



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

## CONFORTO TÉRMICO SUSTENTÁVEL PARA EDIFICAÇÕES EM PALMAS: ESTRATÉGIAS RECOMENDADAS E ANÁLISE DE EDIFICAÇÕES

---

SUSTAINABLE THERMAL COMFORT FOR BUILDINGS IN PALMAS:  
RECOMMENDED STRATEGIES AND ANALYSIS OF BUILDINGS

COMODIDAD TÉRMICA SOSTENIBLE PARA EDIFICIOS EN PALMAS:  
ESTRATEGIAS RECOMENDADAS Y ANÁLISIS DE EDIFICIOS

**Mariela Cristina Ayres de Oliveira<sup>1</sup>**  
**Amanda Souza Silva<sup>2</sup>**

### RESUMO

As edificações precisam ser locais de abrigo do homem contra o clima externo, ao mesmo tempo em que também precisam se responsabilizar pelos impactos fornecidos ao meio ambiente e à vida, assegurando a segurança e conforto. A cidade de Palmas possui como características altas temperaturas do ar, porém o calor pode e precisa ser minimizado e, nesse ponto, a arquitetura tem papel crucial no conforto térmico dos ocupantes das

---

<sup>1</sup> Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (2000), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas (2003) e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas (2009). Professora Adjunta da Fundação Universidade Federal do Tocantins. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Conforto Ambiental e Ventilação. Membro do Núcleo NEUCIDADES, coordena a linha de pesquisa Cidade, Cultura e Meio Ambiente, com ênfase em patrimônio e turismo. E-mail: [mariela@uft.edu.br](mailto:mariela@uft.edu.br).

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins. E-mail: [souzamanda\\_silva@hotmail.com](mailto:souzamanda_silva@hotmail.com).



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

edificações. Parte-se do pressuposto que o conforto térmico nos espaços construídos é fundamental para a qualidade de vida, o que o torna um critério para qualquer projeto arquitetônico. O trabalho faz uma análise quantitativa e qualitativa utilizando medições e aplicação de questionário no Prédio da Biblioteca da UFT em Palmas. A partir das análises, percebe-se que a importação de estilos arquitetônicos sem uma releitura regional apenas agrava os problemas entre a edificação e o usuário.

**PALAVRAS CHAVES:** Conforto térmico; arquitetura bioclimática; edificações sustentáveis

#### **ABSTRACT**

Buildings need to be places of man's shelter from the outside climate, while also taking responsibility for the impacts on the environment and life, making them safer and more comfortable. The city of Palmas has one of its main characteristics in elevated temperatures, but the heat can and must be minimized and, at this point, architecture plays a crucial role in the thermal comfort of the occupants of the buildings. This work brings a quantitative and qualitative analysis through measurements and questionnaire application in the Library Building of the UFT in Palmas, aiming at the thermal comfort from the problematization of the quality of life in the constructed spaces, bringing the thermal thermal comfort as fundamental criterion for any architectural project. It is noticed that the importation of architectonic styles without a regional re-reading only aggravates the problems between the building and the user.

**KEYWORDS:** Thermal comfort; Bioclimatic architecture; Sustainable buildings

#### **RESUMEM**

Las edificaciones necesitan ser locales de abrigo del hombre contra el clima externo, al tiempo que también necesitan responsabilizarse por los impactos proporcionados al medio ambiente ya la vida, asegurando la seguridad y confort. La ciudad de Palmas possui como característica las altas temperaturas del aire, pero el calor puede y necesita ser



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

minimizado y, en ese punto, la arquitectura tiene un papel crucial en el confort térmico de los ocupantes de las edificaciones. Se parte del supuesto de que el confort térmico en los espacios construidos es fundamental para la calidad de vida, lo que lo convierte en un criterio para cualquier proyecto arquitectónico. El trabajo hace un análisis cuantitativo y cualitativo utilizando mediciones y aplicación de cuestionario en el Edificio de la Biblioteca de la UFT en Palmas. A partir de los análisis, se percibe que la importación de estilos arquitectónicos sin una relectura regional sólo agrava los problemas entre la edificación y el usuario.

**PALABRAS CLAVE:** Conforto térmico; arquitetura bioclimática; edificações sustentáveis

Recebido em: 13.09.2018. Aceito em: 18.12.2018. Publicado em: 03.01.2019.



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

## INTRODUÇÃO

O mapa climatológico simplificado do Brasil classifica a região onde se insere o estado do Tocantins como quente semiúmido, apresentando verão quente e chuvoso e inverno seco e quente. Uma proposta de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro, feita por Maurício Roriz, para ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (RORIZ, 2012) - indica que a cidade de Palmas pertence a uma das três zonas mais quentes do Brasil e, com a elevação da temperatura global, tem-se experimentado temperaturas cada vez mais elevadas, onde o uso de sistemas de refrigeração se tornam indispensáveis à medida que as edificações não correspondem às necessidades climatológicas da região.

Se a tendência das mudanças climáticas é intensificar o aumento da temperatura do planeta, é necessário que as edificações – lugar de abrigo, trabalho, permanência e proteção do homem – respondam às demandas de conforto térmico, preocupando-se com a diminuição do uso de energia proveniente de fontes não renováveis, responsáveis pelo agravamento do aquecimento, dentre outros fatores inseridos no contexto das mudanças climáticas. (ROAF, 2009),

Este trabalho justifica-se pela necessidade de se construir em Palmas com parâmetros que atendam ao clima desta região, preocupando-se não somente com o conforto e segurança dos habitantes como também com a necessidade global de se construir ambientes menos degradantes, mais econômicos e saudáveis para as atuais e futuras gerações. O objetivo geral deste trabalho é expor através de um estudo de caso que edificações que não utilizam estratégias bioclimáticas acabam acarretando problemas em sua ocupação. Para isto serão abordados: os princípios bioclimáticos para projeto de edificações em Palmas e Análise das condições de conforto em edificação específica em Palmas para estudar sua adequação ou não com os conceitos abordados.



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

De acordo com o pesquisador José Marengo (2007), estudos sobre as mudanças climáticas “mostram que, no Brasil, a temperatura média aumentou aproximadamente 0,75°C até o final do século 20 (considerando a média anual entre 1961-90 de 24,9°C) ” (MARENGO, et. Al., 2007).

Os anos de 2014 e 2015 registraram recordes no aumento de temperaturas em diversas cidades do país. São Paulo, no verão de 2014, enfrentou 36,5°C, o mais quente desde 1999 (SOUZA, 2015). Goiânia, ultrapassou os 39°C em outubro de 2015 (VELASCO, 2015). E Palmas, no Tocantins, se tornou a cidade mais quente do país em setembro de 2015, quando a temperatura atingiu 41,9°C. Anteriormente no mesmo mês, a cidade já havia registrado 41,7°C, e posteriormente, 39,9°C. (CLIMATEMPO, 2015)

O uso excessivo do vidro nas fachadas das edificações modernas é um problema crônico da arquitetura moderna, que foi trazido para a arquitetura contemporânea. Roaf explica que o excesso de vidro nas fachadas, com pouca ou nenhuma proteção solar, e hermeticamente fechadas, transforma as edificações em estufas, tão superaquecidas que só podem ser utilizadas com sistemas de refrigeração de ar ligados constantemente. (ROAF, CRICHTON, & NICOL, A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas: um guia de sobrevivência para o século XXI, 2009).

Contra a eliminação de sistemas de condicionamento do ar há ainda a crença de que edifícios como laboratórios, museus e hospitais precisam de sistemas de refrigeração mecânica, mas Roaf afirma que os estudos na área têm mostrado que ainda que estes espaços devam ser muito limpos, “trabalhadores, artefatos e pacientes ficam, respectivamente, mais felizes, duram mais, e se curam mais rápido em espaços com ventilação natural” (ROAF, CRICHTON, & NICOL, A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas: um guia de sobrevivência para o século XXI, 2009)



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

Quanto ao consumo de energia elétrica, no Brasil, a região Norte é a que mais gasta energia com ar condicionado em residências, atingindo 40% do total do consumo residencial. No setor comercial e público, o uso do ar condicionado é responsável por 47% e 48%, respectivamente, de toda energia consumida no país (LAMBERTS, DUTRA, & PEREIRA, Eficiência Energética na Arquitetura, 2013). Ainda que vinda de fonte limpa, como já explicado, a energia hidrelétrica não é o modelo mais sustentável, quanto menos infinito.

O conceito de edificação sustentável surgiu juntamente com a história dos movimentos ambientais na segunda metade do século XX. A constatação, na década de 1970, de que as edificações eram responsáveis por quase metade das emissões dos gases de efeito estufa colocou a arquitetura na linha de frente das batalhas pela redução do consumo de energia:

“A mudança para projetos sustentáveis [...] foi uma resposta pragmática a alta do preço do petróleo em 1973 quando o preço do combustível fóssil elevou-se enormemente e os ‘futurologistas’ começaram a examinar a história dos combustíveis fósseis no planeta e a calcular quanto petróleo e gás restavam” (ROAF, FUENTES, & THOMAS-REES, Ecohouse: A casa ambientalmente sustentável; 4ª edição, 2014, p. 25)

Keeler (2010), afirma que edificações cujo projeto se adapta ao clima local garantindo um bom conforto térmico são consideradas sustentáveis, o que leva à consideração de Corbella e Yannas (2009) para arquitetura sustentável como sendo “a continuidade mais natural da Bioclimática, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente de modo a torna-lo parte de um conjunto maior” (CORBELLA & YANNAS, Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos - conforto ambiental; 2ª edição, 2009)



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

Britto Correa (2002), define arquitetura bioclimática como uma arquitetura pensada para o clima do lugar, o sol, o vento, a vegetação, e a topografia, estabelecendo condições adequadas de conforto físico e mental dentro do espaço físico em que se desenvolve, e também de alta eficiência energética. Ela afirma que,

“Nos enganamos quando pensamos que o futuro da arquitetura é feito de imagens de arranha-céus feitos de alumínio, ferro e muito vidro. A vanguarda da arquitetura, já em curso nas paisagens dos EUA e Europa, retoma os materiais naturais e benignos, se preocupa com estratégias para poupar água e luz, respeita a natureza e o entorno onde se insere e, sobretudo, promove o conforto sem esquecer a questão estética” (BRITTO CORREA, 2002)

Arantes de Souza acrescenta que a arquitetura bioclimática manipula o desenho e os elementos arquitetônicos o intuito de otimizar as relações entre homem e natureza (SOUZA, apud JOAQUIM, 2012). E Corbella e Corner (2011) afirmam que este tipo de arquitetura aproveita os recursos naturais disponíveis, como a energia solar, que por séculos foi utilizada pelo homem, e abandonada com o surgimento de novas tecnologias (CORBELLA & CORNER, Manual de Arquitetura Bioclimática Tropical para Redução de Consumo Energético, 2011).

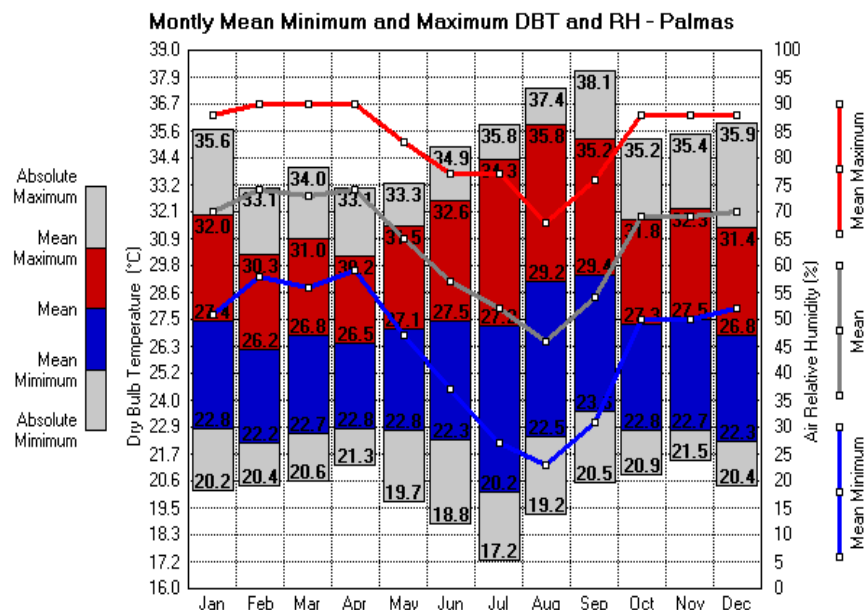
Palmas situa-se na latitude  $-10^{\circ}17'$  e longitude  $-48^{\circ}33'$ , centro geográfico do país com altitude de 280m, distante 1010 km do mar. Segundo Dias (2009) o clima de Palmas é intensamente influenciado pela continentalidade pois se encontra na região central do país, afastada do mar. Essa característica faz com que as temperaturas se elevem durante o dia, acentuadas pela altitude (DIAS, 2009)

O Laboratório de Meteorologia e Climatologia do CUP/UFT, classifica o clima de Palmas como tropical chuvoso, “com uma estação relativamente seca durante o ano temperaturas médias anuais de  $26,9^{\circ}\text{C}$ , máxima de  $39,6^{\circ}\text{C}$  e mínima de  $21,4^{\circ}\text{C}$ ” (UFT, 2009).

O Estudo da Variabilidade Interanual da Temperatura do Ar, feito em conjunto por acadêmicos de Engenharia Ambiental da UFT, analisou o período de 1995 a 2009 e apontou que Palmas apresenta grande amplitude térmica das médias mensais de até 5°C em alguns meses do ano, tendo o período de agosto a novembro, como o mais quente do ano, e junho e julho o período menos quente do ano (SOUSA et. Al., 2011).

Dados da SEPLAN (2004), mostram que a radiação solar global é da ordem de 176 kcal/cm<sup>2</sup> no mês de agosto, e mínimo de 12,7 kcal/cm<sup>2</sup> em dezembro (SEPLAN, 2004 apud DIAS, 2009)

A figura 1, mostra que os meses de agosto e setembro são os meses com maior média de temperatura do ano, e também os de menor média de umidade relativa, sendo até 5°C mais quentes que as médias mensais dos demais meses, com máxima absoluta registrada de 37,4°C para agosto, e 38,1°C para setembro, e umidade relativa mensal abaixo dos 50%.







ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

Figura 1 Média geral, média das máximas e mínimas mensais de temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar para Palmas.

Fonte: Dados internos LABCON-UFT

De fevereiro a abril tem-se os meses com menor média de temperatura, registrando temperaturas entre 30 e 31°C, e média mensal de umidade relativa acima dos 70%. Os dados mostram que os meses de outubro a abril têm umidade relativa pouco variável, com médias mensais entre 70 e 75%, podendo chegar a 90%. A umidade começa a cair no mês de maio, quando finaliza o período das chuvas, e chega a ter média mensal mínima abaixo dos 25%, voltando a subir e se estabilizar no mês de outubro, quando se inicia o período chuvoso na cidade. Os dados mostram ainda que amplitude térmica mensal é maior do que 8°C em todos os meses do ano, sendo que entre junho e setembro ultrapassa os 10 °C.

Dados da Estação Meteorológica da INFRAERO (figura 2), coletados em Palmas nos anos de 2006 e 2007, mostram que os ventos predominantes para a cidade são do Sul e Sudeste com velocidade média anual de 2,06m/s. O período de janeiro a abril apresenta ventos no sentido Norte durante o dia e no sentido Sul à noite. Os ventos de maior velocidade se dão entre os meses de maio a agosto e se originam principalmente do Leste. No período de setembro a dezembro, o sentido é Nordeste com média de 2,5m/s e máxima de 8,5m/s (DIAS, 2009).



# REVISTA CAPIM DOURADO

## Diálogos em Extensão

ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

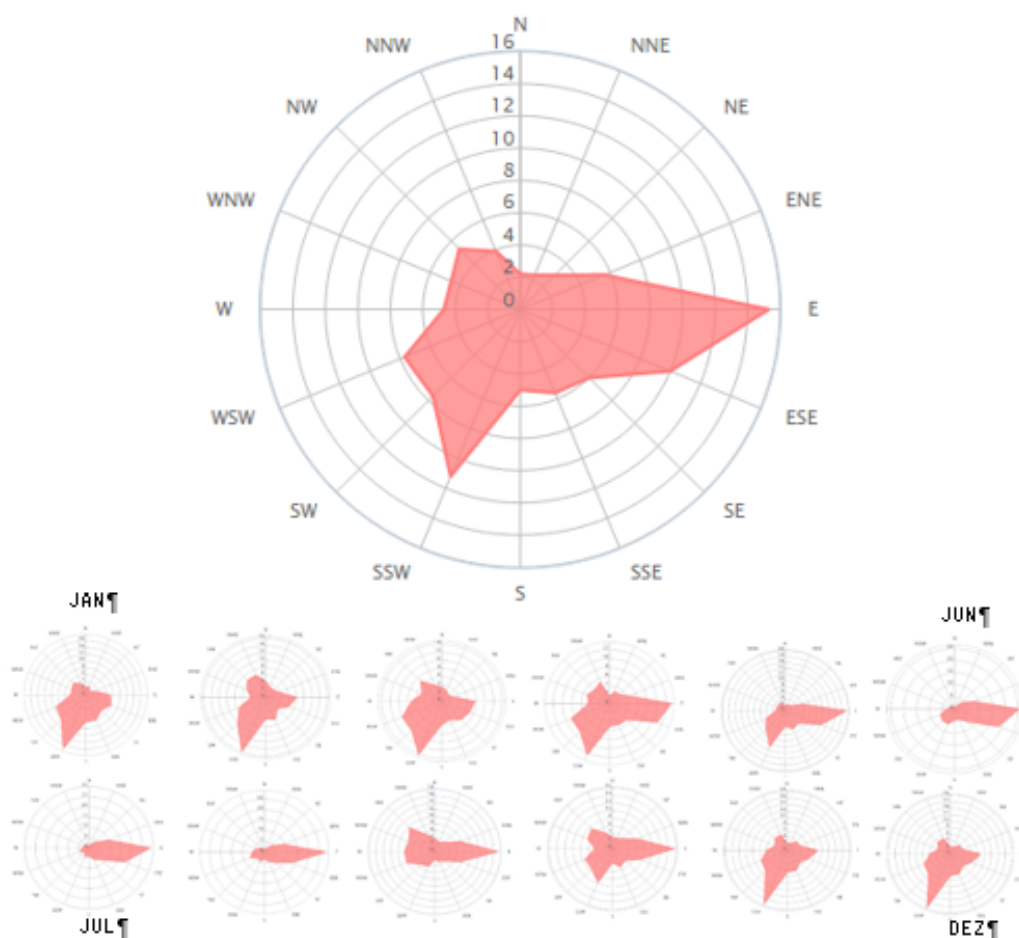


Figura 3 Distribuição anual e mensal (%) dos ventos em Palmas.

Fonte: Windfinder, 2015

Segundo a NBR 15220-3, 2003, que define o zoneamento bioclimático brasileiro e a carta bioclimática de Givoni adaptada ao Brasil, a cidade de Palmas pertence a Zona Bioclimática 7 (ABNT, 2003)

Para definir a carta bioclimática, as médias de temperatura e umidade são registradas sobre a carta bioclimática adaptada de Givoni, que define as estratégias



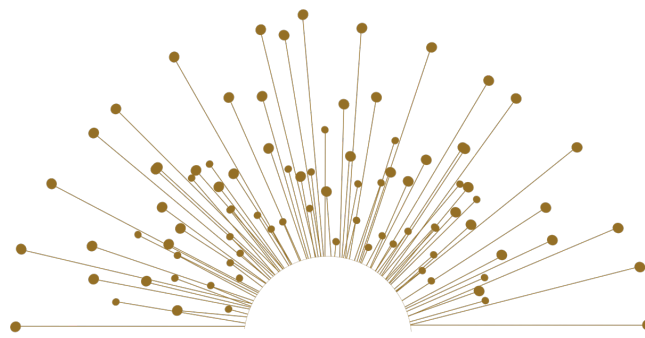
ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

bioclimáticas a serem adotadas para a região de estudo, de acordo com zonas de conforto, ventilação, resfriamento evaporativo, massa térmica para resfriar, ar condicionado, umidificação, aquecimento solar, aquecimento solar passivo, aquecimento artificial e ventilação.

No caso de Palmas, a carta bioclimática gerada pelo software Catavento mostra que em apenas 23% do tempo anual pode-se experimentar conforto térmico, com limite de temperatura entre 18 e 26°C para umidade relativa até 80%, e até 29°C para umidade até 50%, devendo ser adotadas estratégias bioclimáticas para minimizar o desconforto em situações diferentes destas.

Segundo a NBR 15220-3, as estratégias a serem adotadas para a Zona Bioclimática 7, a qual pertence a cidade de Palmas, correspondem as zonas FHIJK, que traduzem em um conjunto de soluções para resfriamento evaporativo, massa térmica de refrigeração, ventilação e, para os casos em que estas estratégias são insuficientes, refrigeração artificial. ( figura 4)



# REVISTA CAPIM DOURADO

## Diálogos em Extensão

ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

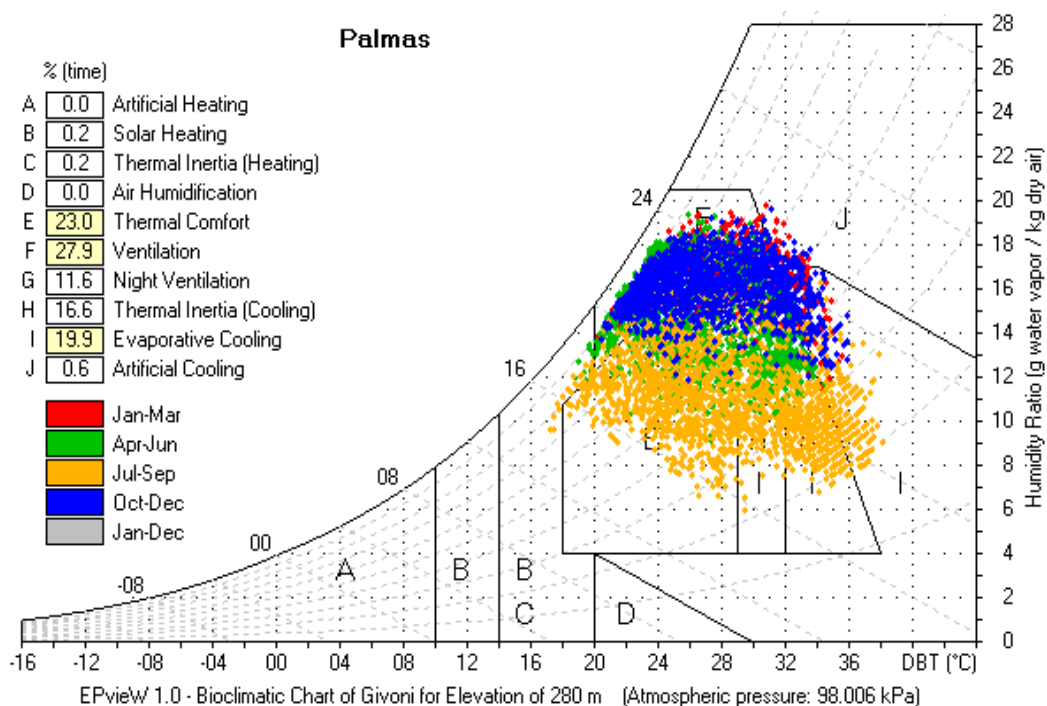


Figura 4: Carta bioclimática para Palmas.  
Fonte: Dados internos LABCON-UFT

Em Palmas, a proteção solar das paredes e aberturas externas é recomendada para todas as fachadas devido à alta radiação solar na cidade, sendo fundamental para as fachadas Leste e Oeste, devido à incidência solar direta durante todo o ano. Fachadas voltadas a Norte, Leste e Oeste, quando possível, devem receber aberturas menores, ou menor quantidade de aberturas, pois aberturas grandes diminuiria o desempenho térmico das paredes espessas (LOMARDO, 2011). Já em fachadas Sudeste e Sul, as aberturas devem ser maiores a fim de maximizar a circulação dos ventos, e dissipar o calor acumulado (BITTENCOURT & CÂNDIDO., 2010).



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

O uso do vidro se tornou comum na arquitetura moderna, mas trouxe grandes prejuízos ao conforto térmico nas edificações pois é um material transparente que permite a passagem de grande parte da radiação solar para a edificação. Seu uso para edificações em Palmas deve ser apenas o necessário para prover iluminação natural. É desejável o uso de vidros com melhores propriedades térmicas do que o vidro comum, como vidro laminado, refletivo, ou vidro duplo, que possui uma camada de ar entre as duas laminas de vidro. (CORBELLA & CORNER, Manual de Arquitetura Bioclimática Tropical para Redução de Consumo Energético, 2011)

Ainda assim, é preciso ter cuidado com o uso desse material. Vidros refletivos por exemplo, refletem a incidência solar para fora da edificação, fazendo com que seu entorno receba essa incidência, e isso pode acarretar ganhos de calor, ofuscamento, ou perturbação visual nas edificações e usuários ao redor.

Substituir o vidro comum pelo uso de vidro duplo não significa que poderá existir uma fachada inteira envidraçada, pois mesmo assim o ganho de calor será grande. De modo geral, fachadas de vidro não são recomendadas para uma região quente e de forte incidência solar como Palmas.

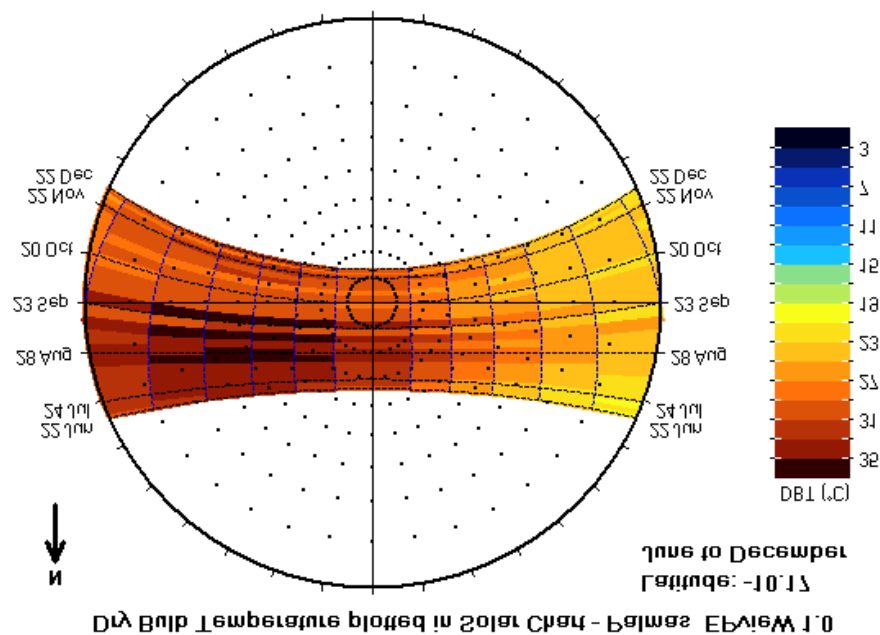
Outro instrumento importante para estudo da influência do clima, especialmente da incidência solar, sobre a edificação, é a Carta Solar, uma representação gráfica da trajetória solar e da abóbada celeste, que permite identificar a posição do sol durante as horas do dia, e os períodos diários de insolação de acordo com a orientação da fachada e a época do ano.

Na carta solar estão representados em azul as horas do dia entre as 6 horas e as 18 horas, em verde estão representados os meses do ano. As linhas em laranja representam o ângulo da altura do sol em relação à terra variando de 10 em 10°, sendo o centro da carta altura de 90°, e a extremidade 0°. O círculo externo da carta representa um

transferidor, de onde se pode retirar o azimute do sol. Este instrumento permite identificar a posição do sol na abóbada celeste para cada hora do dia e para os dias do ano indicados, permitindo analisar a incidência solar nas fachadas das edificações, bem como as áreas sombreadas.

As figuras 5 e 6 mostram as temperaturas de Palmas colocadas sobre os períodos diários de duração da radiação solar de acordo com os meses do ano e com a posição da cidade na Terra.

Percebe-se que, para o período de junho a dezembro, as temperaturas mais altas se dão quando o sol incide a Norte e Oeste, no entanto temperaturas acima dos 25°C são registradas mesmo durante a manhã, quando o sol ainda está a Leste. Já no período de



dezembro a junho (figura 5), as temperaturas apresentam menor variação, e as mais altas se dão quando a incidência solar se dá a Oeste e Sudoeste, ficando entre 19 e 25°C durante as manhãs para fachadas Leste e Sudeste.

Figura 5 Carta Solar de Palmas com temperaturas de junho a dezembro.

Fonte: Software Catavento, 2015

Assim, tem-se que as fachadas que devem receber maior atenção com estratégias de proteção solar são orientadas a Norte e Oeste. No entanto, não se pode descuidar da fachada Leste pois receberá radiação solar durante toda manhã e com o aumento anual de temperatura, o desconforto pode se dá durante todo o ano. Do mesmo modo, fachadas orientadas a Sudoeste precisam de proteção para o sol da tarde, quando as temperaturas são mais elevadas em qualquer época do ano.

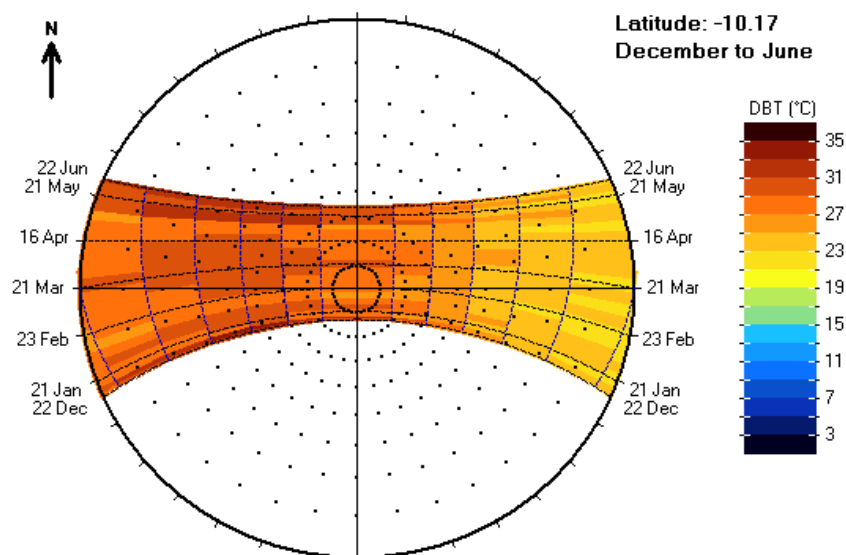


Figura 6 : Carta Solar de Palmas com temperaturas de dezembro a junho.

Fonte: Software Catavento, 2015

As estratégias recomendadas pelos autores são:

- Utilizar ventilação para prover resfriamento e renovação do ar.



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

- Controle solar: proteger a edificação da exposição ao sol, principalmente para o semestre mais quente do ano, quando o sol incide a altas temperaturas na fachada Norte durante todo o dia, Leste durante a manhã, e Oeste durante a tarde.
- Combinar o uso de paredes de grande inércia térmica para controlar os ganhos de calor do sol e dos ventos quentes, com outros elementos de média a leve inércia, e proteção solar.
- Reduzir áreas de vidro para somente o necessário para prover iluminação natural, e localizá-los corretamente para evitar o aquecimento.
- Dispor a edificação no terreno observando o sentido dos ventos para garantir ventilação, e a orientação solar para evitar ganhos de calor.
- É interessante também que as construções sejam medianamente compactas, a fim de diminuir as áreas de exposição ao sol, ao mesmo tempo que garantam áreas para ventilação.
- O uso de vegetação é desejável para proteção solar e resfriamento evaporativo.

O uso em conjunto destas estratégias imprime ao edifício a climatização natural adequada, garantindo o conforto térmico dos usuários e diminuindo o consumo de energia elétrica advinda dos sistemas de refrigeração artificial. Além disto, é importante aliar estas estratégias à escolha de elementos e materiais construtivos menos poluentes, mais econômicos e menos prejudiciais à saúde humana.

Para as cores, a regra é de que quanto mais próxima do branco, menos calor irá absorver, e quanto mais próximo ao preto, maior será a absorção de calor (CORBELLA & CORNER, Manual de Arquitetura Bioclimática Tropical para Redução de Consumo





ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

Energético, 2011). Assim, a aplicação de cores claras, principalmente no envelope da edificação, é mais recomendada para edificações em Palmas.

Se uma parede possui um bom isolante térmico e aplicação de cores de baixa absorção, o calor produzido em sua superfície será em parte dissipado para o exterior, e a outra parte atravessará mais lentamente e com maior dificuldade a alvenaria (CORBELLA & CORNER, Manual de Arquitetura Bioclimática Tropical para Redução de Consumo Energético, 2011)

## **DESENVOLVIMENTO**

Para exemplificar o problema que o clima de Palmas impõe às edificações e estudar se a arquitetura local está ou não adaptada a ele, foi analisada uma edificação sob o aspecto geral do conforto térmico, através de medições de temperatura, umidade e ventos, e aplicação de questionários com os usuários das edificações.

A edificação escolhida foi: Biblioteca do Campus de Palmas da UFT. As medições foram feitas no interior e exterior das edificações, nos dias 11 e 12 de fevereiro do presente ano, nos horários de 9:00, 12:00, 15:00 e 18:00, com diferença de 30 minutos entre as medições feitas no mesmo dia. Foram medidas temperaturas de bulbo seco (TBS), temperatura de globo, temperatura radiante dos pisos, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos.

Os usuários foram questionados sobre as condições de conforto térmico em cada uma das edificações, respondendo perguntas sobre a qualidade térmica do edifício, as características do edifício quanto à temperatura, ventilação e umidade, a sensação de conforto térmico dentro das edificações, se essa sensação dependia de sistemas de refrigeração mecânica, e sobre quais melhorias deveriam ser feitas, no ponto de vista de cada um.

O prédio da Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins foi inaugurado em março de 2011 e atende toda a comunidade acadêmica do campus de Palmas. A edificação possui três pavimentos, sendo o primeiro, no térreo, área aberta com uso de pilotis, que elevam a construção do solo e proporciona um espaço sombreado de circulação e convivência.



Figura 7 Localização da edificação

Fonte: Google Maps, 5/10/2017

As fachadas Leste, Oeste e Sul (figura 8) são predominantemente fechadas por vidraças, recuadas em relação à cobertura. A fachada Norte, onde se localizam os anexos administrativos, tem aberturas menores e parede em cobogós no exterior. Seria primordial que a vegetação que produza sombreamento ou resfriamento dos ventos, todas as Diferente do Bloco 1 no mesmo campus, a edificação da Biblioteca não possui suas fachadas são expostas à incidência solar.



REVISTA CAPIM DOURADO  
Diálogos em Extensão

ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019



Fachada Oeste, com vidraça recuada.



Fachada Sul com vidraça recuada.



Fachada Norte com elemento vazado protegendo parte da fachada.



Fachada Leste

Figura 8: Fachadas da Biblioteca -UFT

Fonte: Fotos Amanda Silva, 2016

A estrutura é em concreto armado, com fachadas em painéis de vidro no corpo principal da edificação, e paredes em alvenaria nos compartimentos anexos. A cobertura possui um grande domo de vidro que por onde há incidência solar no interior da edificação, espaço destinado à disposição de mesas de estudo em grupo. O prédio conta com salas de estudo em grupo e salas administrativas, banheiros nos três pavimentos, elevador, escada de emergência e rampas de acesso.

O beiral da cobertura não é suficiente para proteger as fachadas da incidência solar, pois sua dimensão é desproporcional à altura da área envidraçada, deixando as vidraças expostas ao sol durante todo o ano. Devido aos ganhos solares excessivos, as janelas existentes nas paredes envidraçadas ficam fechadas pois é preciso utilizar ar condicionado para prover a climatização desejável.

Observou-se também que a incidência solar sobre a vidraça Oeste da vedação da rampa de acesso (figura 9), provoca um forte reflexo na parede externa do anexo à frente. Essa reflexão pode representar um ganho de calor para os ambientes internos do anexo, além de causar ofuscamento e perturbação visual a quem passa pelo local.



Vidraça voltada ao Norte, e vedação da rampa adjacente em vidro voltada a Oeste. Reflexo da vidraça Oeste da rampa incidindo sobre parede oposta

Figura 9: Rampa da Biblioteca -UFT

Fonte: Fotos Amanda Silva, 2016

O uso de pilotis por outro lado, proporciona boas taxas de ventilação, e uma grande área sombreada no térreo da edificação, tornando o espaço atrativo à permanência dos usuários. Uma parte da edificação faz sombreamento sobre aberturas adjacentes, e sobre uma área gramada ao lado dos pilotis.

Figura 10 Uso de pilotis no pavimento térreo.

Foto: Amanda Silva, 2016

A cobertura em vidro no centro da biblioteca constitui um fator de grandes ganhos



térmicos devido à incidência solar direta, de tal modo que os usuários não conseguem utilizar o espaço central da edificação, planejado para disposição de mesas de estudo. Como o acervo também não pode ficar exposto a luz solar direta, o espaço central da biblioteca acaba sendo desperdiçado. A isso soma-se as grandes fachadas envidraçadas que recebem luz solar e aquecem a edificação (figura 11).



# REVISTA CAPIM DOURADO

## Diálogos em Extensão

ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019



Incidência solar pela cobertura em vidro torna o espaço inutilizável.



Cobertura em vidro no centro da edificação incidindo sobre acervo.



Persianas foram instaladas para conter a incidência solar sobre o acervo.

Figura 11: Interior do acervo

Foto: Amanda Silva, 2016

## RESULTADOS

As medições na edificação foram realizadas no dia 11 de fevereiro. As medições internas foram feitas no segundo pavimento, em áreas sombreadas ao redor do centro ocupadas por mesas de estudo.

Os dados coletados mostram que, mesmo com o uso constante do ar condicionado, as temperaturas permaneceram acima dos 26°C, devido aos ganhos excessivos de calor pelos elementos transparentes, falta de proteção solar das fachadas e escassez de vegetação.

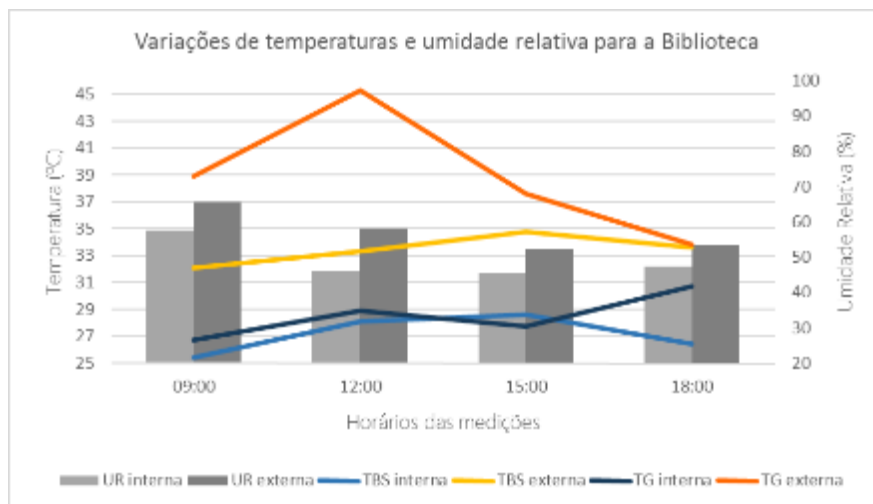
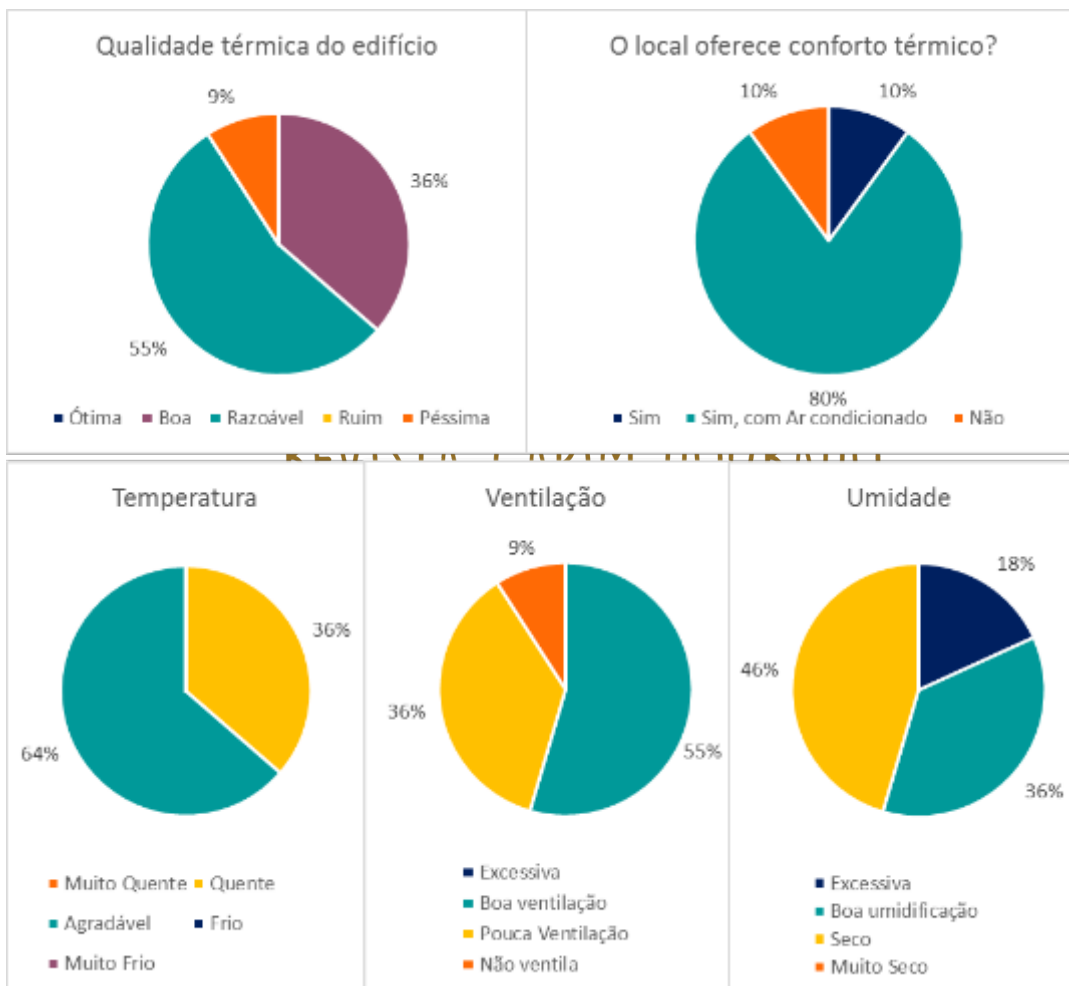


Gráfico 1: Valores de TBS e UR para medições internas

A umidade relativa do ar apresentou diferenças de até 12% entre interior e exterior, mostrando ar interno mais seco em decorrência da falta de ventilação e contato com o ambiente externo.

Quanto à ventilação, o uso de pilotis proporciona permeabilidade aos ventos de modo que no exterior foram registradas velocidades de superiores a 1,0 m/s no horário das 9 horas e das 18 horas, apresentando velocidades menores nas medições das 12 e 15 horas.

Um fator de grande relevância para as altas temperaturas externas registradas, é a grande área de piso em blocos intertravados, em frente à fachada Leste da edificação.



Comparando as temperaturas obtidas no mesmo dia e mesmos horários para duas edificações localizadas lado a lado (Bloco 1 e Biblioteca), o entorno imediato da biblioteca apresentou temperaturas 2 a 3°C mais altas do que o entorno imediato do bloco 1, e a temperatura radiante do piso de blocos intertravados chegou a 56,6°C ao meio dia.

Soma-se a isso, a grande área impermeabilizada por este revestimento e tem-se um ganho significativo de calor por condução e por radiação.



Figura 11: Área impermeabilizada na frente da fachada Leste. Fonte: Amanda Silva

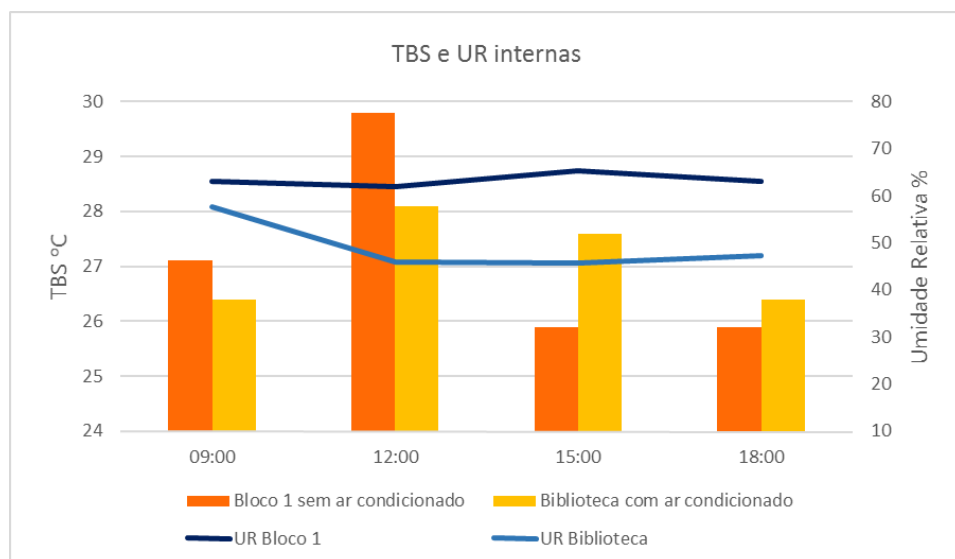
O questionário foi aplicado a 11 usuários, entre estudantes e funcionários. A pesquisa, mais uma vez, revela que boa parte dos usuários se sentem confortáveis ao utilizar a edificação, devido à climatização artificial.

Figura 12: Análise dos questionários



No entanto, ao analisar as temperaturas obtidas no interior da biblioteca percebe-se que as temperaturas consideradas como agradáveis no ambiente artificialmente climatizado, são próximas das temperaturas obtidas no ambiente desprovido de refrigeração artificial do Bloco 1.

Gráfico 2: Valores comparativos



Do mesmo modo, o ar interno do Bloco 1 apresentou melhores taxas de umidade do que na biblioteca, onde a umidade relativa do ar ficou abaixo dos 60% recomendados pela Organização Mundial de Saúde, em três dos quatro períodos analisados.

Esse fato revela que o uso de sistemas passivos de climatização pode prover as mesmas sensações de conforto, dependendo do período do dia e do ano, que se tem com uso do ar condicionado, tendo, no entanto, menor gasto de energia elétrica, promovendo o contato com o ambiente externo e gerando melhores condições de saúde no ambiente construído.



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

O questionário aplicado perguntou aos usuários se eles usariam ar condicionado caso a edificação oferecesse condições térmicas agradáveis, e o porquê. A grande maioria respondeu que não usaria, e os principais motivos apontados foram a preferência por ambientes naturais e a economia de energia. Dentre os que afirmaram que utilizariam aparelhos mesmo em condições agradáveis na edificação, a maioria justificou que o clima de Palmas não oferece possibilidade do não uso de ar condicionado.

Esses dados revelam que a maioria dos usuários não consideram o uso de refrigeração artificial como alternativa saudável, econômica ou que promova o bem-estar no ambiente construído. No entanto, o uso de aparelhos de ar condicionado é para muitos uma necessidade, pois as edificações não oferecem ambiente natural termicamente confortável sem o uso dos aparelhos.

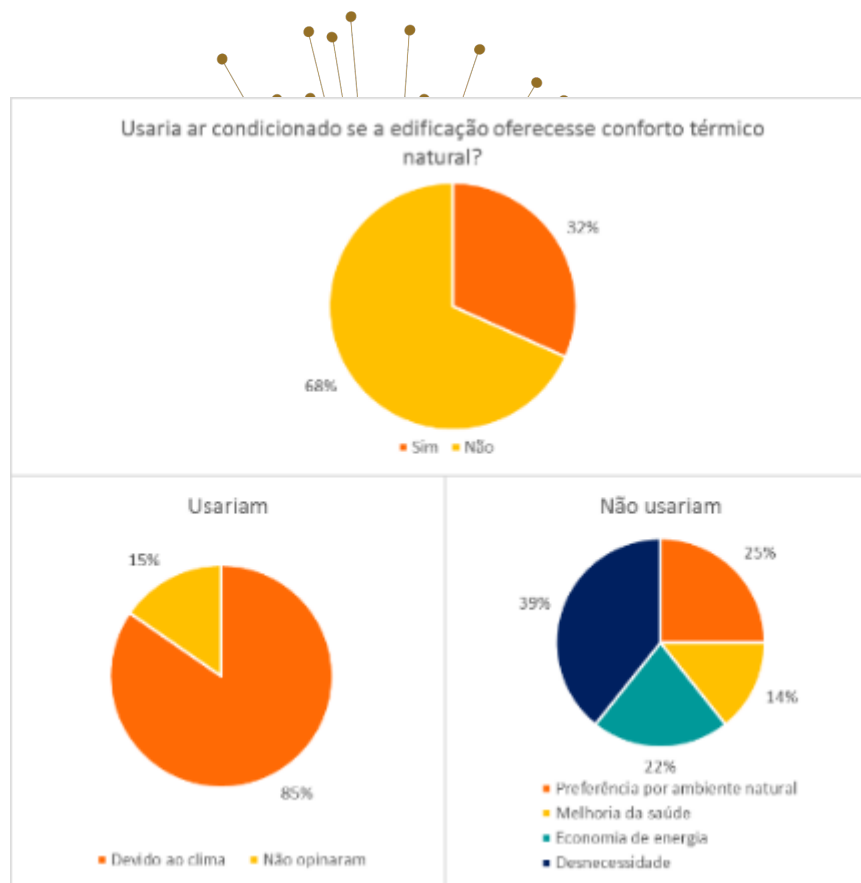


Figura 13: Análise dos questionários

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As altas temperaturas sendo registradas ano após ano revela que o aquecimento global veio para ficar. Não são previsões ou constatações exageradas por parte de cientistas equivocados. Tampouco algo que possa ser ignorado. O clima está impondo ao ser humano condições de desconforto térmico cada vez mais acentuadas, e em velocidades maiores a cada ano. Com isso, tem-se o aumento do uso de aparelhos climatizadores e, conseqüentemente, do gasto de energia.

A questão imposta à arquitetura, é saber se as edificações ocupadas pelo homem estão preparadas para tais mudanças, e mais ainda, se os arquitetos e projetistas estão utilizando de técnicas disponíveis visando a melhoria da qualidade de vida no ambiente que propõe, ou se vão continuar impondo o ônus energético aos proprietários.

A análise realizada revela que os mecanismos de climatização natural não estão sendo projetados nas edificações, ou quando existem não são utilizados por que parece mais fácil fechar toda a edificação e acionar o ar condicionado. Funcionários sentirem frio em uma cidade como Palmas devido ao uso de refrigeração artificial, mostra a grande desconexão do ambiente concluído com o clima externo. No entanto, a arquitetura na era da sustentabilidade não pode continuar alheia à urgência da adaptação.



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

## REFERÊNCIAS

- ABNT. (2005). *NBR 15220 - Desempenho térmico de edificações, Parte 3 Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse socia*. Rio de Janeiro.
- BARBOSA, D. d., & LIMA, M. B. (2010). *Arquitetura Bioclimática: Recomendações Apropriadas para Palmas/TO*. Palmas.
- BARBOSA, G. S. (2008). *O Desafio do Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro: Revista Visões 4ª Edição.
- BITTENCOURT, L., & CÂNDIDO., C. (2010). *PROCEL Edifica: Ventilação Natural em Edificações*. Rio de Janeiro: PROCEL Edifica.
- BURSZTIN, M., & BUARQUE, C. (. (1993). *Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável*. IBAMA.
- CORBELLA, O., & CORNER, V. (2011). *Manual de Arquitetura Bioclimática Tropical para Redução de Consumo Energético*. Rio de Janeiro: Revan.
- CORBELLA, O., & YANNAS, S. (2009). *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos - conforto ambiental; 2ª edição*. Rio de Janeiro: Revan.
- CUNHA, E. G. (2006). *Elementos de Arquitetura de Climatização Natural: método projetual buscando eficiência nas edificações*. Porto Alegre: Masquatro.
- DIAS, A. (2009). *Avaliação das condições de conforto térmico e acústico de salas de aula em escolas de tempo integral - Estudo de caso da escola Padre Josimo em Palmas, TO*. Brasília: Dissertação de mestrado.



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

- FERNANDES, J. T. (2009). *Código de Obras do DF: Inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e Eficiência Energética*. Brasília: Dissertação de Mestrado, UNB.
- FROTA, A. B., & SHIFFER, S. R. (2001). *Manual de Conforto Térmico, 5ª Edição*. São Paulo: Studio Nobel.
- GIVONI, B. (1976). *Man, Climate and architecture, 2ª Ed.* Essex, EN: Applies Science Publischers LTD.
- IZARD, J.-L., & GUYOT, A. (1980). *Arquitectura bioclimática*. Barcelona: Gustavo Gili.
- JOURDA, F.-H. (2013). *Pequeno manual do projeto sustentável*. São Paulo: Gustavo Gili.
- KEELER, M., & BURKE, B. (2010). *Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis*. Porto Alegre: Bookman.
- LABAKI, L. C. (1999). *Anotações de Conforto Térmico*. Campinas: Unicamp - Faculdade de Engenharia Civil, Departamento de Construção Civil.
- LAMBERTS, R., & CARLO, J. C. (2005). *Desempenho Térmico de Edificações*. Florianópolis: LabEEE.
- LAMBERTS, R., DUTRA, L., & PEREIRA, F. O. (2013). *Eficiência Energética na Arquitetura*. Rio de Janeiro: PROCEL/ELETROBRAS.
- LAMBERTS, R., GHISI, E., PEREIRA, C. D., & BATISTA, J. O. (2010). *Casa Eficiente: Bioclimatologia e Desempenho Térmico*. Florianópolis: UFSC.
- LAMBERTS, R., MARINOSKI, D. L., & WESTPHAL, F. S. (s.d.). *Isolantes Térmicos e Acústicos para Construção Civil*. Florianópolis: LabEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC.



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

- LEITE, C., & AWAD, J. d. (2012). *Cidades sustentáveis, Cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano*. Porto Alegre: Bookman.
- LENGEN, J. v. (2004). *Manual do Arquiteto Descalço*. Porto Alegre / Rio de Janeiro: Livraria do Arquiteto / TIBÁ.
- LOMARDO, L. L. (2011 ). *PROCEL EDIFICA - Eficiência Energética nos Edifícios e Sustentabilidade no Ambiente Construído*. Rio de Janeiro.
- MARENGO, J. A., & BETTS, R. (2011). *Riscos Das Mudanças Climáticas No Brasil: Análise Conjunta Brasil-Reino Unido Sobre Os Impactos Das Mudanças Climáticas E Do Desmatamento Na Amazônia*. São Paulo: INPE - Brasil / Met Office - Reino Unido.
- NOBRE, C. A., REID, J., & VEIGA, A. P. (2012). *Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas*. São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE.
- OJIMA, R., & MARANDOLA Jr., E. (2013). *Mudanças Climáticas e as Cidade: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social*. Rio de Janeiro: Blucher.
- PAZ, L. H. (2009). *A Influência da Vegetação Sobre o Clima Urbano de Palmas; Dissertação de Mestrado*. Brasília.
- PEDRINI, A. (2011). *PROCEL Edifica: Eficiência Energética em Edificações e Equipamentos Eletromecânicos* . Rio de Janeiro: PROCEL EDIFICA.
- ROAF, S., CRICHTON, D., & NICOL, F. (2009). *A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas: um guia de sobrevivência para o século XXI*. Porto Alegre: Bookman.
- ROAF, S., FUENTES, M., & THOMAS-REES, S. (2014). *Ecohouse: A casa ambientalmente sustentável; 4ª edição*. Porto Alegre: Bookman.



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

- ROMERO, M. A. (2000). *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. EDU - UNB.
- RORIZ, M. (2012). *Um proposta de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro*. São Carlos: ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
- RORIZ, M. (2014). *Classificação de Climas do Brasil*. São Carlos: ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
- SIEBERT, C. A. (s.d.). *Mudanças Climáticas e Resiliência Urbana*. Blumenau.
- SOUSA, E. S., SILVA, R. A., MACIEL, G. F., NUNES, R. G., & BORGES, F. W. (2009). *Dados Climáticos do Município de Palmas período de 2002 2009*. Palmas: Laboratório de Meteorologia e Climatologia do CUP/UFT.
- SOUTO, D. (novembro de 2015). *Entrevista concedida à autora*. Palmas.
- SPIRN, A. (1995). *O Jardim de granito: A natureza no desenho da cidade*. São Paulo: Edusp.



ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

### ANEXO 1: QUESTIONÁRIO APLICADO COM USUÁRIOS

Nome \_\_\_\_\_

Idade \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_

Ocupação: \_\_\_\_\_

1. Há quanto tempo utiliza o local?

( ) Anos (..)Meses

2. Qual uso que faz do local?

( ) trabalho ( ) estudo ( ) outro

3. Com que frequência utiliza o local?

( ) diariamente ( ) semanalmente ( ) mensalmente

4. Em relação a qualidade plástica (visual) do edifício você considera:

(..) Ótima (..) Boa (..) Razoável (..) Precária (..) Péssima

5. Em relação à qualidade térmica do edifício, você o considera?

(..) Ótima (..) Boa (..) Razoável (..) Ruim (..) Péssima

6. Quanto à temperatura, considera o local como?

(..) Muito quente (..) Quente (..) Agradável (..) Frio (..) Muito frio

7. Quanto à ventilação, considera o local como?

(..) Excesso de ventilação (..) Bem ventilado (..) Pouco ventilado (..) Não ventilado

8. Quanto à umidade, considera o local como?

(..) Excessiva (..) Boa umidificação (..) Seco (..) Muito Seco

9. Você se sente confortável, no aspecto térmico geral, no local:

( ) sim, sem ar-condicionado ( ) sim, com uso de refrigeração artificial ( ) não

10. Você aprecia o uso de ar condicionado?

( ) sim ( ) não

11. Se o local oferecesse condições térmicas agradáveis sem o uso de ar condicionado, você faria uso do equipamento? Porquê?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

12. O que, no seu ponto de vista, deveria ser alterado imediatamente para melhorar as condições de conforto térmico no edifício, e por quê?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





# REVISTA CAPIM DOURADO

## Diálogos em Extensão

ISSN nº 2595-7341

Vol. 2, n. 1, Janeiro-Abril, 2019

### ANEXO 2 TABELA UTILIZADA PARA MEDIÇÕES

Local:		
Dia:	9:00h :	
Valores medidos:	Interno	Externo
Altitude:		
Temperatura TBS (°C)		
Temperatura de Globo (°C)		
Velocidade do vento (m/s)		
Umidade (%)		
Temperatura radiante		
Dia:	12:00h :	
Valores medidos:	Interno	Externo
Altitude:		
Temperatura TBS (°C)		
Temperatura de Globo (°C)		
Velocidade do vento (m/s)		
Umidade (%)		
Temperatura radiante		
Dia:	15:00h :	
Valores medidos:	Interno	Externo
Altitude:		
Temperatura TBS (°C)		
Temperatura de Globo (°C)		
Velocidade do vento (m/s)		
Umidade (%)		
Temperatura radiante		
Dia:	18:00h :	
Valores medidos:	Interno	Externo
Altitude:		
Temperatura TBS (°C)		
Temperatura de Globo (°C)		
Velocidade do vento (m/s)		
Umidade (%)		
Temperatura radiante		