

# CLIMA E REPERTÓRIO ARQUITETÔNICO

BITTENCOURT, Leonardo Salazar

Prof. Dr. UFAL - Universidade Federal de Alagoas,

Centro de Tecnologia, Departamento de Arquitetura e Urbanismo

lsb@ctec.ufal.br

## Resumo

*Muitos dos paradigmas adotados até o final do século passado começam a ser questionados em diversos setores das atividades humanas. Entre elas, a produção do ambiente construído. A globalização produziu resultados insatisfatórios em diversos setores do conhecimento, entre as quais a Arquitetura. Um elevado grau de desperdício de energia nos edifícios, assim como a geração de padrões arquitetônicos inadequados ao contexto brasileiro encontra-se entre esses resultados insatisfatórios. Esse trabalho discute a necessidade de se considerar adequadamente o contexto do lugar onde os edifícios se inserem, bem como explora a existência de um rico potencial embutido no ato de adotar configurações arquitetônicas sintonizadas com as características climáticas de um determinado local.*

## Abstract

*Many of the last century paradigms have been questioned in different sectors of human activities, including the built environment. In many areas of human knowledge, Architecture included, the globalization has produced unsatisfactory results in many aspects. Among them, a high degree of energy waste in buildings, as well as inadequate architectural patterns regarding the Brazilian context. This paper discusses the need for proper considerations concerning the site where the building will be placed. It also examines the fertile potential existing in the use of architectural configurations tuned to the climate of a given place.*

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo atravessa um momento de revisão de paradigmas até agora adotados sem maiores questionamentos, incorporando a preocupação com assuntos que não tinham a mesma magnitude há poucos anos atrás. Um desses aspectos em destaque consiste na sustentabilidade do ambiente construído (SACHS, 1993). De uma forma simplificada, a sustentabilidade ambiental pode ser entendida como a necessidade de manutenção das atuais condições ambientais, de forma a garantir às futuras gerações o direito de usufruir das mesmas (ou melhores) condições ambientais que as que existem hoje (AGENDA 21, 1999).

A sustentabilidade do ambiente construído envolve vários aspectos: as características dos impactos ambientais decorrentes da extração e manufatura dos materiais de construção (i), o gerenciamento e disposição dos resíduos provenientes do uso do espaço habitado (ii) e os problemas decorrentes do desperdício no uso de água e energia (iii), são alguns dos aspectos que merecem um novo olhar por parte daqueles que projetam e constroem o espaço habitado.

No caso do desperdício de energia, a crise que ocorreu em 2001 denunciou o elevado grau de consumo verificado nos diversos setores da economia nacional, e em particular no ambiente construído (SAYEGH, 2001). A ameaça de novas crises ainda se encontra presente, denotando a extrema importância desse tema no que concerne à sustentabilidade do espaço habitado (DIAS et al., 2003).

Os elevados aumentos nos custos de energia elétrica começam a despertar nos usuários e projetistas a necessidade de evitar o desperdício de energia. A idéia de que os problemas ambientais na arquitetura (desconforto térmico, lumínico e acústico) se “resolvem” através da utilização de equipamentos eletromecânicos começa a perder força.

Por outro lado, verifica-se a leitura equivocada, desenvolvida por muitos arquitetos, de que o termo *arquitetura bioclimática* refere-se a uma “corrente” (ou “estilo arquitetônico”) com uma linguagem peculiar ligada à arquitetura vernacular. Ou, que se trata de uma arquitetura que apresenta uma configuração de “máquina”, desprovida de intencionalidade plástica e formal.

Contrariamente a essa visão, as preocupações bioclimáticas podem (e devem) estar presente em toda e qualquer corrente arquitetônica que não tenha como princípio a adoção de padrões arquitetônicos universais; a exemplo do que defendia o chamado “estilo internacional”. O maior ou menor grau de bioclimatismo

aplicado a uma determinada construção depende, entre outros fatores, da filosofia arquitetônica adotada por cada um, assim como das demais condicionantes (físicas, ambientais, sociais, econômicas e culturais) envolvidas em cada projeto arquitetônico.

Um aspecto frequentemente mencionado por estudantes e arquitetos reside na dificuldade de conciliar as diferentes, e por vezes conflitantes, demandas de todos os condicionantes arquitetônicos envolvidos no projeto. Por exemplo, a necessidade de resolver o conflito resultante do desejo de se obter uma ampla visão de uma bela paisagem localizada na fachada oeste e a necessidade de bloquear a radiação solar nessa mesma fachada. Ou ainda, o conflito decorrente da necessidade de abrir a edificação para a circulação dos ventos e a necessidade de protegê-la da chuva incide.

A dificuldade na resolução desses conflitos tem conduzido a uma visão onde as necessidades bioclimáticas passam a ser encaradas como exigências complicadoras e castradoras da criatividade, ao invés de serem vistas como desafios arquitetônicos que podem proporcionar novos vocábulos à linguagem arquitetônica. E, pior ainda, tem induzido à utilização, de forma indiscriminada, de equipamentos de condicionamento mecânico dos espaços arquitetônicos (GONÇALVES e DUARTE, 2001), ao invés de se constituírem em ponto de estímulo para a obtenção de novos enfoques, mais alinhados com os princípios filosóficos e éticos embutidos no conceito de sustentabilidade.

## 2. OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo estimular uma reflexão acerca importância da incorporação das estratégias bioclimáticas nas fases iniciais dos processos de elaboração de projetos arquitetônicos. Enfoca o tema pelo lado do enorme potencial plástico e espacial, ainda pouco explorado pelos arquitetos brasileiros, que o atendimento das necessidades bioclimáticas oferece aos projetistas do espaço habitado, destacando esse potencial para os edifícios localizados em climas quentes e úmidos.

## 3. DEMANDAS BIOCLIMÁTICAS E PADRÕES CONSTRUTIVOS: ARQUITETURA COM EXPRESSÃO DO LUGAR

A procura por edificações que reflitam as características de um determinado lugar, passa pela identificação de padrões arquitetônicos mais adaptados ao meio ambiente natural e cultural do ao lugar onde esses edifícios serão implantados. Um bom exemplo disso, encontra-se nas casas com pátio dos países árabes que abrigam, adequadamente, tanto a necessidade cultural de se obter um alto grau de privacidade nas residências, como apresenta uma boa adaptação às características do clima quente e seco da região. A adoção de partidos arquitetônicos baseados em princípios bioclimáticos tem produzido edifícios de extrema riqueza plástica e espacial (Figs. 1 e 2).



Figura 01. O iglu, um exemplo de sustentabilidade e engenhosidade construtiva.  
Fonte: BEHLING, 1996.



Figura 2. Pátio de casa árabe, no Marrocos, para se voltam todos os ambientes da mesma.  
Fonte: Arquivo do autor.

Grande parte do território brasileiro é coberto por regiões quentes e úmidas. Estes climas se caracterizam por pequenas oscilações na temperatura do ar, ao longo do dia e do ano, elevada umidade e intensa

radiação solar. Essas características demandam proteção contra a radiação solar e a geração de edifícios permeáveis ao vento, permitindo uma intensa integração entre os espaços interiores e exteriores e propiciando condições para a obtenção de espaços bastante peculiares a esse tipo de clima, (Fig. 3). Da mesma forma, a adoção de componentes arquitetônicos com finalidades bioclimáticas específicas podem proporcionar resultados espaciais bastante interessantes (Fig. 4).



Figura 3. A possibilidade de integrar os ambientes internos e externos permite a obtenção de espaços arquitetônicos interessantes.

Fonte: Arquivo do autor.



Figura 4. Terminal rodoviário de Maceió. A fluidez espacial é consequência do partido adotado em função do atendimento das demandas bioclimáticas do edifício.

Fonte: Arquivo do autor.

A seguir serão examinados alguns aspectos do projeto concernentes ao clima e sua relação com padrões e componentes arquitetônicos mais adequados a um determinado contexto climático.

### 3.1. Estratégias bioclimáticas x padrões arquitetônicos

As características do clima de uma determinada região, associadas à função a que se destina o edifício determinam as estratégias bioclimáticas a serem aplicadas no projeto arquitetônico dos edifícios dessa região (GIVONI, 1994). Uma das formas mais simples de examinar as estratégias mais adequadas a uma região climática ocorre através da utilização dos diagramas psicrométricos (Fig. 5).

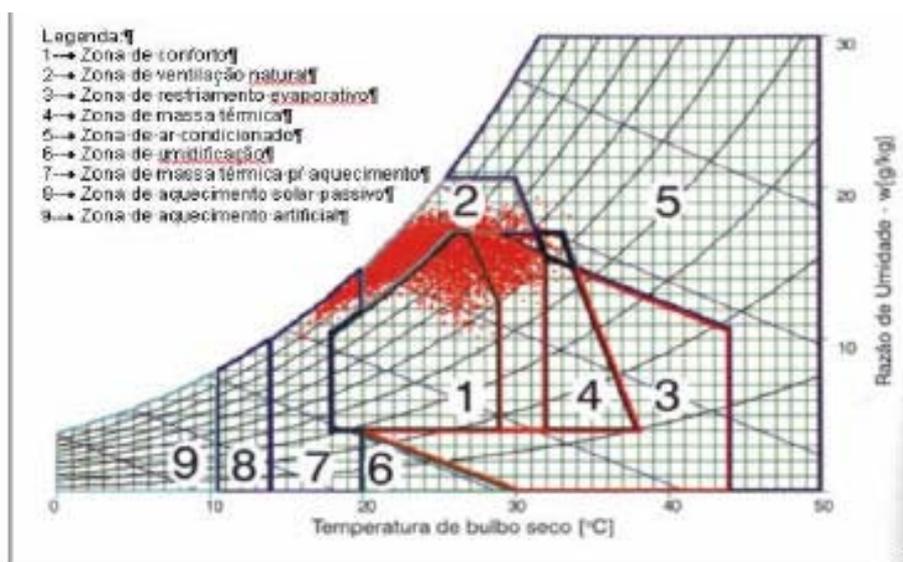


Figura 5. O uso de diagrama psicrométrico para identificar as estratégias bioclimáticas mais adequadas a um determinado local.

Fonte: Lamberts et al., 1997.

Através do mesmo, pode-se identificar a necessidade de insolação ou sombreamento nos diversos períodos do ano, assim como a necessidade de ventilação abundante ou de estanqueidade em relação aos ventos incidentes. Pode-se verificar o potencial de uso de elevada massa térmica nos edifícios ou a necessidade de se obter construções leves. Uma análise cuidadosa do diagrama pode sugerir padrões arquitetônicos mais adequados a um determinado local, da mesma forma que facilita a identificação daqueles que deveriam ser evitados. Quando essa análise é realizada, criteriosamente, nas etapas iniciais da elaboração dos projetos arquitetônicos, a sua influência no partido de projeto é significativa, uma vez que o 'ajuste' de um projeto mal concebido é muitas vezes mais difícil do que aquele aplicado a um outro projeto que adotou uma tipologia construtiva mais adequada ao clima do local onde será implantado o edifício.

### **3.1.1 A implantação dos edifícios**

A decisão por uma determinada implantação para uma edificação não depende apenas dos princípios bioclimáticos. Depende de aspectos funcionais como zoneamento, fluxogramas, acessos, etc. assim como da forma do terreno e sua topografia, da existência de vistas privilegiadas, de massas vegetais a serem preservadas, entre outros fatores. No entanto, é importante notar que a orientação afeta dois dos mais importantes elementos que determinam o desempenho ambiental de um edifício: a exposição à radiação solar e aos ventos dominantes.

O conhecimento da geometria solar informa sobre o período em que determinada fachada estará exposta à insolação demandando providências no sentido de proteger ou permitir a entrada dos raios solares nos ambientes internos da construção. No caso de se desejar proteger esses ambientes contra a incidência direta dos raios solares, pode-se identificar aqueles tipos de proteção solar mais eficientes e que produzam os efeitos plásticos mais expressivos dentro da intenção plástica dos arquitetos. O simples fato de identificar a necessidade de protetores solares, já afeta o processo criativo do projetista que passa a imaginar aquela fachada dotada de algum tipo de *brise soleil*.

No caso dos ventos dominantes, não é suficiente o conhecimento dos ventos dominantes que incide no local em foco. Há que se identificar a variação de direção e velocidade do vento, nos vários meses do ano, e períodos do dia, assim como a frequência de calmarias que ocorrem no lugar. Essas informações permitem ao arquiteto identificar o potencial de uso da ventilação natural como estratégia bioclimática, assim como orientar as construções a fim de melhor usufruir desse potencial nos diversos períodos do ano.

### **3.1.2 A tipologia construtiva**

Os materiais a serem utilizados nas vedações das construções afetam significativamente seu desempenho ambiental, uma vez que a cor, densidade e espessura influenciam a absorção e transmissão do calor através do envelope do edifício.

As cobertas, além de afetarem forma intensa a transmissão do calor (especialmente em baixas latitudes), também podem ser dotadas de beirais que protegem as paredes da incidência direta das chuvas e de parte da radiação solar. Podem ainda se alongar, formando as varandas e terraços; ambientes de transição entre espaços interiores e exteriores, muito apreciados em climas quentes e úmidos (Fig. 6).



*Figura 6. As varandas se constituem em importante elemento de transição.  
Fonte: Arquivo do autor*

Além dos materiais, a relação entre painéis envidraçados e superfícies opacas, assim como o grau de compacidade ou dispersão dos conjuntos edificados também desempenha papel relevante no comportamento ambiental dos mesmos. Enquanto as casas das vilas dos pescadores do litoral nordestino são implantadas de forma dispersa, favorecendo a circulação da brisa marinha (Fig. 7), muitas cidades dos países árabes localizados em climas quentes e secos construíram assentamentos com alto grau de compacidade, onde a tipologia construtiva em forma de pátio era largamente adotada (Fig. 8).



*Figura 7. Aldeia de pescadores em Alagoas.  
Fonte: Arquivo do autor.*



*Figura 8. Assentamento compacto em Marrakesh.  
Fonte: Arquivo do autor.*

## **3.2. Elementos e componentes arquitetônicos**

Além da definição do partido arquitetônico, a escolha dos elementos e componentes arquitetônicos que configuram uma edificação também exerce papel importante no desempenho ambiental da mesma. Entre esses componentes podemos destacar os mais comuns como as janelas, portas, cobertas, e protetores solares e outros menos considerados como os pilotis e captadores de vento.

### **3.2.1. As aberturas**

As janelas, portas e outros tipos de envazaduras desempenham papel relevante na concepção arquitetônica. Quer pelos papéis simbólicos e poéticos associados a esses componentes, quer por sua capacidade de atuar decisivamente na composição formal das edificações. As aberturas se constituem no “olho” através do qual os ambientes externos e internos se conectam ou se desconectam, onde barreiras ao olhares alheios são erigidas ou removidas.

Do ponto de vista bioclimático, as aberturas se constituem em componentes arquitetônicos através dos quais os espaços interiores recebem sol, luz natural, ventilação e ruídos do ambiente externo. Quando móveis, como as portas e janelas, se constituem, portanto, em elemento de controle fundamental desses elementos. Um notável exemplo desse controle está representado pelas janelas de venezianas móveis, tal freqüentes nas construções coloniais do nosso país, que os arquitetos não costuma tirar proveito. Se comparadas, no que se refere ao refinamento de sua concepção e detalhamento, ao que é produzido nos tempos atuais pode-se identificar claramente um retrocesso construtivo (Fig. 9).



Figura 9. Esquadria em clima quente e úmido.  
Fonte BEHLING, 1996.



Figura 10. Exemplo de esquadria com veneziana móvel (aberta).  
Fonte: Arquivo do autor.



Figura 11. Exemplo de esquadria com veneziana móvel (fechada).  
Fonte: Arquivo do autor.

### 3.2.2. Elementos de proteção solar

Quando a estratégia bioclimática recomendar algum tipo de proteção solar (o que é muito freqüente nas condições brasileiras), os protetores solares passam a se constituir em elementos de composição plástica vigorosos, pelas ricas texturas que os mesmos podem emprestar às edificações implantadas sob a intensa luz tropical. O tipo de protetor utilizado deve ser função da orientação da fachada onde o mesmo será implantado, se se deseja implantá-lo de forma eficiente. Dependendo da orientação, os protetores solares podem ser verticais, horizontais ou mistos.



Figura 12. Protetores solares verticais.  
Fonte: Arquivo do autor.



Figura 13. Protetores solares mistos.  
Fonte: Arquivo do autor.

No entanto, há que se considerar não apenas a necessidade de proteger contra a incidência direta da radiação solar ou o seu rico potencial plástico, mas também, a necessidade de interagir positivamente com as necessidades de obtenção da luz natural, bem como de não impedir a ventilação dos espaços interiores, nem impedir desnecessariamente a bela vista porventura existente.

Entre os elementos de proteção solar, encontramos dois importantes componentes da arquitetura brasileira: os 'cobogós' e as pérgulas. Os 'cobogós', também chamados de 'elementos vazados', são micro protetores solares que se apresentam sobre diversas formas e características variadas, dependendo de sua aplicação (Fig. 13). Foram introduzidos nas construções do nordeste do Brasil a partir de 1930, através, principalmente,

da obra de Luís Nunes (COSTA, 1991). Desde então, os cobogós vêm sendo largamente utilizados nas construções brasileiras, e mais intensamente naquelas localizadas na região nordestina do país. Isso ocorre pelo fato desse componente permitir uma ação integrada no que se refere à proteção solar, filtro da excessiva luminosidade equatorial além de permitir uma permanente circulação de ar através dos mesmos. Tudo isso em um só componente de baixo custo de aquisição e manutenção. Assim como os demais protetores solares, esses podem emprestar uma textura particular à fachada onde é aplicado como um painel de proteção solar ('segunda pele'), ou quando é usado como simples painel de separação entre os espaços interiores e exteriores; neste último caso, funcionando como uma espécie de muxarabi (Fig. 3). Apesar de ainda ser abundantemente usado na arquitetura popular, seu emprego foi sendo gradativamente reduzido nas construções do mercado formal das classes mais altas, simplesmente por estar 'fora de moda'.

As pérgulas se constituem em um tipo particular de protetor solar. Da mesma forma que os cobogós, as pérgulas funcionam como protetores solares e permitem a circulação do ar nos ambientes, embora, em geral, se constitua em significativa barreira à luz natural quando utilizada de forma convencional. Os pergulados permitem a criação de espaços onde a relação entre ambientes internos e externos se apresenta de forma integrada, de uma forma que só é possível em regiões quentes e úmidas. Esta riqueza espacial que tanto encanta a arquitetos estrangeiros parece não atrair a atenção dos arquitetos locais. (Fig. 14).



*Figura 14. A pérgula como elemento integrador entre interior e exterior.  
Fonte: Arquivo do autor.*

### **3.3.3. Pilotis**

A criação dos pilotis, tal como são entendidos hoje, parece ter sido uma criação de Le Corbusier. No entanto, sua ocorrência aparece em construções bem mais antigas da Indonésia, Amazônia peruana, e da África (RUDOFISKY, 1964).

A construção sobre pilotis apresenta algumas vantagens nos climas quentes e úmidos, por reduzir a infiltração da umidade nas edificações e, principalmente usufruir de maiores velocidades dos ventos incidentes. Em acréscimo, ganha-se uma área sombreada e protegida das chuvas tropicais, que possui ótima circulação do ar.



Figura 15. Edificação sobre pilotis.  
Fonte: Revista Projeto (2001).

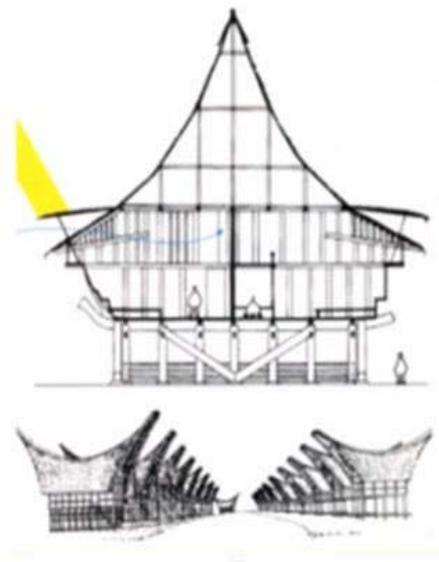


Figura 16. Construções vernaculares da Indonésia. Fonte: BEHLING, 1996.

No tecido urbano, esse componente arquitetônico permite a circulação da ventilação por baixo dos edifícios, melhorando as condições de conforto térmico e dispersão de poluentes nas proximidades do solo, onde circulam os pedestres. Infelizmente, em muitos edifícios, as áreas dos pilotis vêm sendo fechadas por esquadrias, sob o argumento de que se constituem em ‘espaços perdidos’.

### 3.3.4. Elementos de captação do vento

Um elemento arquitetônico muito usado nos países árabes e em regiões da Ásia (FATHY,1991), os captadores de vento, ou torres de vento, se constituem em dutos verticais, geralmente posicionados acima das cobertas dos edifícios (Fig.17 e 18). Têm como finalidade capturar o vento que passa acima das cobertas, redirecionando-o para o interior da edificação, a fim de fazê-lo circular pelos diversos ambientes da edificação.

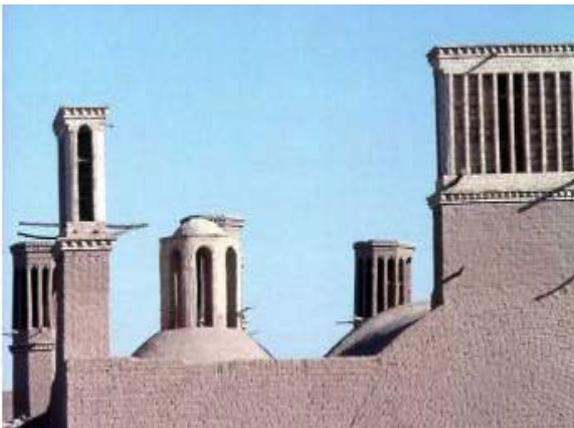


Figura 17. Captadores de vento no Iran.  
Fonte: TIA (2000).

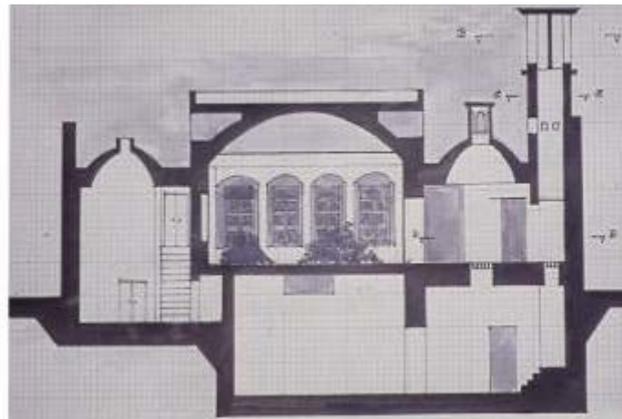


Figura 18. Esquema de um captador de vento. Fonte: TIA (2000)

Acima dos edifícios o fluxo do vento apresenta menor quantidade de poeira e maior velocidade que o fluxo incidente na altura das janelas. Esses efeitos produzem uma melhoria da qualidade do ar insuflado e um aumento na intensidade da ventilação.

Um dos exemplos mais interessantes de aplicação contemporânea desse elemento arquitetônico está na Escola de Engenharia Mecânica da Universidade de Leicester, Inglaterra, de autoria do arquiteto inglês Brian Ford (STEELE, 1997).

No Brasil, muitas residências unifamiliares possuem torres de caixas d'água elevadas a fim de garantir uma pressão hidráulica adequada nos chuveiros. Essas torres apresentam elevando potencial de melhoria das condições de ventilação, mesmo em espaços com dimensões reduzidas, como as habitações populares (LOBO e BITTENCOURT, 2001). No entanto, quando a possibilidade de utilização desses elementos é incorporada ao projeto desde as etapas iniciais a possibilidade de integração dos mesmos pode apresentar efeitos plásticos mais interessantes, como é o caso do Núcleo de Pesquisa Multidisciplinar da UFAL.



Figura 19. Captadores de vento acoplado à cobertura e à lateral do edifício.  
Fonte: Arquivo do autor.



Figura 20. Captadores de vento acoplado à cobertura para ventilar espaços a sotavento.  
Fonte: Arquivo do autor.

#### 4. CONCLUSÃO

Uma adequada análise das possíveis estratégias bioclimáticas, a serem utilizadas nas edificações em um determinado contexto climático, oferece aos arquitetos uma clara idéia dos padrões arquitetônicos mais adequados para as condições apresentadas.

Esse trabalho sugere que, ao invés de se considerar essas estratégias como restrições à criação arquitetônica, as mesmas possam se constituir em rico repertório a serem explorado em propostas arquitetônicas que tenham como intenção a produção de uma arquitetura que seja a expressão do lugar onde se encontra inserida; ao invés de reproduzir, de forma mimética, padrões inadequados à nossa realidade ambiental, social e cultural.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA 21 on Sustainable Construction. CIC Report publication no. 237. Rotterdam, CIB, 1999.
- BEHLING, S. e BEHLING S. *Sol Power. The Evolution of Solar Architecture*. 1ªed. Munich, Prestel-Verlag, 1996.
- COSTA, L. Cobogós: uma criação pernambucana. In *Jornal do Comércio*, Caderno C, 19/04/91. Recife, 1991.
- DIAS, B., LIMA, F., NEGRÃO, P. Crise de energia: ela pode voltar. In *Revista Lumière*, no.62, ano 6, jun/03. Ed. Lumière Ltda., São Paulo, 2003.
- FATHY, L. *Natural energy and architecture*. The University of Chicago Press, London, 1991.
- GIVONI, B. *Passive cooling of buildings*. New York, John Willey and Sons, Inc., 1994.
- GONÇALVES, J. C. e DUARTE, D. Como melhorar a eficiência energética nos edifícios. In: *Projeto/Design*. [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br), artigo capturado em jul/2001.
- LOBO, D. e BITTENCOURT, L. A influência dos captadores de vento em habitações

populares localizadas em climas quentes e úmidos. In *Anais do ENCAC 2001*, São Pedro, 11-14 Nov. 2001. São Paulo, ANTAC, 2001

RUDOLFSKY, B. *Architecture without architect*. New York, Museum of Modern Art, 1964.

SACHS, I. *Estratégias de transição para o século XXI: Desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo, Studio Nobel, 1993.

SAYEGH, S. Força domada: quilowatts de economia. In: *Techne*. n.53, ago. São Paulo, 2001.

STEELE, J. *Sustainable Architecture*. London, Elsevier Science, 1997.

TIA 2000, *Information on students competition*, TIA 2000.