

## **ESTUDO DE CONFORTO TÉRMICO: DO LEVANTAMENTO À SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS RELACIONADAS AO CLIMA DE PALMAS - TO**

**Trajanogontijo Neto<sup>1</sup>, Mariana Brito de Lima<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Civil – IFTO/Campus Palmas, Bolsista – PIBIC – IFTO. E-mail: trajanogontijo@ifto.edu.br

<sup>2</sup>Orientadora PIBIC, Professora da Área de Construção Civil – IFTO/Campus Palmas. E-mail: mariana@ifto.edu.br;

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo contribuir para estruturação e capacitação dos pesquisadores do Grupo de Pesquisa TEMAS – Tecnologia e Materiais Sustentáveis em relação à adequação ambiental das edificações. 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. Essas soluções levam consideração o conhecimento das exigências de conforto térmico humano, do comportamento térmico das estruturas e dos materiais, diante das variações dos fatores climáticos. Neste trabalho realizou-se revisão de literatura a partir de normas técnicas, livros, teses, dissertações e outras publicações, além do estudo da carta psicrométrica de Palmas - TO, buscando localizar as diretrizes e estratégias de projetos adequadas ao clima de Palmas - TO, com o objetivo de sistematizar recomendações projetuais que considerem as características específicas socioeconômicas, culturais, climáticas e tecnológicas desta região do Brasil, estudá-las em grupo e a partir destas elaborar um projeto arquitetônico para o laboratório do grupo de pesquisa.

**Palavras-chave:** Adequação Ambiental, Projeto Arquitetônico, Conforto Térmico.

### **1. INTRODUÇÃO**

Buscar recomendações de projeto relacionadas ao clima 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). Entende-se por diretrizes as estratégias de projeto que auxiliam na criação de ambientes com maior qualidade de vida, atendendo as necessidades do homem no ambiente construído e no seu entorno, criando “um ambiente integrado com as características da vida e do clima local, consumindo a menor quantidade de energia e atendendo as exigências térmicas de seus usuários” (BARBOSA, 2010). Nesta pesquisa as diretrizes estudadas foram para o clima de Palmas – TO.

O clima de Palmas é quente todo o ano, com “clima tropical com estação seca no inverno e comportamento climato-meteorológico com variações pouco significativas” (INPE, 2014). A temperatura média anual de 26 °C, máxima 35 °C e mínima 15 °C, As temperaturas máximas tendem a ocorrer nos meses de Agosto e Setembro (INPE, 2014).

Este artigo relata um dos esforços realizados entre 2014 e 2015 para estruturar e capacitar os participantes do grupo de pesquisa TEMA – Tecnologia e Materiais Sustentáveis em relação aos aspectos da adequação ambiental das edificações, neste caso em específico o objetivo geral foi a capacitação em recomendações projetuais relacionadas ao clima.

O Grupo Temas é um grupo de pesquisa do IFTO registrado no diretório de grupos do CNPq que tem como objetivo geral desenvolvimento de materiais sustentáveis. Busca empregar resíduos (passivo ambiental) na produção de material de alvenaria, ocasionando a diminuição do uso de matéria prima extraída da natureza e de energia incorporada aos mesmos. Dentre as linhas de

pesquisa há a linha de Conforto Ambiental e atualmente dois projetos estão sendo desenvolvidos nesta temática.

Estudar estas diretrizes no grupo de pesquisa contribuiu para a divulgação entre os membros do grupo 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 partir deste estudo tem-se a possibilidade de elaborar recomendações para o Projeto Bioclimático em Palmas, para serem utilizados nos trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa TEMAS – Tecnologia e Materiais Sustentáveis.

## 2. METODOLOGIA

Nesta pesquisa foi realizada uma revisão de literatura a partir de normas técnicas, livros, teses, dissertações e em autores como Barbosa (2010), Frota (2003), Cunhas (2006), Lamberts (2013) e Lima (2009, 2005), onde se buscou 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 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, para serem utilizados nos trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa TEMAS – Tecnologia e Materiais Sustentáveis.

A revisão de literatura possibilitou a sistematização das recomendações a serem utilizadas em um projeto arquitetônico na cidade de Palmas – TO. Estas recomendações em conjunto com as recomendações indicadas na carta psicrométrica desenvolvida pelo LabEEE (software Análisis Bio), foram sistematizadas e separadas por recomendações de: *fechamentos, aberturas, cobertura, orientação e outras recomendações.*

A carta psicrométrica (figura 1) tem como objetivo representar através de gráficos as evoluções do ar úmido, cada ponto da carta representa uma combinação de ar seco e vapor d'água. Desta forma, considerando a temperatura média de Palmas e a taxa de umidade nos temos como recomendações as letras J e K que são as diretrizes de adotar ventilação e refrigeração artificial.

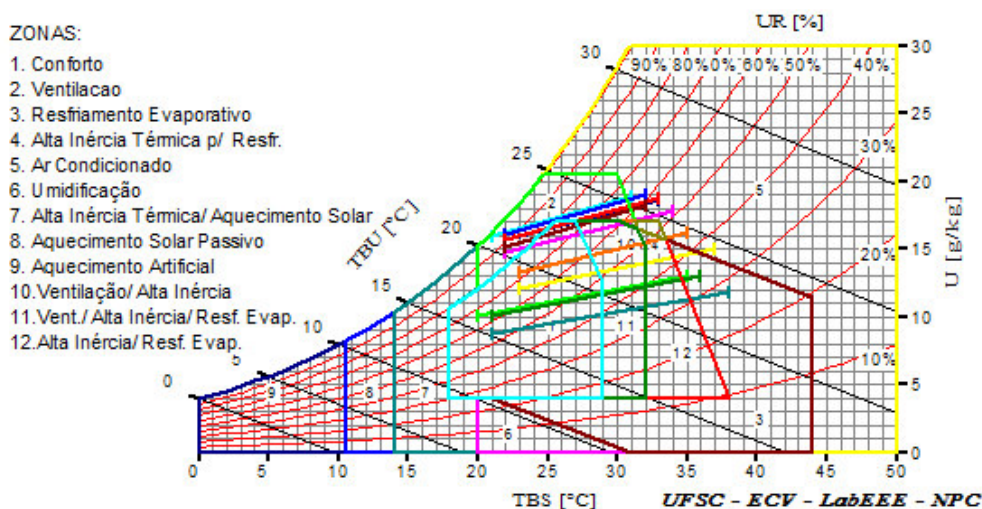


Figura 1 – Carta Psicrométrica de Palmas –TO.

Fonte: software Análisis Bio, LabEEE, 2014.

Estas recomendações foram discutidas com os demais membros do Grupo de Pesquisa TEMAS – Tecnologia e Materiais Sustentáveis e foi realizada uma pré-seleção para definição das recomendações que resultariam em um projeto arquitetônico para o laboratório do grupo. A temática foi discutida através de seminários e grupos de discussão (Figura 2).



Figura 2 – Seminário de Apresentação de Recomendações Bioclimáticas – Grupo TEMAS.  
Foto: Mariana Brito de Lima, 2014.

### 3. SISTEMATIZAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS PARA O CLIMA DE PALMAS - TO

As recomendações sistematizadas - *fechamentos, aberturas, cobertura, orientação e outras recomendações* e apresentadas ao grupo de pesquisa durante os seminários e grupos de discussão são as apresentadas nos quadros (1, 2, 3, 4 e 5) a seguir:

Quadro 1 – Recomendações relacionadas ao *Fechamento*.

RECOMENDAÇÕES	FECHAMENTOS
	DESCRIÇÃO - SOLUÇÃO
Proteção de Fachada é desejável com segunda parede externa e ventilada podendo ser	Tijolos estrutural com canais verticais (Tijolodo <sup>1</sup> )
	Tijolos estrutural com canais verticais – tijolo ecológico comum
	Adobe
	Parede vegetal
	Elemento vazado
	Bloco ou tijolo furado com canais horizontais formando câmara de ar
	Blocos de pedra
	Persiana
Massa térmica	Pergolado
	Tijolos estrutural com canais verticais (Tijolodo)
	Tijolos estrutural com canais verticais
	Adobe
	Elemento vazado
	Bloco ou tijolo furado com canais horizontais formando câmara de ar
	Blocos de pedra
Superadobe	

<sup>1</sup> Tecnologia em desenvolvimento pelo grupo TEMAS

Fechamentos internos vazados	Tijolos estrutural com canais verticais (Tijolodo)
	Tijolos estrutural com canais verticais
	Adobe
	Elemento vazado
	Bloco ou tijolo furado com canais horizontais formando câmara de ar
	Blocos de pedra
Evitar radiação solar	Evitar a radiação solar direta (raios solares) e difusa (luz do céu e calor dos corpos aquecidos).
Pisos absorvente	Tijolo sobre areia
	Cerâmicas porosas
Poder de absorção	Superfícies externas com cores claras reflectante
	coberturas abobadadas, para facilitar a re-irradiação durante a noite
	Pequenas aberturas nas fachadas
	Construção Compacta
Material Parede	Tijolo maciço (Adobe)
	Taipa
	Pedra
	Tijolo furado com revestimento térmico
	Paredes internas em tijolo maciço
	Tijolos estrutural com canais verticais (Tijolodo)

Quadro 2 – Recomendações relacionadas às *Aberturas*.

RECOMENDAÇÕES	ABERTURAS
	DESCRIÇÃO - SOLUÇÃO
Sombreamento das aberturas	Persianas
	Treliças
	Brises
Ventilação Cruzada Controlada	Ventilações diurnas sem entrada de radiação solar
Observar entorno	Observar os ventos predominantes da região
Resfriamento evaporativo	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	Alpendres
	Pátios internos
	Varandas
Proteger da insolação sem impedir a ventilação	Ventilação controlada
Aberturas	As portas e janelas devem ser pequenas principalmente em fachadas, para que se proteja da radiação direta e refletida. Indica-se de 10% a 15% da área do piso.

Quadro 3 – Recomendações relacionadas a *cobertura*.

RECOMENDAÇÕES	COBERTURA
	DESCRIÇÃO - SOLUÇÃO
Materiais da cobertura	Cerâmicas
	Concreto celular
	Lajes
Ventilação na cobertura	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.
Lajes	Areia
	Terra com gramado
	Água
	Pedra argila expandida com água

Quadro 4 – Recomendações relacionadas à *cobertura*.

RECOMENDAÇÕES	COBERTURA
	DESCRIÇÃO - SOLUÇÃO
Implantação/ Orientação	É indicada a orientação Norte ou Sul para as faces de maior dimensão das edificações;
	As fachadas Leste-Oeste devem ser projetadas com recursos que as transformem em barreiras térmicas.
	As faces orientadas em torno do Leste ou do Oeste devem ter a mínima dimensão possível.
	Devem-se proteger as faces externas da radiação provinda de Leste e Oeste.
Vegetação	Utilizar abundante vegetação de copa alta principalmente para proteção contra os raios solares de Leste e Oeste.
Localização de terreno	Desejável agrupar as edificações na direção Leste -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..
Espaçamento	Desejável que os corredores entre duas edificações tenham uma largura de, no mínimo, 1/3 de seu comprimento.

Quadro 5 – *Outras* Recomendações.

RECOMENDAÇÕES	OUTRAS RECOMENDAÇÕES
	DESCRIÇÃO - SOLUÇÃO
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.
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
Manter permeabilidade no lote	Área vegetadas
	Jardins
	Brita
	Gramma
Casa geminada	Para novas edificações térreas sugere-se a utilização da tipologia de casas geminadas, com o intuito de proteger uma das fachadas laterais e manter um recuo, proporcionando a ventilação noturna.

#### 4. ANTEPROJETO DO LABORATÓRIO GRUPO TEMAS

Com a seleção das recomendações partiu-se para a elaboração do projeto do laboratório do grupo de pesquisa. O projeto (Figuras 3 e 4) foi desenvolvido em conjunto com a orientadora da pesquisa, formada em arquitetura e urbanismo e teve a colaboração de demais estudantes do grupo de pesquisa, o *programa de necessidades* foi construído com o Líder do grupo, que indicou que a princípio o laboratório necessitava de uma *sala de estudo para os bolsistas, laboratório para os ensaios de materiais, copa, depósito, banheiros e sala de reuniões*. As recomendações que determinaram o partido arquitetônico do projeto foram:

##### 4.1 Fechamentos

Em relação aos fechamentos foi definida a utilização de superadobe (tijolo maciço), adobe (tijolo maciço) e Tijolodo (Tijolos estrutural com canais verticais), desta forma, as temperaturas internas serão mais agradáveis, pois este tipo de paredes tem uma maior massa térmica, e por consequência maior atraso térmico, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem. Em relação aos fechamentos internos os mesmos serão de Tijolodo por ser uma estrutura com canais verticais vazados, o que proporciona a canalização do ar quente para fora da edificação.

##### 4.2 Aberturas

As janelas serão pequenas (indica-se de 10% a 15% da área do piso), e na fachada será adotado sistema de veneziana que controla a ventilação e iluminação. Além destas medidas a vegetação será utilizada para que se proteja da radiação direta e refletida. Para o sombreamento das aberturas tirou-se partido de um pergolado na fachada oeste, a qual recebe a maior incidência de insolação.

A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Mas deve ser uma circulação controlada para ser utilizada nas ventilações diurnas sem entrada de radiação solar. A ventilação será recebida e controlada principalmente pela abertura - portas de madeira com veneziana da fachada frontal. Além disso, as aberturas estão protegidas de insolação pelo beiral da cobertura.

##### 4.3 Cobertura

A cobertura definida será parte de telha cerâmica com forro formando câmara de ar e parte em laje com telhado verde para aumentar sua inércia térmica.

##### 4.4 Orientação

Foi projetada com a orientação Norte ou Sul nas fachadas de maior dimensão. A fachada Oeste recebeu um pergolado e a Leste foi projetada em superadobe como barreiras térmicas e de insolação.

#### 4.5 Outras recomendações

Outras recomendações foram utilizadas na definição do projeto arquitetônico do laboratório, a saber:

- Pisos absorvente: Desejável que sejam absorventes e, nos casos de baixos valores de umidades, sejam umedecidos, proposta de piso de cerâmica porosa.
- Superfícies externas com cores claras reflectantes.
- Pequenas aberturas nas fachadas
- Uso de espaços semi-abertos: formato do projeto cria um semi-pátio com jardim interno.
- Paisagismo: Evitar a radiação solar direta nas fachadas das edificações.
- Casa geminada: recomendação para ampliação do laboratório.
- 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.

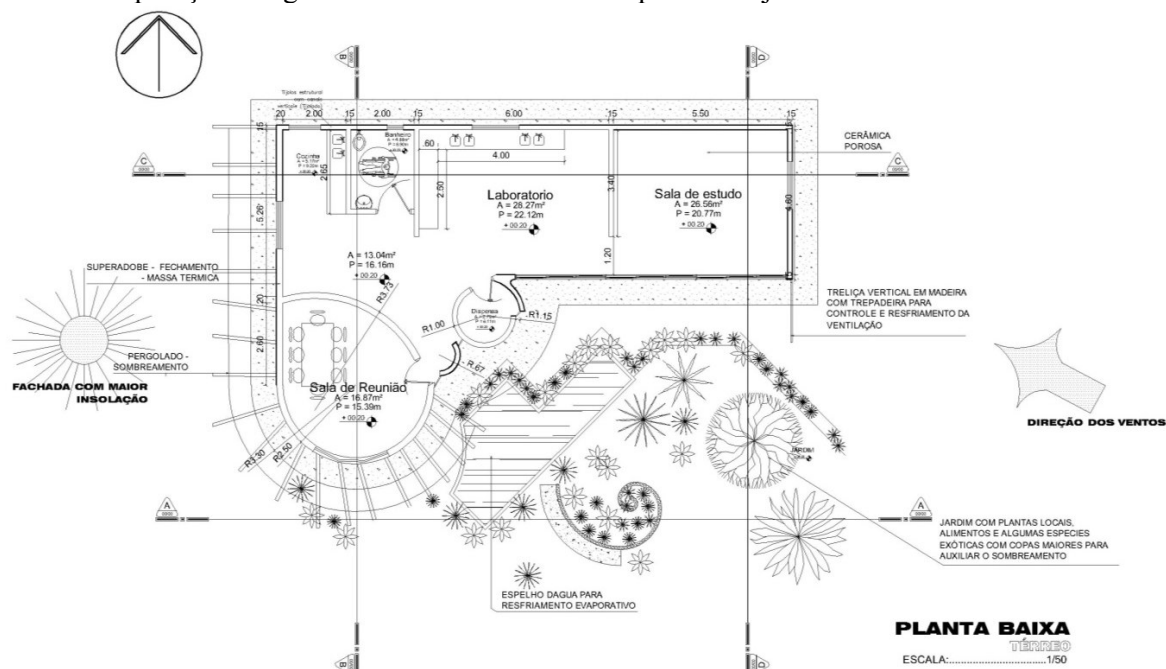


Figura 3 – Planta Baixa – Anteprojeto do Laboratório do grupo de Pesquisa.

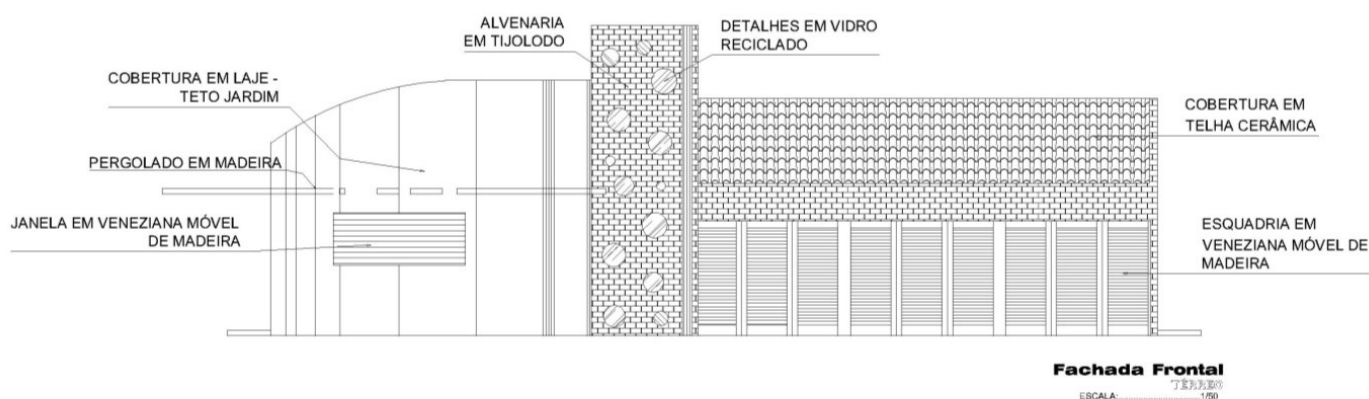


Figura 4 – Fachada – Anteprojeto do Laboratório do grupo de Pesquisa.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contribuiu para estruturação e capacitação dos pesquisadores do Grupo de Pesquisa TEMAS – Tecnologia e Materiais Sustentáveis em relação à adequação ambiental das edificações, pois proporcionou a socialização do conhecimento em relação ao conforto ambiental, linha de pesquisa que continuará com trabalhos nos próximos anos.

Particularmente gerou uma proposta de edificação sustentável e adequada ao clima, ainda na etapa de anteprojeto arquitetônico, que continuará em desenvolvimento para posterior construção.

As recomendações são propostas aqui de forma generalizada e não devem se restringir somente ao projeto proposto e sim a qualquer projeto de edificação para o clima de Palmas -TO.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Djean da Costa, LIMA, Mariana Brito de. **Arquitetura Bioclimática: Recomendações Apropriadas para Palmas/TO**. Jornada de Iniciação Científica e de Extensão do IFTO. v.1, p.1 - 143, 2010.

CUNHAS, Eduardo Graia da, **Elementos de Arquitetura de Climatização Natural**. Rio de Janeiro: Masquatro, 2006.

FROTA, Anésia Barros. **Manual de Conforto Térmico: Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo: Studio Nobel: 2003.

INPE. **Estação de Palmas - Climatologia Local**. Disponível em: <  
[http://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/palmas\\_clima.html](http://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/palmas_clima.html)> Acesso em: 02/08/2015

LAMBERTS, Roberto. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 2013.

LIMA, Mariana Brito de, RIBEIRO, Edson Leite. **Diretrizes urbanísticas e construtivas para cidades de clima semi-árido**. PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção, v.1, p.1 - 22, 2009.

LIMA, 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.

ABNT. NBR 15222. **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.

LabEEE, **Analisis Bio**, LabEEE, 2014.

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