

## PROJETO E EXECUÇÃO DE CASA ECOEFICIENTE EM CAMPINA GRANDE –PB

J. N. Ribeiro Filho; G. C. Silva; K. F. M. Lucena; N. H. C. Carvalho

Coordenação de Ciências Gerenciais – CEFET-PB

Av. 1º de Maio, 720 - CEP: 58.015-430 - João Pessoa –PB

E-mail: newmark@oi.com.br

### RESUMO

Em consonância com a conjuntura mundial e buscando a vanguarda tecnológica, a Federação das Indústrias do Estado da Paraíba – FIEP, através do SENAI-PB, em Campina Grande, juntamente com seus parceiros, entre os quais o CEFET-PB, desenvolveram o projeto Casa Ecoeficiente, que se constitui em um ambiente tecnológico e didático para visitação, cursos, pesquisas e inovações. A Casa Ecoeficiente se propõe a propiciar a máxima eficiência energética e conforto térmico integrados ao projeto arquitetônico, valorizando os conceitos de aproveitamento da ventilação e a iluminação natural. Na construção, foram utilizados materiais ecologicamente corretos e eficientes (tijolos e paredes monolíticas de solo-cimento, painéis térmicos com placas de isopor e de resíduos sólidos, telhas de fibras vegetais, piso usando madeira de demolição e resíduos industriais). As instalações elétricas da casa são alimentadas por um sistema híbrido de geração de energia (painéis fotovoltaicos e turbina eólica). O projeto incorpora conceitos de gestão eficiente de águas, contando com instalações hidro-sanitárias previamente projetadas para o reúso de água e o aproveitamento de fontes alternativas como a água subterrânea e a proveniente das chuvas. Para o melhor aproveitamento das águas a casa também conta com uma mini-estação de tratamento de efluentes e um dessalinizador. O Projeto de paisagismo privilegiou o uso de espécies nativas da região. Neste trabalho faz-se uma descrição detalhada do projeto Casa Ecoeficiente, desde sua concepção até fase de execução da construção, com o objetivo de difundir o uso de tecnologias menos impactantes ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência energética, gestão de águas, tecnologias alternativas, construção.

## **1. INTRODUÇÃO**

A humanidade tem percebido nas últimas décadas que não se pode desconsiderar a variável ambiental em função do progresso, avanço tecnológico, modelos socioeconômicos e necessidades momentâneas. A preocupação pela preservação dos recursos naturais e o futuro do planeta tem crescido consideravelmente, tendo maior relevância a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992. A busca por formas de desenvolvimento que atendam as necessidades da população sem que se comprometam as futuras gerações tem levado a um termo conciliador que se denomina desenvolvimento sustentável.

A Agenda 21 para Construção Sustentável para Países em Desenvolvimento aborda o desenvolvimento sustentável a partir de três dimensões: desenvolvimento social, proteção ambiental e desenvolvimento econômicos. Neste caso, pensar em construções sustentáveis é antes de tudo considerar estas três dimensões no mesmo nível de relevância (Agudelo e Casagrande Junior, 2006; Csillag e John, 2006).

Essa nova estratégia de desenvolvimento se fundamenta em alguns princípios que consideram prioritariamente as necessidades essenciais do ser humano e as limitações tecnológicas e da organização social impostas ao meio ambiente (Desenvolvimento...).

O desenvolvimento sustentável exige que se tenha uma visão sistêmica do todo o processo produtivo, resultando na adoção de medidas que atendam às necessidades com o mínimo impacto ao meio ambiente. CAPRA (1996) defende que a abordagem sistêmica é a base para tudo acontecer. Nesse contexto o uso de tecnologias mais produtivas e menos agressivas é essencial.

A indústria da construção civil, maior consumidor de matérias-primas e responsável pelo consumo de até 75% dos recursos naturais extraídos segundo John (2000) apud John (2006), é um dos maiores responsáveis pela degradação ambiental em todas as suas fases, exigindo que todos os processos na sua cadeia sejam revistos. Em países desenvolvidos a construção sustentável já vem sendo implementada, o que configura uma exigência desses mercados.

A construção sustentável implica em aumento na eficiência do uso de recursos naturais, redução dos custos de manutenção e aumento da vida útil da infra-estrutura, inclusive a dispendiosa infra-estrutura pública, como hospitais, escolas, pontes, portos e rodovias.

Os objetivos dos edifícios sustentáveis são: consumir mínima quantidade de energia e água desde a implantação da obra e ao longo de sua vida útil, emitir o mínimo de poluentes durante e após a implantação da obra, uso de matérias-primas ecoeficientes (sem causar agressão ao meio ambiente, que sejam renováveis, recicladas, recicláveis e, quando possível, desmontáveis), gerar mínimo de resíduos e contaminação ao longo de sua vida (durabilidade e reciclagem), utilizar mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural, adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários e criar um ambiente interior saudável (IDHEA, 2006).

Sem dúvidas tem havido progressos, embora de forma discreta, na conscientização da sociedade brasileira sobre as questões ambientais. No entanto, as ações para preservação dos recursos naturais não podem ser estimuladas por momentos críticos, onde os limites estão prestes a serem atingidos. Nesse sentido, se fazem necessários programas continuados e abrangentes de educação ambiental que mobilizem toda a sociedade civil organizada. A difusão e busca de tecnologias sustentáveis devem ser uma tarefa permanente dos centros de pesquisa, dos governos e dos setores produtivos. Esse trabalho apresenta a descrição de uma edificação que incorpora várias tecnologias, buscando difundir e estimular o conceito de construção sustentável.

## **2. CASA ECOEFICIENTE**

Consciente de seu papel junto à sociedade a Federação das Indústrias do Estado da Paraíba – FIEP, através do SENAI-PB, unidade de Campina Grande, estabeleceu uma grande parceria com diversas instituições de ensino e pesquisa e empresas da região, no sentido de projetar e executar a Casa Ecoeficiente (Figura 1). O CEFET-PB elaborou os projetos arquitetônicos e hidro-sanitário, e participou ativamente em todas as etapas para definição dos sistemas construtivos e materiais a serem utilizados na execução da obra. A Casa Ecoeficiente - Laboratório de Energias Renováveis, inaugurada no dia 28 de abril de 2006, localiza-se no Centro de Inovação e Tecnologia Industrial do SENAI, na cidade

de Campina Grande-PB. Suas dependências assemelham-se às de uma residência unifamiliar e visa se transformar em um ambiente tecnológico e didático, funcionando como um espaço de visitação, cursos, desenvolvimento de pesquisas e inovações, abrangendo tecnologias de materiais alternativos na construção civil, gestão eficiente de águas e aplicações da energia solar fotovoltaica, solar térmica e eólica.



**Figura 1.** Visão geral da Casa Ecoeficiente.

A Casa Ecoeficiente foi desenvolvida com soluções para propiciar a máxima eficiência energética, e conforto térmico integrados ao projeto arquitetônico, valorizando os conceitos de aproveitamento da ventilação e a iluminação natural. Na construção foram utilizados materiais ambientalmente corretos e eficientes (tijolos e paredes monolíticas de solo-cimento, painéis térmicos com placas de isopor e de resíduos sólidos, telhas de fibras vegetais, piso usando madeira de demolição e resíduos industriais, entre outros). Outra preocupação presente no projeto arquitetônico é a questão da acessibilidade, onde todos os ambientes foram projetados de acordo com as normas vigentes.

Vale ressaltar que esta experiência é inédita no estado, pois pela primeira vez adotou-se a concepção de um projeto em escala real onde tecnologias avançadas (energia solar-placas fotovoltaica) convivem com tecnologias apropriadas (tijolo de solo-cimento).

Durante o processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico e execução da obra adotou-se os seguintes princípios norteadores (Araújo, 2004):

- a) Gestão da obra: eficiência dos processos construtivos buscando a racionalização e redução de resíduos na obra;
- b) Uso de ecoprodutos e tecnologias sustentáveis;
- c) Aproveitamento passivo dos recursos naturais: iluminação e ventilação natural;
- d) Eficiência energética: racionalização no uso de energia pública fornecida, uso de energias renováveis: eólica e solar;
- e) Gestão e economia da água: reuso e recirculação da água utilizada, aproveitamento de água de chuva;
- f) Gestão dos resíduos gerados pelos usuários: coleta seletiva do lixo.

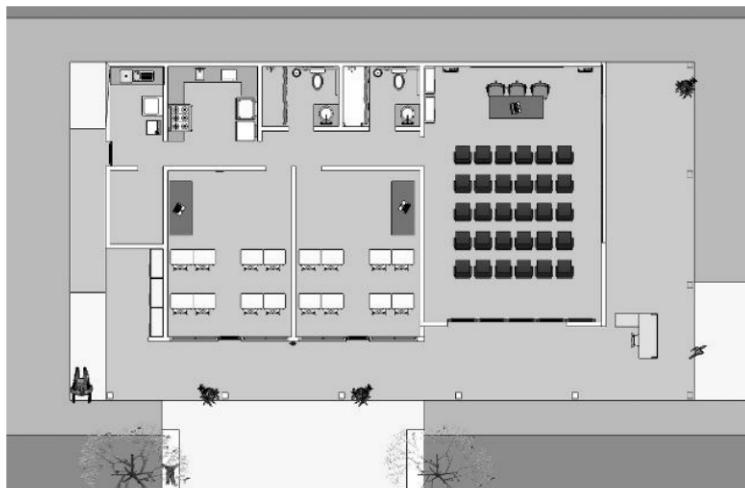
## 2.1. Implantação e conforto térmico

A Casa Ecoeficiente está implantada em terreno da Universidade Corporativa da Industria da Paraíba em Campina Grande-PB, com layout semelhante ao de uma casa convencional, porém adaptado para abrigar as atividades do Laboratório de Energias Renováveis (Figura 2):

- Varanda: recepção e exposições;
- Sala de visita: auditório para palestras e exposições;
- Quartos: laboratórios para realização de cursos e desenvolvimento de experimentos de pesquisa;
- Cozinha e área de serviço: laboratórios de eficiência energética, equipados com eletrodomésticos usuais;
- Banheiro: demonstração do uso de água aquecida por energia solar e reuso de águas servidas;
- Escritório: sala de controle para monitoramento de sistemas;
- Despensa: abrigo para o banco de baterias.

Na parte externa encontram-se:

- Mini-estação de tratamento de águas;
- Sistema com cata-vento para captação de água do poço;
- Painéis fotovoltaicos;
- Turbina eólica;
- Sistema solar para aquecimento de água;
- Desalinizador alimentado por energia solar fotovoltaica;
- Sistema solar de bombeamento de água;
- Praça do Saber, local onde serão realizadas as aulas práticas e demonstrações de experimentos.



**Figura 2. Planta baixa com layout.**

Na implantação da edificação buscou-se o conforto térmico da unidade com o aproveitamento dos ventos dominantes (alísios de SE) e a minimização da insolação nos ambientes. Adotou-se a ventilação cruzada como elemento amenizador do clima e renovador do ar nos ambientes, a varanda presente nas fachadas leste e norte, resgata a arquitetura colonial praticada no Nordeste e se configura como um grande beiral para proteção solar do auditório e dos laboratórios. Os ambientes foram setorizados por funções e orientados de maneira que os ambientes de longa permanência fossem dispostos nas fachadas de menor insolação (Norte, Sul e Leste). A iluminação natural é garantida pelas aberturas, esquadrias e elementos vazados, presentes em todas as fachadas.

## 2.2. Sistemas construtivos e materiais de construção

O sistema construtivo adotado confere à Casa Ecoeficiente característica diferenciada. A fundação foi executada em solo-cimento e sobre esta se executou uma viga baldrame de concreto armado, na qual se engastou a ferragem da laje de impermeabilização (Figura 3).



**Figura 3. Preparo da fundação e laje de impermeabilização.**

A estrutura é composta por um sistema de cintas, vigas e pilares em concreto armado, dimensionados com a preocupação de reduzir o desperdício com estruturas superdimensionadas.

Nas vedações foram utilizadas quatro tipos de sistemas construtivos: paredes de tijolos em solo-cimento e paredes monolíticas de solo-cimento, polipainéis (EPS, tela de aço e micro concreto) e alvenaria de bloco cerâmico vermelho vazado. Os tijolos de solo-cimento foram confeccionados no canteiro de obra, com produção média de 1200 tijolos/dia, enquanto os polipainéis foram fabricados em indústria específica e trazidos para obra nos tamanhos pré-determinados no projeto arquitetônico.

### **2.2.1. Solo-Cimento**

O solo cimento é o material alternativo de baixo custo resultante da mistura homogênea, compactada e curada de solo argilo-arenoso, cimento, cal e água, em proporções adequadas (Myrrha, 2003). Muitas vezes, o solo, principal componente, pode ser da própria região, diminuindo-se os custos da obra. As proporções ideais de cada material no composto do solo-cimento variam de acordo com a composição do solo utilizado. Esse material foi utilizado na obra em dois processos construtivos: tijolos e paredes monolíticas. Os tijolos (Figura 4) são blocos vazados de solo-cimento, prensados mecanicamente cuja cura é feita em uma semana, molhando-os periodicamente para ganharem resistência. As paredes monolíticas (Figuras 5 e 6) são formadas através da compactação do solo-cimento dentro de fôrmas próprias e deslocáveis. A compactação do solo-cimento também é feita no próprio local da obra, em camadas sucessivas, no sentido vertical. É necessário molhar as paredes periodicamente durante uma semana para que seja feita a cura adequada e se evitem trincas. A aplicação de chapisco e reboco são dispensáveis devido ao acabamento liso e à impermeabilidade do material, sendo necessária apenas à aplicação de pintura na parede (Figura 6).



**Figura 4. Tijolo prensado de solo-cimento.**



**Figura 5. Lançamento e compactação do material na fôrma.**



**Figura 6. Parede acabada.**

### **2.2.2. Painéis Térmicos**

Essa tecnologia consiste em painéis modulares formados por duas telas de aço soldadas e interligados por um quadro de cantoneiras. O preenchimento desses painéis é composto por uma placa de isopor (EPS) revestida por duas camadas de micro-concreto (Figura 7). Como experimento, foi confeccionada uma parede formada por placas em aglomerados de resíduos (papel e plástico) moidos e prensados para substituição do isopor. Esses painéis proporcionam economia e alto desempenho estrutural da construção. Sendo eles de fácil instalação, baixo peso, resistentes e com ótimo acabamento evitando desperdícios. Os painéis térmicos garantem, ainda, isolamento térmico e acústico, permitindo ótimo conforto ambiental e melhores condições de habitabilidade (Wolff, 2005). Por este motivo, aplicaram-se os painéis na maior parte da fachada oeste (posterior da casa).



**Figura 7. Ajuste e fixação do painel.**

### **2.3. Revestimento: pisos e paredes**

Nas áreas externas foi utilizado o piso cimentado com detalhes de placas e retraços de granito, oriundos dos rejeitos da indústria (Figura 8). Enquanto que em grande parte da áreas internas utilizou-se cimentado com régua de madeira de

demolição. Na Praça do Saber o material empregado foi o ecobloco (bloco produzido do entulho de construção) (Figura 9). Nas áreas molhadas se fez uso de revestimento cerâmico convencional.



**Figura 8. Piso cimentado com retraços de granito.**



**Figura 9. Praça do saber com piso em ecobloco.**

## **2.4. Coberta**

Na coberta utilizou-se estrutura em madeira convencional e telha ondulada (onduline) (Figuras 10 e 11). O projeto inicial previa a estrutura da coberta em bambu, que não foi executada pela dificuldade de obtenção da matéria prima. A telha utilizada é fabricada por processos inovadores e alta tecnologia, monocamada de fibras vegetais (orgânicas), impregnada de betume sob pressão e calor intenso, não possuindo componentes que possam agredir o meio ambiente. As principais vantagens na sua utilização são: redução do custo de mão-de-obra, resistência a grandes impactos, utilização de menos madeiramento e baixa transmissão térmica e acústica (ONDULINE...). Durante a elaboração do projeto da coberta, houve o planejamento no sentido da utilização de todas as telhas que viessem a ser cortadas.



**Figura 10. Telha ondulada de fibras vegetais.**



**Figura 11. Detalhe do madeiramento do telhado.**

## 2.5. Uso racional de água

O Brasil é um dos países com maior disponibilidade de água doce do planeta com aproximadamente 14% do recurso hídrico mundial, o que o coloca em situação privilegiada em termos estratégicos para seu desenvolvimento. No entanto, a má distribuição e má utilização desse recurso têm levado algumas regiões a apresentarem problemas de escassez hídrica. A necessidade de melhor utilizar a água tem levado a estudos de como racionalizar esse recurso finito. O pensamento de que a água é um recurso abundante e inesgotável e sem valor econômico perdurou por anos, mas agora a realidade impõe que esses paradigmas sejam modificados.

É imprescindível o uso racional da água, isto é, usar a água de forma mais eficiente, seja reduzindo o consumo (demandas), os desperdícios e a deterioração da qualidade final pós uso. Estima-se, por exemplo, que o consumo diário residencial no Brasil seja cerca de 200 litros *per capita*, com: 27% consumo (cozinhar, beber água), 25% higiene (banho, escovar os dentes), 12% lavagem de roupa; 3% outros (lavagem de carro) e 33% descarga de banheiro.

O aumento populacional vai afetar ainda mais a disponibilidade da água, o que exigirá por parte dos diversos setores da sociedade mudança de visão quanto ao uso de modo irresponsável da água. Para tanto pode-se contar com: a criação de leis, medidas administrativas, regulatórias, técnicas e programas de conscientização junto à população.

Dentre as medidas técnicas que visam otimizar o uso da água e aumentar sua disponibilidade tem-se: o uso de membranas filtrantes (dessalinizadores), o aproveitamento de águas de chuva, a recarga do aquífero, o reaproveitamento ou reúso da água e uso de equipamentos poupadões.

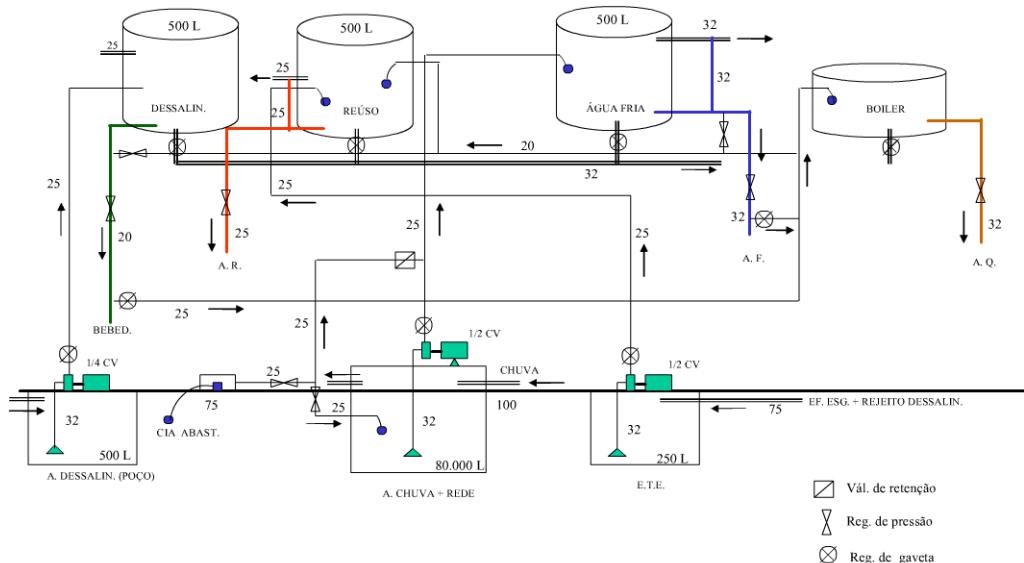
Neste trabalho procura-se evidenciar, como forma de difusão, aplicação de algumas medidas técnicas para o uso racional da água na concepção da Casa Ecoeficiente, que podem ser adotadas em edificações diversas, e que visam se inserirem no conceito de construção sustentável.

Foram aplicadas as seguintes tecnologias para o uso racional da água:

- a) Reúso de águas: utilização dos esfuentes tratados de lavatórios, pias e tanques para as descargas de vasos sanitários e mictórios, jardinagem e lavagem das áreas de passeio externas.
- b) Uso da água de chuva: captação de água das precipitações pluviais de toda cobertura da casa com superfície de coleta de 310,66 m<sup>2</sup> e armazenamento em cisternas de placas com capacidade para 80 m<sup>3</sup>, projetada em função do índice pluviométrico de Campina Grande. Essa água poderá ser usada em qualquer destinação exceto para beber (ainda não construída).
- c) Captação de água subterrânea: extração de água do lençol freático por meio de bomba alternativa impulsionada com energia eólica. O poço foi perfurado até uma profundidade de cerca de 70 m, atravessando a rocha cristalina, e obteve-se uma vazão média de 1200 l/h de água com características salobras (Figura 12).
- d) Dessalinização da água: A água do poço é tratada com dessalinizador e tem como destinação o consumo humano para beber e cozinhar.
- e) Tratamento de água em mini-estação: as águas cinzas antes de utilizadas passam por um tratamento simples que consiste da filtração em uma mini-estação construída em alvenaria. A filtração é realizada em meio poroso com camadas de brita e areia. Após o tratamento essas águas são bombeadas até o reservatório para águas de reúso.
- f) O sistema de armazenamento de água é composto de três reservatórios em PVC cada um capacidade para armazenar 500 litros. Sendo um para armazenar a água de reúso e de chuva, um para a água da rede de abastecimento e outro para a água dessalinizada que servirá para beber. Todos elevados em estrutura de madeira com 4 m de altura. Na Figura tem uma representação esquemática do funcionamento das instalações hidráulicas (Figura 13).



**Figura 12: Perfuração do poço.**



**Figura 13. Esquema de funcionamento das instalações hidráulicas da casa ecoeficiente.**

## 2.6. Energias alternativas

A energia elétrica para alimentar a Casa Ecoeficiente será fornecida por um sistema híbrido de geração de energia, com a seguinte configuração:

- Um arranjo fotovoltaico (20 painéis) com potência total de 1000Wp com tensão de 24Vdc;
- Um Gerador eólico de 1000Wp;
- Dois inversores de 1000Wp/24Vdc, cada um, sendo um senoidal e o outro não senoidal;
- Três controladores de carga de 50A/24volts, cada um;

- Conjunto de 20 baterias, 220 Ah, 12 v, cada uma.

Este sistema híbrido será utilizado para fornecimento de energia de toda a casa, ou seja:

- Iluminação de todos os ambientes e do jardim.
- 3 pequenas bombas para bombear: água dessalinizada, água do reuso e água da cisterna de placas para três caixas d'água no telhado da casa.
- Sistema de aquisição de dados composto por computador, data-log e sensores do tipo: radiação solar, velocidade do vento, umidade, índice de precipitação e temperatura.
- Equipamentos eletrodomésticos da cozinha, tais como: geladeira, microondas, máquina de lavar roupa, liquidificador, etc.

Além desta estrutura, a Casa Ecoeficiente contará com outros equipamentos para fins didáticos:

- Um gerador eólico de 400Wp para estudo em laboratório;
- Um arranjo fotovoltaico de 500wp/12v, com controlador de carga de 40A e inversor senoidal de 600W, para alimentar o Dessoralizador Solar;
- Um sistema completo de bombeamento d'água (com painéis fotovoltaicos, inversor e bomba) com vazão de 1000 litros/hora, com profundidade de 60m;
- Modelos diferentes de painéis fotovoltaicos para demonstração. (filme fino, CIS, monocristalino, policristalino, etc.);
- GPS, Bússolas, multímetros digitais e ferramentas específicas;
- Sistema de aquecimento solar didático, com Boiler e coletor em corte e ferramentas específicas.

## 2.7. Considerações gerais

O objetivo maior deste Projeto é o de difundir tecnologias sustentáveis na área da construção civil, qualificar e aperfeiçoar profissionais especializados e desenvolver inovações tecnológicas na área de energias renováveis, visando à consolidação de ações efetivas que redundem no aproveitamento dos recursos renováveis, na melhor qualificação do cidadão, jovem ou profissional, na geração de novas oportunidades de emprego e renda para assim construir o desenvolvimento sustentável da Região Nordeste. Entendemos que o caminho da sustentabilidade, perpassa por uma atitude ética frente às questões ambientais, numa reflexão crítica sobre dada realização, pondo em revisão conceitos e promovendo a quebra de paradigmas.

## 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M.A. **A moderna construção sustentável**. Disponível em:<<http://idhea.com.br>>. Acesso em: 15 out. 2006.
- CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996.
- AGUDELO, L.P.; CASAGRANDE JUNIOR, E.F. **Construção e sustentabilidade: um estudo de caso na cidade de Curitiba**. Disponível em:<<http://idhea.com.br>>. Acesso em: 15 out. 2006.
- CSILLAG, D.; JOHN, V.M. **Análise das práticas para construção sustentável na América Latina**. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2006, Florianópolis, *Anais...* Florianópolis: ANTAC. Em CD-ROM. DESENVOLVIMENTO sustentável. Disponível em:<<http://www.ambientalbrasil.com.br>>. Acesso em: 23 out. 2006.
- IDHEA- O Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (2006): Disponível em:<[http://arquitetura.abril.uol.com.br/livre/fundacao/0227\\_relidhea.shtml](http://arquitetura.abril.uol.com.br/livre/fundacao/0227_relidhea.shtml)>. Acesso: 20 out. 2006.
- JOHN, V. M. **desenvolvimento sustentável e a construção habitacional**.[http://www.rpm.com.br/sbpc58ra/cursos/sbpccontrole/relatorios/relatorio\\_textos.asp?id=473](http://www.rpm.com.br/sbpc58ra/cursos/sbpccontrole/relatorios/relatorio_textos.asp?id=473). Acesso em 24 out. 2006.
- MYRRHA, M.A. de. L. Solo cimento para fins construtivos. In: FREIRE, W.J. BERALDO, A.L. **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. São Paulo: Editora da Unicamp, 2003. 332p. cap.4, p.95-120.
- ONDULINE "A telha ecológica". Disponível em:<<http://www.onduline.com.br>>. Acesso em: 15 out. 2006.
- WOLFF,W. Vantagens dos polipainéis. Campina Grande, 2005. [Comunicação pessoal].