

# A INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO DESEMPENHO AMBIENTAL

*The influence of urban forests on environmental performance*

*La influencia de la arborización urbana en el desempeño ambiental*



Artigo Original  
Original Article

Thaís Melz<sup>\*1</sup>, Mariela Cristina Ayres de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arquiteta e Urbanista, Universidade Estadual do Tocantins, Palmas, Tocantins, Brasil.

<sup>2</sup>Dra, orientadora do curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil.

\*Correspondência: NEUCIDADES, bloco 1, sala 18, Av. NS 15, 109 Norte, Palmas, Tocantins, Brasil.  
CEP:77.010-090. e-mail thaismelz@mail.uft.edu.br.

Artigo recebido em 09/03/22 aprovado em 12/09/22 publicado em 30/12/22.

## RESUMO

As áreas vegetadas se caracterizam como atenuadoras do conforto ambiental nos centros urbanos, proporcionando ambientes para lazer e descanso, contribuindo para a estabilidade emocional e o conforto psicológico dos habitantes, e promovendo serviços ambientais, como a redução da erosão, economia de energia com o sombreamento, controle da poluição sonora e atmosférica, retenção da água no solo, aumento da umidade relativa do ar e canalização ou obstrução dos ventos. O intuito do trabalho é avaliar o desempenho ambiental da praça da quadra ARSO 23, buscando compreender as relações entre vegetação e desempenho térmico e aprimorar o uso do software Envi-met para simulações de conforto ambiental no contexto do bioma Cerrado. Objetiva-se a utilização da ferramenta para o planejamento urbano, no contexto de implantação de áreas vegetadas. A pesquisa transcorreu com análises bibliográficas e testes de simulação no software, de três cenários distintos: sem arborização, com a vegetação atual, e com um acréscimo de 20% de cobertura vegetal em relação à situação atual, de acordo com critérios preestabelecidos de posicionamento das novas árvores. Como resultado das análises conclui-se que o acréscimo da arborização uniformizou as manchas de calor na área, demonstrando como o efeito da arborização se prolonga para as áreas próximas.

**Palavras-chave:** Conforto; Microclima; Envi-met.

## ABSTRACT

Vegetated areas are characterized as attenuating environmental comfort in urban centers, providing environments for leisure and rest, contributing to the emotional stability and psychological comfort of the inhabitants, and promoting environmental services, such as reduced erosion, energy savings with shading, control of noise and atmospheric pollution, retention of water in the soil, increase in relative humidity of the air and channeling or obstruction of winds. The aim of this work is to evaluate the environmental performance of the square on the ARSO 23 block, seeking to understand the relationships between vegetation and thermal performance and to improve the use of the Envi-met software for simulations of environmental comfort in the context of the Cerrado biome. The objective is to use the tool for urban planning, in the context of implantation of vegetated areas. The research was carried out with bibliographic research and simulation tests in the software, of three different scenarios: without afforestation, with the current vegetation, and with an increase of 20% of vegetation cover in relation to the current situation, according to pre-established criteria for positioning the new trees. As a result of the analysis, it is concluded that the addition of afforestation uniformed the heat spots in the area, demonstrating how the effect of afforestation extends to nearby areas.

**Keywords:** Comfort, Microclimate, Envi-met.

## RESUMEN

Las áreas vegetadas se caracterizan por atenuar el confort ambiental en los centros urbanos, proporcionando ambientes para el esparcimiento y el descanso, contribuyendo a la estabilidad emocional y el confort psicológico de los habitantes, y favoreciendo los servicios ambientales, como la reducción de la erosión, el ahorro energético con sombreado, el control del ruido y la contaminación atmosférica, retención de agua en el suelo, aumento de la

*humedad relativa del aire y encauzamiento o obstrucción de los vientos. El objetivo de este trabajo es evaluar el desempeño ambiental de la plaza del bloque ARSO 23, buscando comprender las relaciones entre la vegetación y el desempeño térmico y mejorar el uso del software Envi-met para simulaciones de confort ambiental en el contexto del bioma del Cerrado. El objetivo es utilizar la herramienta para la planificación urbana, en el contexto de la implantación de áreas vegetadas. La investigación se realizó con análisis bibliográficos y pruebas de simulación en el software, de tres escenarios diferentes: sin forestación, con la vegetación actual, y con un aumento del 20% de la cobertura vegetal en relación a la situación actual, según preestablecidos. Criterios para el posicionamiento de los nuevos árboles. Como resultado del análisis se concluye que la adición de forestación uniformó los focos de calor en la zona, demostrando como el efecto de la forestación se extiende a las zonas aledañas.*

**Descriptor:** Comodidad; Microclima; Envi-met.

## INTRODUÇÃO

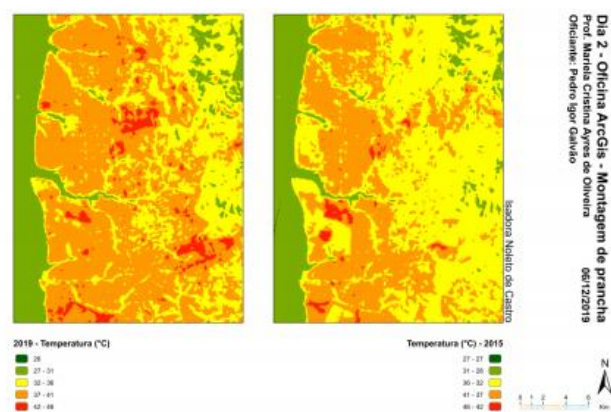
A cidade de Palmas, capital do Estado do Tocantins, surgiu no ano de 1989 com a criação do Estado, localizado na região Norte do Brasil, sendo a última cidade brasileira a ser planejada no século XX. Seu nome foi dado em homenagem à comarca de São João de Palmas.

A cidade encontra-se em uma região de planície com vegetação predominante de cerrado, caracterizado por savana, entre a Serra do Lajeado a leste, a qual tem altitude média de 700m, e o Lago da Usina Hidrelétrica de Luis Eduardo Magalhães a oeste, que possui cota de 212,9m. (BARBOSA, LOLIS, PEREIRA, 2015) O número de unidades de conservação é significativo, todos caracterizados por córregos, e as áreas no perímetro dessas unidades de conservação possuem um clima diferenciado devido à vegetação mais densa.

Em 1998 foi iniciada a construção da UHE Lajeado, localizada nos municípios de Lajeado e Página 1 Miracema do Tocantins. O enchimento do lago da UHE teve seu término em dezembro de 2001, e, de acordo com dados climáticos obtidos nos últimos anos, pode-se constatar a interferência deste na direção dos ventos cuja predominância passou de 90° para 150°, e na média pluviométrica total anual, de 1936,5 mm entre 1994 a 2001, para 1483 mm entre 2002 a 2005.

O presente trabalho pretende analisar o desempenho ambiental de áreas urbanas que sofrem com uma inadequada arborização e até mesmo ausência de áreas vegetadas na massa construída de Palmas. O objeto de estudo é uma quadra residencial de

uso misto da região sul da cidade (ARSO 23), onde é possível perceber os vários problemas, visto que a mesma faz fronteira com a região do condomínio Alphaville (área de grande desmate recente). A figura 1 mostra imagens de satélite dos anos de 2015 e 2019. O desmatamento da Orla de Palmas traz um aumento significativo de temperatura entre os anos, que estende às proximidades da área.



Banda 10 – Prancha criada com o objetivo de testar ferramentas de edição

Fonte: Mapas gerados em ArcMap 10.6.1 – Acervo Pessoal

A discussão tem como foco principal a análise da relação do clima e de que forma o microclima gerado nas vias públicas a partir da utilização de uma arborização bem planejada, a qual prima pelo uso de espécies adequadas para o meio urbano, pode contribuir para o conforto ambiental. Além de proporcionar um bem-estar, a vegetação oferece a todos a possibilidade de desenvolver mais atividades ao ar livre e uma maior circulação de pedestres e ciclistas.

O projeto tem relevância e impacto social significativo, por sua ação possibilitar um levantamento dos problemas de conforto ambiental nas vias públicas da cidade de Palmas e por sua intenção de propor diretrizes para minimizá-los. O estudo 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. Essas diretrizes e/ou projeto devem estabelecer uma melhor relação entre o indivíduo e o meio urbano, tratando a arborização como um fator fundamental para melhora do desempenho ambiental.

Para Silva (2009) as árvores, bem como as praças vegetadas, parques e bosques, são citados como os melhores reguladores climáticos e são usadas como elementos mitigadores dos efeitos gerados pelas ilhas de calor urbano, tendendo a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos e reduzindo os extremos. Ainda segundo o autor, ela contribui para a o estabelecimento de um microclima, e para a estabilidade emocional e o conforto psicológico da população, proporcionando ambientes para lazer, descanso e recreação.

Mascaró (2002) completa esse raciocínio afirmando que as árvores desempenham uma função elementar na estrutura urbana, proporcionando embelezamento, direcionamento, identidade e delimitação de espaços, além de auxiliar em questões ambientais, como 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. Segundo o autor, os processos mais comuns pelos quais a vegetação interfere na composição do

microclima são a amenização da temperatura e o aumento da umidade relativa do ar, por meio do sombreamento, e, indiretamente, por evapotranspiração.

Dessa maneira 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.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa é estruturada dentro das seguintes Etapas:

- Etapa 1 - Revisão bibliográfica dentro da temática arborização e clima;

- Etapa 2 - Inventários da arborização urbana da quadra escolhida: Foi escolhida a área da quadra ARSE 23. Figura 1. A região a ser estudada é a praça central da quadra 207 Sul (ARSO 23), do Plano Diretor da cidade de Palmas-TO, onde predomina o clima tropical seco, com altas temperaturas durante quase todo o ano e chuvas mal distribuídas. A média de temperatura anual é de 26°C e a média das máximas 36°C. A praça possui cerca de 7.000 m<sup>2</sup> e é circundada em sua maioria por construções térreas, havendo no seu perímetro o centro de convenções da Igreja Santa Luzia e, nas proximidades, o CSC - Centro de Saúde da Comunidade Prof. Isabel Auler. Segundo levantamento para o Plano de Arborização Urbana de Palmas (PINEHIRO, 2015), (PINHEIRO, 2016) a área conta com 117 unidades arbóreas, sendo as mais comuns o Pequiheiro (*Caryocar Brasiliensis* – 21 exemplares), Ingá Bravo (*Tachigali Rubiginosa* – 14 exemplares), Pau-Terra (*Qualea Parviflora* – 14 exemplares) e Angelim do Cerrado (*Vatairea Macrocarpa* – 14

exemplares). Das 117, apenas 4 unidades não puderam ser identificadas.

- Etapa 3 - Monitoramento microclimático na área escolhida através do aparelho medidor de stress térmico/ termômetro de globo com datalogger, calibração 28372/2020 e tripé para equipamentos (figura 2), nos dias 14, 19 e 21 de janeiro, das 9:00 h às 16:00 h. Foram coletados valores para as seguintes variáveis ambientais: temperatura do ar e de globo, radiação solar global, umidade relativa e velocidade do vento, de umidade do ar, temperatura do ar e a temperatura de globo.

**Figura 1.** Foto aérea ARSO 23



Fonte: Earth (2020)

**Figura 2.** Medidor de stress térmico/ termômetro de globo



Fonte: autor, 2021

Para a identificação do clima urbano lançou-se mão do arquivo bioclimático TRY (Ano de 2015) em formatos aceitos pelas ferramentas de simulação de desempenho termo energético, em especial o Analysisbio (software livre, desenvolvido pela UFSC), buscando sua avaliação e análise para a viabilidade de seu uso e aplicação na arquitetura bioclimática. Pretende-se em sequência usar os dados climáticos que compõem o TRY para a confecção de arquivos em formatos compatíveis aos programas computacionais de simulação como a versão free do software Leonardo, disponível na plataforma ENVIimet;

- Etapa 4: Modelagem tridimensional da fração urbana trabalhada no software ENVIimet.

- Etapa 5: Realização da simulação de conforto ambiental da situação atual e da situação sem cobertura arbórea, a fim de compreender o papel que a vegetação já existente exerce na área;

- Etapa 6: Análise dos resultados das medições e comparação com simulações computacionais;

- Etapa 7: Proposição de diretrizes que aperfeiçoem o desempenho ambiental, tendo como foco a implantação de espécies arbóreas a ser inserida no espaço urbano; Assim, pode-se visualizar a fração urbana antes e depois do incremento de cobertura vegetal, possibilitando uma análise da contribuição do adensamento arbóreo na área para o microclima.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medições foram realizadas em cinco pontos na praça escolhida, a fim de compreender o comportamento das variáveis dentro da área. Figura 3. A escolha dos pontos se baseou na superfície de cobertura do solo, na abóbada e nos elementos construídos nos arredores, buscando uma distribuição que abrangesse toda a área da praça. Figuras 4, 5, 6, 7 e 8.

**Figura 3.** Localização dos pontos de monitoramento microclimático.



Fonte: autor, 2021

**Figura 4.** Ponto 1 de monitoramento (P1)



Fonte: autor, 2021

**Figura 5.** Ponto 2 de monitoramento (P2)



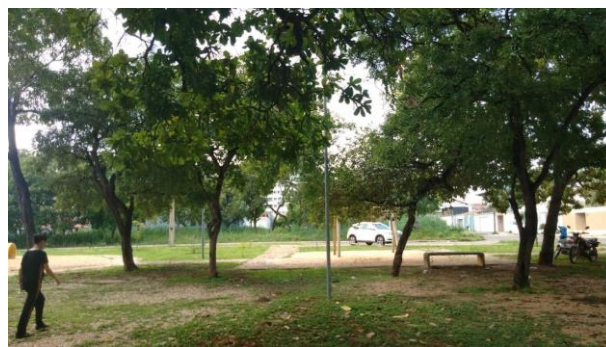
Fonte: autor, 2021

**Figura 6:** Ponto 3 de monitoramento (P3)



Fonte: autor, 2021

**Figura 7:** Ponto 4 de monitoramento (P4)



Fonte: autor, 2021

**Figura 8:** Ponto 5 de monitoramento (P5)



Fonte: autor, 2021

Posteriormente foi realizada a modelagem da praça no software com base em imagens do google maps. Os materiais e as variáveis inseridas no programa estão sintetizados na tabela 01. É importante pontuar que para a inserção dos dados de temperatura e umidade no software, foi realizada uma análise do dia típico dentre os dias aferidos. Isto significa que foram eliminadas as máximas e mínimas de cada horário no Ponto 3 (P3 - ponto sob o sol) dos três dias aferidos e identificado o dia cujos dados eram os que possuíam menos extremos. Como resultado obteve-se o dia 14/01 como o dia típico, sendo a máxima às 14:00hrs e a mínima às 12:00hrs.

**Tabela 1.** Dimensões e dados gerais utilizados na modelagem

Dimensões do grid	Dimensões das células
43 x 16 x 10m	3 x 3 x 3m
Lista de materiais	
Realidade	Equivalente utilizado no Envi-met
Areia	[0100SD] Sandy Soil
Solo	[0100LO] Loamy Soil
Calçadas	[0100PL] Concret Pavement Light
Asfalto	[0100ST] Asphalt Road
Forração	[010000] Funkia (Hosta) - Grass 25cm aver. dense [01CLDM] Cylindric, large trunk, dense, medium (15m)
Árvores	[01CLDS] Cylindric, large trunk, dense, small (5m)
Dados climáticos inseridos	

	<b>Temperatura</b>	Máxima: 39.9°C Mínima: 33.9°C
<b>Período Chuvoso</b>	<b>Umidade</b>	Máxima: 87.4% Mínima: 56.5%

Observação: Os dados climáticos inseridos se referem aos dados aferidos sob o sol.

Fonte: autor, 2021

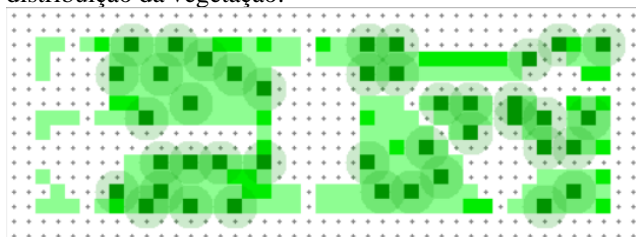
Com base nos dados da tabela 1, foi criada a malha representada pelas figuras 9 e 10. A figura 9 mostra a situação atual a nível do solo e a figura 10 a distribuição da vegetação.

**Figura 9.** Modelagem da situação atual a nível do solo.



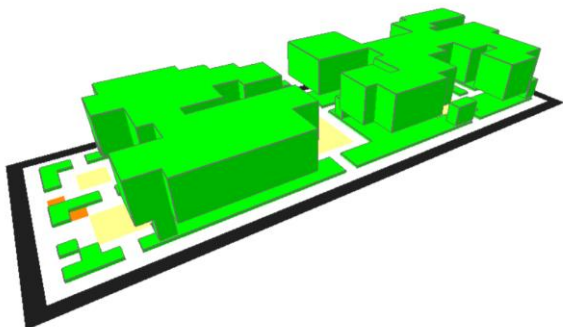
Fonte: autor, 2021

**Figura 10.** Modelagem da situação atual quanto a distribuição da vegetação.



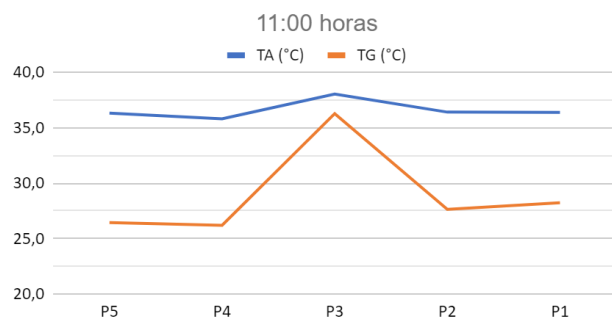
Fonte: autor, 2021

**Figura 11.** Modelagem da situação atual - Vista 3D



Fonte: autor, 2021

**Gráfico 01.** Temperatura ambiente (TA) e temperatura de globo (TG) para as 11:00hrs.



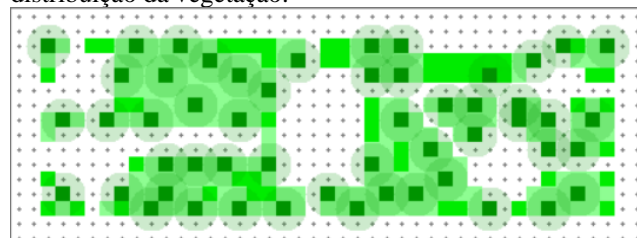
Fonte: autor, 2021.

Análises iniciais dos dados coletados demonstram uma diferença de até 10°C entre a

temperatura ambiente e a temperatura de globo nas áreas sombreadas, e cerca de 2,5°C sob o sol, comprovando a importância da radiação solar direta nos climas subtropicais. Gráfico 01.

A partir disso, foram simulados mais dois cenários além do atual (figura 11), alterando o parâmetro de porcentagem de cobertura vegetal, sendo um sem a arborização, e outro com um incremento de 20% a mais de arborização, conforme figura 12.

**Figura 12.** Modelagem da situação proposta quanto a distribuição da vegetação.



Fonte: autor, 2021

Para o cenário de proposta a intenção foi a de sombrear o máximo possível todas as áreas da praça, partindo de duas diretrizes: deixar as áreas de areia expostas ao sol, e compatibilizar a dimensão das copas das árvores buscando manter as árvores já existentes.

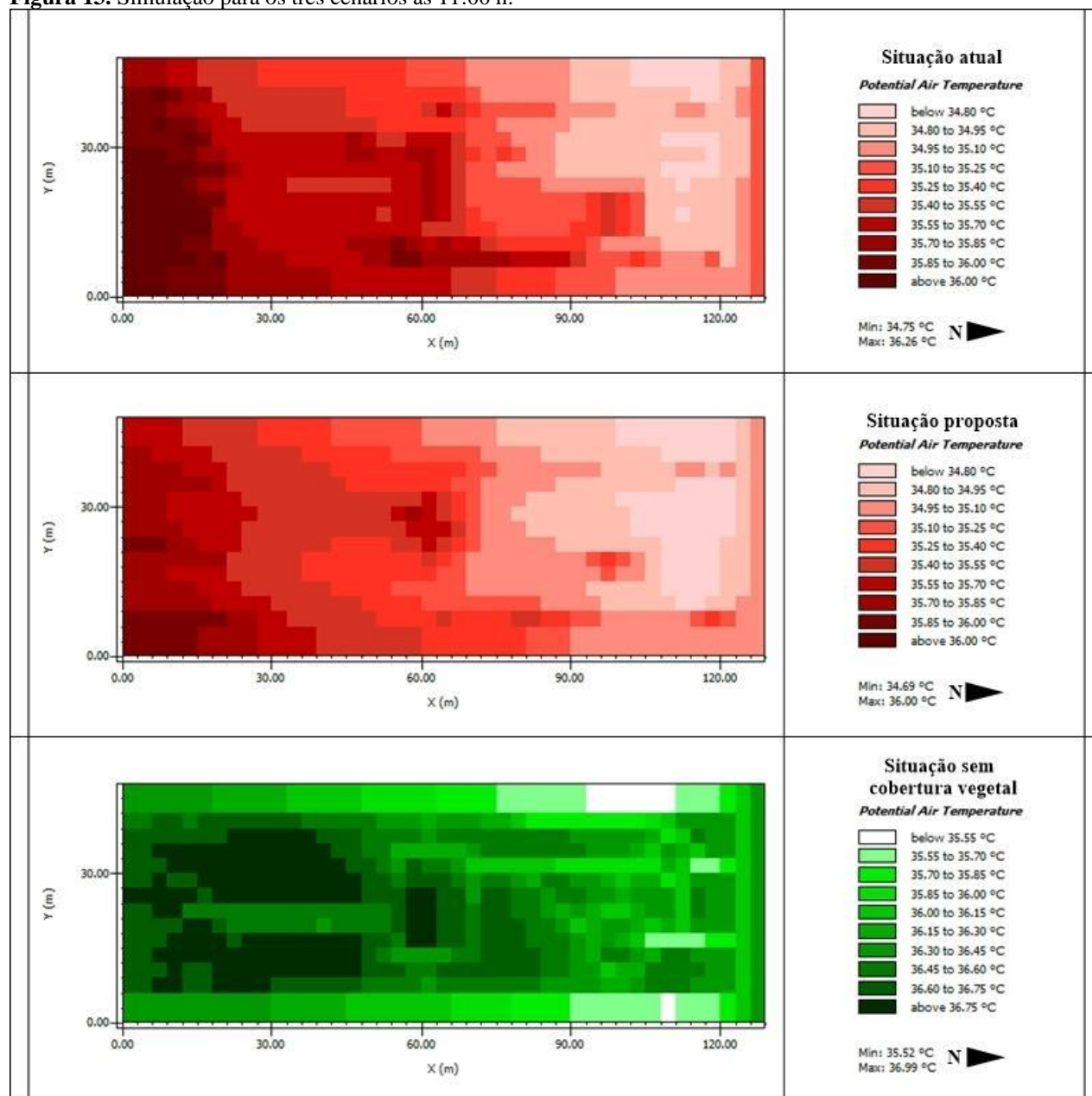
É importante pontuar que, em virtude da dimensão reduzida para simulação disponibilizada pelo programa para a versão gratuita, as células ficaram com dimensão de 3x3m, fazendo com que o desempenho da simulação tivesse algumas diferenças em relação às medidas verificadas in loco.

Na área central, onde se localiza a quadra de areia, por exemplo, as medições in loco apresentaram a máxima de 39,9°C às 14:00 h. Quando simulada, a área da quadra apresentou a temperatura de 38,95°C para o mesmo horário.

Apesar dessa diferença, pode-se notar uma melhora no desempenho térmico da praça. O acréscimo da arborização uniformizou as manchas, prolongando

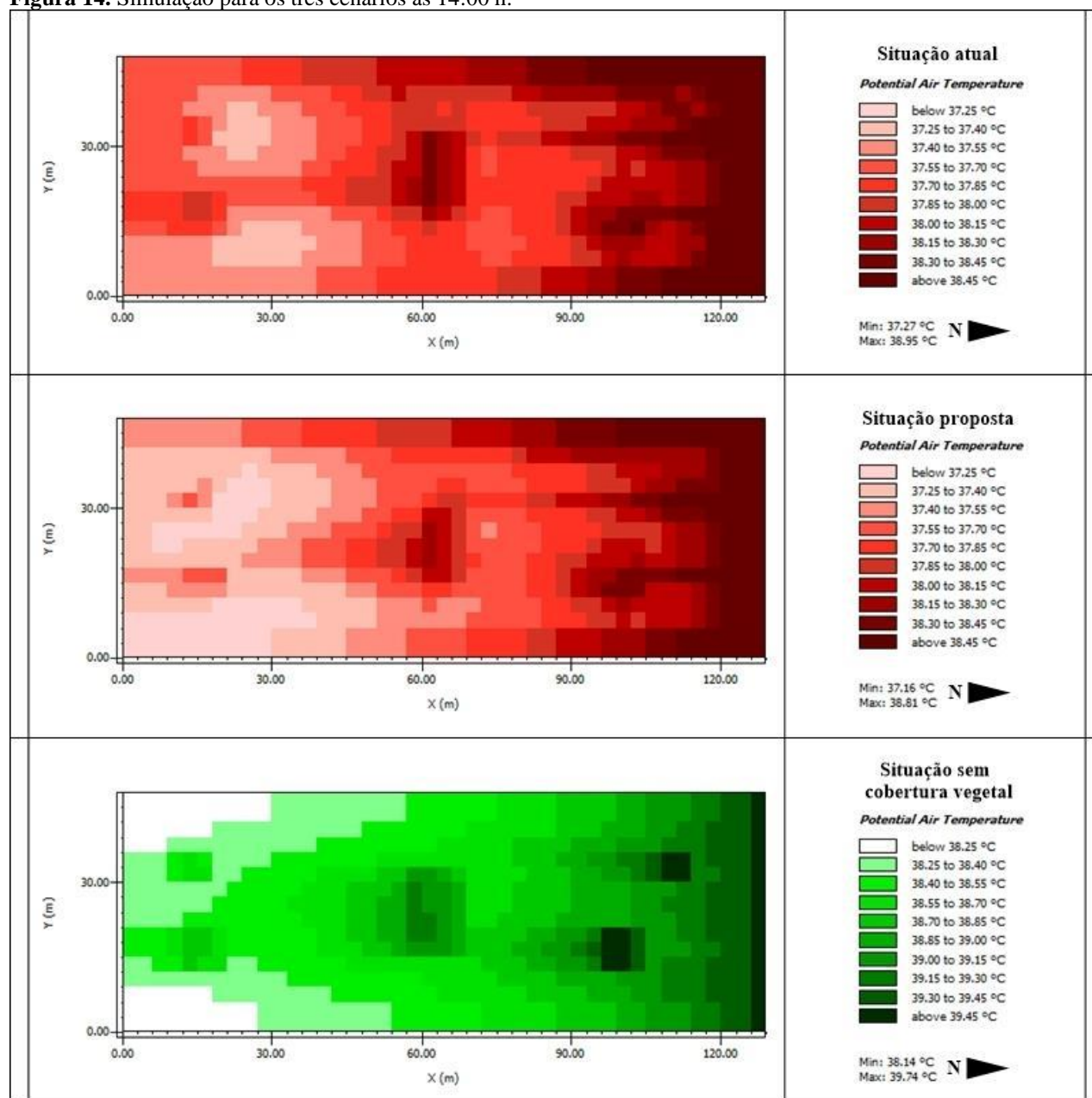
o efeito para os locais sem cobertura vegetal nas áreas de areia. (Figuras 13 e 14)

**Figura 13.** Simulação para os três cenários às 11:00 h.



Fonte: autor, 2021

**Figura 14.** Simulação para os três cenários às 14:00 h.



Fonte: autor, 2021

## CONCLUSÃO

A pesquisa se realizou de maneira satisfatória dentro do cronograma apresentado no Projeto Orientador. Aprofundamentos e discussões sobre o tema foram realizados e a utilização do programa Envi-Met foi possível, ampliando a compreensão sobre a influência da vegetação na área estudada. Conclui-se que o tema é de extrema importância para a melhora do microclima na cidade, e deve ser prioritário no planejamento urbano de Palmas. Desdobramentos da pesquisa podem ser sugeridos, como por exemplo o estudo da aplicabilidade do software não somente para

auxiliar nos cenários de implantação da massa vegetal para a previsão da melhoria de temperatura, mas também para a umidade, ventilação, dentre outras variáveis.

## AGRADECIMENTO

"O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil"

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.



## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E., LOLIS, S., PEREIRA, C. **Do rio Tocantins a UHE do Lajeado: a memória da população ribeirinha de Brejinho de Nazaré.** Revista Interface, Edição nº 09, junho de 2015 – p. 191-203. ISSN 2448-2064 (online)
- LABEE, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Software AnalysisBio** – versão 2.1.5 – junho de 2007. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/software/analysisBIO.html>>. Acessado em: 10 jun. 2009.
- NOLETO DE CASTRO, I; OLIVEIRA M. C. A. **Avaliação do arquivo climático encontrado para a cidade de Palmas**, Anais do XVI Seminário de Iniciação Científica da Universidade Federal do Tocantins. Anais...Palmas (TO) DIGITAL(ONLINE), 2020 Disponível em ISBN: 978-65-5941-109-2, pág. 25-34,
- SILVA L. L. da; OLIVEIRA M. C. A. **Influência da arborização no desempenho ambiental da quadra 207 sul – ARSO 23 - EM PALMAS – TO.** Anais do XVI Seminário de Iniciação Científica da Universidade Federal do Tocantins. Anais...Palmas (TO) DIGITAL(ONLINE), 2020 Disponível em ISBN: 978-65-5941-109-2, pág. 2071-2080
- 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, L. E. A. Raffo de; MASCARÓ, J. L.. **Vegetação urbana.** Ed. Masquatro. Porto Alegre, 2002.
- MASCARÓ, L. R. de. **Energia na edificação: estratégia para minimizar seu consumo.** São Paulo, SP: Editora Parma Ltda, 1985. 136 p.
- PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, C. de O. M.; GOMES, D. M.; CAMARGO, M. da C. R. de; OLIVEIRA, M. C. A. de. **DAP – Diagnóstico da arborização urbana de Palmas. Palmas, 2015**
- PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, C. de O. M.; GOMES, D. M.; CAMARGO, M. da C. R. de; OLIVEIRA, M. C. A. de. **PAU – Plano da Arborização urbana de Palmas. Palmas, 2016.**
- SILVA, C. F. **Caminhos bioclimáticos: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Terezina** – Pl. 140 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2009
- ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos Para o Desenho Urbano.** São Paulo: ProEditores, 2000.