

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA: RECOMENDAÇÕES APROPRIADAS PARA PALMAS/TO

**Djean da Costa BARBOSA (1); Mariana Brito de LIMA (2);**

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do TO, AE 310 SUL, Avenida LO 05,s/n Plano Diretor Sul,Palmas-TO, CEP: 77.021.090, Bolsista Iniciação Científica Júnior IFTO, e-mail: djean.god@hotmail.com

(2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do TO, AE 310 SUL, Avenida LO 05,s/n Plano Diretor Sul,Palmas-TO, CEP: 77.021.090, e-mail: mariana@ifto.edu.br

## RESUMO

Nesta pesquisa pretende-se realizar uma revisão de literatura a partir de normas técnicas, livros, teses, dissertações e outras publicações, buscando localizar as diretrizes e estratégias de projetos adequadas ao clima de Palmas - TO, com o objetivo de sistematizar diretrizes de projeto existentes que considerem as características específicas socioeconômicas, culturais, climáticas e tecnológicas desta região do Brasil. A partir deste estudo tem-se a possibilidade de elaborar recomendações para o Projeto Bioclimático em Palmas-TO. A adoção de diretrizes como uma estratégia de projeto auxilia na criação de ambientes com maior qualidade de vida, atendendo as necessidades do homem no ambiente construído e no seu entorno, um ambiente integrado com as características da vida e do clima local, consumindo a menor quantidade de energia e atendendo às exigências térmicas de seus usuários

**Palavras-chave:** Clima, Projeto Arquitetônico, Adequação Ambiental, Palmas-Tocantins.

## 1 INTRODUÇÃO

O clima é o resultado de diversos elementos atmosféricos (sol, latitude, ventos, massas de terra e água, topografia, vegetação, solo e outros) que ocorrem na atmosfera da terra, é caracterizado de acordo com alguns elementos: temperatura do ar; umidade do ar; movimentos das massas de ar e precipitação. (BUSTOS ROMERO, 1988)

A Arquitetura bioclimática é o estudo que busca a harmonização das construções ao clima e características locais. Manipula o desenho e elementos arquitetônicos afim de otimizar as relações entre homem e natureza, tanto no que se diz respeito à redução de impactos ambientais quanto à melhoria das condições de vida humana, conforto e racionalização

Adequar o urbanismo e a arquitetura ao clima de um determinado local significa construir espaços que possibilitem ao homem condições de conforto (LIMA, 2005). Os avanços em pesquisas científicas e realizações em relação ao Projeto de Arquitetura mostram reflexões sobre o desenvolvimento sustentável, a conservação ambiental e a eficiência energética, que influenciaram o progresso científico e tecnológico deste século. Atualmente pode-se dizer que há muitos exemplos na arquitetura capazes de melhorar a qualidade ambiental das construções realizadas, tendo em conta os princípios básicos de “construir com o clima” onde se tem demonstrado, sem nenhuma dúvida, a viabilidade econômica desse tipo de obra.

A expressão projeto bioclimático, criada pelos irmãos Olgyay, na década de 60, estabelece que essa arquitetura busca utilizar, por meio de seus próprios elementos, as condições favoráveis do clima com o objetivo de satisfazer as exigências de conforto térmico do homem. (LIMA, 2007).

O desenvolvimento tecnológico permitiu ao homem construir edifícios inovadores tanto na forma quanto nos materiais, e que tenham como principal preocupação a questão ambiental. O urbanismo e a arquitetura bioclimática proporcionam ao homem as melhores condições físicas e mentais de habitabilidade nas cidades e, consequentemente, nos edifícios, com um mínimo de dispêndio energético associado a um mínimo impacto do meio ambiente.

O urbanismo e a arquitetura bioclimática buscam conciliar todas as possibilidades que as tecnologias passivas oferecem, que são a correta escolha dos materiais de construção e definição do volume arquitetônico em função das condições climáticas locais, da influência da localização geográfica e dos edifícios vizinhos, da orientação das fachadas, do uso de protetores solares exteriores, da possibilidade de captação da luz natural sem elevar excessivamente a carga térmica e do uso da ventilação natural, sempre priorizando a redução no consumo de energia e a melhoria da qualidade de vida, criando ambientes sustentáveis.

Segundo Mendler & Odell (2000), a sustentabilidade representa o balanço que acomoda as necessidades humanas sem que seja necessário reduzir a saúde e a produtividade dos sistemas naturais. Os autores reproduzem a definição de sustentabilidade do Instituto Americano de Arquitetos: “a habilidade da sociedade para continuar operando no futuro sem que seja forçada a reduzir devido à exaustão ou sobrecargas das fontes chave do qual depende o sistema”. Para Bustos Romero (2001, p.46), o clima de um lugar pode ser considerado como a “integração de uma série de elementos que se verificam em escalas diferentes, abrangendo desde a macro até a micro escala”.

O clima regional cobre a maior parte de um continente na macroescala, e essas características regionais podem ser encontradas em latitudes similares, estabelecendo-se assim, uma primeira ordem de atributos, como as temperaturas das estações e o regime de chuvas (BUSTOS ROMERO, 2001, p.46).

Todos os elementos meteorológicos sofrem modificações na área construída. O clima regional é determinado pelos efeitos modificantes do relevo local e pelas modificações introduzidas por edifícios ou grupo de edifícios. “A escala macroclimática (regional) – quando modificada pelos fatores orográficos a uma escala meso (que inclui o urbano) – pode definir o clima do entorno mais próximo” (BUSTOS ROMERO, 2001, p. 46).

Os efeitos das complexas superfícies geométricas, a sombra e a orientação dos edifícios individuais, as propriedades térmicas e higrotérmicas dos edifícios, vias e outros elementos construídos, o calor do metabolismo e dos vários processos de combustão da cidade bem como os poluentes cedidos nas trocas do ar criam um clima diferente daquele das áreas não urbanas ou não construídas (BUSTOS ROMERO, 2001, p. 46).

Nesta pesquisa pretende-se realizar uma revisão de literatura a partir de normas técnicas, livros, teses, dissertações e outras publicações, buscando localizar as diretrizes e estratégias de projetos adequadas ao clima de Palmas - TO, com o objetivo de sistematizar diretrizes de projeto existentes que considerem as características específicas socioeconômicas, culturais, climáticas e tecnológicas desta região do Brasil. A partir deste estudo tem-se a possibilidade de elaborar recomendações para o Projeto Bioclimático em Palmas-TO, para serem utilizados por professores e alunos no contexto do Ensino Médio do Curso Técnico em Edificações de um Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia. Espera-se com esta pesquisa contribuir para a divulgação da importância de projetar edificações observando os aspectos bioclimáticos de uma região, pois,

a inobservância das peculiaridades climáticas pode causar a redução da qualidade de vida dos seus ocupantes, o aumento da saturação de sistemas artificiais de condicionamento ambiental no setor residencial, o aumento do consumo de energia elétrica nos períodos de ponta, e a possível inadimplência dos consumidores de baixa renda. (PEDRINI, 2009)

A utilização das diretrizes bioclimáticas é uma poderosa ferramenta de projeto “que propicia ao projetista uma orientação coerente no que se refere à adaptação da futura construção ao seu clima” (VIGGIANO, 2004). A adoção de diretrizes como estratégia de projeto auxiliam na criação de ambientes com maior qualidade de vida, atendendo as necessidades do homem no ambiente construído e no seu entorno, um ambiente integrado com as características da vida e do clima local, consumindo a menor quantidade de energia e atendendo às exigências térmicas de seus usuários. Desta forma, as indicações escolhidas durante esta pesquisa serão publicadas em um site, blog ou outro formato estando disponível para a consulta por todos os alunos interessados em aprofundar nas questões projetuais referentes ao clima.

## 2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste trabalho é feito uma revisão de literatura sobre arquitetura e clima a partir de pesquisas em livros, teses, dissertações e outras publicações, buscando localizar as diretrizes e estratégias de projetos adequadas ao clima de Palmas - TO, com o objetivo de sistematizar algumas diretrizes de projeto existentes que considerem as características e necessidades de conforto em edificações para o clima aqui estudado.

O trabalho constitui em um estudo da relação entre o clima do Município de Palmas e de recomendações já propostas para o clima, de forma a obter sugestões de arquitetura apropriadas ao clima através de estratégias projetuais. A pesquisa iniciou através de estudo bibliográfico sobre clima, fatores climáticos e a relação entre o clima e a arquitetura em autores como Bustos Romero (2001), Araújo (2001), Grimm (1999), Frota (2003) Olgyay (1963), Givoni (1992), e Roaf (2006) e Lima (2004, 2005, 2006, 2007) e pesquisa para a caracterização do Clima de Palmas (UFT, 2009), para estabelecer as condicionantes climáticas da região.

Depois de especificar as condicionantes climáticas para a região, foi iniciada a segunda parte da pesquisa, que constou em pré-selecionar em livros, normas técnicas e outras fontes bibliográficas, indicações de estratégias de projetos bioclimáticos para o clima da cidade. As recomendações projetuais foram organizadas em recomendações de *fechamentos*, *aberturas*, *cobertura*, *orientação*. Outras recomendações pertinentes que não se enquadravam em nenhum destes itens citados foram sistematizadas como *outras recomendações*.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para este trabalho foi feita uma análise das condições climáticas da cidade de Palmas – Tocantins, utilizando-se uma série de 08 anos de dados de precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos, no período de 2002 a 2009, a partir de dados coletados pelo Laboratório de Meteorologia e Climatologia do CUP/UFT. A classificação climática dessa região segundo Köppen é do tipo Aw, tropical chuvoso, com uma estação relativamente seca durante o ano temperaturas médias anuais de 26,9 °C, máxima de 39,6 °C e mínima de 21,4 °C (Figura 1).

A temperatura média do ar apresenta pouca variação ao longo do período e o regime pluviométrico é caracterizado por um período mais chuvoso, que está compreendido entre os meses de outubro a abril, com precipitações superiores a 160 mm. O período mais seco foi constatado entre os meses de maio e setembro, com precipitações inferiores a 28 mm, sendo o mês de julho mais seco, com a menor média (0,23 mm) e janeiro o mais chuvoso com média de 200,73 mm. Os meses de abril e maio e agosto e setembro são os meses de transição entre um regime e outro (Figura 2).

A umidade relativa média do ar apresenta média de 71,6% durante o ano, com valores maiores nos meses de janeiro a abril acima de 80% e valores inferiores nos meses de agosto, setembro e outubro – abaixo de 57% (Figura 3). Os ventos são predominantemente sudestes, em 45% de horas no período, com velocidade média entre 0,5 e 2 m/s, com ocorrências de ventos nas direções sul (15% de horas no período), e sudoeste (10% de horas no período) (Figura 4).

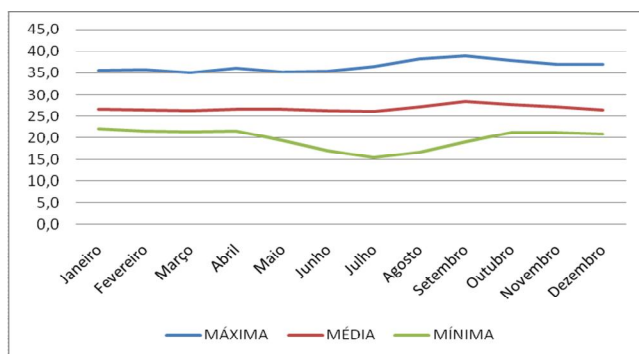


Figura1: Temperatura máximas, médias e mínima em Palmas/TO (°C).

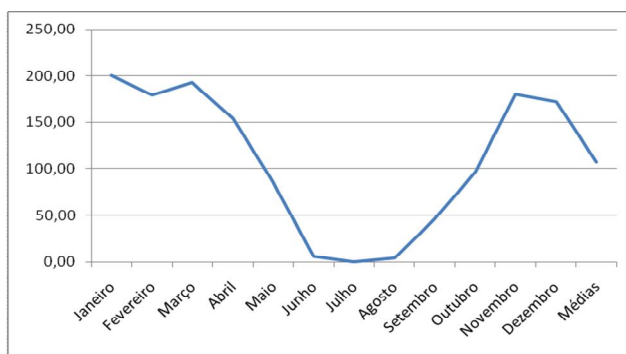


Figura 2: Precipitação (mm) em Palmas/TO.

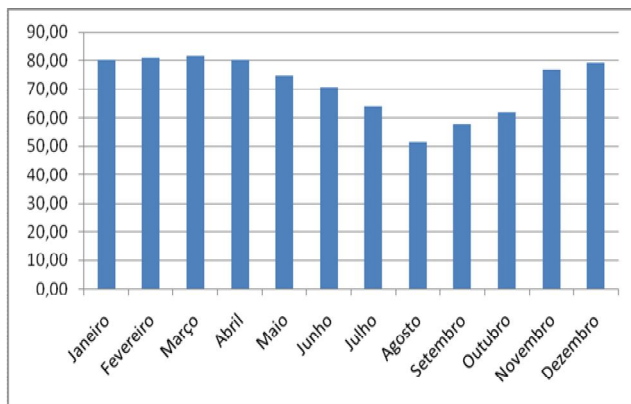


Figura 3: Média da Umidade Relativa do ar (%)

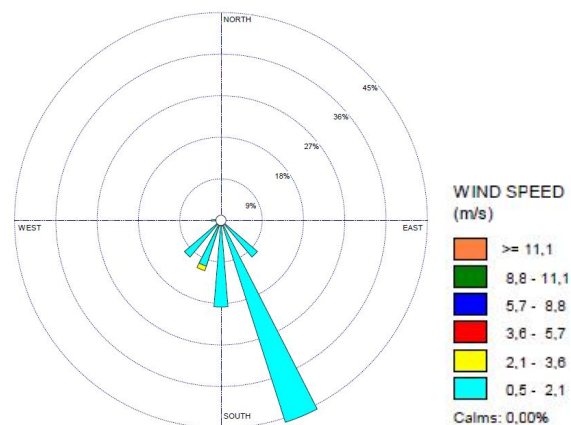


Figura 4: Direção, velocidade dos ventos (m/s) e predominância (%).

### 3.1 Recomendações para Palmas-TO

Após a analisar as configurações do clima do Município de Palmas indicam-se aqui, preliminarmente, algumas medidas que poderiam auxiliar na melhoria do conforto ambiental das edificações da cidade. Para sistematizar as recomendações elas foram agrupadas por fechamentos, aberturas, cobertura, orientação e outras recomendações. As recomendações foram sistematizadas a partir do estudo bibliográfico nos autores ABNT (2003), Corbella (2003), Frota (2003), Lima (2005, 2006), MCidades (2005), Pedrini (2009) e Roaf (2006).

#### 3.1.1 Fechamentos

- **Massa térmica:** Temperaturas internas mais agradáveis podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuam.
- **Proteção de Fachada:** Desejável proteção com segunda parede externa, ventilada (elemento vazado, bloco ou tijolo furado com canais horizontais), formando câmara de ar.
- **Fechamentos internos vazados:** Desejável que as internas sejam vazadas ao máximo (elemento vazado, bloco ou tijolo furado com canais horizontais), e que não cheguem ao forro.
- **Evitar radiação solar:** Evitar a radiação solar direta (raios solares) e difusa (luz do céu e calor dos corpos aquecidos).

#### 3.1.2 Aberturas

- **Propiciar ventilação:** Facilitar, ao máximo, a circulação do ar e a passagem dos ventos, mesmo sob chuva intensa.
- **Ventilação Cruzada:** A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada.
- **Observar entorno/ventilação:** Também se deve observar os ventos predominantes da região e do entorno na definição da localização das aberturas, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos.
- **Resfriamento evaporativo:** As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes.

- **Sombreamento das aberturas:** deve-se tomar partido de coberturas com beiral largo o suficiente para o sombreamento das aberturas. as aberturas devem estar sempre protegidas pelo lado externo, com o uso de persianas, treliças etc.
- **Uso de espaços semi-abertos:** Desejável que dêem para alpendres, varandas etc., principalmente a Oeste, sombreando a abertura localizada nesta fachada.
- **Proteger da insolação sem impedir a ventilação:** Desejável que a proteção das aberturas (persianas, treliças etc.) seja móvel para permitir a entrada da radiação solar provinda de NE a NO.
- **Ventilação controlada:** Desejável adotar soluções de controle da ventilação

### 3.1.3 Cobertura

- Utilizar materiais e soluções isolantes (cerâmicas, concreto celular etc., com forro formando câmara de ar).
- Garantir a ventilação permanente, através da cumeeira, sem permitir a entrada de radiação solar, qualquer que seja a solução de cobertura.
- Garantir ventilação, sob controle, do espaço entre cobertura e forro.
- Usar materiais leves e isolantes (cerâmicas).
- Evitar a utilização de lajes principalmente as horizontais.

### 3.1.4 Orientação

- **Quanto à dimensão das faces:** Desejável orientação Norte ou Sul para as faces de maior dimensão das edificações, deixando as áreas maiores sombreadas durante um dos períodos do dia. As faces orientadas em torno do Leste ou do Oeste devem ter a mínima dimensão possível, pois recebem insolação direta.
- **Vegetação:** Utilizar abundante vegetação de copa alta principalmente para proteção contra os raios solares de Este e Oeste.
- **localização:** Desejável agrupar as edificações na direção Este-Oeste, sob a mesma cobertura, mantendo corredores ou áreas abertas entre uma unidade e outra.
- **Dimensionamento:** Desejável que as maiores dimensões das edificações formem ângulos próximos a 90° com a direção dos ventos dominantes. Desejável que uma edificação não obstrua a passagem do vento para as edificações vizinhas.
- **Espaçamento:** Desejável que os corredores entre duas edificações tenham uma largura de, no mínimo, 1/3 de seu comprimento.

### 3.1.5 Outras recomendações

- **Resfriamento ativo:** O resfriamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por calor.
- **Resfriamento Evaporativo:** Em regiões quentes e secas, a sensação térmica no período de verão pode ser amenizada através da evaporação da água. O resfriamento evaporativo pode ser obtido através do uso de vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja resfriar.
- **Os lotes:**
  - Nas regiões quentes-secas, os lotes devem ser estreitos e longos, e as edificações contíguas, a ventilação é provocada internamente, evitando que a excessiva luminosidade da região afete, através da reflexão, o interior da construção.
- **A forma da Edificação:**

- Nas regiões quentes - secas sem inverno, a ocupação do espaço deve ser densa e sombreada. A forma deve ser compactada e oferecer a menor superfície possível para a exposição à radiação solar.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou recomendações projetuais para o município de Palmas – TO com base na sua caracterização climática e pesquisa a partir de revisão de literatura. As edificações em geral devem tomar partido de soluções arquitetônicas pesadas, que a protejam da insolação forte, da alta temperatura e baixa umidade características do clima da região.

Entende-se que estas recomendações são apresentadas aqui de forma genéricas e devem ser adaptadas para cada solução de projeto. Porém é conveniente destacar a importância de adaptar a arquitetura ao clima local sempre que possível.

A adoção dessas diretrizes como uma estratégia de projeto auxilia na criação de ambientes com maior qualidade de vida, atendendo as necessidades do homem no ambiente construído e no seu entorno, um ambiente integrado com as características da vida e do clima local, consumindo a menor quantidade de energia e atendendo às exigências térmicas de seus usuários.

#### REFERÊNCIAS

- ABNT. **Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Projeto 02:135.07-001/3. Rio de Janeiro: ABNT: 7 p. 2003.
- ARAÚJO, Virgínia Maria Dantas de. **Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino brasileiro**. Tese (Doutorado em Arquitetura). FAU/USP. São Paulo: 1996.
- BUSTOS ROMERO, Marta. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 2001.
- BUSTOS ROMERO, Marta. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: Projeto, 1988.
- CORBELLA, Oscar. Em **busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos - Conforto Ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- FROTA, Anésia Barros. **Manual de Conforto Térmico: Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo: Studio Nobel: 2003.
- GIVONI, B. **Confort Climate Analysis and Building Design Guidelines**. Energy and Buildings, v.18, n.1, p.11-23. 1992.
- GRIMM, Alice Marlene. **Meteorologia Básica - Notas de Aula**: Prof. Alice Marlene Grimm. Primeira versão eletrônica - setembro 1999. Departamento de física UFPR. Disciplina Meteorologia Básica da Universidade Federal do Paraná. <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/>> Acesso em 20.01.2007
- LIMA, Mariana Brito de, MACEDO, Ilanna Paula de Oliveira, ARAÚJO, Virgínia Maria Dantas de, PEDRINI, Aldomar. **Proposta de habitação bioclimática para o clima quente e seco** In: VIII Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído ., 2005, Maceió, 2005.
- \_\_\_\_\_, Mariana Brito de, MACEDO, Ilanna Paula de Oliveira, PEDRINI, Aldomar, ARAÚJO, Virgínia Maria Dantas de. **Diretrizes Projetuais para Edificações Habitacionais de uma Ecovila na região Semi-árida Nordestina**. In: II Seminário sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura: Rebatimentos, Práticas e Interfaces, 2005, Rio de Janeiro, 2005. p.1 – 15.
- \_\_\_\_\_, Mariana Brito de. **Diretrizes urbanísticas e construtivas para cidades de clima semi-árido: Estudo de caso na cidade de Monteiro**. Dissertação (mestrado) – UFPB / CT , João Pessoa, 2006.
- \_\_\_\_\_, Mariana Brito de. **Casas Saudáveis em ambiente sustentável: Ecovila no Semi-árido nordestino com ênfase na bioclimatologia e na sustentabilidade**. Trabalho Final de Graduação (monografia). Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

\_\_\_\_\_, Mariana Brito de. **Estratégias de Projeto Bioclimático para o clima semi-árido.** In: Anais do Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pró-reitoria de Pesquisa – UFRN. CIC 2004. Natal, 2004.

MCIDADES. **Eficiência energética em habitações de interesse social.** Brasília: Ministério das Cidades, 2005 (Caderno Ministério da Cidade)

MENDLER, Sandra F.; ODELL, William. **The HOK Guidebook to Sustainable Design.** John Wiley, USA, 2000.

OLGYAY, V. **Design with climate : bioclimatic approach to architectural regionalism.** Princeton, N.J.: Princeton University Press. 1963.

PEDRINI, Aldomar; ET AL. Desempenho térmico de tipologias de habitações de interesse social para cidades brasileiras. Eletrobrás: Natal, 2009.

ROAF, Susan. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável.** Porto Alegre: Bookman, 2006.

UFT/LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA e Climatologia do CUP/UFT. **Dados Climáticos do Município de Palmas período 2002 a 2009.** Laboratório de Meteorologia e Climatologia do CUP/UFT, Palmas, 2009.

VIGGIANO, Marcos. **Projetando com Diretrizes Bioclimáticas.** In: [www.casaautonoma.com.br](http://www.casaautonoma.com.br). Acesso em: 22.10.04