

UMA LEITURA SOBRE A INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO EM UMA QUADRA EM PALMAS/TO

Mariela Cristina Ayres de Oliveira (1), Luana Cristina Lehnen Pereira (2)

(1) Doutor, Professor adjunto IV, e-mail: mariela@uft.edu.br; UFT, Avenida NS 15, Norte, 109 - Plano Diretor Norte, Palmas - TO, 77001-090 Telefone:(63) 3232-8020

(2) Aluno PIBIC, e-mail: luana_lehnen@hotmail.com; UFT, Avenida NS 15, Norte, 109 - Plano Diretor Norte, Palmas - TO, 77001-090 Telefone:(63) 3232-8084

RESUMO

Sabe-se que implantação de árvores nas frações urbanas possui uma inegável contribuição na melhoria do microclima urbano e conforto dos habitantes da cidade, uma vez que além de proporcionar um bem-estar durante todo o dia e noite, oferece a todos a possibilidade de desenvolver mais atividades ao ar livre e uma maior circulação de pedestres e bicicletas. Além disso, o aumento das áreas vegetadas melhora a permeabilidade do solo, função extremamente importante para drenagem das águas pluviais na região posto que a drenagem urbana sustentável não foi executada na cidade em questão. O presente trabalho pretende analisar o desempenho ambiental de uma quadra residencial de uso misto da região norte da cidade (406N), que sofre com uma inadequada arborização e até mesmo ausência de áreas vegetadas na massa construída de Palmas-TO. O objetivo principal do estudo é verificar como as espécies nativas auxiliam na atenuação do calor e diminuição da sensação de conforto local através de medições em loco. As espécies escolhidas para as medições foram, Cachamorra, Paineira Lisa e Vinhático. Os resultados mostram as diferenças térmicas encontradas embaixo das áreas sombreadas. A discussão tem como foco a análise da relação do clima com os diversos fatores que determinam o microclima urbano e de que forma o microclima gerado nas vias públicas pode contribuir para o conforto ambiental.

Palavras-chave: arborização urbana, clima urbano, árvores nativas

ABSTRACT

It is common knowledge that the implantation of trees in urban fractions has an undeniable contribution to the improvement of the urban microclimate and the comfort of the inhabitants of the city. The trees provide wellness throughout the day and night period and offer the possibility of developing more outdoor activities by increasing the circulation of pedestrians and bicycles. Scientifically, increasing vegetation areas improves soil permeability, a problem found in the city, because sustainable urban drainage has not been performed correctly. The present work intends to analyze the environmental performance of an urban area of residential and commercial use located in the north of the city (406N). This space presents an inadequate afforestation and the absence of vegetated areas. The objective of the study is to verify how the native species help in the attenuation of the heat and decrease of the sensation of local comfort through measurements in selected species. The species chosen for the measurements were, Cachamorra, Paineira Lisa and Vinhático. The results show the thermal differences found under the shaded areas. The discussion focuses on the analysis of the relationship between the climate and the various factors that determine the urban microclimate, and how the microclimate found in public roads can contribute to environmental comfort.

Keywords: Urban arborization, urban climate, native trees

1. INTRODUÇÃO

Palmas é conhecida nacionalmente como uma das cidades brasileiras com o clima muito hostil, proporcionando a população uma sensação desagradável frente ao intenso calor, principalmente entre os meses de julho a setembro.

Diversos autores e estudos comprovam que uma arborização adequada contribui para a diminuição do desconforto gerado pelo calor. SILVA (2009) afirma que além de fornecer sombreamento, a massa arbórea permite a passagem da brisa local e absorve de maneira eficaz a radiação térmica de onda longa sobre as folhas refrescadas pela evaporação, podendo, ainda, canalizar o vento e filtrar o ar.

O estudo da arborização na cidade justifica-se também pela relevância de se elaborar diretrizes que incentivem o plantio com espécies nativas da região, fator fundamental para a preservação do meio ambiente.

Para a identificação do clima urbano lançou-se mão de conceitos de Olgay (1963), Romero (2000) e Panão (2006), os quais abordam as envolventes que fazem parte do estudo da climatologia urbana e conseqüentemente as condicionantes que caracterizam o clima em uma cidade. Segundo Olgay (1963) o estudo da climatologia engloba um conjunto de muitas variáveis climatológicas, as quais a todo instante aparecem combinadas, dificultando muitas vezes a determinação de sua importância relativa na interação térmica. Sendo assim, para que se consiga atingir um projeto arquitetônico e urbanístico climaticamente equilibrado, deve-se levar em consideração diversos fatores, tais como temperatura, radiação, efeitos do vento, uma vez que os mesmos afetam as sensações conforto humano.

Romero (2000) afirma que o clima de um lugar pode ser considerado como integração de uma série de elementos que se verificam em escalas diferentes, abrangendo desde a macro até a microescala. A divisão do espaço em diferentes escalas é um consenso entre vários autores que estudam o clima urbano, pois como afirma Panão (2006) “o clima em uma cidade está intimamente associado às características do espaço urbano”, e sendo assim pode-se concluir que a relação entre clima e espaço urbano depende da escala do espaço físico, o qual Panão divide em área metropolitana, cidade, bairro, quarteirão e rua.

Para estabelecer uma classificação do clima nas regiões tropicais em função do espaço construído Romero (2000) propõe uma caracterização do clima a partir da análise dos fatores climáticos globais (radiação solar, latitude, altitude, ventos, massas de água), fatores climáticos locais (topografia, vegetação, superfície do solo) e elementos climáticos (temperatura, umidade do ar, precipitações e movimentos do ar), em que a partir da integração de todos os fatores e elementos é que se configura o clima de um lugar. Para Romero (2000), o estudo do clima resulta da combinação de fatores geomorfológicos e espaciais e de elementos como: temperatura do ar, umidade do ar, movimento das massas de ar e precipitações.

Nesse sentido, evidencia-se nos estudos de Romero (2000) que a vegetação, como um fator climático local, possui uma real interferência no microclima urbano. Para Silva (2009) as árvores, bem como as praças vegetadas, parques e bosques, são citadas como os melhores reguladores climáticos e são usadas como elementos mitigadores dos efeitos gerados pelas ilhas de calor urbano.

O estudo da arborização urbana de forma geral centra-se nas funções e benefícios paisagísticos e ambientais da inserção das áreas verdes no meio urbano. Para Silva (2009) nos centros urbanos, a vegetação é responsável, entre outros aspectos, pela melhoria do conforto ambiental, atuando na redução da temperatura e contribuindo para a estabilidade emocional e o conforto psicológico. Além de proporcionar ambientes para lazer, descanso e recreação bem como para o estabelecimento de um microclima mais confortável, a vegetação contribui de forma significativa, tendendo a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos e reduzindo os extremos ambientais.

Mascaró (2002) completa esse raciocínio afirmando que as árvores desempenham uma função elementar na estrutura urbana, tanto nos aspectos paisagísticos, proporcionando embelezamento, direcionamento, identidade e delimitação de espaços quanto em termos ambientais. Uma vez que as árvores urbanas contribuem para a redução da erosão, controle do clima, economia de energia com o sombreamento, redução da temperatura, retenção da água no solo, o aumento da umidade relativa do ar e a canalização ou obstrução dos ventos; e para o controle da poluição com a amenização de ruídos e da poluição atmosférica.

Nessa perspectiva ambiental, Silva (2009) afirma que os atributos da vegetação urbana que afetam o microclima positivamente são alta taxa de absorção e radiação, a baixa capacidade de calor e condutividade termal. Se comparado a estruturas e materiais de construção e a espaços abertos, a redução da temperatura do ar pela transpiração, a menor radiação infravermelha, a redução da velocidade do vento próxima da superfície, a retenção de poeira e poluentes do ar.

Gartland (2010) cita que as árvores e a vegetação refrescam a massa urbana uma vez que a evapotranspiração converte a energia solar em água evaporada ao invés de calor, mantendo as temperaturas da vegetação e do ar mais baixas. Gartland (2010) completa ainda que árvores promovem sombras para as superfícies e protegem-nas do calor do sol, mantendo essas superfícies mais frescas e reduzem o calor armazenado por elas.

Para Silva (2009) a utilização da vegetação nas cidades é uma das ferramentas frequentemente apontadas pelos pesquisadores do ambiente urbano para melhorar as condições climáticas e proporcionar conforto ambiental e melhor qualidade de vida. Dessa maneira, o autor coloca que as árvores são sempre citadas como elemento fundamental para minimizar os efeitos da alteração do clima provocado pelas ações humanas, o resfriamento do ar, o aumento da umidade relativa e as mudanças na ventilação.

Os processos mais comuns pelos quais a vegetação interfere na composição do microclima são de acordo com Silva (2009) a amenização da temperatura e o aumento da umidade relativa do ar, por meio do sombreamento, e, indiretamente, por evapotranspiração.

Assim, o autor coloca que “uso da vegetação através da arborização urbana, por exemplo, é um recurso eficiente contra o calor nas cidades tropicais de clima subúmido, pois, além de fornecer sombreamento, permite a passagem da brisa local e absorve de maneira eficaz a radiação térmica de onda longa sobre as folhas refrescadas pela evaporação, podendo, ainda, canalizar o vento e filtrar o ar” (SILVA, 2009, p. 1).

Percebe-se que a “ausência da vegetação, aliada ao uso de materiais com maiores coeficientes de absorção e emissão de energia térmica, tem alterado substancialmente o clima dos centros urbanos, devido à incidência da radiação solar nas áreas urbanizadas” (SILVA, 2009, p. 2). Por meio da vegetação é possível realizar modificações nas escalas meso e microclimática e atenuar os efeitos das “ilhas de calor”, que tendem a se formar no espaço urbano e influenciar nas condições bioclimáticas de cada lugar. Sabe-se que a vegetação pode ser utilizada como um elemento estratégico para a mitigação dos fenômenos relacionados às ondas de calor. Kruger e Minella, 2013, comprovam que espaços arborizados podem contribuir para a obtenção de níveis mais adequados de conforto térmico, com uma diferença de até 1,7°C na temperatura do ar e de 5°C no índice de conforto UTCI, também sugerindo a complementação de áreas gramadas junto às calçadas ou ainda a utilização de árvores de copa densa.

2. OBJETIVO

O objetivo principal do estudo é verificar como as espécies de arborização nativas do cerrado podem auxiliar na atenuação do calor e diminuição da sensação de conforto local através de medições em loco

2.1. Objetivos específicos

Avaliar a situação arbórea da quadra analisada, identificando as espécies existentes e as áreas em que a vegetação está ausente;

Incentivar mais estudos dentro da temática proposta bem como promover a geração de subsídios para o planejamento de implantação de áreas arborizadas, em locais de intensa urbanização, utilizando-se das espécies do cerrado, as quais salvaguardam as características endêmicas regionais e protegem a fauna local e o ecossistema.

3. MÉTODO

A pesquisa é estruturada dentro das seguintes Etapas:



- Etapa 1: Inventário da arborização urbana da quadra escolhida;
- Etapa 2: Monitoramento microclimático

3.1. Apresentação da área de estudo

A arborização urbana é caracterizada pelo cultivo e manutenção de árvores em área como praças, parques, calçadas de vias públicas e alamedas. É uma atividade de grande importância e por tanto, deveria fazer parte de planos e projetos urbanísticos das cidades.

Além de propiciar sombra, purificar o ar, atrair aves, diminuir a poluição sonora, ser um fator estético e paisagístico, diminuir os impactos das chuvas, a arborização pode exercer papel para a melhora do conforto térmico no microclima a que pertence.

Com esse intuito, foi escolhida uma a quadra 406 Norte, como região para medir o grau de conforto térmico que a massa arbórea do local é capaz de ofertar. A região escolhida possui detalhes de ocupação muito interessantes; com a criação do lago de Palmas as famílias que moravam próximas ao Rio Tocantins, mais precisamente na Ilha do Canela, foram desapropriadas e realocadas nesta quadra. A figura 1 mostra a entrada principal da quadra pela avenida LO14, percebe-se a presença comércios, igrejas, condomínios residenciais no interior da quadra e próximos da avenida LO12. A quadra 406 Norte é prioritariamente residencial, está asfaltada e dispõe de infraestrutura razoável para os moldes municipais, compartilhando da mesma essência percebida em boa parte das quadras de Palmas. Na parte central da quadra nota-se uma área destinada ao lazer coletivo, ainda não edificado (figura 2); percebe-se uma diversidade de espécies arbóreas o que torna o levantamento das espécies primordial para a pesquisa.

	
<p>Figura 1: Entrada da quadra 406 norte. (HTTPS://www.google.com.br/maps/@-10.170261,-48.311849,3a,75y,261h,90t/data=!3m4!1e1!3m2!1s3v-1UfLMiu2FdXY-r_MSVA!2e0,2016)</p>	<p>Figura 2: Foto do interior da quadra. (https://www.google.com.br/maps/@-10.170353,-48.314741,3a,90y,85.09t/data=!3m4!1e1!3m2!1sZYz2A7NHdsr55Dv1ZP3iNw!2e0,2016)</p>

Para o inventário foram feitas visitas na área de estudo, depois as espécies foram catalogadas e georreferenciadas, através do *Google Earth*. O inventário realizado aqui faz parte do diagnóstico da Arborização de Palmas - TO (DAP, 2015), permitindo uma avaliação detalhada da arborização em diferentes regiões da cidade e aquisição de um conjunto de variáveis direta ou indiretamente vinculadas ao arboreto urbano. A seleção das unidades amostrais teve como base o ordenamento territorial da cidade de Palmas definidas no Plano Diretor Participativo, Lei Complementar N° 155 de 28 de dezembro de 2007 (PALMAS, 2007), e contemplou as quadras da área central no eixo sul (ARSO e ARSE) e Norte (ARNO, ARNE), região sul (Setores Aurenly e Taquaralto) e distritos de Taquaruçu e Buritirana.

3.2. Dados climáticos

Com as espécies escolhidas no item 3.1 foi realizada a medição da temperatura ambiente, de ar e de globo, temperatura de superfície, umidade relativa do ar, nível de ruídos, luminosidade, temperatura e velocidade do vento, utilizando os equipamentos Termo Anemômetro (Anemômetro de fio quente digital portátil - TAFR-180), Konica Minolta (Illuminance Meters e Lux meters), Decibelímetro Minipa Modelo Msl-1350, XINTEST HT-862 Handheld alta temperatura com termômetro infravermelho, Termômetro de Globo Portátil Instrutemp e Termo-Hígro-Anemômetro com Ponto de Orvalho Digital Portátil.

Os monitoramentos microclimáticos foram realizados durante 3 dias na estação chuvosa (09, 13 de fevereiro e 03 de março de 2016) em condições de tempo quente nublado à parcialmente nublado, durante as 09h, 12h, 15h e 17h, e três dias na estação de seca (30, 31 de julho e 01 de agosto de 2016).

4. RESULTADOS

4.1. Etapa 1: Inventário da arborização

Na Figura 3, é possível visualizar o levantamento das espécies presentes na quadra 406 norte, estas em áreas públicas (calçadas, praças, áreas de preservação, canteiros) totalizaram 708 espécies arbóreas. Com as

espécies levantadas realizou-se a catalogação das 708 árvores, para saber qual a quantidade de cada espécie, as espécies que mais aparecerem estão representadas no Gráfico 1.

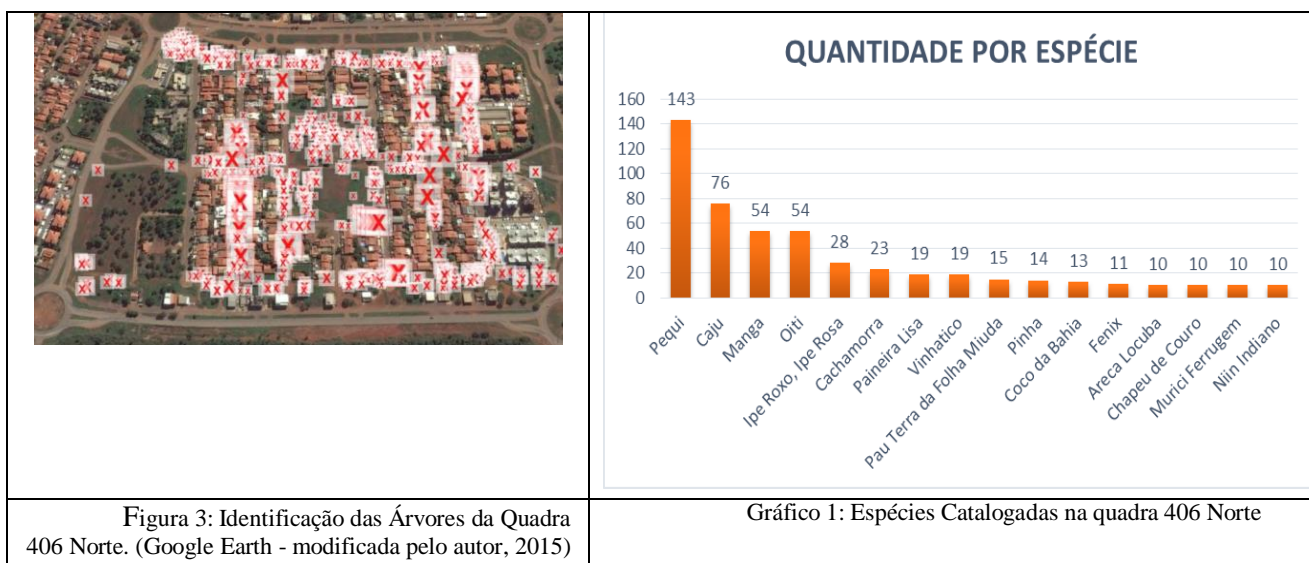


Figura 3: Identificação das Árvores da Quadra 406 Norte. (Google Earth - modificada pelo autor, 2015)

Gráfico 1: Espécies Catalogadas na quadra 406 Norte

Com esses dados foi possível visualizar a quantidade de árvores por espécie e dessa maneira iniciou-se a escolha das quais seriam realizadas a medição de conforto. Verifica-se no gráfico que o Pequi e o Caju são as espécies que mais se apresentam na quadra 406 Norte, porém foi feita a escolha de árvores nativas que mais se apresentaram na quadra 406 Norte, e que não possuíam tal estudo até o determinado momento, ainda estas deveriam estar fora de áreas com interferências.

Um dos objetivos da escolha da espécie era que sua área de localização tivesse menos interferências possíveis relacionadas ao revestimento do solo, a presença de vegetação, a presença de barreiras, tais como construções, portanto, as árvores selecionadas foram Cachamorra, Paineira Lisa e Vinhático. As espécies escolhidas para o monitoramento microclimático estão identificadas na Figura 4 com um pino amarelo e estão localizadas em uma área ainda verde com outras árvores nos arredores e sem pavimentação. Além disso, foi escolhido um local próximo às árvores que não sofresse influência direta delas, não sofresse influência pavimentação asfáltica ou calçamento e construções, indicada na Figura 4 com um círculo vermelho.

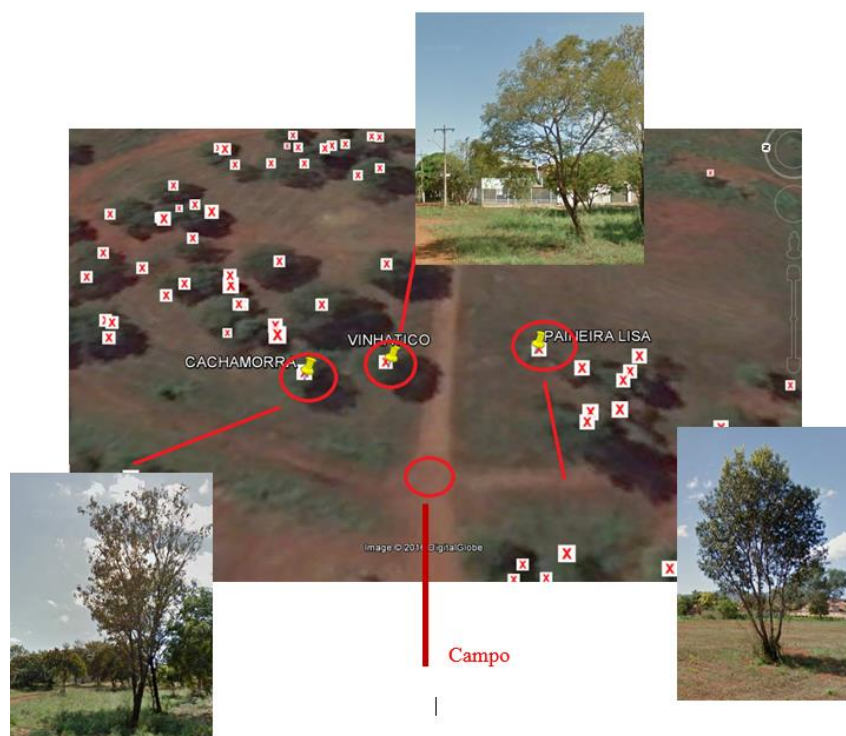


Figura 4: Identificação dos pontos de medição. (Google Earth - modificada pelo autor, 2016)

4.2. Etapa 2: Dados climáticos

A seguir apresenta-se os gráficos do monitoramento. A temperatura de bulbo úmido indica a temperatura do ambiente influenciado pela evaporação da água no ar, esse processo ocasiona o resfriamento ambiental. Essa é a temperatura que se sente quando a pele está molhada e exposta a movimentação do ar. Comparando os dados entre as estações chuvosa e seca, percebe-se um resfriamento mais rápido na estação seca devido a baixa umidade relativa do ar.

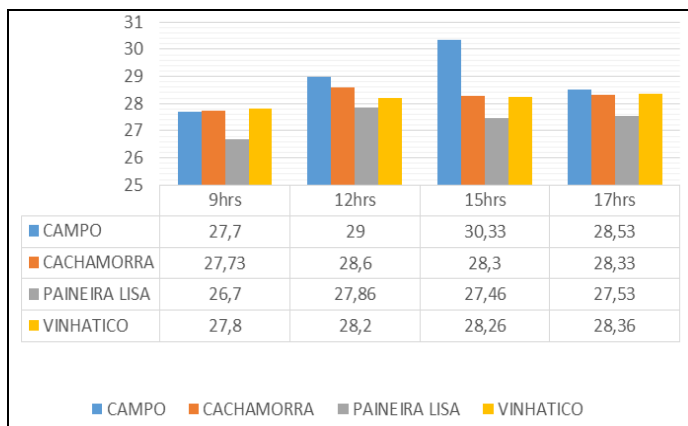


Gráfico 04: Monitoramento Microclimático, temperatura de bulbo úmido – ESTAÇÃO CHUVOSA.

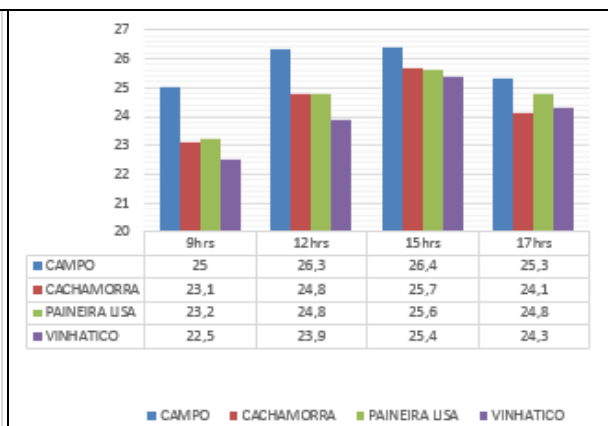


Gráfico 05: Monitoramento Microclimático, temperatura de bulbo úmido – ESTAÇÃO SECA.

O gráfico de Temperatura seca demonstra que a vegetação pode atuar na melhoria das condições microclimáticas, com a redução da temperatura, o que é muito importante em regiões de clima quente, como Palmas. Comparando as duas estações é notório um aumento da temperatura na época de seca, a qual é ainda mais acentuada em campo aberto, sem vegetação.

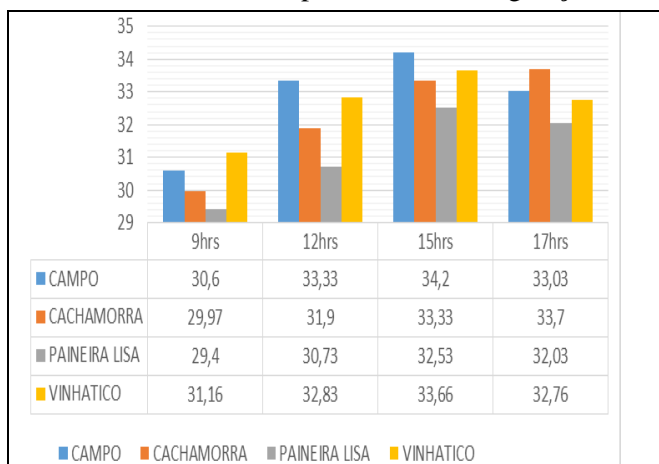


Gráfico 06: Monitoramento Microclimático de Temperatura seca – ESTAÇÃO CHUVOSA

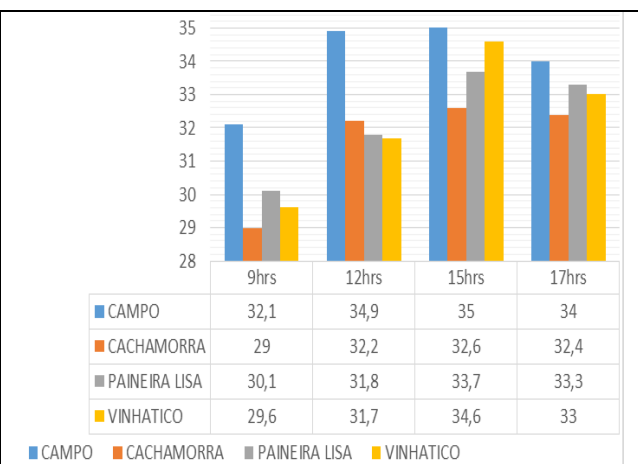


Gráfico 07: Monitoramento Microclimático de Temperatura Seca – ESTAÇÃO SECA

A temperatura de globo indica os efeitos combinados da energia radiante, temperatura e velocidade do ar, fatores que influenciam no conforto térmico, dando resultado da sensação térmica sob essas condições. Pode-se perceber, por exemplo, que a sensação de calor numa mesma temperatura em épocas variadas do ano podem trazer efeitos diferentes. Isso ocorre porque a sensação do calor não é definida apenas pela temperatura do ambiente, mas pela umidade do ar, a velocidade do vento, a radiação solar e fatores individuais como o metabolismo e a vestimenta. Com os resultados obtidos no gráfico 10, é possível verificar que a sensação térmica em área sobre influência das árvores é diferente que no campo. A diferença de sensação térmica chega à aproximadamente 6°C às 15h para baixo sob a Paineira Lisa em relação à área sem influência da vegetação (campo), e de quase 10°C na estação de seca.

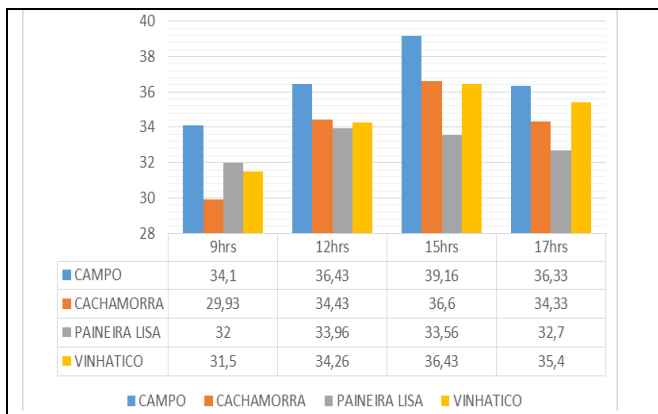


Gráfico 08: Monitoramento Microclimático, temperatura de globo – ESTAÇÃO CHUVOSA

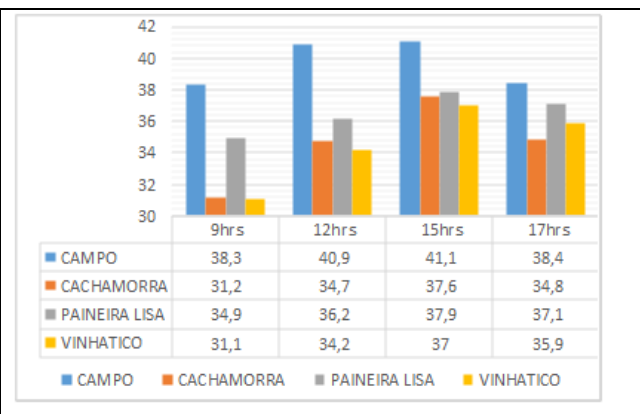


Gráfico 09: Monitoramento Microclimático, temperatura de globo – ESTAÇÃO SECA

A umidade relativa do ar, demonstrou permanecer mais alta no horário das 09h tanto em campo, como sob influência das árvores, mas sob Campo nos horários de 12h, 15h, 17h, é possível perceber que a umidade está mais baixa do que sob a influência das árvores, contudo é possível perceber a influência da vegetação melhorando a umidade relativa do ar, resposta semelhante para todas as espécies. Na estação seca, o fato de existir alguma vegetação, independente da espécie assegura níveis mais altos de umidade relativa em comparação com o campo aberto. Apenas no final da tarde, o índice de umidade volta a se aproximar dos níveis de onde há vegetação, enfatizando ainda mais sua importância.

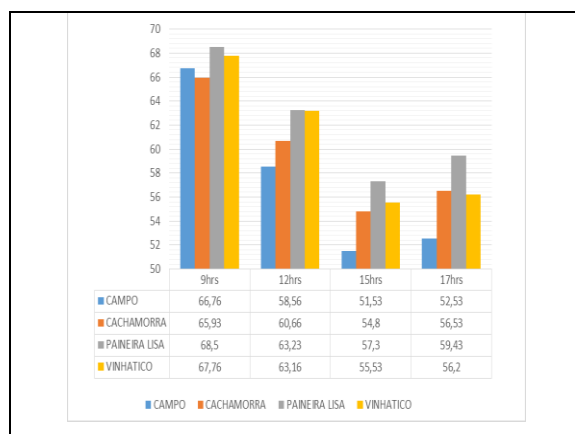


Gráfico 10: Monitoramento Microclimático de Umidade Relativa do Ar – ESTAÇÃO CHUVOSA

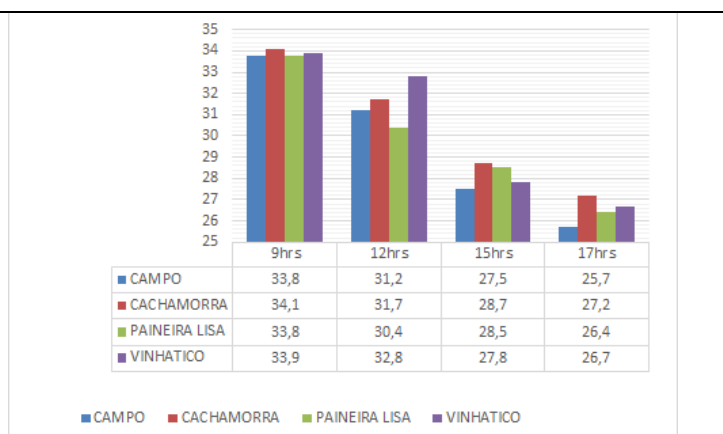


Gráfico 11: Monitoramento Microclimático de Umidade Relativa do Ar – ESTAÇÃO DE SECA

A espécie arbórea, Vinhático, leva a constatação que os níveis de CO₂ são mais baixos do que em campo, isso se deve ao formato de sua copa, como é possível ver na Figura 04, que protege mais o seu entorno de influências do exterior. Sabe-se que as árvores se caracterizam por capturarem CO₂ da atmosfera, que é um dos principais gases geradores do efeito estufa. Por tanto, é importante que se perceba que a vegetação em áreas urbanas é importante para esse processo.

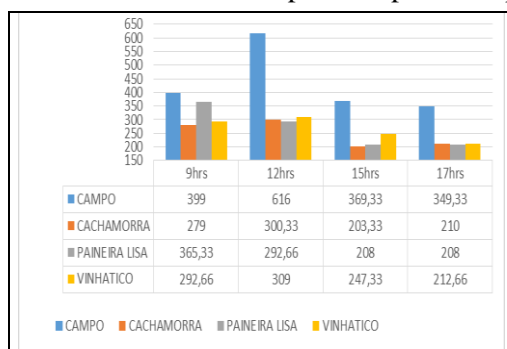


Gráfico 12: Monitoramento Microclimático, Nível de CO₂ – ESTAÇÃO CHUVOSA

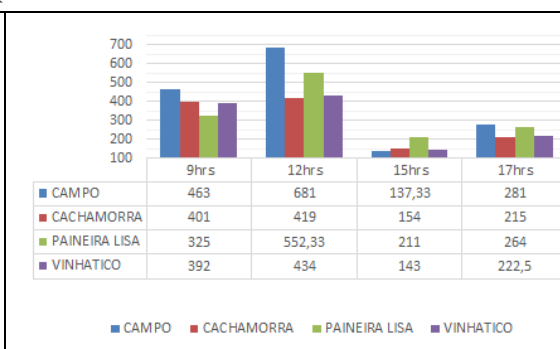
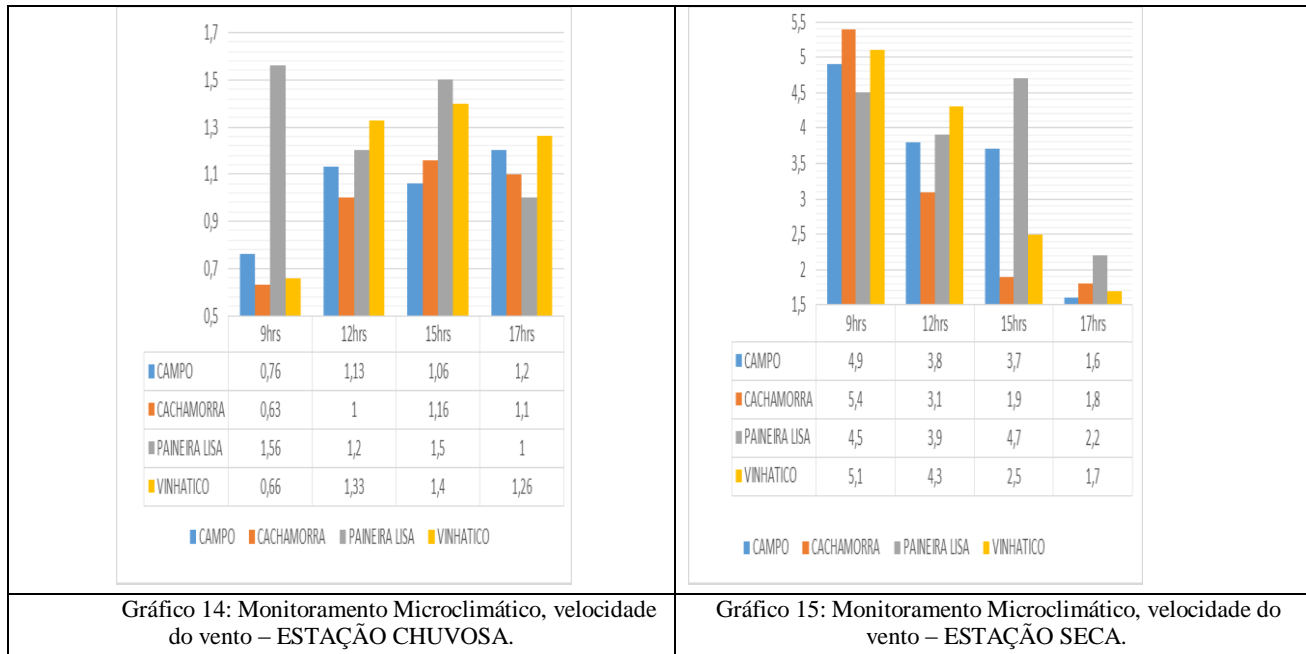


Gráfico 13: Monitoramento Microclimático, Nível de CO₂ – ESTAÇÃO SECA

O movimento do ar na atmosfera, assim como a umidade relativa do ar, são constantes que influenciam diretamente sobre a temperatura e às sensações térmicas, pois ajudam a eliminar o suor e a ocasionar o efeito de termoregulação da temperatura corporal, onde estas são determinantes para as condições de conforto térmico e qualidade do ar para o indivíduo. Percebe-se no gráfico 15 que a velocidade do vento não se faz constante, porém, em horários mais quentes, 12h e 15h, nota-se a presença de ventos que auxiliam no processo para melhoria das condições de conforto. Na estação de seca, temos ventos mais fortes que predominam na período da manhã.



5. CONCLUSÕES

A análise gráfica dos dados demonstra que a vegetação é fator determinante nas alterações de temperatura e umidade, características decisivas ao conforto ambiental. Comparando os resultados obtidos no monitoramento sob as copas das árvores e em campo aberto observa-se que a temperatura é mais amena nas primeiras áreas. A cachamorra apresenta melhores resultados para a estação seca sendo uma espécie indicada para praças em áreas urbanas, porém a paineira lisa e o vinhático também são indicados. Por tanto, os resultados obtidos nas medições indicam o valor da influência positiva da vegetação nos microclimas urbanos, sendo uma forma de amenizar os efeitos térmicos provocados pela urbanização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- BOGO, A; PITROBON E C; BARBOSA M J; GOULART S; PITTA T; LAMBERTS R. Relatório Interno: 02/94. **Bioclimatologia Aplicada ao Projeto De Edificações Visando o Conforto Térmico**. Núcleo de Pesquisa em Construção. Departamento de Engenharia Civil /UFSC. Florianópolis, 1994,83p.
- BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **Sol, Vento & Luz: Estratégias para o Projeto de Arquitetura**. 2º ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2004. 416 p.
- DAP – **Diagnóstico da Arborização Urbana de Palmas**. Palmas, 2015, 372p.
- FREITAS et. Al. **Estudos Bioclimáticos e Tecnologias para Elaboração de Projeto Arquitetônico em Palmas (To)**, Encontro De Tecnologia do Ambiente Construído, Canela, 2010
- FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. 5º ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 243 p.
- GARTLAND, L. **Ilhas de Calor: como Mitigar Zonas de Calor em Áreas Urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- GOULART, S., LAMBERTS, R., FIRMINO, S. **Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 Cidades Brasileiras**. Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, Florianópolis, 2º ed., 1998, 345 p.
- EL CLIMA Y EL DISEÑO DE CASAS: **Diseño de Viviendas Economicas y Servicios de la Comunidad**. Volume 1. Nueva York: Naciones Unidas, 1973.
- KRÜGER E. L.; MINELLA F. C. O. **Ambiente Térmico de uma Região Específica de Paris Situação de Verão**. XII ENCAC, 2013
- PALMAS (Prefeitura municipal). Lei complementar n. 155, de 28 de dezembro de 2007. **Dispõe Sobre a Política Urbana no Município de Palmas-TO**. Palmas, TO, 28 dez. 2007. Disponível em: <https://www.leismunicipais.com.br/cgi-local/topsearch.pl>>. Acesso em: 25/10/2016

- LOUREIRO K; CARLO, J C; LAMBERTS, R. **Estudo de Estratégias Bioclimáticas para Cidade de Manaus**. ENTAC – IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu, PR, 2002.
- 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.
- MASCARÓ, Lucia R. de. **Energia na Edificação: Estratégia para Minimizar seu Consumo**. São Paulo, SP: Editora Parma Ltda., 1985. 136 p.
- MASCARÓ, Lucia Elvira Alicia Raffo de; MASCARÓ, Juan Luis. **Vegetação Urbana**. Ed. Masquatro. Porto Alegre, 2002.
- NASCIMENTO, J. **Tocantins: História e Geografia**. Goiânia: Bandeirante, 2009b. 141 p.
- OLGYAY, Victor. **Arquitectura y Clima: Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas**. 2. ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 2002. 203 p.
- PANÃO, M.J.N.O.; Gonçalves H.J.P. P.; Ferrão M.C. **Indicadores do Desempenho Térmico de Edificações Urbanas**. 2006
- REBELLO, Yopanan C. P. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura**. 5° ed. São Paulo, SP: Zigurate Editora e Comercial Ltda, 2007. 272p.
- ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: ProEditores, 2000.
- SILVA, C. F. **Caminhos Bioclimáticos: Desempenho Ambiental de Vias Públicas na Cidade de Terezina – PI**. 140 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.