XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

LEITURA BIOCLIMÁTICA O USO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COMO FERRAMENTA PARA A MELHORIA DO ESPAÇO URBANO E A GERAÇÃO DO MICROCLIMA NA CIDADE DE 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
A arborização urbana pode influenciar diretamente a qualidade de vida da população, pois é capaz de melhorar o conforto térmico. A cidade de Palmas - TO apresenta em determinada época do ano clima quente seco, chegando a temperaturas e 25°C segundo CLIMATTE-DATA (2017), o que ocasiona bastante desconforto durante o uso dos espaços públicos, principalmente no período diurno. A vegetação como promotora deste conforto muitas vezes se demonstra ausente ou planejada de forma incorreta. O objetivo deste trabalho é propor uma leitura bioclimática na Avenida LO-09, situada na região central da cidade de Palmas, com foco na melhoria do microclima urbano por meio de uma arborização planejada, tendo como resultado um espaço melhor para todos os moradores da cidade. Através de simulações realizadas no software ENVI-met versão 3.4 e diretrizes para a arborização de vias públicas, pretende-se promover conforto térmico e visual favorecendo a convivência coletiva e a apropriação dos espaços públicos urbanos por meio da geração de um microclima agradável. O estudo será simulado pelo software ENVI-met na versão 3.4 e trará consigo diretrizes, sendo capaz de confirmar os benefícios da arborização urbana através da interpretação dos mapas gerados pela extensão do programa Leonardo. Conforme as análises dos resultados, entende-se que a vegetação é promotora do conforto térmico e a forma como está é distribuída no ambiente urbano influência nos benéficos que iram trazer para o ambiente urbano.
Palavras-Chave: Clima Urbano; Arborização Urbana; ENVI-met.

ABSTRACT
Urban afforestation can directly influence the quality of life of the population, since it is capable of improving thermal comfort. The city of Palmas - TO presents on average the season of the hot climate, reaching temperatures of up to 25 ° C after year (2017), which causes greater discomfort during the use of the means of entertainment, mainly during the daytime period. Fashion as a promoter is the way that is often shown to be absent or planned incorrectly. The objective of this work is to propose a bioclimatic reading on Avenida LO-09, in the central region of the city of Palmas, with a focus on the urban microclimate through a planned planting, as a better space for all the residents of the city. By means of simulations, ENVI-met version 3.4 software was not developed and the directive for the afforestation of public roads is intended to promote thermal and visual comfort favoring a collective coexistence and an appropriation of the urban means for the generation of a pleasant microclimate. The study will be simulated by the software ENVI-met in version 3.4 and will bring with it guidelines, being able to confirm the advantages of urban afforestation by interpreting the maps generated by the Leonardo program extension. Like companies, results, companies, the media and companies that exert a competitive influence on the urban environment.
Keywords: Urban Climate; Urban Afforestation; ENVI-met.

1. INTRODUÇÃO

Com o surgimento dos grandes aglomerados urbanos as cidades passaram a substituir os elementos naturais, por elementos artificiais como asfalto, edificações, pisos de concreto, telhas de cerâmica, amianto, vidros e estruturas metálicas. Esses elementos, com elevada capacidade refletora proporcionam um microclima, causando desconforto na população pelo aumento da temperatura, formando "ilhas de calor". (SCHUC, 2006)

Dessa forma, consequentemente, alterações climáticas como a intensidade de radiação solar, a temperatura, a umidade relativa do ar, a precipitação e a circulação do ar, entre outros fatores, são afetados pelas condições de artificialidade do meio urbano, alterando a sensação de conforto ou desconforto das pessoas. (CEMIG, 2011)

O clima urbano neste contexto ganha importância devido a sua influência direta na qualidade de vida da população. Os espaços urbanos, extensos ou não, interferem nas características climáticas locais, criando, o seu próprio campo de temperaturas. Essas mudanças acarretam na criação de um microclima urbano, que é ocasionado pelas modificações realizadas no ambiente natural, como a substituição da cobertura natural do solo, por camadas de asfalto, concreto e pedra, pela mudança da geometria urbana e da baixa atmosfera. (GANHO, 1999)

Neste sentido, a arborização é um elemento fundamental e deve ser considerado como um dos mais importantes na estrutura urbana. As contribuições ambientais proporcionadas pela arborização são muitas e a sua importância na melhoraria do clima, do ar, da paisagem e de muitos outros atributos. Além disso, valorizar as árvores que formam a paisagem natural de uma cidade é reconhecer a sua própria identidade. (PAB, 2015)

A cidade de Palmas – TO é bastante conhecida pelo seu clima, proporcionando a população uma sensação desagradável frente ao intenso calor, que acontece principalmente entre os meses de julho a setembro. Este fator contribui para o esvaziamento dos espaços públicos da cidade, principalmente no período diurno, onde as temperaturas se encontram mais elevadas, chegando a 35°C. (CLIMATE-DATA, 2017)

Nesse contexto a população evita usar os espaços públicos durante o período diurno, fazendo com que as áreas verdes e espaços livres fiquem subutilizados. Além do seu clima, a malha urbana da cidade de Palmas é bem dispersa e sem conectividade suficiente para modais de transporte alternativos, o que dificulta ainda mais a locomoção de pedestres e ciclistas e acaba distanciando a população dos espaços livres.

Segundo Oliveira et al. (2017), as praças da cidade de Palmas são mais frequentadas no período noturno, tendo em vista que durante o dia a população enfrenta grande desconforto na prática de exercícios e do uso para o lazer ao ar livre, e já no período noturno as temperaturas são menores, permitindo maior conforto térmico.

Percebe-se assim, a necessidade de estudos e diretrizes que estabeleçam uma melhor relação entre o indivíduo e o meio urbano, tendo como foco a arborização urbana e a melhora do desempenho ambiental das cidades e dos seus espaços. Diante do exposto, questiona-se de que forma o microclima gerado nos espaços públicos a partir da utilização de uma arborização bem planejada pode melhorar a qualidade de vida da população permitindo o uso confortável destes espaços.

O Plano de Arborização da cidade de Palmas – PAB, prima por uma arborização urbana planejada através do uso de espécies arbóreas adequadas para o meio urbano e por espécies nativas da região em questão, pois desta forma é possível contribuir para o conforto ambiental e da população, amenizando as temperaturas. A contribuição da arborização nos centros urbanos abrange desde a melhoria da qualidade do ar, a proteção térmica e acústica e a qualificação estética e paisagística até a contribuição para a manutenção da biodiversidade do local. (PAB, 2015)

2. OBJETIVO

O trabalho tem por objetivo propor uma leitura bioclimática na Avenida LO-09 com foco na melhoria do microclima urbano por meio de disposição de espécies arbóreas de forma adequada no espaço urbano, tendo como resultado um espaço melhor para todos os moradores da cidade.

3. MÉTODO

O desenvolvimento do trabalho está dividido em 4 etapas diferentes: 1 Pesquisa bibliográfica – conceitos, definições, teorias; 2 A cidade de Palmas e seu clima – entendimento sobre o clima urbano e simulações computacionais; 3 Caracterização urbana da Av. LO 09 – coleta de dados, diagnóstico; 4 Diretrizes, análise das simulações.

(1) Na primeira parte do trabalho foi realizado um levantamento do referencial teórico acerca da temática abordada, apontando conceitos e definições dos temas: qualidade de vida, arborização urbana, clima e microclima urbano.

(2) A segunda etapa consiste na conceituação sobre simulação computacional e a realização das simulações da área de intervenção através do software ENVI-met, além de apresentar os resultados obtidos fazendo as suas devidas interpretações antes e depois com a inserção das áreas vegetadas e espécies arbóreas.

(3) Na terceira parte, são levantados dados in loco para a caracterização da região de estudo e seu entorno, servindo de base para a realização do diagnóstico que contribuirá para a formulação das diretrizes.

(4) Na última parte do trabalho serão apresentados os resultados e discussões acerca das simulações realizadas.

3.1. Apresentação da Área de Estudo

A Avenida LO-09 está localizada na região sul da cidade de Palmas -TO entre as quadras 303 SUL E 403 SUL. Esta avenida era sede do antigo aeroporto da capital, porém com o crescimento da cidade e as novas necessidades atende atualmente como área de Comércio e Serviço Vicinal. Devido a sua função inicial possui uma largura maior que as demais avenidas da cidade e não contém canteiro central, uma das características principais do traçado urbano de Palmas. Além disto, a falta de espécies arbóreas e conexões entre as calçadas é bastante evidente e gera desconforto no deslocamento de pedestres e ciclistas.

De acordo com as Figuras 2 e 3, pode-se perceber o surgimento de comércios e estabelecimentos de prestação de serviços. Esses comércios assim como, lojas lanchonetes, bares e restaurantes são responsáveis pela movimentação de pedestres, movimento este que se evidencia mais ao entardecer e no período da noite. Nota-se o uso da avenida para a prática de exercícios físicos, assim como, caminhada, corrida, pedalada, esta prática deve-se ao seu comprimento e largura, permitindo um espaço livre e contínuo, que apesar de ser destinado para a passagem de veículos é utilizado também para outros fins. Destaca-se ainda as grandes áreas impermeabilizadas e a falta de interesse público e da população em plantar árvores que sombreiem os estacionamentos e calçadas.



Figura 1: Localização da Avenida LO - 09



Figura 2: Avenida LO - 09



Figura 3: Avenida LO - 09

A vegetação existente na Avenida LO – 09 provêm dos comerciantes do local, os quais na tentativa de tornar o ambiente mais agradável e demarcar os bolsões de estacionamentos usam espécies arbóreas e faixas de grama, como é possível observar na Figura 4.



Figura 4: Arborização Avenida LO – 09

3.2. Software ENVI-met

Para conhecer melhor os impactos ambientais gerados através da construção e modificação do ambiente urbano os softwares de simulação computacional são ferramentas capazes de avaliar o desempenho de edifícios, bairros e cidades.

Segundo Silva (2013) a expressão simulação bioclimática é o processo de simulação computacional que utiliza necessariamente dados bioclimáticos específicos do lugar para o seu desenvolvimento. Desta forma, qualifica a simulação quando garante que esta contém dados locais, melhorando o objeto a ser avaliado, pois indica que os resultados obtidos serão gerados a partir de uma base de dados não genérica, mas específica de determinado sítio.

Para realizar as simulações, é necessário que se reúnam os dados necessários do sítio específico a ser simulado. A seguir serão apresentados os dados inseridos na plataforma do software ENVI-met, conforme Tabela 1 e 2, com o objetivo de sistematizar a coleta de informações e atribuir maior veracidade as simulações realizadas.

Tabela 1: Dados de Localização utilizados na plataforma do Envi-met

Município de Palmas - To	
Longitude	-48.30
Latitude	-10.18
Fuso horário	UTC/GMT -3 HORAS

Tabela 2: Dados Climáticos do ano de 2013 utilizados na plataforma do Envi-met

Período	Temp. Máxima	UR Méd	Rugosidade da Superfície	Vel.ar Méd	Direção do Vento Predominante	Pressão Atmosférica
24/4 a 14/09	39,9(°C)	58(%)	0,1 (Default)	1,3 (m/s)	Leste	7 (2500m, g/kg)

O recorte da área de intervenção conforme a Figura 5, levou em consideração o tamanho da malha disponível na versão gratuita do programa Envi-met. De acordo com as referências encontradas é indicada uma malha de no máximo 3,5m x 3,5m para cada 1m no programa, desta forma as dimensões reais da área a ser simulada devem ser no máximo de 350m x 350m. Definiu-se para a área de recorte um tamanho real de

135m x 350m, levando em consideração uma área que estivesse com maior consolidação das construções, afim de obter resultados mais precisos.



Figura 5: Recorte Área de Simulação

As simulações da área de estudo abordaram alguns dos elementos climáticos mais importantes para análise de microclimas urbanos: a temperatura e a umidade relativa do ar, a temperatura superficial dos materiais e o vento.

Como o programa proporciona interações entre superfície, vegetação e atmosfera, e a escassez da arborização é bastante evidente, a vegetação conduz a análise dos mapas, ou seja, a partir dela que é elaborado todo um entendimento de como os elementos climáticos se comportam diante de diversos fatores.

Assim, para compreender melhor a análise dos elementos climáticos nos mapas que foram simulados, é importante observar o mapa de distribuição dos materiais urbanos, ou seja, onde estão localizadas as edificações, as copas das árvores, o asfalto, a grama e o solo natural, conforme Figura 6 e 7.

Com as modelações no software da Avenida LO–09 prontas, foram realizadas as simulações do cenário atual e do cenário proposto conforme Figura 6 e 7. Após as simulações são gerados os mapas de temperatura de acordo com os arquivos oriundos do processo de simulação.



Figura 6: Distribuição dos materiais na simulação do cenário Atual

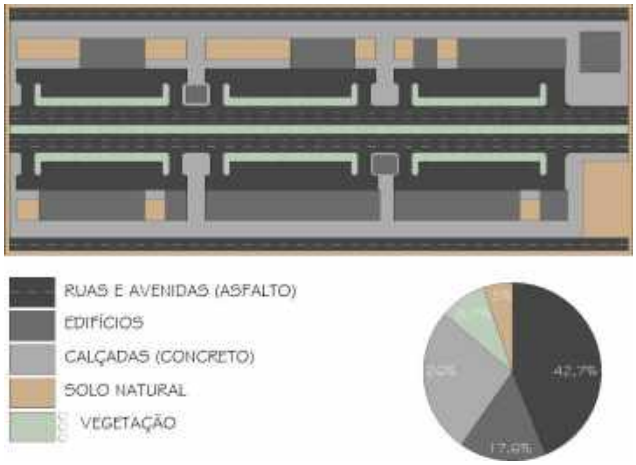


Figura 7: Distribuição dos materiais na simulação do cenário Proposto

A simulação do cenário Proposto é baseada no desenho previsto pela Prefeitura de Palmas para a Avenida LO-09, conforme o estabelecido nas outras avenidas da cidade, seguindo o mesmo padrão. Para a inserção da arborização no software aderiu-se as diretrizes do Plano de Arborização de Palmas.

Foram inseridas 50 espécies arbóreas de porte grande no canteiro central e 80 árvores de porte médio e pequeno nos canteiros dos estacionamentos e calçadas, paralelas a Avenida LO-09.

De acordo com o desenho têm-se um novo croqui da distribuição dos materiais urbanos, ou seja, onde estão localizadas as edificações existentes, as copas das árvores, o asfalto, concreto, grama e o solo natural, conforme Figura 7. Destaca-se que apenas a superfície do solo e a vegetação foram inseridos seguindo o desenho da Avenida LO-09 conforme previsto pela prefeitura de Palmas, permanecendo a ocupação dos lotes de modo igual a situação atual.

4. RESULTADOS

De acordo com as simulações realizadas para o **Cenário Atual**, os mapas da Figura 8 nos apresentam as temperaturas para os horários de 10hrs, 13hrs e 16hrs respectivamente.

O primeiro mapa da Figura 8 demonstra a simulação do mapa climático gerado na plataforma Leonardo para às 10:00 horas da manhã. Percebe-se que as temperaturas variam de 19,9°C a 31,8°C. Permanecendo mais amenas nos edifícios.

O segundo mapa demonstra a simulação do mapa climático gerado na plataforma Leonardo para às 13:00 horas da tarde. Percebe-se que as temperaturas variam de 20 °C a 36,6°C. As temperaturas aumentam proporcionalmente nas áreas pavimentadas, onde a pavimentação asfáltica é responsável pelo maior ganho térmico.

O terceiro demonstra a simulação do mapa climático gerado na plataforma Leonardo para às 16:00 horas da tarde. Percebe-se que as temperaturas variam de 20,4 °C a 44,6°C.

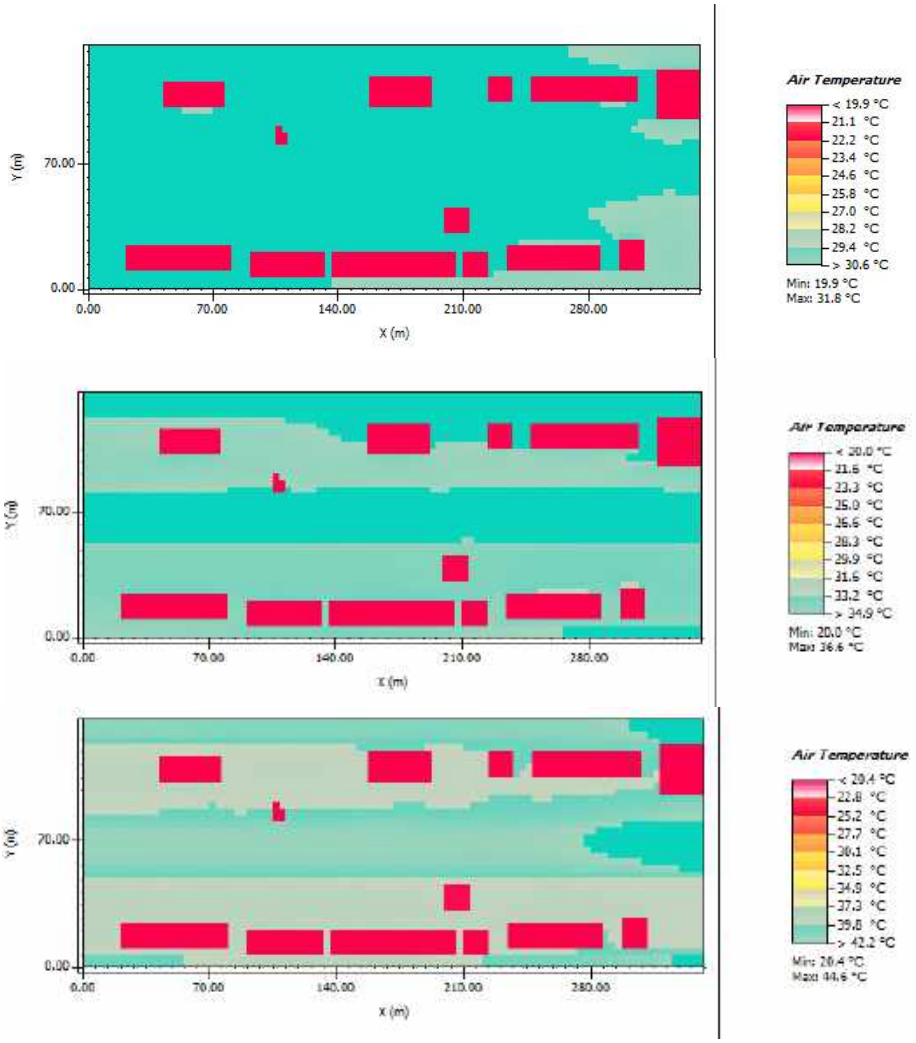


Figura 8: Mapas climáticos, Temperatura do Ar

De acordo com as simulações realizadas para o **Cenário Proposto**, os mapas da Figura 9 nos apresentam as temperaturas pros horários de 10hrs, 13hrs e 16hrs respectivamente.

A análise do primeiro mapa da Figura 9 nos mostra a simulação realizada para o horário das 10 horas da manhã, onde é possível observar que as temperaturas variam 2°C a menos para o entorno dos edifícios e vegetação, ficando com temperaturas aproximadamente de 26°C, e nas áreas de pavimentação artificial, asfalto e concreto, permanecem mais elevadas 2°C, ficando com temperaturas aproximadamente de 28°C.

O segundo mapa nos mostra a temperatura do ar para horário de 13 horas da tarde. As temperaturas variam 31,7°C a 34,1°C, ficando mais elevadas nas áreas de asfalto e concreto.

O terceiro mapa é resultado da simulação das 16 horas. É possível observar o ganho de temperatura

dos materiais durante o dia. As temperaturas variam aproximadamente de 37°C a 41°C. É possível observar que nas partes vegetadas se têm uma redução de até 2°C se comparada a área asfaltada.

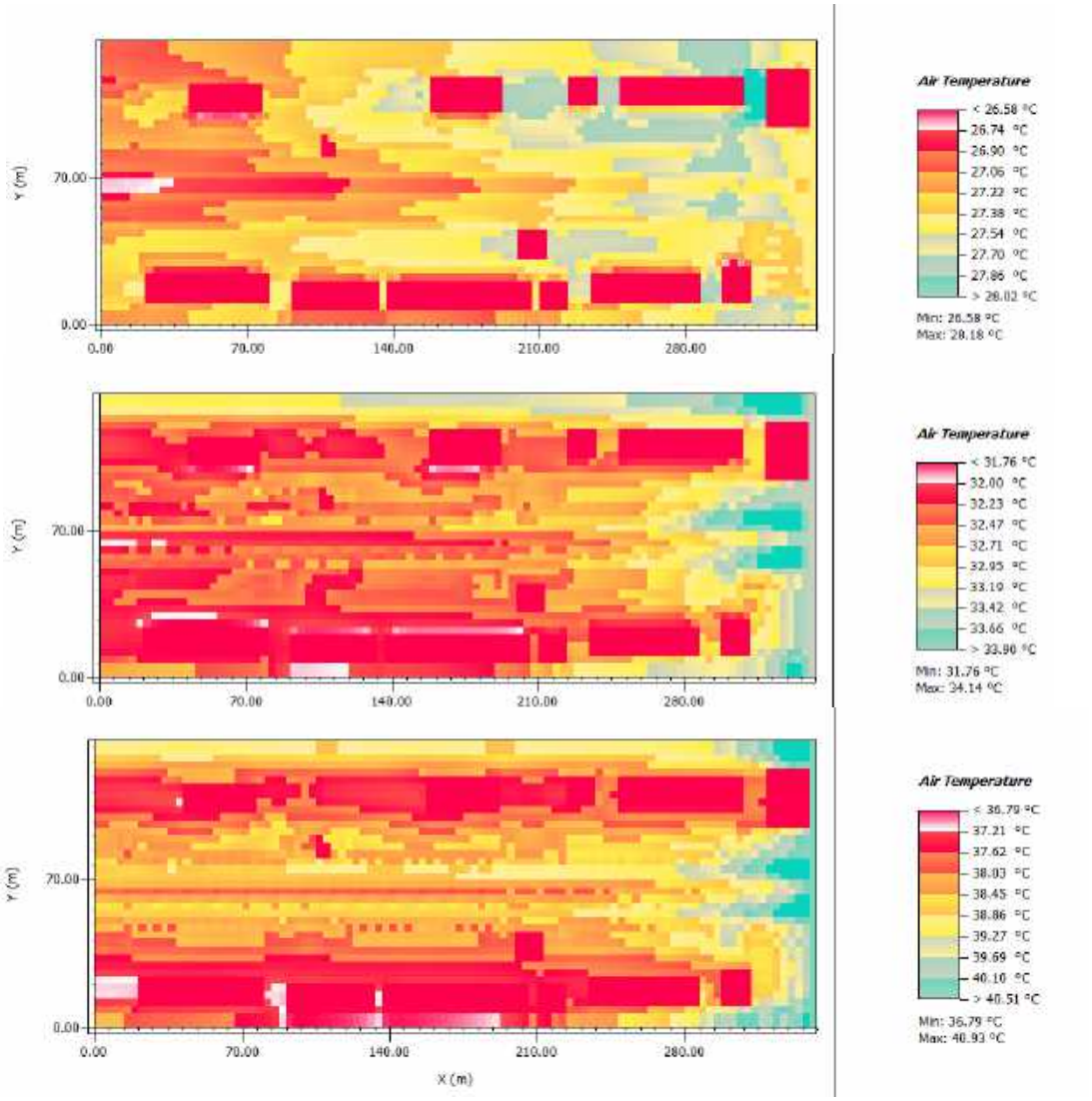


Figura 9: Mapas climáticos, Temperatura do Ar

De acordo com as simulações realizadas, percebe-se que no de correr do dia os materiais como, concreto e o asfalto ajudam no aumento da temperatura, tal fato pode ser observado nos mapas das Figuras 8 e 9.

Entende-se que, com os fatores limitantes acerca da versão gratuita do software ENVI-met, as simulações tendem a apenas demonstrar que os materiais que substituem a camada natural do solo, contribuem de forma significativa para o aumento das temperaturas no ambiente urbano e que a vegetação atua de forma benéfica, sendo responsável por contribuir na diminuição do estresse térmico. Este fato, nos permite dizer que é necessário possuir mais áreas vegetadas para que seja possível um melhoramento do microclima da cidade de Palmas, amenizando desta forma a temperatura do ar.

5. CONCLUSÕES

Está bem estabelecido na literatura que a arborização urbana favorece o microclima local. Os resultados deste estudo demostraram que a vegetação arbórea influencia os valores de temperatura do ar na região do município de Palmas. Ficou confirmado que a formação de corredores verdes no sistema viário é capaz de contribuir de forma significativa, amenizando a temperatura do seu entorno.

Conforme o gráfico da Figura 10, as temperaturas aumentam proporcionalmente nas áreas pavimentadas, onde a pavimentação asfáltica é responsável pelo maior ganho térmico. Pode-se perceber que o Asfalto gera 4°C a mais que o Solo Natural no horário de 10 horas, chegando até 7°C a mais no horário de

16 horas.

Apesar do aumento das áreas pavimentadas com a cobertura do solo natural por asfalto e concreto no cenário proposto, é possível observar o efeito das áreas vegetadas e da arborização inserida, sendo estes efeitos positivos na redução das temperaturas.

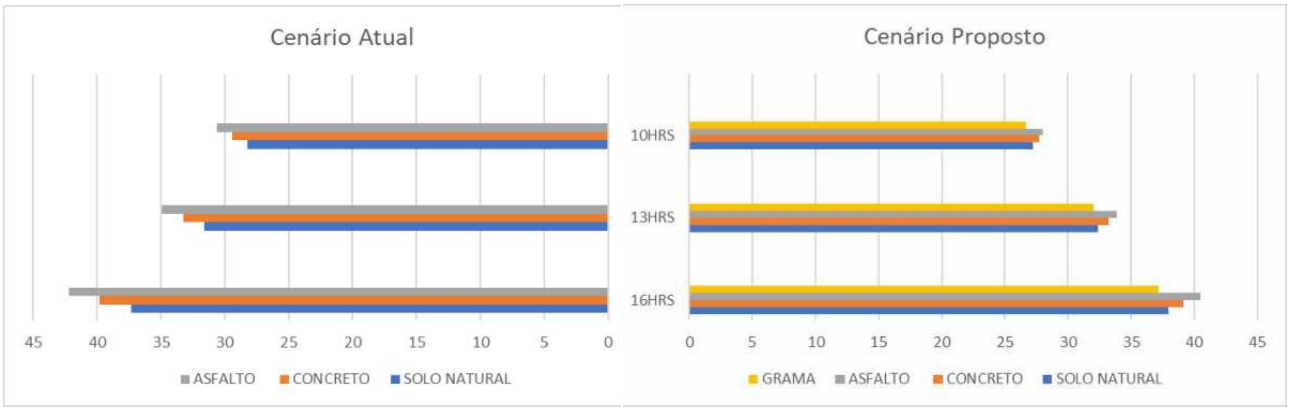


Figura 10: Gráfico comparativo de Temperatura do Ar

Ainda com relação à região de estudo, podemos confirmar como a falta da vegetação urbana pode agravar as altas temperaturas predominantes da região. Destacando-se que o reconhecimento de como as áreas verdes, o revestimento horizontal e a morfologia urbana influenciam na temperatura do ar é muito importante para o desempenho ambiental dos espaços urbanos.

Conclui-se, que a população usuária do local percebe os desconfortos ocasionados pela amplitude do espaço e a ausência da vegetação e da sombra, criando um ambiente desagradável ambientalmente. Desta maneira, a vegetação tem papel preponderante no conforto ambiental dos espaços urbanos, pois interfere diretamente na redução de temperatura do ar, das superfícies sombreadas, no aumento da umidade do ar e na redução da poluição atmosférica. Neste sentido, a educação ambiental é uma das possíveis ferramentas para a realização de ações que melhorem a região.

Como este trabalho tem caráter pioneiro na utilização do software para simulações (ENVI-met) de desempenho ambiental de áreas urbanas na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins, concluiu-se que há avanços que podem ser feitos em relação aos ajustes dos dados inseridos no programa e ao banco de dados referente à vegetação utilizada, gerando análises mais precisas e adaptadas ao clima do cerrado brasileiro e mais precisamente sobre a cidade de Palmas.

Assim, a utilização do software, será cada vez mais, uma importante ferramenta de auxílio para a tomada de decisões que visem à melhoria da qualidade de vida nos espaços urbanos, ajudando arquitetos, projetistas, engenheiros e principalmente o poder público a gerir de forma mais eficiente. O ENVI-met, principal ferramenta utilizada nesta pesquisa, mostrou-se adequado para a simulação de áreas urbanas. As limitações encontradas tornaram-se relevantes para um possível aprofundamento de estudos sobre o programa e, sugere-se a necessidade de realizar medições em campo para que a análise não seja apenas visual por meio dos mapas gerados, mas também numérica. Em relação ao software de apoio Leonardo, foi possível uma boa utilização, facilitando a leitura dos mapas, já que permitiu comparações entre eles através de análises visuais com legenda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. **Manual de Arborização**. Belo HorizonteMG: Cemig/Fundação Biodiversitas, 2011.

CLIMATTE-DATA, 2017, **Clima: Palmas**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/tocantins/palmas-4072/>. Acessado em: 11 nov. 2018.

GANHO, N. **Clima Urbano e a Climatologia Urbana - Fundamentos e Aplicação ao Ordenamento Urbano.** Cad. Geografia. Coimbra, n.°18, pp. 97-127, 1999. Disponível em:<https://digitalisdsp.uc.pt/bitstream/10316.2/40429/1/Clima%20urbano%20e%20a%20climatologia%20urbana.pdf>. Acesso em: 13 de ago. 2018.

OLIVEIRA, M. C. A. de; CARDOSO, M.; CAMARGO, M. C. R. de; CRUZ, B. B. de La; O Novo Papel Da Praça Para O Cidadão Do Século XXI, Um Estudo Em Palmas/TO. In: **Congresso Brasileiro de Arborização Urbana (CBau)**, Palmas, TO, 2017.

Palmas: Memórias do Urbanismo. Documentação e Pesquisa sobre a Concepção Urbanística De Palmas. Disponível em: <https://www.memourbpalmas.org/>. Acesso em: 20 nov. 2018.

Plano de Arborização Urbana de Palmas. Palmas – TO, 2016.
PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS. **Banco de dados GeoPalmas.** Site: <http://geo.palmas.to.gov.br/> Acesso em: 10 de janeiro de 2019.
SCHUCH, Mara Ione Sarturi. **Arborização Urbana: Uma contribuição à qualidade de vida com uso de geotecnologias.** Dissertação (Mestre em Geomática) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2006.
SILVA, Caio Frederico e. **O Conforto Térmico de Cavidades Urbanas: Contexto Climático do Distrito Federal**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
SILVA, Caio Frederico e.; ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Desempenho Ambiental De Vias Públicas Quanto Ao Conforto Térmico Urbano. Estudo De Caso: Tersina – Piauí – Brasil**. In: PLURIS, São Paulo, 2010. In: Disponível em: < http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper492.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2019.
SILVA, Liliane Flávia Guimarães da. **Percepção Climática E Conforto Térmico: contribuição ao estudo interdisciplinar dos aspectos objetivos e subjetivos do clima em Palmas, TO.** 2018. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a Universidade Federal do Tocantins – UFT e ao CNPq, pelo apoio fornecido para a realização deste trabalho.