

Edifícios Ambientalmente Conscientes

Sustentabilidade é, hoje, o ponto chave no conceito de desenvolvimento. O desenvolvimento sustentável assegura que sejam supridas as necessidades presentes, sem porém comprometer a possibilidade de futuras gerações satisfazerem as necessidades de seu tempo. A prática da arquitetura segundo esses princípios é denominada Arquitetura Sustentável. Este termo está intimamente ligado a dois conceitos: energia e meio ambiente.

Na arquitetura sustentável destacam-se a eficiência energética do edifício, a correta especificação dos materiais, a proteção da paisagem natural e o planejamento territorial, o reaproveitamento de edifícios existentes.

Por outro lado, ultimamente, tem se utilizado no meio técnico e acadêmico o termo “arquitetura bioclimática”, cada vez com mais frequência. Entretanto, se uma arquitetura pode ser caracterizada como “bioclimática” é porque deve também haver uma arquitetura “não-bioclimática”. Este pensamento traz a tona a perplexidade de que possa haver arquiteturas não adequadas às condicionantes climáticas e geomorfológicas do sítio em que se insere. Mas não é este o fim da arquitetura, como descreve Vitruvius¹: “Os edifícios estarão bem adequados, se desde o princípio, se tem em conta o clima do lugar em que se constrói, porque não há dúvida de que devem ser distintos os edifícios que se fazem no Egito, dos que se fazem em Roma”. E segundo Romero (1998): “Arquitetura e clima são conceitos inseparáveis. Porém, produziu-se em tão larga escala uma arquitetura dissociada do clima que foi necessário criar uma segunda arquitetura e batizá-la de bioclimática.”

Ao longo dos séculos, a história mostra que o homem resolveu a problemática do habitat construído não isoladamente, mas dentro de um contexto urbano, segundo as características climáticas de cada região. As aldeias árabes, por exemplo, para se protegerem do calor, dos ventos quentes e carregados de pó e areia, e da secura do ar, constróem casas térreas, ruas sombreadas, e fachadas quase cegas e muito espessas, para se proteger da radiação solar direta e dos ganhos de calor. Por outro lado, as aldeias de clima quente e úmido, constróem casas sobre pilotis para isolar-se da umidade do solo e permitir a ventilação, “não só do edifício mas também do recinto urbano” (A.A.E., /s.d./, p.13). Com paredes leves e grandes aberturas, as casas são sombreadas por varandas ou largos beirais, que as protegem da incidência solar direta e das chuvas intensas. (FLEURY DE OLIVEIRA, 1989)

Estes exemplos mostram a correta prática do desenho “bioclimático” e da utilização dos materiais, que antes do desenvolvimento das tecnologias de climatização artificial, resolviam adequadamente o problema térmico “com recursos de forma, material, orientação e localização das edificações” (A.A.E., /s.d./, p.15.), o que influenciou os estilos regionais.

Nas últimas décadas estes princípios foram postos de lado e por isso, hoje se recorre ao termo arquitetura bioclimática, na tentativa de resgatar esses conceitos. Os princípios da arquitetura bioclimática buscam conciliar a matéria, a forma e a energia, tirando partido de elementos estáticos, como localização geográfica e sítio, e elementos dinâmicos, como temperatura, ventos, umidade e radiação, utilizando ao máximo a energia de forma passiva, para assegurar o cumprimento dos requisitos de conforto ambiental preestabelecidos. (MASCARÓ, 1991.)

¹ Marcus Vitruvius Pollio. Arquiteto e construtor do século I A.C.

O desenvolvimento tecnológico permitiu ao homem construir edifícios inovadores tanto na forma quanto nos materiais, suplantando as preocupações ambientais, já que a tecnologia viria a resolver os problemas e deficiências criados por essa nova arquitetura. Sistemas de iluminação artificial e climatização, entre outros, recriaram, ao longo de décadas, o conceito de conforto ambiental.

A chamada “arquitetura bioclimática” defende que somente após as tecnologias passivas serem exauridas é que deve se partir para o emprego das tecnologias ativas, ou seja formas mecânicas e eletrônicas de controle que certamente irão consumir energia.

Antes de se pensar no monitoramento de um único circuito sequer [nos edifícios inteligentes], é preciso extinguir todas as possibilidades que as tecnologias passivas oferecem, a saber: a correta escolha dos materiais de construção opacos e translúcidos em função da forma; as condições climáticas locais; a forma; os edifícios vizinhos e sua influência no projeto; os quadrantes de maior radiação; os protetores solares exteriores; a possibilidade de captação da luz natural sem elevar excessivamente a carga térmica; a contribuição das cargas internas; a amplitude térmica local; a umidade relativa média do ar; a direção e a velocidade dos ventos predominantes. (ROMERO, 1998)

Com a crise energética global surgiram novos valores, transformando a economia e a sociedade contemporânea, voltando a atenção ao conforto ambiental dos edifícios habitados pelo homem, porém com duas novas premissas: a redução do consumo de energia e a melhoria da qualidade de vida. O cerne da questão é encontrar formas de “proporcionar ao homem as melhores condições físicas e mentais de habitabilidade nos edifícios que utiliza, com um mínimo de dispêndio energético e nas melhores condições de impacto sobre o meio ambiente natural”. (I.A., /s.d./.) Este é um princípio ainda pouco aplicado no Brasil, mas que vem recebendo crescente atenção.

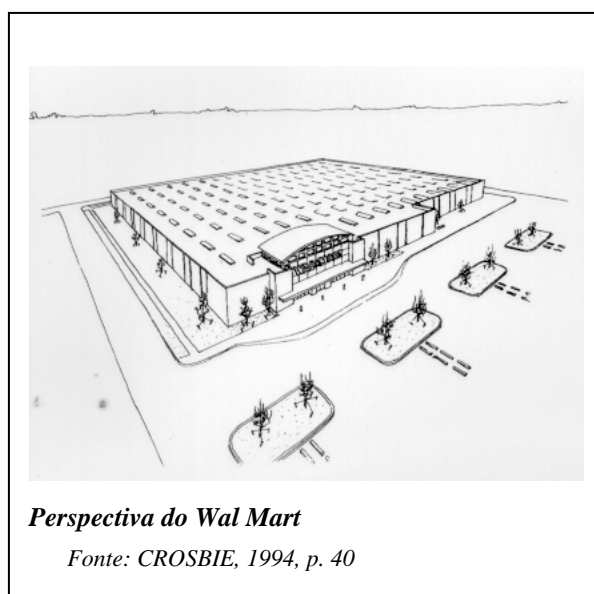
O termo “arquitetura sustentável”, no parecer da autora, engloba também os princípios da “arquitetura bioclimática”, além de considerar as questões de conservação ambiental, para agir localmente, porém pensando globalmente. Por esta razão, este será o termo empregado nesta dissertação.

A seguir são descritos alguns exemplos de arquitetura sustentável, também chamada de “green architecture”.

Wal Mart, Lawrence - Kansas

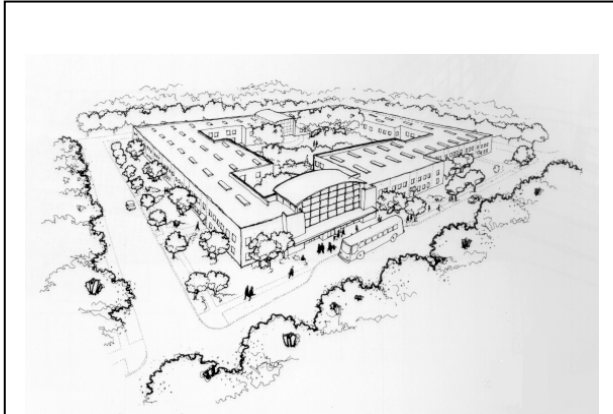
O protótipo de uma loja “Wal-Mart” ecologicamente consciente, a ser implantada na cidade de Lawrence, Kansas - EUA, foi desenvolvido pelo escritório *William McDonough Architects*, que prestou consultoria de design ambiental ao escritório *BSW Architects*, de Tulsa, Oklahoma, nos Estados Unidos. Esta nova loja aborda uma série de aspectos em seu programa e na sua construção que a destaca da maioria dos edifícios deste tipo.

Dentre suas qualidades está a estrutura do telhado em madeira, cuja matéria-prima é toda proveniente de áreas de reflorestamento. A construção em madeira representa 108.504



Perspectiva do Wal Mart

Fonte: CROSBIE, 1994, p. 40



Perspectiva do edifício reformado para futura moradia

Fonte: CROSBIE, 1994, p. 41.

kcal/m², contra 813.778 kcal/m² caso ela fosse feita em aço; isto representa uma economia de milhares de litros de petróleo na fabricação do edifício.

Mais de 50% da loja, recebe iluminação zenital, que ainda conta com um sistema de *dimmer* fotosensível responsável pelo controle da iluminação fluorescente. O sistema de ar condicionado não utiliza gases de clorofluorcarbonos (CFCs).

Este “Eco-Mart”, como é também chamado, possui um pequeno centro de reciclagem que classifica e empacota 15 diferentes tipos de materiais, incluindo a maioria do material utilizado na embalagem dos produtos vendidos na loja.

Como se não bastasse, o edifício foi desenhado de modo que possa servir como moradia e outros fins, se sua utilização mudar a qualquer tempo.

Creche em Frankfurt

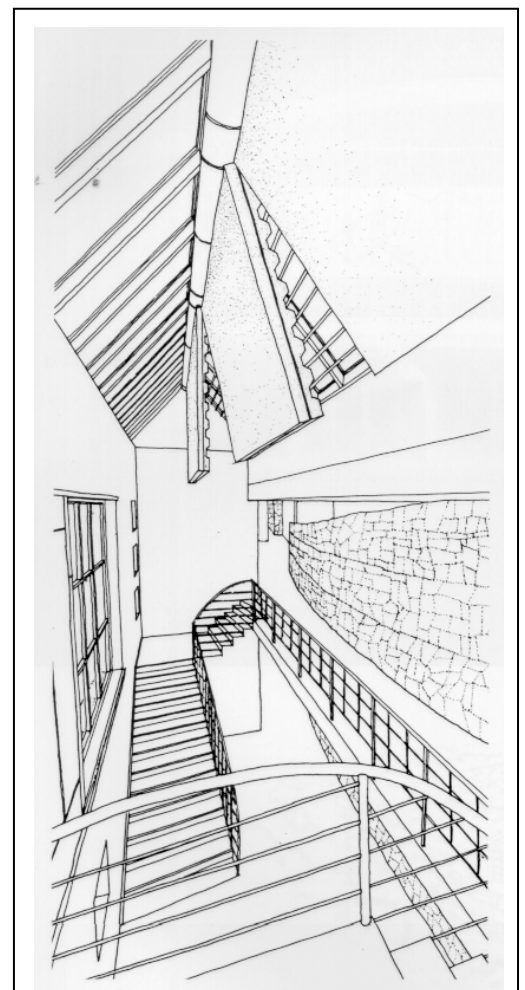
Outro projeto interessantíssimo, do mesmo escritório, é uma creche em Frankfurt, Alemanha. Trata-se de um edifício a ser operado pelas próprias crianças. O seu telhado “estufa” tem múltiplas funções: iluminar, aquecer a água e o ar, resfriar, ventilar e proteger da chuva, assim como uma tenda beduína.

Os arquitetos reconheceram a importância das crianças poderem olhar através das janelas e verem o comportamento do sol ao longo do dia.

Com o auxílio dos professores, chegou-se à conclusão que o mais importante era permitir que de alguma forma as crianças exercessem algum controle sobre o edifício para que pudessem interagir com ele. Assim, as crianças gastam 10 minutos ao entrar e ao sair do edifício, abrindo e fechando o sistema; tanto alunos, quanto professores adoram esta atividade.

Devido aos coletores solares para água quente, os arquitetos solicitaram que fosse adicionada uma lavanderia ao complexo, para que os pais pudessem lavar suas roupas enquanto esperam os filhos saírem da escola.

Graças a este avançado sistema de vidros e coletores, foi possível criar uma creche que não necessita de nenhum tipo de combustível, para operar os sistemas de refrigeração e aquecimento. Dentro de 50 anos,



Recepção da creche, com os painéis isolantes móveis

Fonte: CROSBIE, 1994, p. 42.

quando os derivados de petróleo serão mais escassos, haverá água quente para a comunidade e o edifício terá pago a energia “emprestada” para sua construção.

Industria de Fotovoltáicos

O escritório *Kiss Cathcart Anders Architects* vem desenvolvendo, desde 1984, a integração de

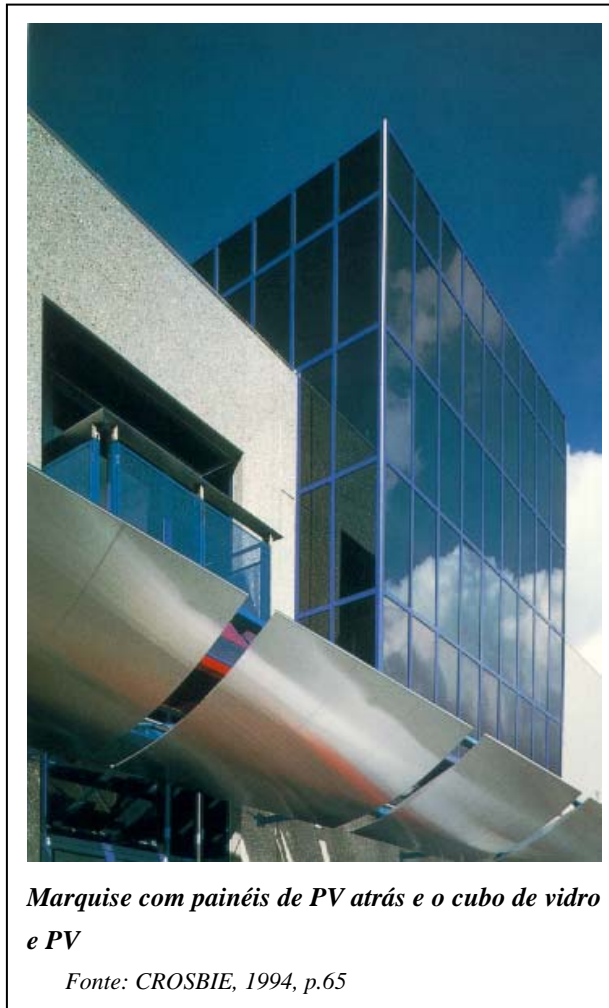
tecnologia fotovoltaica (PV) na arquitetura. Esta tecnologia produz eletricidade a partir da luz do sol atua em complementação a outras tecnologias de ganho solar e controle energético.

Diferente de outras tecnologias, os PVs podem ser utilizados como elementos de construção, agregando valor ao edifício, já que desempenham mais de uma função. Ao mesmo tempo que capturam os raios solares, podem sombrear as janelas, reter o calor ou permitir a entrada de luz difusa. O PV pode mudar o paradigma energético dos edifícios contemporâneos de minimizar e mitigar os efeitos do sol, para um novo paradigma de voltar-se para o exterior e capturar tanta quanta radiação solar seja possível. Pela primeira vez, os edifícios passariam de consumidores para geradores de energia.

Desenvolvido por *Kiss Cathcart Anders Architects*, o edifício para fabricação de fotovoltaicos é um projeto sem precedentes, que abriga a maior linha de produção de “filmes fotovoltaicos finos”. O edifício com seus 6.503 m², com estrutura em aço inoxidável e concreto, produz os maiores painéis monolíticos dos EUA, chegando os módulos a 79cm x 1,55m. O edifício, situado em Fairfield, Califórnia - EUA, serve como protótipo para a emergente tecnologia fotovoltaica.

Um sistema de cortinas de vidro com aplicação de PV, somado ao sistema de *skylights* com PV, mais a marquise de entrada do edifício também com PV, produzem suficiente energia para iluminação e condicionamento de ar do edifício.

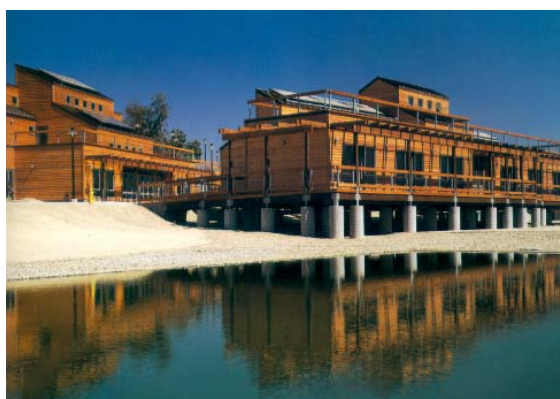
A maioria dos painéis de PV verticais foram instalados numa dupla cortina de vidro isolada, que permite a ventilação por convecção, dos ganhos térmicos ocorridos por trás dos painéis.



Centro de Estudos Regenerativos

O Centro de Estudos Regenerativos é um local único de pesquisa, ensino, trabalho e vivência que fornece à *California State Polytechnic University*, em Pomona, Califórnia, um novo enfoque ambiental e um novo programa acadêmico. Trata-se de um cenário com edifícios movidos a energia solar, água de aquecimento solar, sistemas energéticos eólicos e solares, sistemas de reaproveitamento de águas, aquaculturas e programas de agricultura ambiental.

O escritório *Dougherty + Dougherty* realizou uma extensiva pesquisa para selecionar os materiais e produtos a serem empregados no edifício. Foram avaliadas a toxicidade na produção e utilização dos materiais, a capacidade de reciclagem dos componentes/componentes reciclados, o impacto de fontes não renováveis, o apoio a indústrias renováveis e a vida-útil com pouca manutenção dos materiais.



Centro de Estudos Regenerativos

Fonte: CROSBIE, 1994, p. 101.

Os painéis solares instalados nos telhados, suprem 100% da energia destinada ao aquecimento de água em tanques domésticos. O uso de energia elétrica é restrito à iluminação artificial (utiliza lâmpadas PL), aos aquecedores de ambiente compactos, as máquinas de lavar, aos equipamentos de cozinha e ao sistema de ar forçado.

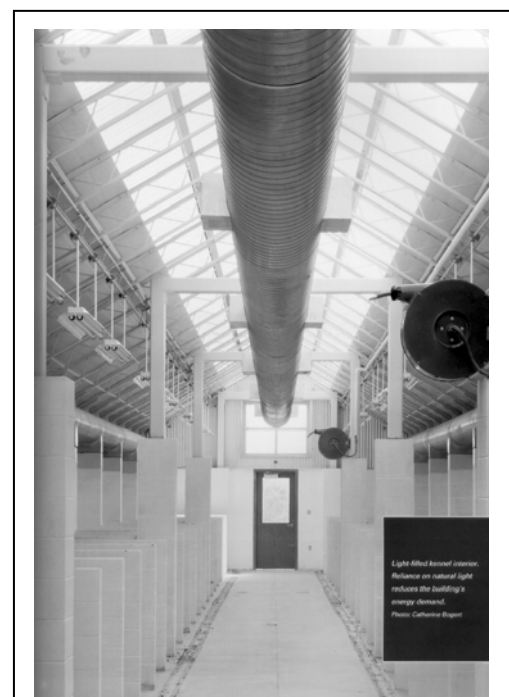
Os painéis solares instalados nos telhados, suprem 100% da energia destinada ao aquecimento de água em tanques domésticos. O uso de energia elétrica é restrito à iluminação artificial (utiliza lâmpadas PL), aos aquecedores de ambiente compactos, as máquinas de lavar, aos equipamentos de cozinha e ao sistema de ar forçado.

Abrigo para Animais

O escritório *Susan Maxman Architects* (CROSBIE, 1994, p. 144) sempre se preocupou em desenvolver uma arquitetura ambientalmente adequada. Uma arquitetura que se adequa ao entorno, compatível com o modo de vida de seus usuários, e em harmonia com as forças atuantes numa comunidade. A equipe de Maxman é formada por profissionais inter-disciplinares, que compartilham das preocupações ambientais, na busca de gerar um ambiente sustentável.

A indústria da construção, segundo Susan A. Maxman (CROSBIE, 1994, p. 144), causa um enorme impacto ambiental gerando pelo menos 20% dos resíduos sólidos nos Estados Unidos, consumindo mais de 11% da energia americana e produzindo 30% dos gases (dos EUA) que geram o efeito estufa.

Maxman (CROSBIE, 1994, p. 144) defende que, ao fazer parte da indústria da construção, devemos, como arquitetos, conduzir o



Abrigo de Animais

Fonte: CROSBIE, 1994, p. 153.

exercício de nossa profissão de uma maneira responsável, adotando uma ética ambiental. É preciso adotar o conceito de arquitetura sustentável, baseada na prática da “redução, reutilização e reciclagem”.

By evaluating the materials and systems that go into a project's design to conserve natural resources, decrease environmental degradation, and create healthy buildings, we are planning now for the future. (Susan Maxman, In: CROSBIE, 1994, p. 144.)

O projeto de um abrigo para animais em Bensalem, Pennsylvania - EUA, desenvolvido por *Susan Maxman Architects*, situa-se num terreno de 10 ha. e tem um programa de 2.276 m². O programa inclui uma área administrativa, uma salão de conferências e um salão comunitário multi-uso.

O edifício é dotado de um sistema de ar condicionado, controlado de acordo com cada ambiente, e não utiliza gases a base de CFCs. O sistema de iluminação consiste de luminárias dispostas linearmente, utilizando lâmpadas fluorescentes T-8, que economizam energia. Sensores ainda controlam o uso de energia elétrica. O edifício foi projetado de modo que 40% da demanda de iluminação é suprida por iluminação solar. A eficiência energética do edifício, graças aos seus sistemas e equipamentos, economiza até US\$ 40.000 com energia, por ano.

Os materiais selecionados são recicláveis e atóxicos, como por exemplo, as cerâmicas de piso produzidas a partir de resíduos da produção do vidro, carpetes com face adesiva evitando a utilização de colas tóxicas, isolamento rígido com um mínimo de 50% de materiais reciclados sem CFC, tapetes de borracha reciclada a partir de pneus, bancos e divisórias sanitárias compostas de 65% de plásticos reciclados, e vasos sanitários com baixo fluxo de água.

O Plano Diretor da Ilha de Dewees

A ilha Dewees situa-se a 19 km da costa de Charleston, na Carolina do Sul - EUA, e recebeu um novo plano diretor elaborado por *Burt Hill Kosar Rittelmann Associates*, que busca preservar o ambiente natural, evitando os impactos negativos. Diretrizes foram estabelecidas, para aplicar uma filosofia de arquitetura de baixo impacto. Uma equipe é responsável pela orientação e aprovação dos projetos residenciais na ilha.

Apesar de não ser obrigatório respeitar um determinado estilo, aconselha-se seguir o padrão das casas características da região. Estimula-se o uso de materiais ambientalmente responsáveis. As diretrizes ainda aconselham um cuidadoso estudo de implantação e orientação, de modo a maximizar a proteção dos ventos de inverno e do sol de verão, utilizando ao máximo a ventilação natural e aquecimento solar para reduzir o consumo de combustíveis. Prefere-se o emprego de ventiladores ao uso de sistemas de ar condicionado. Sugere-se o aquecimento solar da água e o uso de energia fotovoltaica para reduzir o consumo de energia elétrica. Ressalta-se a correta utilização de isolantes, a ventilação por efeito chaminé e de barreiras para penetração de radiação e ar.

Referências Bibliográficas

A.A.E. - Agência para Aplicação de Energia. Uso Racional de Energia em Edificações - Isolamento Térmico. /s.n.t./.

AGOPYAN, Vahan. *Reduction of Energy Consumption in Building Materials*. In: EUROPEAN SYMPOSIUM OF MANAGING, QUALITY AND ECONOMICS IN HOUSING ..., Lisboa, 1991. Anais. Lisboa, 1991.

- CROSBIE, Michael J (org.). Green Architecture. Washington D. C.: The American Institute of Architects Press, 1994.
- FLEURY DE OLIVEIRA, José Luiz. Amazônia: Proposta para uma Ecoarquitetura. Tese de doutorado, FAU-USP, junho 1989.
- HANNON, B.M., STEIN, R.G., SEGAL, B.Z., SERBER, D., STEIN, C. Energy Use for Building Construction - Final Report. Center for Advanced Computation, University of Illinois at Urbana-Champaign, dez. 1976. (Citado por: STEIN, Richard G., SERBER, Diane. *Energy Required for Building Construction*. WATSON, Donald. (org.) Conservation Through Building Design. New York: McGraw Hill, c 1979.)
- HIRST, Eric et al. Energy Efficiency in Buildings-Progress and Promise. Washington D.C., American Council for an Energy-Efficient Economy, 1987. (Citado por: ROMERO, Marcelo de Andrade. *Conservação de Energia e o Projeto de Arquitetura: uma Análise Geral*. Sinopses nº 16, p. 5-9. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, dez 91, p. 5)
- I.A. - Idéias de Arquitetura. Publicação da Luxalon Produtos Arquitetônicos, divisão da Hunter Douglas do Brasil Ltda. /s.n.t./.
- IBGE. Anuário Estatístico. 1992.
- MACKENZIE, Dorothy. Design For The Environment. New York: Rizzoli, 1991.
- MASCARÓ, Juan Luís. Consumo de Energia e Construção de Edifícios. São Paulo, SECOVI, 1981.
- MASCARÓ, Juan Luís. *O Consumo de Energia nos Edifícios*. In: Seminário de Arquitetura Bioclimática. Rio de Janeiro, 1983.
- MASCARÓ, Lúcia R. Energia na Edificação. São Paulo, Projeto, 1991.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanco Energético Nacional 1994. Brasília, 1995.
- PEARSON, David. The Natural House Handbook. Sidnei: Conran Octopus, 1989.
- PROCEL. Manual de Conservação de Energia Elétrica em Prédios Comerciais e Públicos. Rio de Janeiro: /s.n./, 1988.
- ROMERO, Marcelo A. *O Peso das Decisões Arquitetônicas no Consumo de Energia Elétrica em Edifícios de Escritórios*. In: NUTAU'98 - Arquitetura e Urbanismo: Tecnologias para o Século XXI. FAU-USP, de 8 a 11 de setembro de 1998. Anais. FAU-USP, 1998.
- ROMERO, Marcelo de Andrade, BARRETO, Douglas. *Consumo de Energia Embutido nos Materiais e na Produção de Edifícios*. In: ENTAC 95. Anais. Rio de Janeiro, nov. 1995.
- ROMERO, Marcelo de Andrade. *Conservação de Energia e o Projeto de Arquitetura: uma Análise Geral*. Sinopses nº 16, p. 5-9. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, dez 91.
- STEIN, Richard G., SERBER, Diane. *Energy Required for Building Construction*. WATSON, Donald. (org.) Conservation Through Building Design. New York: McGraw Hill, c 1979.
- Venda da Vale Abate US\$ 780 Milhões em Juros*. O Estado De São Paulo. São Paulo, 27/04/97, p. B1.