

A CASA ECOLÓGICA: UMA PROPOSTA QUE REÚNE TECNOLOGIA, CONFORTO E COERÊNCIA COM OS PRINCÍPIOS AMBIENTAIS

Cristina Engel de ALVAREZ (1), Patrícia M. Cony DANTAS (2), Marcelo S. FIOROTTI(3), Maristela GAVA (4), Julio Eustáquio MELO (5)

(1) Profa Assistente UFES, Doutoranda pela FAUUSP, Arquiteta coordenadora do Laboratório de Planejamento e Projetos LPP/CAR/UFES, engel@npd.ufes.br; (2) Mestranda pela UFRJ, arquiteta do LPP/CAR/UFES labproj@npd.ufes.br; (3) Arquiteto Paisagista do LPP/CAR/UFES labproj@npd.ufes.br; (4) Arquiteta pelo LPP/CAR/UFES, labproj@npd.ufes.br; (5) Prof. Assistente UnB, Engenheiro coordenador do depto. de engenharia do Laboratório de Produtos Florestais LPF/IBAMA-DF, melo@csr-lpf.ibama.gov.br. LPP/CAR/UFES. Av. Fernando Ferrari, s/n° CEMUNI I sala 7. Vitória, ES CEP 29060-900

RESUMO

A "Casa Ecológica" foi idealizada objetivando demonstrar procedimentos adequados do ponto de vista ecológico na construção civil e abrigar atividades relacionadas à educação ambiental. Destaca-se que o conceito de "Casa Ecológica" passa, necessariamente, pela adoção de critérios coerentes com a política de gerenciamento ambiental, quer seja na escolha dos materiais construtivos, como nas técnicas de aproveitamento dos condicionantes naturais (sol e vento), no tratamento dos resíduos oriundos do uso (p. ex. esgoto) e na busca de racionalização e eficiência energética. O sistema construtivo básico adotado denomina-se "viga-laje", já testado anteriormente na Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Tal técnica foi escolhida em função de o sistema possibilitar a união dos aspectos positivos da madeira com a resistência do aço proporcionando grande flexibilidade nas soluções arquitetônicas, com garantia de durabilidade e pouca manutenção. Além disso, o sistema permite o desmonte e remonte da edificação em outro local de condições semelhantes – condição desejável para a Casa -, rapidez de montagem, facilidade de manutenção e possibilidade de desenvolvimento de habitação de interesse social por ajuda mútua e/ou mutirão.

ABSTRACT

The "Ecological House" has been idealized to show the correct building procedures according to environmental principles and become an appropriated place to learn about ecological subjects. The conception of the "Ecological House", gets to the adoption of environmental management politics, in fact, the correct choice of material used in constructions, the building techniques, the correct exploitation of the natural resources (sun and wind), the treatment of the residues and the effective energy utilization, are principles adopted in this project. The building technique, known as "beam-slab", is the same employed and tested in a scientific station placed at São Pedro e São Paulo Archipelago, and permits joining the positive aspects of two materials: wood and steel, that get durability and flexibility in the building. Besides allowing the construction to be erected and take down in another place with similar conditions, this system guarantees the easy maintenance and the possibility of development of housing to poor people.

1. INTRODUÇÃO

A "Casa Ecológica" (figura 1) foi idealizada pela Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente do Estado do Espírito Santo, com o apoio da Aracruz Celulose S.A. e do Laboratório de Planejamento e Projetos do Centro de Artes da Universidade Federal do Espírito Santo. Os projetos – arquitetônico, estrutural e complementares – foram desenvolvidos visando construir uma edificação coerente com critérios previamente estabelecidos de sustentabilidade, racionalização energética e mínimo impacto ambiental. O uso previsto para a edificação foi definido para possibilitar atividades voltadas à educação ambiental, principalmente nos aspectos relacionados à construção civil – do partido adotado à escolha dos materiais - e do uso racional do potencial energético instalado.

Espera-se que a difusão de novas técnicas construtivas, de soluções alternativas de obtenção de energia e de tratamento dos resíduos despertem o interesse de micros e pequenos empresários, principalmente de cunho artesanal, atentos para o lançamento de novos produtos e serviços no mercado do Espírito Santo, incentivando também a geração de emprego e renda.

Destaca-se que a fusão de três setores expressivos da sociedade— político, econômico e ensino/pesquisa — permitiram a elaboração de uma proposta amplamente discutida, economicamente viável e tecnicamente coerente com os princípios ambientais estabelecidos.



Figura 1 - Acesso principal - fachada norte - da Casa Ecológica. Fotografia da maquete.

2. DIRETRIZES PROJETUAIS

As diretrizes principais constituíram-se no uso de materiais construtivos renováveis - na medida do possível -, aproveitamento dos condicionantes naturais (sol e vento), no tratamento dos resíduos oriundos do uso e na busca de racionalização e eficiência energética.

No aspecto relacionado à escolha dos materiais, a madeira foi eleita como matéria prima fundamental, especialmente considerando ser este o único material realmente renovável na construção civil tradicional. A técnica construtiva (viga-laje) e as justificativas ambientais estão relatadas no item 3.2.

Para o tratamento dos resíduos, considerando o caráter demonstrativo da Casa, foram selecionados dois sistemas: a fossa séptica com filtro biológico/anaeróbido para o esgoto oriundo do vaso sanitário, e uma estação de tratamento das demais águas servidas que permitem o reaproveitamento da água para reabastecimento do vaso sanitário e/ou para regar os jardins do entorno.

No aspecto energético, foram considerados três fatores fundamentais para o desenvolvimento dos projetos:

- 1. Obtenção: sistema solar composto por placas fotovoltáicas, inversores e baterias, dimensionados de acordo com cálculos anteriores de demanda prevista com o uso dos equipamentos. Está atualmente em estudo a possibilidade de adoção de placas solares também para o aquecimento de água, embora o uso previsto seja somente demonstrativo, já que não haverão "moradores" na casa.;
- 2. Escolha dos equipamentos: eletrodomésticos, lâmpadas e componentes especificados de acordo com as recomendações do Programa de Combate ao Desperdício de Energia (PROCEL) do Ministério de Minas e Energia.;
- 3. Uso da edificação: máximo de aproveitamento da luz natural no projeto arquitetônico adotado, com barreiras para a insolação indesejável e indução à ventilação cruzada em todos os ambientes de longa permanência.

Em relação à questão energética, destaca-se ainda a previsão de instalação de um pequeno laboratório demonstrativo do consumo energético da Casa, desenvolvido em parceria com o CEPEL – Centro de Pesquisa em Energia Elétrica – Eletrobrás.

Procurando aliar os conceitos ambientais com a situação deficitária de habitação no país, o projeto foi desenvolvido para servir de parâmetro para moradias de médio poder aquisitivo, podendo, com alterações, vir a ser produzida em série para conjuntos habitacionais destinadas às famílias de baixa renda.

Durante as pesquisas preliminares, foram constatados procedimentos urbanos – como por exemplo o desperdício de água e energia – facilmente evitados a partir de modificações de hábitos. Para auxiliar na criação de uma mentalidade de "não desperdício", a Casa foi projetada para servir de laboratório demonstrativo/informativo de procedimentos ecologicamente corretos. Além disso, procurou-se dotar a Casa de elementos demonstrativos das soluções arquitetônicas, já que a tomada de decisões dos profissionais da construção civil muitas vezes são oriundos do desconhecimento de técnicas e desenhos alternativos que proporcionem conforto ao usuário, economia e adequação aos princípios de conservação ambiental.

Adicional aos objetivos propostos, a questão estética foi fundamental na elaboração dos conceitos já que buscava-se uma tipologia edificatória caracteristicamente urbana, sem contudo desvincular do padrão "casa" presente na memória coletiva.

3. O LOCAL DE IMPLANTAÇÃO

A escolha do local de implantação – Parque da Pedra da Cebola - foi motivada pelas características específicas do local e pelas atividades desenvolvidas ao longo do ano vinculadas à educação ambiental.

O sítio onde foi implantado o Parque era uma antiga pedreira, desativada em 1978, cuja atividade econômica de extração por um lado, ocasionou grande degradação ambiental e, por outro, impediu a ocupação urbana. O Parque foi inaugurado em 1997, servindo de exemplo de recuperação, com ampla utilização de vegetação rupestre no exuberante projeto paisagístico.

O parque possui cerca de 100.000 m² onde se distribuem equipamentos esportivos, trilhas, áreas de lazer e contemplação, local de eventos, estacionamentos, etc. Dentre os principais eventos regulares, a Feira do Verde se destaca pela grande participação comunitária e pelos resultados que vem obtendo ao longo dos anos.

A área, originalmente do Governo Estadual, foi entregue à Prefeitura Municipal de Vitória através de contrato de gestão e, a viabilização da construção da "Casa Ecológica" foi possível através da assinatura de um termo de compromisso entre as duas entidades.

O local dentro do Parque foi criteriosamente escolhido em função da possibilidade de ampla visitação da Casa - especialmente por escolares e turistas -, e dos condicionantes ambientais, especialmente radiação e ventilação.

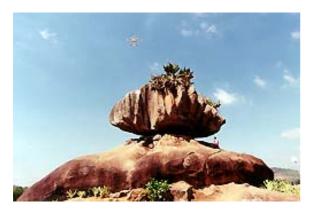




Figura 2 - À esquerda, formação rochosa que dá nome ao Parque (Foto Elizabeth Nader www.vitoria.es.gov.br/secretarias/meio/ncebola.htm.) À direita, piquetes com a demarcação do local previsto para a implantação da Casa.

3 O PROJETO ARQUITETÔNICO

A partir do estabelecimento das diretrizes projetuais, buscou-se elaborar um programa que permitisse o desenvolvimento das atividades previstas e a composição arquitetônica com o máximo de flexibilidade, interação entre os ambientes e que servisse como referência demonstrativa do potencial estético do sistema básico adotado.

A figura 3 apresenta duas imagens da maquete, ressaltando a busca de movimentação nas fachadas e coberturas, projetadas em consonância com as exigências estruturais do sistema viga-laje e com o projeto complementar de obtenção energética por sistema solar (placas fotovoltáicas).

O quadro da figura 4 apresenta os principais ambientes e as respectivas áreas. As figuras 5 e 6, as plantas baixas e a figura 7 um corte esquemático longitudinal.

Observa-se que a distribuição dos espaços internos buscou dotar fluidez entre os vários ambientes, criando uma dinâmica de interação entre os usos. Ao mesmo tempo, a distribuição interna assemelha-se à uma residência embora os usos sejam caracteristicamente para abrigar atividades relacionadas à educação ambiental.

Todos os ambientes foram concebidos a partir da técnica construtiva adotada, cujo posicionamento dos painéis buscam o travamento das componentes da edificação, formando uma unidade estrutural íntegra.





Figura 3 - Imagens da maquete enfatizando o jogo de coberturas e a movimentação das fachadas. À esquerda, detalhe da ventilação entre as águas da cobertura, placas solares e torre do elevador para portador de deficiência locomotora. À direita, fachadas oeste e sul, destacando-se as aberturas para o compartimento das baterias do sistema solar, localizadas sob a escada interna.

| AMBIENTE | | FUNÇÃO | m ² |
|----------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| TÉRREO | Recepção | Recepção do visitante, distribuição de folder, venda de souveniers e local de exposição (painéis, pequenos objetos, etc.) | 15 |
| | Laboratório | Monitoramento da demanda energética da Casa e demonstrativo de eficiência energética | 13 |
| | Cozinha e Serviços | Apoio às atividades da Casa e auxiliar no demonstrativo de eficiência energética | 12 |
| | Sanitário | Demonstrativo e de uso preferencial pelos funcionários da Casa | 4,3 |
| | Circulações vertical | Escada para utilização frequente e elevador para deficiente locomotor | 10 |
| | Varanda | Lazer, contemplação e espera externa | 16 |
| | Baterias | Complementar ao sistema de energia solar. Visitável. | 2,6 |
| | Depósito | Guarda de material de jardinagem e manutenção da Casa em geral | 2.5 |
| SUPERIOR | Mini Auditório | Possibilita palestras para grupos de aprox. 20 pessoas | 19 |
| | Depósito | Guarda material escritório e promocional, souveniers, equipamentos audiovisuais, etc. | 2 |
| | Varanda | Integração interior x exterior. | 3,3 |

Obs.: Áreas aproximadas. Não computada a área de circulação vertical

Figura 4 - Quadro básico dos ambientes da Casa Ecológica.

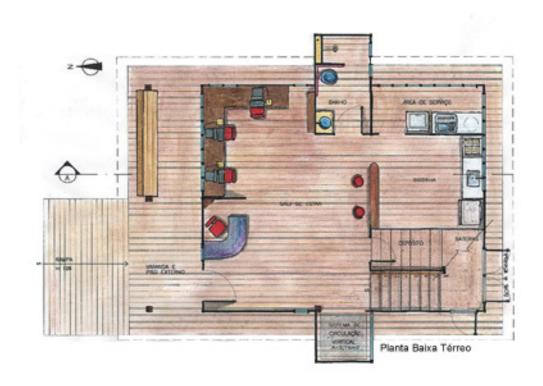


Figura 5 – Planta baixa do pavimento inferior com varanda externa, recepção, laboratório de avaliação energética, sanitário, cozinha, área de serviço e elevador para deficiente locomotor. Sob a escada, depósito e casa de baterias.

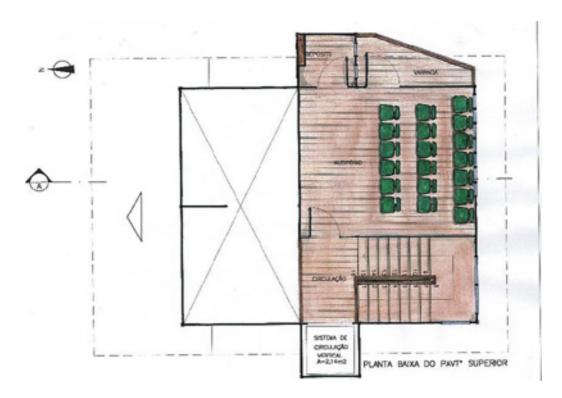


Figura 6 – Planta baixa do pavimento superior com mezanino, auditório (capacidade para até 20/22 pessoas), depósito e varanda.





Figura 7 – Corte esquemático e detalhe das aletas de ventilação controlada na porção superior das paredes. Todos os ambientes de permanência prolongada e/ou transitória possibilitam a ventilação cruzada, buscando a otimização no conforto interno, visto não ter sido previsto a adoção de condicionadores de ar. Além disso, o piso do pavimento inferior fica levemente afastado do solo (cerca de 10 cm), impedindo o contato direto da madeira com a umidade, aumentando assim a durabilidade do material.

3.1. Características Gerais

O projeto arquitetônico foi elaborado no Laboratório de Planejamento e Projetos da UFES, cuja principal função é possibilitar o rebatimento das atividades acadêmicas em projetos de extensão universitária, unindo professores e alunos em profícuos debates. Assim, devido às características peculiares da Casa, cada tomada de decisão no projeto arquitetônico foi precedida de ampla discussão, especialmente sob os aspectos da adequação ambiental, racionalização energética, conforto do usuário e viabilidade técnico-construtiva e econômica.

Com relação ao partido adotado, conforme já mencionado anteriormente, embora a Casa Ecológica deva funcionar como um local de visitação pública, o partido proposto visa caracterizá-la com os padrões tipológicos de uma casa urbana, enfatizando que a coerência ecológica não precisa estar vinculada a desconforto e padrões estéticos relacionados à rusticidade (figura 8).



Figura 8 – A movimentação nos planos da cobertura e a criação de duas "torres" laterais possibilitam a dinamização dos volumes, ampliação do fator de sombreamento e interessante efeito de luz e sombra nas fachadas, sem descaracterizar o aspecto "Casa" para o partido adotado.

O quadro da figura 9 descreve sucintamente as principais características do projeto, observando-se que todas as decisões foram alicerçadas na realidade ambiental e econômica da região e, especialmente, na possibilidade de incentivar o setor produtivo na geração de produtos de qualidade e ambientalmente aceitáveis.

| MATERIAIS CONSTRUTIVOS | Material construtivo básico: madeira de reflorestamento nas vedações (viga laje) e esquadrias; Cobertura em telhas cerâmicas produzidas a partir de reaproveitamento da matéria prima básica; Painéis decorativos elaborados com material reciclado. |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONDICIONANTES AMBIENTAIS | Ventilação cruzada em todos os ambientes de permanência média e/ou prolongada, com sistema de ventos oriundos de NE; Controle do vento Sul, indesejável para os padrões de conforto térmico em Vitória; Abertura de grandes vãos envidraçados, especialmente na fachada sul, (iluminação natural difusa) Sombreamento de parte das fachadas com adoção de beirais; Relação entre vãos abertos e fechados objetivando o máximo de conforto térmico por condicionamento passivo. |
| SISTEMA ENERGÉTICO | Placas fotovoltáicas de obtenção energética; Placas solares para aquecimento de água; Baterias de armazenamento. |
| EDUCAÇÃO E DIFUSÃO | Instalações elétricas, hidráulicas e mecânicas aparentes, buscando transparência em todos os equipamentos; Acessibilidade por deficientes físicos em todas as dependências; Conceito de eficiência energética integrada ao projeto arquitetônico; Sistema de obtenção de energia "limpa" com instalação de placas fotovoltáicas; Sistema de saneamento com reaproveitamento de águas servidas; Paisagismo com espécies oriundas do Espírito Santo; |
| INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES | Sistema sanitário com tratamento das águas servidas para reaproveitamento no vaso sanitário e jardins; Equipamentos elétricos de alta eficiência energética; Eletrodomésticos com o selo de qualidade PROCEL; Sistema de controle e avaliação do consumo energético (softer desenvolvido pelo CEPEL); Aletas móveis para controle da ventilação nos ambientes; Elevador para portadores de limitações locomotoras. |

Figura 9 - Características técnicas e conceitos adotados.

3.2. O sistema viga-laje em madeira

O sistema viga-laje em madeira (figura 10) foi testado na construção da Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, com excelente desempenho tanto sob o ponto de vista técnico estrutural como nas potencialidades específicas constatadas na prática (figura 11).

Para a Casa Ecológica, foram inseridos novos testes ao sistema já consolidado: a adoção de madeira de reflorestamento (*E. grandis*) e a construção em dois pavimentos com parte do pavimento térreo com pé direito duplo. Embora o primeiro condicionante não tenha interferido fundamentalmente na concepção arquitetônica, a construção em dois pavimentos exigiu a busca de soluções que possibilitassem a criação da desejável interação espacial entre os ambientes e, ao mesmo tempo, atendesse à exigência do sistema no que diz respeito ao travamento entre painéis.

Observa-se na figura 10 que o sistema "viga-laje em madeira" é composto de peças de madeira serrada - sem entalhes para encaixe - unidos por uma barra rosqueada que é fortemente apertada nas extremidades. Somente a

união de todos os elementos que compõem os fechamentos - paredes, piso e cobertura - é que garante a resistência do conjunto, formando um monobloco íntegro.

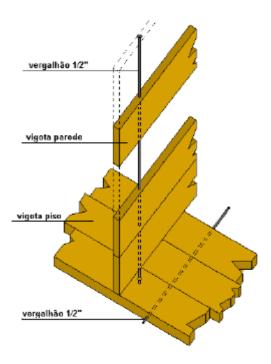


Figura 10 - Esquema básico do sistema construtivo denominado viga-laje em madeira.

SISTEMA CONSTRUTIVO VIGA LAJE EM MADEIRA E ACO

- Flexibilidade nas soluções arquitetônicas
- Resistência estrutural;
- Peças de madeira serrada, sem necessidade de entalhes e/ou encaixes tipo "macho/fêmea"
- Dispensa vigas e pilares;
- Possibilita painéis de dimensões generosas, se comparado à uma casa tradicional em madeira:
- Racionalização da construção com perda mínima de materiais construtivos;
- Rapidez de montagem;
- Permite o desmonte e remonte em outro local de condições semelhantes;
- Facilidade de manutenção;
- Possibilidade de substituição de peças;
- Possibilidade de desenvolvimento de habitação de interesse social por ajuda mútua e/ou mutirão com necessidade mínima de equipamentos de marcenaria.

Figura 11 - Características do sistema viga-laje.

Para a Casa Ecológica, está sendo testada a madeira de reflorestamento (eucalipto com densidade básica maior ou igual a 650 kg/m³), com rígido controle em relação à qualidade e secagem. As peças foram adquiridas secas em estufa (15%), aparelhadas e tratadas com secção de 3,5 x 15 cm e comprimentos variados. O volume total de madeira previsto é de 19 m³, já adquirido e em processo de produção das peças.

Observa-se que a ausência de encaixes permite a confecção das peças com instrumentos básicos de marcenaria e a possibilidade de montagem da edificação sem uso de equipamentos auxiliares de construção e/ou mão de obra

especializada. Além disso, os painéis admitem soluções arquitetônicas arrojadas, desde que obedecidos os necessários travamentos entre painéis.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

As obras para a construção da Casa iniciaram em junho de 2000, estando previsto o término em cerca de 120 dias. Destaca-se que os projetos complementares, tais como tratamento de esgoto, iluminação, energia solar, mobiliário, etc. foram elaborados de acordo com as empresas parceiras do setor privado e/ou governamental.

A Casa atualmente está em processo de construção prevendo-se o monitoramento de todas as etapas de obras para posterior avaliação do sistema adotado sendo que já estão em andamento os estudos preliminares para o desenvolvimento de um protótipo de habitação popular para famílias de baixa renda, adotando-se os mesmos princípios construtivos utilizados na Casa Ecológica.

Espera-se que a união entre o setor produtivo da economia (eco = casa; nomia = gestão) e os princípios da ecologia (eco = casa, logia = estudo) possam ser exemplificados, fisicamente, na viabilização da "Casa Ecológica" numa verdadeira demonstração que ambos os setores podem ser compatíveis, adequados ao ambiente urbano e, acima de tudo, coerentes com as prerrogativas estabelecidas para o novo século.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, C. E. et al. A Casa Ecológica. Vitória, ES, SEAMA/ARACRUZ/UFES, 1999. (relatório interno)
- ALVAREZ, C. E. de, MELO, J. E. de. A Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Vitória, ES. Ed. UFES, 2000.
- ANDRADE, M. C. O. de. O desafio ecológico: utopia e realidade. São Paulo, SP: Hucitec. 1994.
- ASENCIO, F.. World of environmental design. Barcelona: Curver. 1994-95.
- BROWN, G. Z. et al.. *Inside out: design procedures for passive environmental technologies*. 2 ed. New York, NY: John Willy & Sons Inc. 1992.
- BRÜGGER, P. *Educação ou adestramento ambiental?* Florianópolis, SC: Livraria e Editora Obra Jurídica Ltda. 1999.
- CARVALHO, B. de. *Ecologia e Arquitetura. Ecoarquitetura: onde e como vive o homem.* Rio de Janeiro: Globo. 1984.
- COLLIER, T. Design, technology and the development process in the built environment. Faculty of the built environment, Universitu of Central England, Birminghan, UK: E&FN Spon. 1995.
- COTTON-WINSLOW, M. *Environmental design: the best of Arqchitecture & Technology*. New York, NY: The library of applied design. 1990.
- CROWTHER, R. Ecologic Architecture. Boston: Butterworth Architecture, 1992.
- FIGUEIREDO, P. J. M. A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. 2 ed. Piracicaba, SP: Ed. UNIMEP. 1995.
- GUIMARÃES, G. D. Análise energética na construção de habitações. Rio de Janeiro: UFRJ, 1985. (Dissertação de Mestrado)
- HERTZ, J. Ecotécnicas em arquitetura: Como Projetar nos Trópicos Úmidos no Brasil. São Paulo: Pioneira. 1998.
- LAMBERTS, R. Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo: PW Editores. 1997.
- ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara. 1988.
- PAPANEK, V. The green imperative ecology and ethics in design and architecture. London, UK: Thamus and Hudson. 1995.
- VALE, B.; VALE R. Green Architecture: design for a sustainable future. London, UK: Thames and Hudson Ltd., 1996.
- VAN LENGEN, J. Manual del arquitecto descalzo: Como construir casas y otros edificios, México, ed. Concepto. 1982.



