



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

ESTUDOS BIOCLIMÁTICOS E TECNOLOGIAS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO EM PALMAS (TO)

**Alinne O. de Freitas (1); Silvia Garcia Tavares (2); Raphael de S. Santos (3); Mariela
C. A. de Oliveira (4)**

- (1) Laboratório de Conforto Ambiental – Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Tocantins, Brasil – e-mail: alinnedefreitas@yahoo.com.br
- (2) Laboratório de Conforto Ambiental – Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Tocantins, Brasil – e-mail: silgt@terra.com.br
- (3) Laboratório de Conforto Ambiental – Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Tocantins, Brasil – e-mail: raphaeldes.s@gmail.com
- (4) Laboratório de Conforto Ambiental – Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Tocantins, Brasil – e-mail: mariela@uft.edu.br

RESUMO

Palmas, a última cidade brasileira projetada no Século XX, tornou-se capital do Estado do Tocantins em 1990. Localizada no cerrado, entre a Serra do Lajeado e o Lago da Usina Hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães, com 8 meses chuvosos e 4 meses secos e com variação de temperatura entre 25° a 40°C na estação seca. A capital do Tocantins mescla hábitos culturais de diversas partes do país, reflexo da criação de uma cidade planejada. A divergência cultural é notada nos espaços construídos, pois profissionais de diversas regiões do país atuam na cidade. Os hábitos e repertórios próprios de cada região, adotados igualmente em lugares diferentes, tornam as edificações impróprias para o clima da cidade. O objetivo desse trabalho foi encontrar maneiras de adaptar a arquitetura ao clima local, tanto para o clima quente seco como para os meses chuvosos. Através das análises dos dados climáticos e obras locais realizadas por estudantes da UFT, foi desenvolvido um projeto arquitetônico de um Centro Cultural apresentado na VI Bienal José Miguel Aroztegui. O referido projeto é caracterizado por museu, sala de exposições, oficinas de arte, biblioteca e espaços para eventos. Desenvolveram-se estudos e estratégias adequadas ao clima da região junto com o uso da arquitetura bioclimática no partido arquitetônico. Pela aplicação das estratégias fez-se uso do software Luz do Sol, obtendo resultados satisfatórios. No processo de elaboração do projeto observou que técnicas e ferramentas simples atingem os objetivos pretendidos, como por exemplo, o uso de paredes duplas para amenizar os ganhos térmicos. A definição do espaço através do uso do bioclimatismo definiu condicionantes para que se utilize o máximo dos elementos naturais, minimizando o consumo de energia elétrica. Para realidade local, o estudo mostra que é possível estabelecer uma relação positiva entre a hostilidade climática e um partido arquitetônico através de conceitos bioclimáticos.

Palavras Chaves: Arquitetura, Bioclimatismo, Centro Cultural e Tecnologias.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho partiu do desenvolvimento de um projeto para a VI Bienal José Miguel Aroztegui na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Apresentado no X ENCAC e VI ELACAC, com objetivo de apresentar as dificuldades climáticas do município de Palmas-TO e como trabalhar com as ferramentas da arquitetura bioclimática.

1.1 Clima local

Palmas localiza-se a latitude de $10^{\circ}12'46''S$ e longitude $48^{\circ}21'37''W$, com uma altitude média de 230 metros. De acordo com a Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente do estado do Tocantins, a cidade possui clima úmido e subúmido com pequenas deficiências hídricas, evapotranspiração potencial média anual de 1.600 mm, distribuindo-se no verão em torno de 410 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada.

O Estado do Tocantins sofre influência de duas massas de ar. No período de chuvas o mesmo está sob influência da Massa Equatorial Continental (MEC), que se origina na região da Amazônia e tem característica quente e úmida. No período de estiagem sofre influência da Massa Tropical Continental (MTC), com característica quente e seca, a qual é responsável pela baixa de umidade e elevação da temperatura do ar. No geral, a média anual de temperatura fica entre 24° e $28^{\circ}C$ e na estação seca a temperatura varia entre 25° a $40^{\circ}C$ (NASCIMENTO, 2009).

No município a temperatura média anual varia de 19° a $28^{\circ}C$ com máximas chegando a $37,5^{\circ}C$, umidade relativa do ar superior a 70% durante 8 meses e, entre 50% e 70% durante 4 meses. Seus ventos predominantes são no sentido sudeste, considerados moderados a fraco com velocidade média entre 1,1m/s a 1,6m/s.

Para relacionar o clima da cidade com as diretrizes arquitetônicas de acordo com sua localização utilizou-se a tabela de Mahoney (EL CLIMA Y EL DISEÑO DE CASAS, 1973) e a Norma de Zoneamento Bioclimático Brasileiro NBR 15220-3 (ABNT, 2005). Ambas levam em consideração a afirmação de que o conforto térmico tem relação direta com quatro variáveis ambientais: temperatura, radiação, umidade e movimento do ar.

Palmas não consta nas cidades relacionadas na Norma de Zoneamento Bioclimático Brasileiro (ABNT, 2005), porém foi adotada como base Porto Nacional, com latitude $10^{\circ}44'S$ que fica a 66 km da capital, sendo o município mais próximo.

Pela NBR-15220-3, Porto Nacional está na zona bioclimática 7 e as diretrizes construtivas para esta zona são:

- a ventilação cruzada obtida através da circulação de ar nos ambientes da edificação, ou seja, se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada (no período de clima quente seco a ventilação deve ser noturna);
- deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o mesmo pode alterar significativamente a direção dos ventos (na região de Palmas há predominância de ventos sudeste);
- proteger as aberturas e vedações da exposição à radiação solar direta;
- aberturas pequenas para ventilação: entre 10% e 15% da área do piso;
- recomenda-se o uso de paredes e cobertura pesada, ou seja, com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior no período da noite, quando as temperaturas externas diminuem;
- parede pesada: $U \leq 2,20W/m^2K$; $\phi \geq 6,5$ horas; $FCS \leq 3,5\%$;
- cobertura pesada: $U \leq 2,00W/m^2K$; $\phi \geq 6,5$ horas; $FCS \leq 6,5\%$;

Nas estratégias de condicionamento térmico passivo a NBR-15220-3 recomenda que para o verão:

- as sensações térmicas indesejáveis podem ser amenizadas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes e o uso de ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa);

- resfriamento evaporativo através do uso de vegetações, fontes de água ou outras soluções que diretamente resfriem o ambiente.

Através de elementos climáticos, temperatura média anual do ar, umidade do ar e índice pluviométrico, os quadros de Mahoney relacionam informações climáticas do local estabelecendo diretrizes e indicando quais procedimentos corretivos podem ser adotados ainda na fase de concepção do projeto. Esses quadros trabalham com os indicadores de umidade e aridez. Na aplicação dos indicadores percebe-se que as diretrizes de projeto para Palmas, embora localizada na zona bioclimática 7, apresentam estratégias que mesclam diretrizes para dois tipos de clima: o quente seco e o quente úmido.

Abaixo seguem as diretrizes dos quadros de Mahoney que devem ser utilizadas, considerando os dados climáticos de Palmas (LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA/UFT, 1994-2008):

- desenho: edifícios com eixos principais leste-oeste, para reduzir exposição ao sol das fachadas (Leste e Oeste), que recebem radiação em todas as épocas do ano;
- espaçamento: espaço aberto para penetração da brisa, porém protegido contra vento quente e frio;
- fenestração médias, 20 - 40%;
- paredes externas e internas pesadas;
- coberturas isoladas e leves;
- proteção contra a chuva;
- aberturas nas paredes Norte e Sul, na altura do usuário e no lado oposto ao vento (a localização das aberturas está vinculada às fachadas que recebem insolações em períodos distintos do ano);
- movimentação de ar: habitações em fileira única. Deve-se prever dispositivo que garantam ventilação permanente, como por exemplo, cobogós;
- o exterior com drenagem adequada para a água da chuva.

1.2 Arquitetura local

Devido às dificuldades climáticas¹ é necessário o conhecimento dos climas para que seja desenvolvida a concepção dos projetos arquitetônicos. Por ser uma cidade nova, ainda existe muita influência das culturas construtivas de outras regiões, na maioria dos casos regiões com climas diferentes do encontrado em Palmas.

Essa “importação” de repertórios arquitetônicos, vista pelo mercado consumidor como sinônimo de uma boa arquitetura, acarreta posteriormente problemas maiores como o consumo de energia pela refrigeração interna através do uso de aparelhos de ar condicionado. Outro problema encontrado é o gasto exorbitante com iluminação artificial, pois existe necessidade de bloquear a radiação solar direta em função da abundância com que a mesma é encontrada na região. Como as aberturas não possuem sistemas de proteção solar corretamente implementados, o uso de Película de Controle Solar para vidros é a alternativa utilizada para resolver o problema.

1.2.1 Projetos locais

Os edifícios representativos dos três poderes do estado, projetos do Grupoquatro, correspondem a uma escala monumental, sendo compostos por blocos pesados com uso de proteções como quebra sóis, que também contribuem para a expressão volumétrica do edifício. A cor predominante nos primeiros edifícios da capital, como pode ser observado na Figura 01, era o marrom avermelhado que possui ligação com a cor da terra do cerrado e com a poeira existente nas suas grandes avenidas no início da consolidação da cidade (SOUZA, 2007).

¹ Segundo Nascimento (2009) seu clima é tropical semi-úmido com duas estações bem definidas, chuvosa de outubro a abril e seca de maio a setembro. A umidade média do ar em Palmas é de 80% em uma determinada época do ano, durante os meses de chuva, podendo chegar a uma média mínima de 47% em alguns períodos, nos meses de seca.



Figura 1 – Assembleia Legislativa (a); Palácio Araguaia (b); Tribunal de Justiça (c) (Fotos: Alinne de Freitas)

O Espaço Cultural José Gomes Sobrinho, projeto do arquiteto Henrique Paranhos, localizado na região sul da cidade é um dos pontos turísticos, com área para shows, teatro, biblioteca, oficinas para aula de artes e cinema. Ao norte está localizado o Sesc Cultura e Lazer, com espaços para shows e espetáculos, oficinas de artes e áreas para lazer e recreação (Figura 2).



Figura 2 – Espaço Cultural José Gomes Sobrinho (a); SESC (b) (Fotos: Alinne de Freitas)

O Espaço Cultural José Gomes Sobrinho situa-se em uma das poucas áreas da cidade com relevo acidentado. Seus blocos de atividades são disponibilizados embaixo de uma grande cobertura, de forma que todos os módulos estejam protegidos totalmente ou parcialmente da radiação solar excessiva. O teatro está implantado de maneira a melhorar o rendimento termo-acústico e diminuir o consumo de energia com ar-condicionado, pois está localizado no subsolo proporcionando menor ganho térmico de radiação solar.

O Sesc Cultura e Lazer, projeto do arquiteto Manuel Vaz, possui espaços destinados à prática de esportes e atividades físicas, salas de aula, biblioteca, auditórios, cinema e teatro. Situado no mesmo eixo que se encontra o Espaço Cultural, entre as avenidas Teotônio Segurado e NS 02.

2 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um projeto para a cidade de Palmas, com base em tecnologias bioclimáticas e eficientes quanto ao uso de energia elétrica, que possam ser utilizadas na elaboração de projetos com fins culturais.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada dividiu-se em 5 etapas. A primeira sobre os estudos do clima local, a segunda sobre a análise de obras locais, a terceira sobre a concepção do projeto a quarta sobre a utilização de *software* e a última, os resultados.

Na primeira etapa, as características climáticas da cidade foram estudadas através da carta bioclimática e compilação de dados locais nos quadros de Mahoney. Este estudo apresenta, entre as metas estabelecidas, estratégias para aproveitar as potencialidades climáticas como o estudo da predominância dos ventos e o período de seca, no intuito de minimizar o desconforto ambiental imposto pelo clima.

Com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre técnicas passivas aplicadas às construções, foram estudadas estratégias bioclimáticas simples como aproveitamento de ventos predominantes, características topográficas devido ao terreno apresentar desníveis, entre outras.

Para isso, fez-se necessário compreender a relação do clima da região e as edificações existentes, realizando estudos das obras locais de influência cultural. Para elaboração do programa de necessidades do Centro Cultural Buritis e suas principais características, foi necessário estudar projetos de outros centros culturais, refletir sobre a demanda local para determinadas atividades e elaborar fluxogramas e organogramas para diminuir espaços com atividades sub-escalonadas.

Na próxima etapa está a concepção do projeto, desenvolvido a partir das características do terreno, diretrizes bioclimáticas para a região, análises das obras locais e referências de obras de centros culturais.

Posteriormente, utilizou-se ferramentas para atingir o conforto ambiental no interior da edificação. Uma delas foi o *software* Luz do Sol (RORIZ, 1995), que foi utilizado para estimar a quantidade de radiação que atingiria as fachadas, colaborando assim para identificar os horários e fachadas mais predispostas ao recebimento de radiação solar direta.

O resultado apresentou que para Palmas a incidência de radiação é alta para todas as fachadas e isto exige uma atenção maior na concepção do projeto. Assim, com os dados gerados pelo *software* buscou-se diminuir o ganho térmico nas fachadas e, conseqüentemente, no interior da edificação, que mais são afetadas pela radiação solar direta em horários significativos para o dimensionamento total ou parcial de protetores solares.

Através dos estudos das diretrizes bioclimáticas para a região de Palmas pode-se fazer as aplicações das mesmas, levando em conta que em ambas existem pontos que devem ser analisados, pois a cidade mescla dois tipos de clima: quente úmido e quente seco. As diretrizes aplicadas devem atender aos dois períodos, para tanto os quadros de Mahoney são os mais próximos da realidade do clima da região.

4 RESULTADOS

Devido à variação de temperatura dos dois períodos que causam desconforto ambiental, através do *software Analysis Bio*, foi gerada a carta psicrométrica de Palmas, com a finalidade de alcançar a zona de conforto (Figura 3).

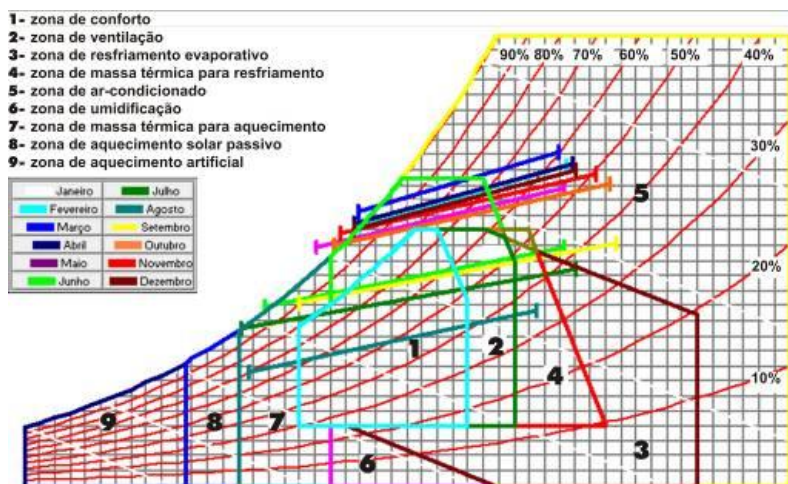


Figura 3 – Carta Psicrométrica gerada no *software Analysis Bio*

Na carta psicrométrica observou alguns pontos que devem ser abordados sobre o clima de Palmas. Os meses que passam na zona de conforto são somente junho, julho, agosto e setembro, clima quente seco, porém os mesmos precisam de ventilação e massa térmica para resfriamento. Todos os meses do ano, exceto agosto, precisam de climatização artificial. Isso mostra que mesmo com a aplicação de condicionamento térmico passivo ainda assim há necessidade de resfriamento artificial. Os meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho apresentam umidade relativa do ar superior a 90%. Portanto, para todos os meses será necessária aplicação de estratégias que minimizem o desconforto térmico causado pelas variações de temperatura, umidade relativa do ar e ventos.

4.1 Análise dos projetos locais

O grupo visitou as edificações locais citadas neste trabalho e constatou algumas observações que serão descritas a seguir.

Os edifícios representativos dos três poderes apresentam uma arquitetura que demonstra uma preocupação com os rigores climáticos da região, porém não se pode afirmar que durante a concepção dos projetos foram pensados em uma arquitetura voltada para o clima regional.

Diferente da arquitetura do Espaço Cultural José Gomes Sobrinho, o Sesc Lazer e Cultura é uma arquitetura típica comercial comum em Palmas e as edificações em sua maioria remetem aos mesmos erros. As mesmas privilegiam a economia inicial com o preço da obra, sem levar em conta os posteriores gastos com energia para a climatização do prédio.

Atualmente, no Sesc Lazer e Cultura, todos os ambientes funcionam com ar condicionado, desde as salas de aula até as áreas destinadas à prática de atividades físicas, como a academia. A iluminação natural dos ambientes internos não atende as necessidades das atividades realizadas, sendo indispensável o uso de iluminação artificial. A utilização de brises e beirais simplesmente foram esquecidos. A estrutura mista do prédio, constituída de aço e concreto armado com vedações em alvenaria, também não levou em conta a inércia térmica. Tentando acompanhar a estrutura em aço, foram adotadas paredes de blocos cerâmicos com espessura de 15 cm. O fechamento da cobertura é de telhas metálicas em zinco que possuem transmitância térmica de 3,49 W/m²°K, e sua utilização é feita sem qualquer tratamento.

A edificação do espaço cultural José Gomes Sobrinho, serviu como base para o projeto apresentado pelos alunos ao congresso de arquitetura bioclimática, pois possui alguns conceitos como o aproveitamento da topografia e a grande cobertura.

4.2 Projeto apresentado na VI Bienal José Miguel Aroztegui

A localização do terreno para implantação do projeto foi um dos fatores importantes para aplicação das diretrizes bioclimáticas no Centro Cultural Buritis. Tirou-se partido das características do terreno com topografia acidentada e próximo a uma área de preservação ambiental, predominância dos ventos e também as vistas importantes, como a contemplação da Serra do Carmo a leste e a oeste o Lago UHE. Essas características contribuíram para a definição das disposições dos blocos do programa de necessidades (Figura 4).



Figura 4 – Vistas do Terreno (Fotos: Alinne Freitas)

Articula-se o espaço por meio de dois eixos um eixo principal no sentido leste e oeste destacando as visuais e um eixo secundário deslocado 25° a nordeste. Os blocos foram locados de acordo com as características de cada ambiente e levando em consideração o aproveitamento da topografia. O eixo principal é paralelo a uma das avenidas mais importantes da capital, a Avenida Juscelino Kubitschek, criando ligação direta da avenida com o edifício (Figura 5).

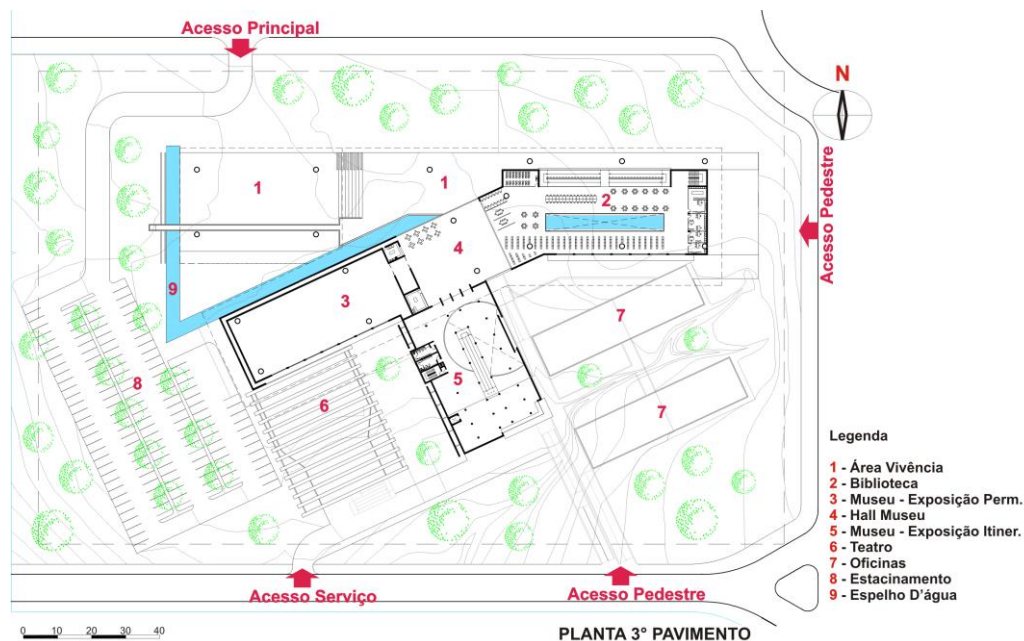


Figura 5 – Implantação do Centro Cultural Buritis

Para a proposta, do projeto do Centro Cultural Buritis, foram adotadas diretrizes como paredes espessas para aumentar a inércia térmica, cobertura leve, aproveitamento da topografia do terreno, uso de espelho d'água.

4.3 Aplicação de diretrizes

Através das diretrizes que condizem com as características climáticas locais, pode-se utilizar estratégias que propiciarão melhor conforto ambiental tanto nas áreas internas como nas áreas externas do edifício. A seguir são apresentadas as estratégias utilizadas para cada espaço do programa de necessidades do centro cultural.

A visualização da cobertura não transmite as propriedades térmicas adotadas, embora se tenha a sensação de uma cobertura pesada, a mesma é composta de telhas termoacústicas com superfície refletora, que em alguns lugares da cobertura (sentido predominante do vento) permite a passagem do ar. O fechamento lateral é realizado pelo mesmo material das telhas. A dificuldade de estabelecer uma cobertura leve ou pesada se deu pela divergência entre as informações encontradas. Enquanto a NBR 15220-3 sugere o uso de coberturas pesadas, os quadros de Mahoney aplicam o conceito de coberturas leves.

Levando-se em conta esses pressupostos, optou-se pela solução em partes. Uma cobertura leve com materiais refletoras evitando a radiação direta, cobertura solta para passagem do ar, que se responsabiliza pelas trocas térmicas por convecção (necessárias pela umidade) e uma laje de concreto com alta densidade priorizando a inércia térmica (auxiliando nas épocas secas, aonde a amplitude térmica chega a mais de 10°C).

A Biblioteca do Centro Cultural é o principal elemento do projeto. O partido da biblioteca é uma forma pura com átrio central, que tem como finalidade proporcionar trocas de ar por efeito chaminé. A circulação vertical é feita pela rampa conduzindo o olhar para o alto e remetendo à importância do conhecimento erudito (Figura 6).



Figura 6 – Fachada leste (Imagens geradas no *software sketchup*)

A área do museu destinada a exposições permanentes, está localizada perpendicular aos ventos predominantes, no eixo secundário, para proporcionar ventilação cruzada no interior dos ambientes. A mesma necessita da iluminação natural difusa para a contemplação das obras de arte. Para tanto, adotou-se uma captação natural pela fachada sudeste, onde há menor ganho térmico no decorrer do ano (Figura 7 (a), número 1). Por essa fachada ocorre também ventilação natural, que é predominante nessa orientação (SE) na maior parte do ano.

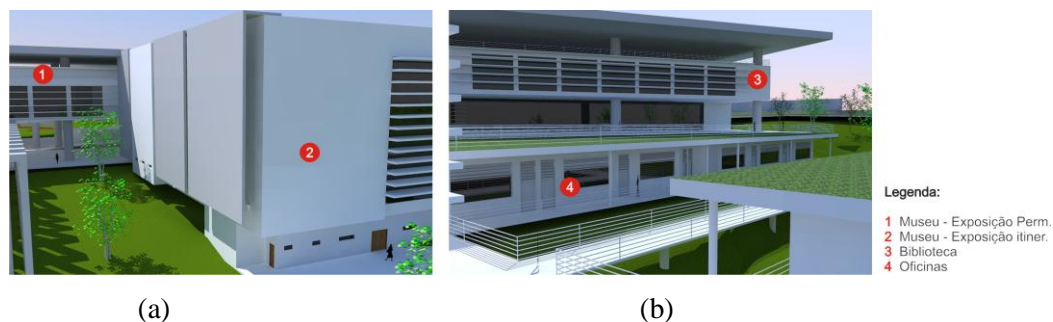


Figura 7 – Vista Sudoeste Museu (a) Vista Sudoeste Oficinas/Biblioteca (Imagens geradas no *software sketchup*)

Em relação ao conforto térmico, luminoso e acústico, as Oficinas de Arte estão em local privilegiado. A edificação está semi-enterrada, com o nível da cobertura sendo o mesmo do piso térreo da biblioteca. As oficinas estão posicionadas em um vale e divididas em dois blocos, que proporcionam circulação do vento predominante para criar um microclima agradável e carregar ar fresco para o interior dos ateliês. Foi adotada cobertura verde para os dois blocos para amenizar as trocas de calor com o interior e integrar a edificação ao ambiente externo. A cobertura verde do bloco da oficina mais próxima da biblioteca é destinada à visitação, como visto na Figura 7 (b).

No período do ano em que a umidade relativa em Palmas é elevada, é necessário que as obras de arte sejam protegidas contra eventuais danos em função da umidade do ar. Para tanto se optou por fechar estes ambientes e climatizá-los. Nesse período, a relação temperatura-umidade também não permite que se tenha conforto sem estratégias ativas. Considerando que galerias de arte são espaços de contemplação, faz-se necessário, para a maior permanência do público, que estes espaços sejam artificialmente climatizados.

Nas fachadas noroeste e sudoeste do museu, na área de exposição itinerante e exposição permanente, paredes revestidas em argamassa celular (Figura 7 (a); Figura 8, número 1), que protegem das 9h às 15h. Nesse período, o ganho térmico por radiação varia de 372Wh/m² a 542Wh/m². No dia 21/06/2009 a fachada norte teve ganho térmico total de 9061Wh/m², amenizado com *brise soleil* na biblioteca (Figura 8, número 3), segundo simulações feitas no *Software Luz do Sol* (Gráfico 1).

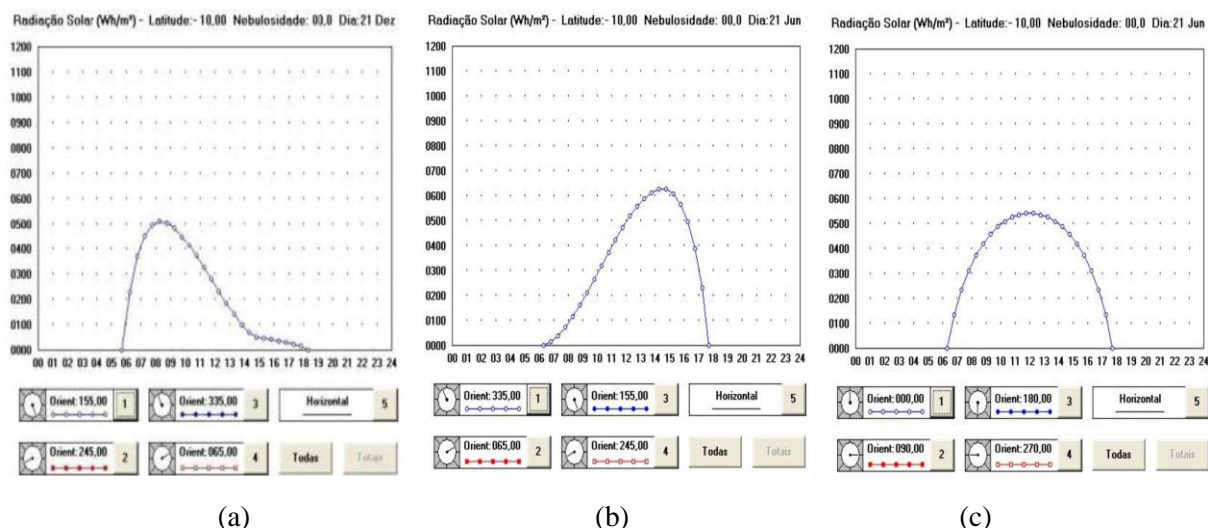


Gráfico 1 – Radiação da fachada sudoeste (a); Radiação da fachada noroeste (b); Radiação da fachada norte (c) (Gráficos gerados no *software* Luz do Sol)

Para proteger o espaço coberto da área de vivência da incidência solar direta proveniente da orientação oeste, optou-se por uma proteção com placas de concreto celular penduradas e fixadas por cabos de aço na laje. Além de duas paredes em alvenaria com pequenas aberturas que ajudam a proteger os espaços da entrada do sol oeste (Figura 8).



Figura 8 – Fachada Norte (Imagens geradas no *software* sketchup)

O espelho d'água, que corta a edificação, tem como função aumentar a umidade no período de estiagem, de junho a setembro, amenizando a sensação de desconforto devido à baixa umidade. No período chuvoso, quando a umidade relativa do ar é alta (acima de 70%), os espelhos d'água estarão vazios e servirão apenas como caminhos de passagem. O mesmo espelho d'água passa no átrio da Biblioteca, sendo benéfico também para a climatização desse ambiente.

As aberturas (janelas e portas), do edifício como um todo, foram pensadas de formar a serem predominantes nas fachadas norte e sul, favorecendo a troca de ar por ventilação cruzada, sendo as mesmas compostas por dispositivos que se abrem quando se deseja fazer essa troca de ar. Por se ter dois climas distintos, no período quente seco a ventilação deve ser apenas noturna.

Como apresentado nas diretrizes para o clima da região, adotou-se parede dupla de tijolos de 8 furos circulares assentados na menor direção, diminuindo a passagem de calor por condução devido ao aumento da inércia térmica. Este tipo de parede possui uma transmitância térmica de 1,52 W/(m²K), capacidade térmica de 248 e ainda um atraso térmico de 6,5 horas, de acordo com NBR 15220-3.

4.4 Análise dos resultados e conclusões

As diretrizes aplicadas no desenvolvimento do projeto do centro cultural não devem ser observadas apenas pontualmente para o edifício específico, pois as mesmas são aplicáveis a qualquer projeto que seja concebido para ser implantado na região, visto que o projeto usa como diretrizes construtivas a carta bioclimática e, principalmente, os quadros de Mahoney que possuem os dados climáticos de Palmas.

Observou-se que condicionamento térmico passivo ocorre somente em poucos momentos durante o dia, sendo necessário o uso de resfriamento artificial para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico em determinados momentos, como foi analisado na carta psicrométrica.

A aplicação de diretrizes bioclimáticas deve ser uma determinante para arquitetura local, que não possui uma tipologia referencial e acaba por implantar projetos inadequados ao clima da região. No entanto, é necessária a análise de todos os fatores ligados ao conforto ambiental, pois vale ressaltar que há dois climas distintos.

5 REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro, 2005. 23 p.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. **Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos.** Maceió: EDUFAL, 2007. 164 p.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Cristina. **Introdução à ventilação natural.** 2º ed. Maceió, AL: EDUFAL, 2006. 163 p.

BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **Sol, vento & luz: estratégias para o projeto de arquitetura.** 2º ed. Porto Alegre, RS: Boolman, 2004. 416 p.

EL CLIMA Y EL DISEÑO DE CASAS: Diseño de viviendas económicas y servicios de la comunidad. Volume 1. Nueva York: Naciones Unidas, 1973.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico.** 5º ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 243 p.

LABEE, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Software Analysis Bio** – versão 2.1.5 – junho de 2007. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/software/analysisBIO.html>>. Acessado em: 10 jun. 2009.

LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA/UFT. Universidade Federal do Tocantins – Campus Palmas. Estação: Meteorológica Automática. Altitude: 214m. Localização: Lat. 10°10'Sul, Long. 48°25'Oeste, 1994-2008.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo, SP: Editora PW, 1997. 188 p.

MASCARÓ, Lucia R. de. **Energia na edificação: estratégia para minimizar seu consumo.** São Paulo, SP: Editora Parma Ltda, 1985. 136 p.

NASCIMENTO, J. **Tocantins: História e geografia.** Goiânia: Bandeirante, 2009b. 141 p.

REBELLO, Yopanan C. P. **A concepção estrutural e a arquitetura.** 5º ed. São Paulo, SP: Zigurate Editora e Comercial Ltda, 2007. 272p.

RORIZ, Mauricio. Software Luz do Sol – versão 1.1 – junho de 1995. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/software/luzDoSol.html>>. Acessado em: 10 jun. 2009.

SEGAWA, H. **Palmas, cidade nova ou apenas uma nova cidade?** Revista Projeto n. 146, São Paulo: Arco Editorial Ltda., 1991.

SOUZA, Edison Eloy de. Planejar no Cerrado. **Revista AU N°159**, São Paulo: Editora PINI, 2007. p.70-75.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a aluna do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFT, Deyse Cristina da Costa, uma das autoras do projeto do Centro Cultural. Aos professores Édis Carvalho e Giuliano Orsi pelo auxílio no desenvolvimento do projeto apresentado na VI Bienal José Miguel Aroztegui e ao Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal do Tocantins (LABCON/UFT).