



ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA: RECOMENDAÇÕES PARA PALMAS/TO

MARIANA BRITO DE LIMA¹
DJEAN DA COSTA BARBOSA²
LILIANE FLÁVIA GUIMARÃES DA SILVA³

RESUMO: Essa pesquisa consiste em uma revisão de literatura a partir de normas técnicas, livros, teses, dissertações e outras publicações, buscando localizar as diretrizes e estratégias de projetos, com o objetivo de sistematizar diretrizes de projeto existentes que considerem as características específicas climáticas adequadas ao clima de Palmas – TO. A adoção de diretrizes como uma estratégia de projeto auxilia na criação de ambientes com maior qualidade de vida, consumindo a menor quantidade de energia e atendendo às exigências térmicas de seus usuários.

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

ABSTRACT: This research consists of a literature review from technical standards, books, theses, dissertations and other publications, seeking to find the guidelines and strategies of projects, with the purpose of systematizing existing design guidelines that consider the specific climate characteristics appropriate for the climate of Palmas – TO. The adoption of guidelines as a design strategy helps create environments with a higher quality of life, consuming the least amount of energy and meeting the thermal requirements of their users.

Key Words: Climate, Architectural Design, Environmental Adaptation, 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 (ROMERO, 1988). Os dados climáticos influenciam diretamente tanto no edifício quanto no indivíduo. O desempenho da edificação é influenciada pelo clima no aspecto da transferência de calor através dos diversos materiais e formas da estrutura da edificação, que alteram as condições dentro do ambiente interno

¹ Docente do Curso Superior em Engenharia Civil e Curso Técnico em Edificações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Federal da Paraíba. E-mail de contato: mariana@ifto.edu.br

² Acadêmico do Curso Técnico em Edificações Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. E-mail de contato: djean.god@hotmail.com

³ Docente do Curso Superior em Engenharia Civil e Curso Técnico em Edificações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Tocantins. E-mail de contato: lilianeg@ifto.edu.br



em termos da temperatura do ar, temperatura radiante média, ventilação e umidade (SILVA, 2000).

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. Com esta convicção, foi desenvolvida a presente pesquisa, fruto de um projeto de Iniciação Científica Júnior do Curso Técnico de Edificações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, iniciativa da citada Instituição para fomentar o interesse científico de estudantes ainda no curso técnico.

O projeto de pesquisa consistiu em uma revisão de literatura a partir de normas técnicas, livros, teses, dissertações e outras publicações, buscando localizar as diretrizes e estratégias de projetos, com o objetivo de sistematizar diretrizes de projeto existentes que considerem as características específicas climáticas adequadas ao clima de Palmas – TO.

Espera-se com essa 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)

2. Discussão

Dentre os estudos da climatologia aplicada, a arquitetura bioclimática 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.

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 ser humano (LIMA, 2007).

A presente pesquisa 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), Roaf (2006), Lima (2004, 2005, 2006, 2007) e ABNT (2003) e pesquisa para a caracterização do Clima de Palmas (INMET, 2014), para estabelecer as condicionantes climáticas da região.

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” (ROMERO, 2001, p. 46).

Nessa primeira fase do projeto, a análise das condições climáticas da cidade de Palmas-TO, deparou-se com a primeira dificuldade, pois a produção da Climatologia Geográfica brasileira deixa extensas áreas da Região Norte descobertas, “o que revela uma compreensão ainda incompleta da dinâmica climática e das suas inter-relações com outras esferas do espaço geográfico”. (ZAVATTINI, 2004 *apud* SOUZA, 2010).

Aliado a essa escassez de estudos na Região Norte, a cidade de Palmas teve sua criação muito recente. A criação da cidade de Palmas data de 1989, completando 25 anos, ou seja, a cidade não possui totalmente compilada a sua Normal Climatológica. Dos elementos a serem analisados, precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos, a Normal Climatológica para Palmas, apresenta apenas Temperatura Máxima, Mínima, Pluviosidade e Velocidade Média dos ventos.

Além disso, a cidade possui grandes contrastes entre o período inicial, e no período recente, com grandes contrastes no desenvolvimento da urbanização (construções, vias pavimentadas, etc.). Por esse motivo, para a pesquisa, optou-se por análise de elementos descritos nas normais, complementada por dados das médias aritméticas simples dos últimos quatorze anos do Instituto Nacional de Meteorologia, considerando o ano 2000 como marco do contraste urbano da cidade, quando a população ultrapassou 100 mil habitantes, segundo dados do censo realizado neste ano, com 137.355 habitantes (IBGE, 2014).

As médias mensais atingem temperaturas máximas de 37°C, e mínimas de 15,4 °C (Figuras 1 e 2). As médias de temperatura do ar apresenta pouca variação ao longo do período, com delta máximo de 5°C a 6°C nas temperaturas máximas, sempre superiores a 30°C e variação de 3°C a 6°C nas mínimas. Segundo dados mais recentes (figura 2), a variação das mínimas não supera os 2°C, o que demonstra que a urbanização pode ter contribuído com a ampliação do atraso térmico na cidade, e elevação da sua temperatura máxima. As médias mensais atingem temperaturas máximas no período de estiagem das chuvas, conforme pode ser verificado nas Figuras 3 e 4.

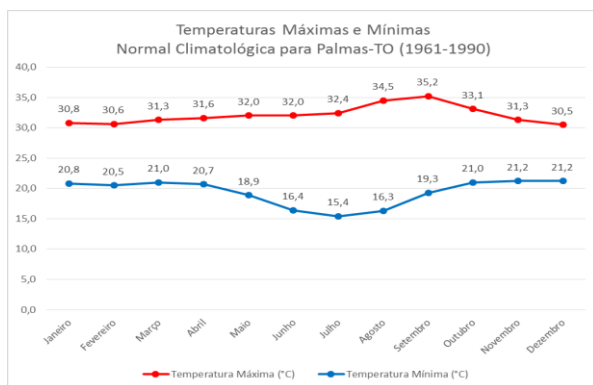


Figura 01 – Temperaturas Máximas e Mínimas Normal Climatológica
Fonte: INMET, 2013.

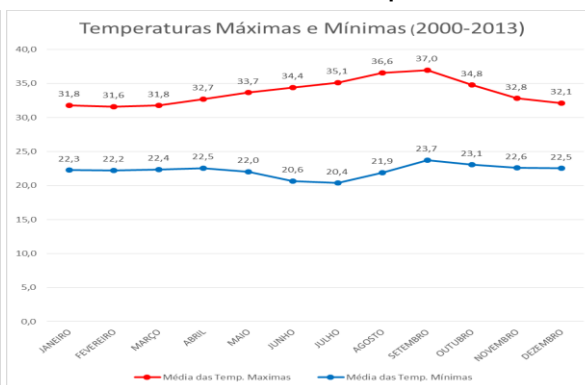


Figura 02 – Temperaturas Máximas e Mínimas 2000 a 2013
Fonte: INMET, 2013.

A cidade de Palmas é marcada por regime pluviométrico caracterizado por um período mais chuvoso, que está compreendido entre os meses de outubro a abril, com precipitações superiores a 100 mm e um período mais seco, entre os meses de maio e setembro, com precipitações inferiores a 28 mm, na Normal Climatológica e 66 mm nos dados mais recentes. O mês de julho mais seco, com a menor média (0,2 mm e 1,7 mm) e janeiro o mais chuvoso com média de 245,7 mm e 331,9 mm. O aumento da precipitação na série 2000 a 2013 acompanhou o aumento do número de dias de precipitação, mantendo a mesma média de precipitação diária, de 14,1 a 16,3 mm por dia, considerando os meses que superam os 100mm totais de precipitação.

Os meses de maio e setembro são os meses de transição entre um regime e outro, e apresenta as maiores distinções entre a Normal Climatológica e a média do período 2010 a 2013, mas deve-se a episódios de anos isolados, conforme demonstrado na figura 05.

Os contrastes apresentados entre os anos, com picos de altas e baixas precipitações nos anos de 2009 e 2004 respectivamente para o mês de maio e nos anos de 2011/2012 e 2006 para o mês de setembro, reforçam o caráter de transição destes dois meses na configuração climática da cidade.

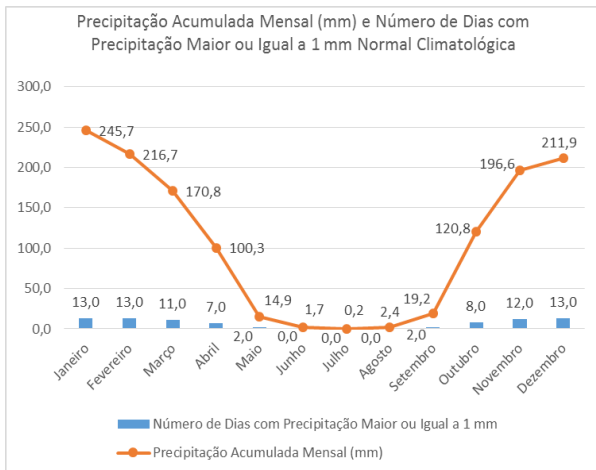


Figura 03 – Precipitação Acumulada Mensal e Número de Dias de Precipitação Normal Climatológica

Fonte: INMET, 2013.

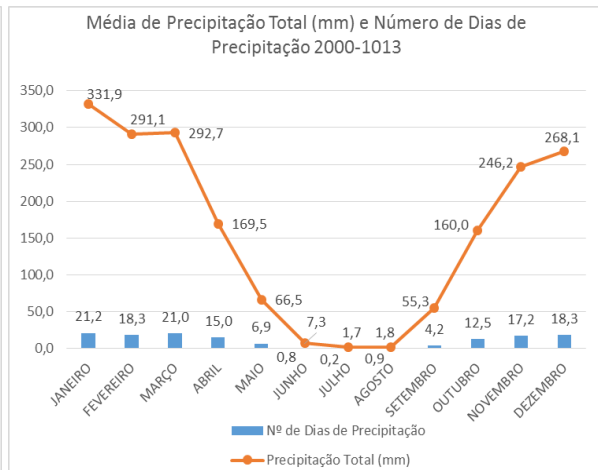


Figura 04 – Média de Precipitação Mensal Número de Dias de Precipitação 2000 a 2013

Fonte: INMET, 2013.

A umidade relativa média do ar apresenta altas de até 80,8% e baixas umidades de 41,4% durante o ano, com valores maiores nos meses de novembro a abril acima de 75%, com maior destaque aos meses de janeiro a março, com valores que superam os 80%, e valores inferiores nos meses de julho, agosto e setembro – abaixo de 50% (Figura 6).

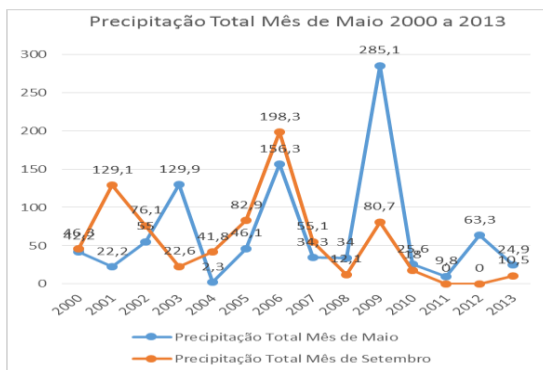


Figura 05 – Precipitação Total Mês de Maio e Setembro entre os anos 2000 a 2013

Fonte: INMET, 2013.

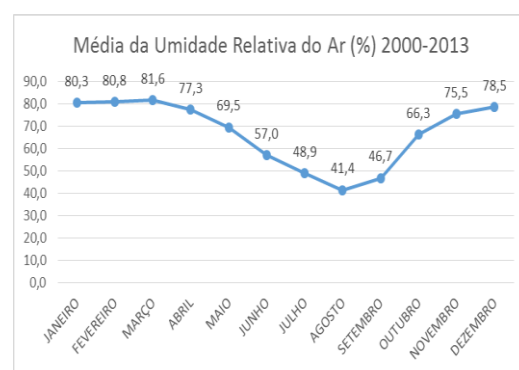


Figura 06 – Média da Umidade Relativa do Ar entre 2000 a 2013

Fonte: INMET, 2013.

Os ventos são predominantemente calmos, em 76,8% dos casos, secundariamente leste e noroeste, em 11,3% e 6,0% dos casos, respectivamente. A velocidade média dos ventos não supera os 2,3 m/s (8,3 km/h), com maiores velocidades em julho, e mínimas entre novembro e março, com 1,7 a 1,8 m/s, ou seja, entre 6,1 e 6,5 km/h (Figuras 7 e 8).

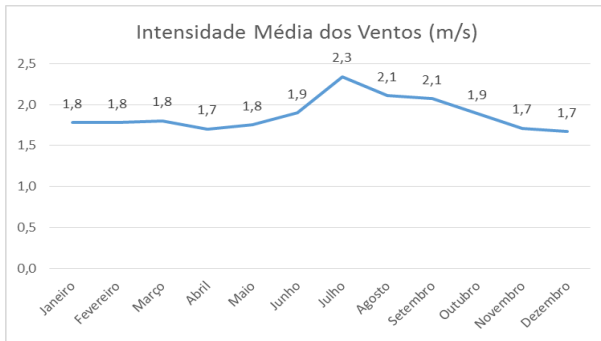


Figura 07 – Velocidades Médias dos Ventos Normal Climatológica
Fonte: INMET, 2013.

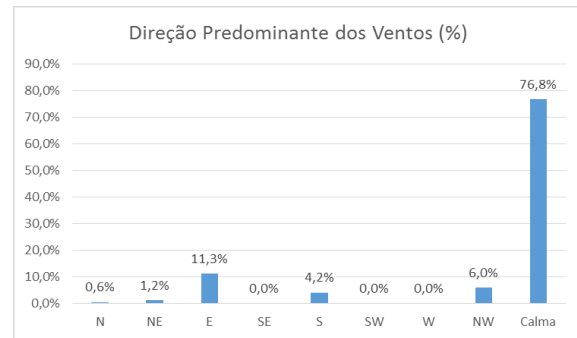


Figura 08 – Direção Predominante dos Ventos (%) 2000 a 2013
Fonte: INMET, 2013.

No entanto, em contraste com as médias, as velocidades máximas dos ventos indicam valores significativos, podendo atingir 9,8 m/s (35,3 km/h), conforme figura 9 abaixo, principalmente entre os meses de junho e setembro, período mais seco do ano. Os dados demonstram que o vento em Palmas-TO pode ter características muito variáveis, tanto em direção, quanto em velocidade, típico de regiões continentalizadas. A alta velocidade dos ventos neste período é agravada pelo aumento de partículas em suspensão no ar, tendo em vista a característica de solo argiloso na cidade (KLINK *et al.*, 1995 apud AZEVEDO, 2008).

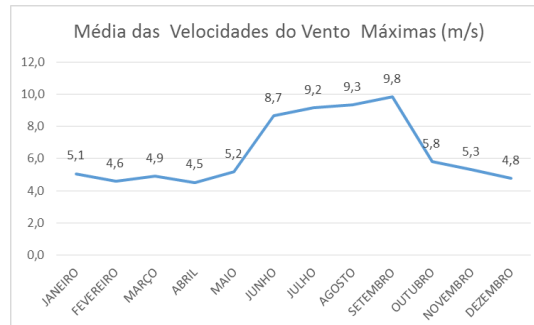


Figura 09 – Média das Velocidades do Vento Máximas em m/s 2000 a 2013
Fonte: INMET, 2013.

Em linhas gerais, percebe-se a definição de duas estações com clara distinção na cidade de Palmas. Uma quente e úmida entre os meses de outubro a abril, período em que o sol encontra-se com declinação Sul, com índice de umidade relativa elevado, elevada pluviosidade, altas temperaturas e baixas amplitudes térmicas, que não ultrapassam os 10°C. Outra estação, compreende o período de junho a setembro, quente e seca, com as mais altas temperaturas do ano, e maior amplitude térmica, chegando entre 15 e 17°C, com declinação solar Norte, baixas umidades e pluviosidade quase nula. As duas estações caracterizadas possuem curto período de transição de um mês (maio e setembro).



Depois de especificar as condicionantes climáticas para a região, foi iniciada a segunda parte da pesquisa, que consistiu em pré-selecionar em livros, normas técnicas e outras fontes bibliográficas, indicações de estratégias de projetos bioclimáticos para o clima da cidade, considerando as duas estações bem definidas identificadas na caracterização climática. 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

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 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 diminuem.
- **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).

3.2 Aberturas

- **Controlar ventilação:** Adotar estratégias para facilitar, ao máximo, a circulação do ar e a passagem dos ventos, no período chuvoso e reduzir ventilação no período quente e seco devido a temperatura do ar e as partículas em suspensão dispersadas pelo vento.
- **Ventilação Cruzada:** A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação, com aberturas mais baixas e saídas de ar quente na parte superior da edificação, provocando uma movimentação por convecção.



- **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 umidificação dos ambientes, no período seco devem-se utilizar técnicas que favoreçam o resfriamento evaporativo natural ou mecânico. Durante o período chuvoso a umidificação dos ambientes deve ser evitada e 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. A proteção é importante em todas as orientações de fachadas, pois ao Norte e Oeste a importância deve-se à insolação no período mais quente do ano, e na fachada Sul e Leste devido à grande incidência de chuvas.
- **Uso de espaços semi-abertos:** Desejável que dêem para alpendres, varandas etc., principalmente a Oeste e Norte, sombreando as aberturas localizadas 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 ventilação provinda de Noroeste a Leste, fachadas estas na direção predominante dos ventos, de forma a reduzir também a radiação solar, alta na fachada Norte a Oeste. Além disso, é necessário reduzir a proteção solar nos meses mais úmidos do ano na fachada Sul, que tem reduzida incidência solar neste período do ano, de forma a evitar mofos na edificação pela alta umidade.
- **Ventilação controlada:** Desejável adotar soluções de controle da ventilação, para reduzir a entrada de partículas em suspensão no interior da edificação.

3.3 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.



3.4 Orientação

- **Quanto à dimensão das faces:** Desejável orientação Leste 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 Norte 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 Norte e Oeste.
- **Localização:** 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. 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.

3.5 Outras recomendações

- **Resfriamento ativo:** O resfriamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por calor, principalmente nos dias em que a ventilação externa não for suficiente, tendo em vista sua variabilidade.
- **Resfriamento Evaporativo:** Nos meses quentes e secos, 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. No caso de Palmas, esta condição é desejável nos meses quentes e secos do ano.
 - **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. No caso de Palmas, a redução da insolação é primordial para minimização das condições extremas no interior da edificação, porém, a insolação é necessária no período úmido do ano, de forma a evitar mofos. A forma da edificação pode auxiliar neste controle, de modo a reduzir a incidência solar e permitir ao mesmo tempo insolação quando desejada, como as configurações compactadas em formato de pátios internos.



4. Conclusões

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 que priorizem o redução da alta insolação, da alta temperatura e baixa umidade, porém, em momentos específicos do ano. O controle desta incidência solar, portanto, é prioritário em relação às demais soluções arquitetônicas estudadas.

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 às necessidades do ser humano 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.

Apesar da pesquisa de iniciação científica ser de curta duração para levantamentos in loco, o levantamento bibliográfico e documental resultante expressam um aporte de recomendações preliminares relevante como fonte de consulta para a prática projetual, principalmente em regiões tão escassas de material bibliográfico sobre o tema. Além disso, a pesquisa foi de grande importância também para estímulo dos estudantes na continuidade das pesquisas sobre arquitetura bioclimática na região.

5. Referências Bibliográficas

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.

AZEVEDO, Maria Inês Ramos. **Estrutura e Restauração de Cerradão em Palmas-TO e Germinação de Sementes de *Buchenavia tomentosa* Eichler, *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne, *Guazuma ulmifolia* Lam. e *Enterolobium gummiferum* (Mart.) J.F.**



Macbr. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo 2000**. In: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000>> Acesso em 25.02.2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Dados Climáticos do Município de Palmas**: Normal Climatológica e período 2000 a 2013. In: <<http://inmet.gov.br/>> Acesso em 25.02.2014.

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).

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.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público.** Brasília, Editora Universidade de Brasília, 2001.

ROMERO, Marta A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano.** São Paulo: Projeto, 1988.

SILVA, Liliane Flávia Guimarães da. **Análise de fatores determinantes de conforto térmico em conjuntos habitacionais de baixa renda: O Caso dos Apartamentos de Mangabeira VII, João Pessoa/PB.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – UFPB, João Pessoa, 2000.



SOUZA, Lucas Barbosa e. **Novas Cidades, Velhas Querelas**: episódios pluviais e seus impactos na área urbana de Palmas (TO), primavera-verão 2009/2010. Revista Mercator - volume 9, número especial (1), 2010: dez.