e ser encaminhados para reutilização ou reciclagem.

2.3.3.5 Segurança do trabalho

Devem ser garantidas plenas condições de segurança do trabalho a todos os profissionais envolvidos.

2.3.3.6 Gerenciamento de resíduos

O objetivo principal da gestão de resíduos é evitar, separar e reciclar qualquer tipo de lixo ou entulho, seja ele resultante da construção, operação, demolição ou mesmo do uso doméstico. Por essa razão, deve ser colocado separadamente nos caixotes do lixo, de forma a poder ser reciclado e reutilizado.

Os resíduos de uma obra provêm das mais diversas fontes: produção de materiais, perdas durante o seu armazenamento, transporte, construção, manutenção e demolição.

O entulho gerado pela Construção Civil é grande causador de impactos ambientais. O gerenciamento desses entulhos, chamados de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), já conta com obrigações legais a nível nacional, estadual e municipal.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), aprovou a Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, sobre Gestão de Resíduos da Construção Civil, estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos para a geração desses resíduos, criando, na prática, responsabilidades para toda a cadeia envolvida: geradores, transportadores, receptores e municípios.

Os resíduos da construção têm origens diferenciadas: os que resultam da própria ação de construir; os que são gerados pela sobra de materiais; e as embalagens dos produtos que chegam à obra. A heterogeneidade dos materiais dificulta sua reciclagem. Por isso, a gestão de resíduos se faz tão importante (WIENS & HAMADA, 2006).

De acordo com a Resolução nº 307/2002, os resíduos da Construção Civil deverão ser classificados, da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças premoldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Para o controle de perdas, evidenciam-se as ações expostas abaixo (WIENS & HAMADA,2006):

- Presença de *container* para coleta de desperdícios em todo o canteiro.
- Distribuição de pequenas caixas de desperdícios nos andares.
- Tubo coletor de polietileno para descida do entulho.
- Quadro para anotação da quantidade e tipo de entulho gerado na obra.
- Colocação de equipamentos de limpeza de forma visível.
- Limpeza permanente pelo próprio operário.
- Premiação de equipes pela qualidade da limpeza.
- Separação do lixo por tipo e natureza do material.

A quantidade de resíduos da construção e a sua eventual reutilização ou reciclagem depende, fundamentalmente, do tipo de materiais e técnicas de construções utilizadas, para além, da organização da empresa de construção, das especificações do projeto e da qualificação da mão de obra (TEIXEIRA, 2001).

É durante a fase de concepção, que os intervenientes no projeto, devem assegurar a utilização de materiais e de técnicas construtivas que garantam a

reciclagem ou a futura reutilização dos resíduos resultantes da demolição/desmantelamento, devendo ser assegurados os seguintes princípios (TEIXEIRA, 2001):

- Evitar a utilização de materiais compósitos, que não podem ser separados;
- Evitar a ligação entre os diversos elementos de construção de uma forma inseparável. Para se facilitar a reutilização e a reciclagem, dever-se-á dedicar especial atenção ao método de união entre o material/elemento de construção e a estrutura do edifício. Os métodos de união mecânicos são preferíveis em relação aos químicos, pois facilitam a reutilização do material no final do seu ciclo de vida;
- Projetar os edifícios prevendo o seu futuro desmantelamento e, não apenas, a sua demolição.

2.3.3.7 Reaproveitamento e reciclagem

A reciclagem possui uma área abrangente, mas para Construção Civil, ela se resume basicamente em resíduos de construção e demolição (RCD) e resíduos de operação (uso doméstico).

No desenvolvimento de um processo de reciclagem de resíduos de construção/demolição, é importante ter em conta a caracterização do resíduo, o seu desempenho face às necessidades dos utilizadores, o seu impacto ambiental, os riscos inerentes e a saúde de trabalhadores e utilizadores, devendo garantir-se um controle rigoroso de resíduos perigosos, tais como o amianto e metais pesados, através da implementação de medidas reguladoras, quer ao nível nacional, quer ao nível local, que permitam identificar diretrizes específicas de manuseamento deste tipo de materiais e que alertem para o perigo que eles representam para o ambiente e para a segurança dos usuários (SILVA & SALINAS, 2001), conforme especifica a Resolução nº 307/2002.

É importante a conscientização das pessoas (moradores), para que a reciclagem doméstica também seja feita de maneira organizada.

A reciclagem é uma das melhores alternativas para preservação do meio ambiente. Com a reciclagem, o lixo é transformado em matéria-prima reaproveitada para fazer novos produtos. Reaproveitando, evitaremos lixos lançados na natureza e matérias novos tirados dela.

A reciclagem doméstica consiste em separar os materiais recicláveis, como papel, plástico, alumínio, vidro etc., para que possam ser reutilizados.



Fonte: CÂMARA (2007)

FIGURA 19 - Coleta seletiva. Reciclagem

Devemos praticar os chamados 3 R's: redução, reutilização e reciclagem.

Com isso conseguiremos:

- Diminuir a exploração de recursos naturais;
- Reduzir o consumo de energia;
- Diminuir a poluição do solo, da água e do ar;
- Diminuir os custos da produção, com o aproveitamento de recicláveis pelas indústrias;
- Diminuir o desperdício;
- Diminuir os gastos com a limpeza urbana;
- Gerar emprego e renda pela comercialização dos recicláveis.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da Pesquisa

Esta é uma pesquisa bibliográfica, com objetivos descritivos e uma abordagem quantitativa e qualitativa.

3.2 Planejamento da Pesquisa

3.2.1 Procedimento de coleta e interpretação dos dados

Pela revisão bibliográfica, pretendeu-se definir conceitualmente Construções Sustentáveis. Foi uma seleção feita através de pesquisas na internet, livros, e publicações.

Buscamos as melhores soluções e melhores aplicações relacionadas ao tema. Foi realizada uma pesquisa de técnicas e materiais disponíveis no mercado, que minimizam ou neutralizam os impactos ambientais causado pelas construções, demonstrando suas utilidades e aplicações.

Foi feita uma análise dessa pesquisa para demonstrar sua contribuição para a sustentabilidade, devendo mostrar a importância do planejamento de projeto e uso de materiais ecologicamente corretos na Construção Civil.

Ressalta também a importância da consciência e comprometimento ecológicos entre o consumidor, o profissional e os fornecedores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Obras Sustentáveis

4.1.1 Projeto

A elaboração de um projeto sustentável deve levar em conta todo o ciclo de vida de uma edificação: construção, uso, manutenção e sua demolição e reciclagem. Sempre tendo em mente os 3 pilares da Construção sustentável: sociedade, ambiente e economia.

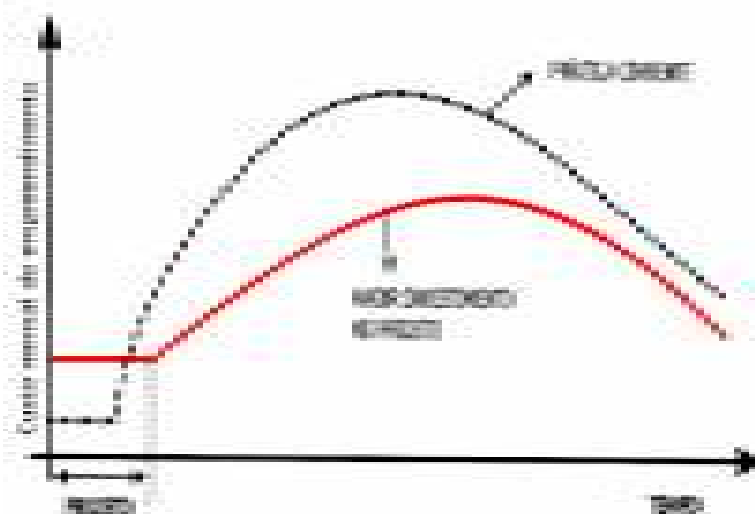


Fonte: adaptado de Hannequart (2002)

FIGURA 20 - Pilares do desenvolvimento sustentável

É extremamente importante que o profissional tenha em mente que todas as soluções encontradas não são perfeitas, sendo apenas uma tentativa de busca em direção a uma arquitetura mais sustentável. Com o avanço tecnológico sempre surgirão novas soluções mais eficientes (YEANG, 1999).

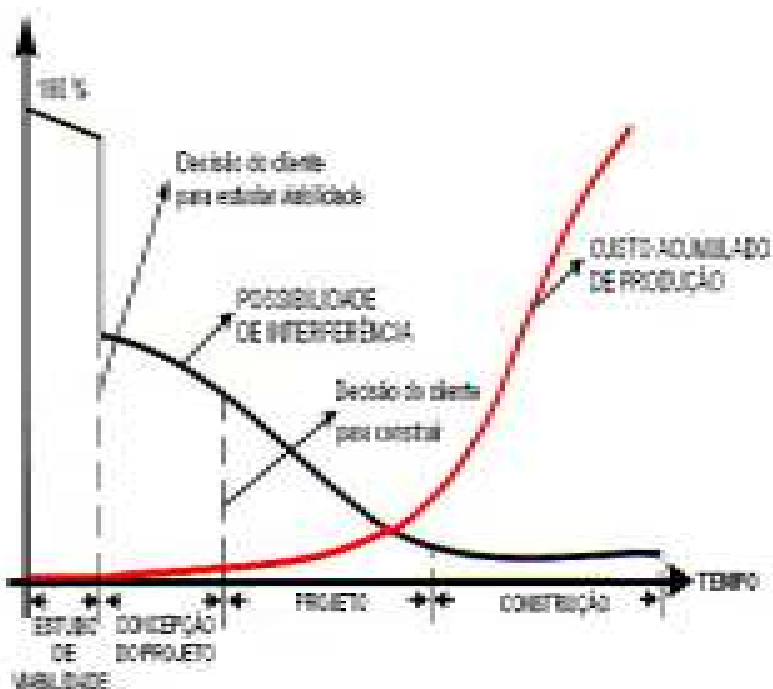
O Projeto representa um pequeno percentual do custo da obra, de 3 a 5 %, mas as decisões tomadas nessa fase representam mais de 2/3 de suas despesas, ou seja, um baixo investimento tem alta influência nos custos do empreendimento (UCG, 2010).



Fonte: Melhado (2005)

GRÁFICO 1 - Tempo e custo de desenvolvimento de um empreendimento

Verifica-se no Gráfico 1, o custo de investimento do projeto, em relação ao restante da obra.



Fonte: Hammarlund; Josephon (1992)

GRÁFICO 2 - Custo das falhas da edificação

Verifica-se no Gráfico 2, que os custos maiores das falhas, se dá na fase da construção.

Alguns princípios básicos devem nortear o projeto (CRIA, 2009):

- Avaliação do impacto sobre o meio ambiente em toda e qualquer decisão, buscando evitar danos, considerando o ar, a água, o solo, a flora, a fauna e o ecossistema;
- Implantação e análise do entorno;
- Seleção de materiais atóxicos, recicláveis e reutilizáveis;
- Minimização e redução de resíduos;
- Valorização da inteligência nas edificações para otimizar o uso;
- Promoção da eficiência energética com ênfase em fontes alternativas;
- Redução do consumo de água;
- Promoção da qualidade ambiental interna;
- Uso de arquitetura bioclimática.

O projeto sustentável, por ser interdisciplinar e ter premissas mais abrangentes, garante maior cuidado com as soluções propostas, tanto do ponto de vista ambiental quanto dos aspectos sociais, culturais e econômicos.

O resultado final dessa nova arquitetura ecológica, verde e sustentável, proporciona grande vantagem para seus consumidores. Quem não quer ter uma casa saudável, clara, termicamente confortável e que gaste menos água e energia?

A casa ecológica, além de beneficiar o meio ambiente, garante o bem estar de seu usuário (faz bem para a saúde, para o bolso e para o planeta.)

Os principais benefícios são:

- Redução dos custos de investimento e de operação;
- Imagem, diferenciação e valorização do produto;
- Redução dos riscos;
- Mais produtividade e saúde do usuário;
- Novas oportunidades de negócios;
- Satisfação de fazer a coisa certa (CRIA, 2009).

4.1.2 Tendências da Construção Sustentável

A Construção Sustentável é uma síntese das escolas, filosofias e abordagens que associam o edificar e o habitar à preocupação com preservação do meio ambiente e saúde dos seres vivos. Para ela convergem tendências como: arquitetura ecológica, arquitetura antroposófica, arquitetura orgânica, arquitetura bioclimática, bioconstrução, ecobioconstrução, domobiótica, arquitetura sustentável, construção ecológica, construção e arquitetura alternativas, *earthship* (navio terrestre/construção com resíduos), arquitetura biológica e permacultura. É importante, no entanto, frisar que a Construção Sustentável não é um método exclusivo de engenheiros e construtores, assim como a arquitetura ecológica não é restrita aos arquitetos.

Na verdade, a Construção Sustentável reúne aspectos e disciplinas do conhecimento humano que deveriam ser considerados e aplicados antes mesmo de se projetar uma obra. A Construção Sustentável reúne conhecimentos de arquitetura, engenharia, paisagismo, saneamento, química, eletrônica, mas também de antropologia, medicina, sociologia, psicologia, filosofia e espiritualidade.

Uma Casa Sustentável é um microcosmo, representando em pequena escala as relações entre o ser e o seu meio. Ela deve ser uma extensão do próprio planeta Terra. O morador ou usuário da edificação deve considerar seu imóvel como uma referência clara de seu bem-estar. Não se deve esquecer que mais de 2/3 do tempo de vida humana é passado dentro de algum tipo de construção. Seja trabalhando, dormindo, em lazer, em atividades religiosas, etc (ARAÚJO, 2005).

4.1.3 Tipos de construções

Os principais tipos de Construção Sustentável resumem-se, praticamente, a dois modelos (ARAÚJO, 2005):

a) construções coordenadas por profissionais da área e com o uso de eco materiais e tecnologias sustentáveis modernos, fabricados em escala, dentro das

normas e padrões vigentes para o mercado; e b) sistemas de autoconstrução (que incluem diversas linhas e diretrizes), que podem ou não ser coordenados por profissionais (e por isso são chamados de autoconstrução). Inclui grande dose de criatividade, vontade pessoal do proprietário e responsável pela obra e o uso de soluções ecológicas pontuais (para cada caso):

- *Construídas com materiais sustentáveis industriais* – Construções edificadas, com ecoprodutos fabricados industrialmente, adquiridos prontos, com tecnologia em escala, atendendo a normas, legislação e demanda do mercado. É a mais viável para áreas de grande concentração urbana, porque se inserem dentro do modelo socioeconômico vigente e porque o consumidor/cliente tem garantias claras, desde o início, do tipo de obra que estará recebendo. Raras vezes quem opta por este tipo de construção – clientes de médio e alto padrão – utiliza soluções artesanais ou caseiras.

- *Construídas com resíduos não-reprocessados (Earthship)*, baseadas no reuso de materiais de origem urbana, tais como garrafas PET, latas, cones de papel acartonado, etc. Comum em áreas urbanas ou em locais com despejo descontrolado de resíduos sólidos, principalmente onde a comunidade deve improvisar soluções para prover a si mesma a habitação. É também um modelo criativo de Autoconstrução, que ocorre muito nas periferias dos centros urbanos ou junto a profissionais com espírito criativo.

- *Construídas com materiais de reuso (demolição ou segunda mão)*. Esse tipo de construção incorpora produtos convencionais e prolonga sua vida útil. Requer pesquisa de locais para compra de materiais, o que reduz seu alcance e reprodutibilidade. Esse sistema construtivo emprega, em geral, materiais convencionais fora de mercado. É um híbrido entre os métodos de Autoconstrução e a construção com materiais fabricados em escala, sendo que estes não são sustentáveis em sua produção.

- *Construção alternativa*. Utiliza materiais convencionais, encontrados no mercado, conferindo-lhes funções diferentes das originais. É um dos modelos principais no seio das comunidades carentes. Exemplo: aquecedor solar que utiliza peças de forro de PVC como painel para aquecimento de água e caixa d'água comum como *boiler*. Sistema de Autoconstrução que se assemelha muito ao *Earthship*.

- *Construções naturais*. Faz uso de materiais naturais disponíveis no local da obra ou adjacências (terra, madeira, bambu etc.), utilizando tecnologias sustentáveis de baixo custo e baixo dispêndio energético. Ex.: tratamento de efluentes por plantas aquáticas, energia eólica por moinho de vento, bombeamento de água por carneiro hidráulico, blocos de adobe ou terra-palha, *design* solar passivo. Método construtivo adequado principalmente para áreas rurais ou quando se dispõe de áreas que permitam boa integração com elemento vegetal, nas quais haja pouca dependência das habitações vizinhas e dos fornecimentos (água, luz, esgoto) pelo Poder Público. Sistema que se insere nos princípios da Autoconstrução (caso da Permacultura).

4.2 Edificações Sustentáveis

4.2.1 Divisão de ciências laboratoriais dos CDC

Até mesmo o governo dos EUA está aderindo à ideia dos prédios verdes, o que é comprovado por essa construção, usada pelos *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) em Atlanta, Geórgia (Figura 8, p.43).

Ela conquistou a certificação LEED Ouro (e foi a primeira construção governamental de alto desempenho a fazer isso) através da incorporação de várias técnicas de construção de prédios verdes. Por exemplo, os sistemas de conservação da água permitem que a água da chuva seja coletada em tanques e penetre no solo para irrigar a área verde. Até mesmo a condensação que se forma nos sistemas de aquecimento, de ventilação e de ar condicionado (HVAC) é coletada nesses tanques (MCGRATH, 2008; TECHNE, 2010).

Os materiais usados na construção incluíram recursos renováveis, como bambu, e os construtores reciclavam metade dos resíduos da construção.

Para economizar energia, as luzes da construção são equipadas com sensores que detectam quando um local está vazio ou quando a luz solar é suficiente. Nesses casos, os sensores são acionados e as luzes se apagam. Os arquitetos chamam essa técnica de aproveitamento solar. A luz solar adequada é especialmente importante para as áreas de laboratório, já que são frequentemente ocupadas. Os arquitetos projetaram a construção para permitir uma grande entrada

de luz solar (apesar da posição do prédio ter dificultado essa tarefa). Os tetos com 4,8 metros de altura permitem que a luz solar tenha maior alcance nos laboratórios. Além disso, um sistema de *brise-soleil* (ou estrutura de quebra-sol) absorve a luz e a reflete por toda a construção, ao mesmo tempo em que bloqueia o aquecimento solar. Mas os esforços surtiram efeito, pois a construção economiza cerca de US\$ 175 mil em custos de energia todo ano (AIA 2010).



Fonte : McGrath (2008)

FIGURA 21 - A Divisão de Ciências Laboratoriais dos CDC

No próximo tópico, vamos descobrir como uma construção sustentável produziu apenas um décimo dos resíduos comuns aos projetos típicos de construção residencial.

4.2.2 Tribunal Wayne L. Morse

Assim como os CDC, esse tribunal em Eugene, Oregon, é um prédio sustentável do Governo Federal dos Estados Unidos. Essa grande estrutura fica em um lugar anteriormente ocupado por uma fábrica de latas e contribuiu para o escoamento de água em um clima com cerca de mil milímetros de chuva por ano.

As tentativas para reduzir o escoamento resultaram na construção de um estacionamento subterrâneo, o que permitiu que mais áreas verdes, em vez de concreto, ficassem ao redor do prédio. Sensores de umidade que regulam a irrigação de plantas que conseguem suportar pouca irrigação também reduzem o consumo de água na área. Mictórios sem água e encanamentos com baixa pressão de água também ajudam. Em geral, essa estrutura reduz o consumo de água em 40% (AIA, 2010).

Para economizar energia, os arquitetos do prédio desenvolveram o telhado com janelas laterais, que permitem a entrada de uma quantidade significativa de luz nos tribunais, limitando a necessidade de outras fontes de iluminação. Os telhados têm sensores para detectar ocupação e outras luzes.

O revestimento na estrutura também isola o calor. Embora prédios com telhados tão altos sejam dispendiosos para manter o calor, um sistema de aquecimento no piso oferece uma solução para esse problema. Como o calor sobe, aquecer esses cômodos a partir do solo ajuda a manter um pouco de calor próximo ao chão. Para manter o prédio resfriado no verão, os arquitetos desenvolveram a estrutura a fim de fornecer sombra para determinadas áreas do prédio. Os construtores também priorizaram o uso de materiais reciclados em estruturas que usaram aço e alumínio.



Fonte: McGrath (2008)

FIGURA 22 - Material usado na construção do Tribunal Morse: alumínio reciclado

4.2.3 Casa Z6

A Casa Z6 em Santa Mônica, Califórnia, recebeu esse nome devido à filosofia por trás da construção. Especificamente, ele se refere ao objetivo de alcançar níveis zero em seis fatores: desperdício, energia, água, carbono, emissões e ignorância. Essa filosofia fez com que os proprietários e arquitetos usassem todos os métodos de construção de prédios verdes possíveis para construir uma casa sustentável e habitável.

Os construtores conseguiram produzir apenas uma fração (um décimo) do resíduo que geralmente é produzido em uma construção residencial (AIA,2010). Para atingir esse excelente índice, eles construíram partes separadas da casa em uma fábrica e, depois, juntaram essas partes no local determinado (o que levou apenas 13 horas). Esse método não só é eficiente, como permite que os proprietários desmontem a casa e a levem para um novo local, caso queiram. Além disso, as paredes móveis em todos os quartos permitem que os habitantes adaptem os locais às suas necessidades.



Fonte: McGrath (2008)

FIGURA 23 - Construção da Casa Z6

Assim como acontece em muitos dos projetos que iremos discutir, os construtores da Casa Z6 incorporaram um conjunto de painéis solares, na tentativa de oferecer de 60 a 70% do consumo de energia da casa (AIA, 2010). Os proprietários também escolheram aparelhos que consomem menos energia. Usar um aquecedor solar de água, que absorve o calor para aquecer a água, também reduz de maneira significativa o consumo de energia. Esse aquecedor contribui ainda com o aquecimento da casa, porque aciona o sistema de aquecimento por piso radiante. O revestimento especial da casa permite que o sol do inverno aqueça o local de maneira efetiva. Durante o verão, a ventilação na estrutura permite a entrada de ar para resfriar a casa. Os arquitetos se certificaram de que as sacadas ofereciam sombras significativas para os dias quentes.

Na tentativa de economizar água, os arquitetos incorporaram vários métodos diferentes de construção de prédios verdes. Por exemplo, um telhado verde com *sedum* e outras plantas que reduzem o escoamento. A água da chuva também é coletada em grandes tanques de água e usada para irrigar o telhado verde quando necessário. Enquanto isso, a água cinzenta irriga as plantas no solo. Além desses recursos, torneiras e chuveiros com baixa vazão contribuem para reduzir a quantidade de água utilizada.

Os proprietários fizeram questão de escolher materiais feitos com produtos recicláveis para itens como azulejos, balcões e, até mesmo, para a estrutura de aço. Eles também escolheram cortiça para os pisos. Os especialistas em prédios verdes recomendaram cortiça como um material prático e sustentável por ser obtida sem a necessidade de se cortar a árvore em que ela cresce.

Assim, como na maioria dos prédios sustentáveis, os arquitetos esperam que os recursos para economizar energia permitam uma economia em contas de energia que, ao longo do tempo, compensará o investimento inicial. Nesse caso, esse retorno financeiro deve levar de 8 a 10 anos (AIA, 2010). Para ajudar a manter os habitantes conscientes do uso da energia, um sistema permite que eles monitorem o consumo da casa.

4.2.4 Casa Fator 10

Assim como a Casa Z6, a Casa Fator 10 de Chicago recebeu seu nome devido à sua filosofia. Eles afirmam que a estrutura consome um décimo dos recursos ambientais de uma casa comum (em outras palavras, ela minimiza a pegada ecológica por um "fator de 10"). Na tentativa de encontrar métodos acessíveis para a construção de prédios verdes, o *Department of Environment and Housing* de Chicago (Departamento de Meio Ambiente e Habitação) realizou uma competição para projetistas, e a Fator 10 ficou entre as ganhadoras (Figura 11).



Fonte: McGrath (2008)

FIGURA 24 - A Casa Fator 10, vista da rua

A Casa Fator 10 incorpora dezenas de técnicas criativas para a construção de prédios verdes, sendo que uma delas é a chaminé solar, que aquece e resfria a casa por meio de ventiladores. Além de recursos para manter a temperatura, a chaminé solar, que utiliza a luz do sol das janelas para o aquecimento, também oferece luz para a casa, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e eletricidade.



Fonte: McGrath (2008)

FIGURA 25- O telhado verde da Casa Fator 10

Além de aparelhos e utensílios com baixo consumo, que reduzem o uso da energia e da água, a casa usa um telhado verde com plantas *sedum* (Figura 12). Esse telhado reduz de maneira significativa o escoamento de água e produz o resfriamento evaporativo. Os arquitetos também direcionaram a localização das janelas para que poucas delas ficassem em direção ao norte e ao sul, reduzindo a perda de calor durante o inverno.

Talvez um dos aspectos mais interessantes da casa seja a parede feita de garrafas de água (PET). O material não só foi reciclado, mas a parede também serve como um dissipador do calor que absorve durante o dia inteiro, liberando-o pela casa durante a noite fria. O isolamento da casa foi produzido com papel reciclado e o concreto usado para a base inclui cinzas volantes (uma substância produzida durante a queima do carvão). Até mesmo o carpete é feito de materiais recicláveis, mais especificamente, materiais de garrafas plásticas recicladas.

4.2.5. Casa Guarda-sol

A estrutura inicial dessa casa em Venice, Califórnia, vem desde a década de 20, com uma renovação 10 anos mais tarde. Em 2005, os proprietários decidiram renovar partes da casa e também adicionar novos cômodos, o que deixaria a casa

com mais que o dobro do seu tamanho original. Essas mudanças, com o objetivo de tornar a estrutura mais sustentável, incluíam adicionar um "guarda-sol" de painéis fotovoltaicos, que acabou fornecendo 95% da energia da casa (AIA 2010).



Fonte: McGrath (2008)

Figura 26 - Casa guarda-sol

Além de fornecer a maior parte da energia para a casa, os painéis solares abrigam a casa, o que reduz a energia necessária para resfriar o local. Além disso, a estrutura permite que a ventilação transversal forneça um resfriamento significativo. Três painéis solares contribuem para o aquecimento da água do estoque de água quente e, também, da piscina. Um sistema de aquecimento que libera calor através dos pisos de concreto da casa aquece o local de maneira bastante eficaz. A estrutura permite o uso significativo da luz do dia, por isso a luz artificial não é necessária durante um dia ensolarado.

Os materiais de construção utilizados para a renovação incluem concreto com 50% de cinzas volantes e aço ao carbono reciclado, assim como outros materiais recicláveis (AIA, 2010).

Como os construtores começaram em uma estrutura existente, eles conseguiram evitar o uso de uma quantidade significativa de material novo. Além disso, os construtores reciclaram cerca de 85% dos resíduos da construção (AIA, 2010).

A quantidade de água que escoar da casa também é baixa, por causa do cascalho que permite que ela penetre no solo. 80% da água que não penetra no

solo, também não é escoada, por causa do sistema de retenção de água, que a mantém em um tanque (AIA, 2010).

Os proprietários escolheram aparelhos que economizam energia e também implementaram sistemas para reduzir o uso da eletricidade. Depois de tudo pronto, a casa acaba consumindo metade do gás que consumia antes, mesmo tendo o dobro de seu tamanho original.

4.2.6 Projeto de residências acessíveis de Colorado Court

No distrito de Santa Mônica, Califórnia, onde o custo de vida aumentou de modo impressionante, os representantes da cidade estão em busca de maneiras para ajudar pessoas de baixa renda a permanecerem na área.

Esses esforços resultaram na criação dos apartamentos de Colorado Court, uma abordagem ecológica para residências com preços acessíveis. Com dois sistemas de geração de energia no local, esse complexo se tornou o primeiro projeto residencial acessível com baixo gasto de energia dos EUA (AIA, 2010).

Esses dois sistemas são: um sistema de painel solar e um sistema de cogeração com turbina de gás natural. Além disso, o calor gerado como um subproduto do sistema de turbina contribui com o estoque de água quente e com o sistema de aquecimento de ambientes.



Fonte: McGrath (2008)

Figura 27 - O projeto de residências acessíveis de Colorado Court

Em parte, o que ajuda a tornar essa construção tão sustentável é que ela não inclui sistemas de condicionamento de ar. Os arquitetos tornaram isso possível maximizando o uso do vento, por meio da localização adequada de janelas para incentivar a ventilação. Os lados que não recebem tanto vento se beneficiam com a sombra dos painéis solares. Além disso, as luzes se apagam em cômodos desocupados através do uso de sensores de movimento. A administração escolheu aparelhos, como geladeiras, em que as unidades economizam mais energia.

Outro sistema construído para o prédio armazena a água da chuva atrás da construção e filtra essa água através do solo para reduzir o escoamento. Vasos sanitários e chuveiros de baixa vazão minimizam o desperdício de água. A estrutura dos estacionamentos também procura contribuir com as práticas ecológicas. Por exemplo, com apenas um espaço para estacionar o carro para cada quatro unidades, os habitantes são incentivados a usar transportes públicos.

A instalação também designa espaço para armazenagem de bicicletas, assim como um posto para recarregar veículos elétricos. Durante a construção, foi removida apenas uma árvore do local, que foi replantada mais tarde. O concreto usado continha cinzas volantes e todos os carpetes foram produzidos com material reciclado. Além disso, os construtores usaram jornal reciclado para fazer o isolamento.

4.2.7 Biblioteca Lake View Terrace

A Biblioteca Lake View Terrace, Califórnia, une a comunidade com uma estrutura que representa sustentabilidade ambiental e utilidade, assim como beleza. Os esforços para conquistar uma certificação “LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) platina” foram bem-sucedidas em um prédio altamente sustentável.



Fonte: McGrath (2008)

Figura 28 - Energia eólica usada é armazenada por turbinas de vento

Um conjunto de painéis fotovoltaicos fornece sombra para a entrada e é fonte de 15% da energia usada na biblioteca (AIA, 2010).

A biblioteca também assinou um contrato para garantir que o prédio usasse energia eólica, em vez de energia de combustíveis fósseis. Para minimizar a necessidade de luz artificial, a sala de leitura da biblioteca fica em um eixo leste-oeste, que aproveita completamente a luz do dia. Os arquitetos desenvolveram estruturas em forma de arco na biblioteca para permitir que a ventilação mantivesse o prédio resfriado sem a necessidade de aparelhos de ar condicionado. A estrutura funciona bem, mesmo quando não há um vento natural forte.

Especificações de estrutura incorporaram bastante espaço para a área verde, ao mesmo tempo em que deixaram a pavimentação para o estacionamento mais eficiente em termos de espaço. Com a área verde, a biblioteca reduz a quantidade de escoamento de água em 25% (AIA, 2010).

Para economizar a água necessária para irrigar as áreas verdes, muitas das plantas são resistentes à seca, e o sistema pára a irrigação quando está chovendo. Recursos nas instalações de água, como arejadores de torneira, também reduzem o desperdício de água. Esses tipos de torneiras misturam ar com a água para manter a pressão forte, ao mesmo tempo em que economizam a água.

Os construtores conseguiram usar materiais feitos com objetos reciclados na maior parte do prédio. Isso inclui isolamento, carpete e estruturas de aço. Além disso, o cimento da construção é composto por cinzas volantes. Durante a construção, os construtores conseguiram reciclar cerca de 75% dos resíduos (AIA, 2010).

4.2.8 Colégio Cruzeiro, Rio de Janeiro

Ao privilegiar o conforto ambiental e incorporar conceitos da arquitetura bioclimática – como iluminação e ventilação naturais – o projeto de ampliação do Campus do Colégio Cruzeiro, de Michael Laar e DDG Arquitetura, conseguiu reduzir de forma extrema o consumo de energia da edificação. A ideia é que, no futuro, os telhados verdes do conjunto abriguem coletores solares e outras tecnologias que tornem a escola autossuficiente energeticamente.

O grande jardim central, situado entre os dois blocos de salas de aula, exerce um papel relevante na composição do conjunto, reunindo os alunos nas horas livres e atuando como um regulador térmico do clima local. Além desses conceitos, o projeto adota outros, como iluminação artificial eficiente, automação predial, materiais de baixa condutibilidade e capacidade térmica, *brises*, *pilotis* e terraços-jardins. O projeto rendeu aos seus autores o prêmio Destaque na Bienal de Arquitetura de São Paulo, a segunda colocação no prêmio Holcim para Arquitetura Sustentável 2005, na categoria "América Latina", o Prêmio IAB/RJ e Prêmio de Eficiência Energética do Procel/Eletróbrás 2004.



Fonte:Techne (2010)
FIGURA 29 - Simulações computacionais



Fonte:Techne (2010)
FIGURA 30 - Ventilação cruzada

5 CONCLUSÃO

Com este trabalho buscamos realçar a importância desse assunto atual, muito citado, pouco explorado na prática, mas que promete ser o futuro do setor da Construção Civil: Construções Sustentáveis.

É importante lembrar que o setor da Construção Civil é um dos maiores causadores de impactos ambientais, tornando ainda mais importante a conscientização de que, utilizando hábitos simples, passando pelas grandes tecnologias, conseguimos uma vida e um mundo mais saudáveis.

Mostramos a importância do assunto, enfatizando os pilares: social, ambiental e econômico, que regem a sustentabilidade.

Para que se possa alcançar o mínimo de sustentabilidade é necessário seguir algumas diretrizes citadas nesse trabalho.

Uma das grandes preocupações ambientais é o aumento no consumo de recursos não renováveis, como energia e água. A Construção Sustentável traz várias alternativas para a economia desses recursos.

Há a necessidade de uma maior conscientização da população, demonstrando os benefícios que se pode ter, com mudanças simples de hábitos, até investimentos que trarão ótima relação custo-benefício, tantos do ponto de vista social quanto econômico, e principalmente, ambiental. Essa é a Construção Sustentável!

BIBLIOGRAFIA

ABBUD, Benedito. **Criando paisagens**: guia de trabalho em arquitetura paisagística, 2ª ed. São Paulo: Senac, 2006.

ALMEIDA, Fabiana C. da Silva de. **Ferramenta para a análise de desempenho ambiental e amparo a melhoria contínua**. 2001. Dissertação (Mestrado). FURB, Blumenau, 2001.

ANDRADE, S. F., **Estudo de estratégias bioclimáticas no clima de Florianópolis**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) / UFSC, Florianópolis, 1996.

APS. Engenharia. Disponível em :
<http://www.apsengenharia.com.br/saibamais_sobre_eficiencia_energetica.htm>
Acesso em 23 out 2010

ARAÚJO, M. **Construção Sustentável**. Disponível em:
http://www.idhea.com.br/construcao_sustentavel.asp.> Acesso em 24 out 2010

_____. **A moderna Construção Sustentável**, 2005. Disponível em:
<<http://www.universia.com.br/docente/materia.jsp?materia=6219>> Acesso em : 24 out 2010

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS.(ABNT). **NBR 7229/1993** Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Disponível em:<<http://www.ebah.com.br/nbr-7229-pdf-a10485.html>> Acesso em 25 out 2010

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001/1996**. Sistemas de gestão ambiental – Especificação e diretrizes para o uso. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14040** Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida: Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14042** Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida: Avaliação de impacto do ciclo de vida. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14043** Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida: Interpretação do ciclo de vida. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva. Disponível em:
<<http://www.abcmac.org.br/>> Acesso em 25 out 2010.

BALESTIERE, J. A. P., **Cogeração: geração combinada de eletricidade e calor**. Florianópolis: UFSC, 2002.

BAKER, N; STEEMERS, K. **Daylight design of buildings**. London: James & James, 2002.

BARDELLA, P. S.; CAMARINI, G.. **Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil**. In: III Seminário Internacional de Ciência e Tecnologia na América Latina – A Universidade como Promotora do Desenvolvimento Sustentável, 2006. Campinas, SP. Anais... Campinas: Unicamp, 2006.

BARRIA, I. Resíduos de construção e demolição – focos de degradação ambiental. **Engenharia e Vida**, v.25, n.6, p. 34-40, 2006.

BRANCO, F.; MENDES, P. **Térmica dos edifícios**. Oeiras: Instituto de Soldadura e Qualidade, 1996.

BRASIL. **Constituição Federal**. Capítulo VI, sobre o Meio Ambiente, Artigo nº 225. Brasília, 1988.

_____. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Lei Federal nº 6.938/81. Brasília, 1981.

_____. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Licenciamento ambiental**. Disponível em: <<http://ibama.gov.br/licenciamento>> Acesso em 15 out 2010

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Our common future: the World Commission on Environment and Development**. Oxford: Oxford University, 1987.

BUSSOLOTI, Fernando Neves. **Como funcionam as Construções Sustentáveis**. 2007. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/construcoes-ecologicas1.htm>> Acesso em 23 out 2010.

CASSA, José Clodoaldo S. *et al.* Diagnóstico dos setores produtores de resíduos na região metropolitana de Salvador/BA. In: **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: Projeto Entulho Bom**. Salvador: EDUFBA-Caixa Econômica Federal, p. 46-75, 2001.

CÂMARA, Fabiane **Reciclar, mais que um hábito. Um estilo de viver**. 2007. Disponível em: <<http://fabiane.camara.zip.net/>> Acesso em 25 out 2010

CAMPOS, R. Crise na construção, **Jornal de Notícias**, Cidade de publicação, dia mês 2006. Negócios (9), p. 4-5.

_____. AICCOPN reclama prioridade na reabilitação. **Jornal de Notícias**. Cidade de publicação, dia mês 2006. p. 1.

CARLOS Coelho Consultores. . **6ª Visita técnica do grupo Habitar: urbanização da Ponte da Pedra – Um projeto sustentável**. Matosinhos: Norbiceta, 2006.

CEEETA, 2010. Disponível em: <<http://www.ceeeta.pt/downloads/pdf/Solar.pdf> > Acesso em 24 de out 2010

COMETTA, E. **Energia Solar: utilização e empregos práticos**. São Paulo: Hemus, 2005.

CEOTTO, Luiz Henrique. **A Construção Civil e o meio ambiente** (3 partes). Notícias da Construção. Ed. 51 a 53, São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/secoes.asp?subcateg=74&categ=16>> Acesso em 22 ago 2010.

CONSELHO Brasileiro de Construção Sustentável., 2010. Disponível em:<<http://www.cbcs.org.br/>> Acesso em 24 out 2010.

CORBELLA, O; YANNAS, S., **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

COSTA, E. C., **Arquitetura Ecológica: condicionamento térmico natural**. Porto Alegre: E. Biucher, 1982.

CORBOLI, Nanci. Arquitetura Sustentável. **Revista Projeto Design**. São Paulo, n. 277, p. 94-96, 2003.

CORCUERA, Daniela. **Arquitetura Sustentável: Qualidade do ar interno e saúde dos ocupantes**. Disponível em: <http://www.casaconsciente.com.br/pdf/qualidade_do_ar_interno.pdf > Acesso em 23 out 2010

COSMETICS & Toiletries (Brasil)., v. 20, n. 3, mai/jun 2008.

COSTA, Lucio. **Lucio Costa: registro de uma vivência**. São Paulo: Empresa das Artes, 1995.

CRIA Arquitetura Sustentável. 2009. Disponível em:<www.criaarquiteturasustentavel.com.br/ >Acesso em 22 out 2010.

DEGANI, Clarice Menezes. **Sistema de Gestão Ambiental em empresas construtoras de edifícios**. 2003. 223 f. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP, São Paulo, 2003.

DIAS, Genebaldo Freire. **Fundamentos de educação ambiental**. 2ª. Ed. Brasília: Universa, 2004.

DOURADO, M. F. A. M. **Responsabilidade civil ambiental**. Jus Navigandi. Teresina, ano 10, n. 905, 25 dez. 2005. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=7689>> Acesso em 27 out 2010

ENGENHARIA. Disponível em: <<http://www.sitengenharia.com.br/>> Acesso em 02 nov 2010

EDWARDS, Brian. **Guia básico para a sustentabilidade**. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

FERNANDES, André Luiz. **Reaproveitamento da água de chuva**. 2008, Belo Horizonte, 2008

FERNANDES ,André Luiz Genelhú. “SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES.” Construções para um futuro melhor – Reaproveitamento da água. Belo Horizonte ,2009..

FERREIRA, Marcela Schneider Ferreira. **Sustentabilidade na Arquitetura de Interiores**. 2005. Disponível em:<<http://monografiaarquiteturasustentavel.blogspot.com/2010/06/sustentabilidade-na-arquitetura-de.html>>Acesso em 03 nov 2010.

FERREIRA, Carlos. **Construção nova, reabilitação de edifícios e construção**. Porto/Portugal, 2009. Disponível em:<<http://www.acege.pt/blogs/blogsustentare/default.aspx>> Acesso em 3 nov 2010

GONÇALVES, Joana. **A sustentabilidade do edifício alto**: discussão sobre a inserção urbana de edifícios altos. 2003. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

HANSEN, Sandro. **Gestão Socioambiental**: meio ambiente na Construção Civil. Florianópolis: SENAI/SC, 2008.

HANSEN, A. **Apostila do Curso de Especialização e Extensão em Eficiência Energética à Distância - Tecnologias Energéticas de Uso Final em Edificações**: Unidade 6 . Sistemas de Condicionamento Natural. Porto Alegre: PUCRS, 2002.

HAMMARLUND, Y; JOSEPHSON, P.E. Qualidade: cada erro tem seu preço. Trad. Vera M. C. Fernandes Hachich. **Téchne**, n.1, p.32-34, nov/dez 1992.

INÁCIO, M; PINTO, A. In: **CONSTRUÇÃO 2001 – Congresso Nacional da Construção: Por uma Construção Sustentável no Séc. XXI – Volume II**. Lisboa, 2001. Anais... Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2001.

INFOESCOLA. **Desenvolvimento Sustentável**, 2007. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/geografia/desenvolvimento-sustentavel/>> Acesso em 04 nov 2010.

INSTITUTO Superior Técnico Nogueira, V. Aquecimento de água, gás natural & energia solar. **Projectar**, v.3, n.9, 2005, p. 3.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em 05 nov 2010

INSTITUTO Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Disponível em< <http://www.ibama.gov.br/patrimonio/>> Acesso em 04 nov 2010

INSTITUTO Ecobrasil. **Construção Sustentável.** Disponível em: <<http://institutoecobrasil.org/?p=589>> Acesso em 04 nov 2010

JACOBI, Pedro. **A água na Terra está se esgotando? É verdade que no futuro próximo teremos uma guerra pela água?** Disponível em: < <http://www.geologo.com.br/aguahisteria.asp>> Acesso em 04 nov 2010.

_____. **Educação Ambiental e Cidadania.** Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/congressocomitesdebacia/cddaee/word97/educacaoambiental.doc>> Acesso em 4 nov 2010

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades.** São Paulo: Martins Fontes, 2000.

JOAN , Compton. **Plantas para casa.** 5a. Ed. São Paulo: Melhoramentos, ano .

JOHAN, Van Iengen. **Manual do arquiteto descalço.** São Paulo: Empório do Livro, 2008.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na Construção Civil:** contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 113p. Tese (Livre Docência) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

KAMPT, Atelene Normann. **Manutenção de plantas ornamentais para interiores.** Porto Alegre: Rígel, ano.

KAEHLER, J. W. M., **Un outil d.Aide à la Décision et de Gestion des Actions pour la Maîtrise de la Demanded.Énergie - de la Conception au Développement,** 1993. 257f. (Tese de Doutorado) École Nationale Supérieure des Mines, Paris, 1993.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo: PW Editores, 1997.

LEAL, Nuno Alfredo dos Santos Cardoso. **Construções Sustentáveis** Portugal, 2006.

MANETTI, Penélope Duse. **Casa Sustentável: Uma alternativa possível.** Disponível em: < www4.fct.unesp.br/.../EREA%20CASA%5B1%5D...doc> Acesso em 03 nov 2010.

MASCARÓ, J. L.; MASCARÓ, L. E. R., **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios,** 2ª Ed. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzatto, 1992.

_____. **Ambiência Urbana /Urban Environment.** Ed. Bilingüe português/inglês. Porto Alegre: Masquatro, 2009.

MCGRATH, Jane. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/edificios-sustentaveis11.htm>> Acesso em 28 out 2010

MELHADO, S. B. *et al.* **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MELHADO, S. B.; BARROS, M. M. S. B.; SOUZA, A. L. R.. **Qualidade do projeto de edifícios: diretrizes para elaboração do projeto da laje racionalizada**. São Paulo, EPUSP, 1995

MINISTÉRIO das Minas e Energia. Departamento Nacional de Política Energética. **Balço Energético Nacional**. 2006. Disponível em: <www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/.../BEN_2007.pdf> Acesso em 26 out 2010.

MINISTÉRIO do Meio Ambiente. **Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 24 out 2010

_____. 2003. **Título da página ou texto, em negrito**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=ascom.exibeInfor&data=2003/08>> Acesso em 5 nov 2010.

_____. Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/>>. Acesso em 10 abr 2009

MMA. 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 09 out 2010

MINISTÉRIO das Obras Públicas, Transportes e Habitação. Secretaria de Estado da Habitação. **O sector da habitação no ano 2003**. Lisboa, 2004.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997

MONTOIA Paulo. **Projeto: Água, o “Ouro Azul” do nosso século**. 2006 Disponível em: <<http://www.moderna.com.br/moderna/didaticos/projeto/2006/1/cisternas/>> Acesso em 04 nov 2010.

NASCIMENTO, Edna Almeida do. **Impactos ambientais gerados na construção de edifícios: contraste entre a norma e a prática**, 2008

NEVES, Leticia de oliveira , **Arquiteta bioclimatica e a obra de severiano porto : estratégias de ventilação natural**. São Carlos, 2006.

NORBICETA. (2005). Projecto SHE – SUSTAINABLE HOUSING IN EUROPE: “Da excepção para a Regra”. Senhora da Hora, Norbiceta.

NORBICETA. (2006). Actividades Horizontais. Senhora da Hora, Norbiceta. Construção Sustentável 2008

ORGANIZAÇÃO das Nações Unidas (ONU). Disponível em: <<http://www.onubrasil.org.br/>> Acesso em 25 out 2010

PALIARI, J.C **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras e edifícios**. 473p. (Dissertação de Mestrado) Escola Politécnica da USP, São Paulo.

PATRÍCIO, J. Qualidade Acústica nos Edifícios – Uma obrigação exigencial. **Ingenium**. V.91, n.1, 2006, p. 92.

PEIXOTO, S.. **Modelo de Valoração Econômica dos Impactos Ambientais em Unidades de Conservação**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Brasília: IBAMA, 2000.

PEIXOTO, Marta. Sistemas de proteção de fachada na escola carioca de 1935 a 1955. **Arquitexto**. V.1, n.2,

PENEDA, Constança. In: Encontro sobre Sustentabilidade na Habitação“Contribuir para a progressão da área de H&CS em Portugal”, ano, cidade de realização. Porto: Instituto Nacional da Habitação, 2005.

PORTO, Márcio **O processo de projeto e a sustentabilidade na produção da arquitetura**. São Paulo: Cris Correa, 2010.

PIEIDADE, A. **Térmica dos edifícios**. Oeiras: Instituto de Soldadura e Qualidade, 1996. Disponível em <<http://www.p3e-portugal.com>> Acesso em 23 out 2010

PINTO, Tarcísio de Paula. Gestão dos resíduos de construção e de demolição em áreas urbanas: da ineficácia a um modelo de gestão sustentável. In: **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: Projeto Entulho Bom**, Salvador: EDUFBA-Caixa Econômica Federal, p. 76-113, 2001.

PINTO, Tarcísio de P. (Coord.). **Gestão ambiental de resíduos da Construção Civil: a experiência do SINDUSCON/SP**. São Paulo: Obra Limpa, I&T, SINDUSCON/SP, 2005. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br>> Acesso em 03 nov 2010

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia: Manual de Conservação de Energia Elétrica. **Prédios Públicos e Comerciais**. Eletrobrás, 1994.

PURA-USP. **Programa de uso racional da água**. Disponível em: <<http://www.pura.poli.usp.br>> Acesso em 23 out 2010

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999.

RIVERO, R., **Arquitetura e Clima: condicionamento térmico natural**. Porto Alegre: D.C Luzzato, 1986.

ROSENBAUM, Marcelo. **Aproveita que tá chovendo**, 2009. Disponível em: <<http://rosenbaumdesign.wordpress.com/2009/07/31/aproveita-que-ta-chovendo/>> Acesso em 24 out 2010

SABADY, P. **A Energia solar na habitação**. Lisboa: CETOP, 2001.

SANTO, F. A nova regulamentação da certificação energética de edifícios. **Ingenium**. V. 93, n.5, p. 38, 2006.

SERVIÇO Brasileiro de Respostas Técnicas. **Gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras**. CDT/UnB, 2007. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie43.pdf>> Acesso em 04 nov 2010

SERVIÇO Brasileiro de Respostas Técnicas. **Produção mais limpa no setor de Construção Civil**. SENAI/RS, 2006. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie10.pdf>> Acesso em 04 nov 2010

SERRA, Geraldo G. **Pesquisa em arquitetura e urbanismo**: guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação. São Paulo: Edusp-Mandarim, 2006.

SERRA, Rafael. **Arquitectura y climas**. 3ª. Ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

SHIKLOMANOV, I. A. International Hydrological Programme – IHP – IV/UNESCO, 1998. In: **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. ed., Rebouças, A. C. et al.

SILVA, J.; SALINAS, L. (2001). In: **CONSTRUÇÃO 2001 – Congresso Nacional da Construção: Por uma Construção Sustentável no Séc. XXI – Volume II**. Lisboa, 2001. Anais... Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2001.

SOARES, Joana Carla Gonçalves; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura sustentável**: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. Em 22/08/06, FAU USP.

SOUSA, S. A ciência do relativo. **Ingenium**. V.75, n.5, p. 16-17, 2003.

SOUZA, Uiraci Espinelli Lemes de. **Como reduzir perdas nos canteiros**. Manual de Gestão do Consumo de Materiais na Construção Civil.V. 1. São Paulo: Pini, 2005.

Universidade Católica de Goiás. Ano. **A concepção da arquitetura sustentável. Arquitetura bioclimática. Tecnologia apropriada**. Disponível em: <<http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/13869/material/3%C2%B0%20Estudo%20SEMIN%C3%81RIO%20DE%20TECNOLOGIA%2031.08.pdf>> Acesso em 23 out 2010.

Universidade Federal de São Carlos (USFC). 2003 **Miniestações de tratamento de água e esgoto**. Disponível em: <<http://www.arq.ufsc.br/>> Acesso em 24 out 2010

The International Arcoweb Home Page. Disponível em <<http://www.Arcoweb.com>>. Acesso em 28 out 2010

The International EDP Home Page. Disponível em: <<http://www.edp.pt>>. Acesso em 28 out 2010

The International ENC Home Page. Disponível em: <<http://www.enc.pt>> Acesso em 28 out 2010

The International Gestluz Home Page. Disponível em: <<http://www.Gestluz.pt>> Acesso em 28 out 2010

VENZKE, Cláudio Senna. **A situação do *Ecodesign* em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves**. 2002. (Dissertação de mestrado) Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

WIENS, Ivy Karina; HAMADA, Jorge. **Gerenciamento de resíduos da Construção Civil – uma introdução à legislação e implantação**, UNESP, 2006.

YEANG, K. **Projectar com la Naturaleza**. Barcelona, Gustavo Gilli, 1999.