ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Praças e microclima urbano: Simulações da temperatura do ar em cenários pré e pós-reforma

Squares and urban microclimate: Air temperature simulations in pre- and post-renovation scenarios

Carlos Gabriel Soares Ola
Universidade de Vila Velha | Vila Velha | Brasil | ccarlosgabrielola@gmail.com
Larissa Letícia Andara Ramos
Universidade de Vila Velha | Vila Velha | Brasil | larissa.ramos@uvv.br
Luciana Aparecida Netto de Jesus
Universidade Federal do Espírito Santo | Vitória | Brasil | luciana.a.jesus@ufes.br

Resumo

A configuração das cidades, decorrente do processo de adensamento urbano com consequente redução dos espaços livres e verdes, resulta em um desequilíbrio do metabolismo urbano, alterando a temperatura e a umidade do ar, entre outros, prejudicando a qualidade de vida e a saúde da população. Diante deste contexto, o presente estudo discute os resultados das análises microclimáticas, com foco na variação da temperatura do ar, da praça Bom Pastor, situada no município de Vila Velha-ES, considerando os cenários de pré e pós-reforma. Para tanto, foram realizadas simulações no *software ENVI-Met®* que permite compreender as dinâmicas do microclima urbano perante os efeitos do ambiente local. Ambas as simulações foram realizadas em uma mesma data, considerando seis intervalos para efeito de comparação. No primeiro cenário, pré-reforma, a praça apresentava cerca 75% de sombreamento arbóreo, enquanto no segundo cenário, pós-intervenção, esse valor foi reduzido significativamente. Os resultados evidenciam que nos horários mais quentes, o Cenário 2, pós-reforma, apresenta uma temperatura potencial do ar média 0,7 °C mais elevada que aquela registrada no Cenário 1, pré-reforma. As análises reforçam a contribuição da vegetação no equilíbrio do microclima urbano e enfatizam a importância das simulações microclimáticas, ainda em fase de projeto, como instrumentos capazes de propor soluções mais responsivas frente aos efeitos da crise climática.

Palavras-chave: Microclima. Praça. Ambiente urbano. *ENVI-met*. Simulações.

Abstract

The configuration of cities, resulting from the process of urban densification with a consequent reduction of open and green spaces, results in an imbalance in urban metabolism, changing air temperature and humidity, among others, damaging the quality of life and health of the population. Given this context, the present study discusses the results of microclimatic analyses, focusing on the variation in air temperature, in Bom Pastor square, located in the municipality of Vila Velha-ES, considering the pre- and post-renovation scenarios. To this end, simulations were carried out using the ENVI-Met® software, which allows understanding the dynamics of

Como citar:
OLA, C. G; RAMOS, L; JESUS, L. **Praça e clima urbano: análises microclimáticas pré e pós-reforma**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

the urban microclimate in light of the effects of the local environment. Both simulations were carried out on the same date, considering six intervals for comparison purposes. In the first scenario, pre-renovation, the square had approximately 75% of tree shading, while in the second scenario, post-intervention, this value was significantly reduced. The results show that in the hottest times, Scenario 2, post-renovation, presents an average potential air temperature 0.7 °C higher than that recorded in Scenario 1, pre-renovation. The analyzes reinforce the contribution of vegetation to the balance of the urban microclimate and emphasize the importance of microclimatic simulations, still in the design phase, as instruments capable of proposing more responsive solutions to the effects of the climate crisis.

Keywords: Microclimate. Square. Urban environment. ENVI-met. Simulations

INTRODUÇÃO

As mudanças que ocorrem nas cidades, resultantes do crescimento populacional e do adensamento urbano, têm reduzido os espaços livres e áreas vegetadas, resultando em diversos problemas ambientais que afetam a qualidade de vida da população. As substituições das áreas permeáveis e verdes por edifícios e áreas pavimentadas alteram o microclima urbano, o que potencialmente ocasiona aumento de temperatura do ar, alteração no regime de chuvas, consequente aumento do consumo energético e danos à saúde pública e ao meio ambiente [1].

Essas alterações podem ser perceptíveis por uma série de eventos extremos, consequência do aquecimento global. De acordo com o *Copernicus Climate Change Service* [1] (C3S) [2], o ano de 2023 foi o mais quente da história, com temperatura média global do ar atingindo 20,9 °C em julho de 2023, mês mais quente do ano, com o registro de altos volumes de incêndios florestais no verão do hemisfério norte e um inverno marcado por temperaturas elevadas no hemisfério sul. Em 2023, todos os dias do ano registraram temperaturas 1 °C mais elevadas e cerca de 50% dos dias com temperaturas 1,5 °C acima dos níveis da era pré-industrial [2].

Neste contexto, o ambiente urbano desempenha uma função central na adaptação e na mitigação dos efeitos da crise climática, em especial, a partir da implementação de soluções baseadas na natureza, dentre elas o aumento da permeabilidade do solo e inserção de vegetação. Os espaços livres públicos - incluindo praças, ruas, parques e jardins - além da função social, esportiva e estética, também possuem atribuição ecológica contribuindo para drenagem das águas da chuva, redução da poluição do ar, redução dos níveis de ruído, combate às ilhas de calor urbana e atuando no equilíbrio da temperatura e umidade do ar, exercendo importante papel como suporte da biodiversidade [3, 4].

Entretanto, tendo em vista o processo de adensamento urbano com consequente impermeabilização do solo e redução das áreas verdes, as praças urbanas tendem a ser lugares áridos, sem vegetação e sombra de copas de árvore, fatores esses que prejudicam também a função social desses espaços, afastando a população do uso e permanência.

[1] O *Copernicus Climate Change Service* (C3S) fornece à sociedade informações sobre o clima europeu e mundial, disponível em <https://climate.copernicus.eu/>

O município de Vila Velha- ES tem passado por um processo de transformação e de adensamento urbano priorizando o mercado imobiliário em detrimento das áreas verdes e livres. A cidade apresenta um dos maiores índices de moradores em edifícios de apartamentos do país [5], sendo a segunda cidade com a maior valorização imobiliária [6]. Além disso, no período de dezembro de 2023 a fevereiro de 2024, Vila Velha apresentou o maior índice de aquecimento do Brasil (1,15°C), quando a média de aumento da temperatura no país durante esse período foi de 0,71°C [7].

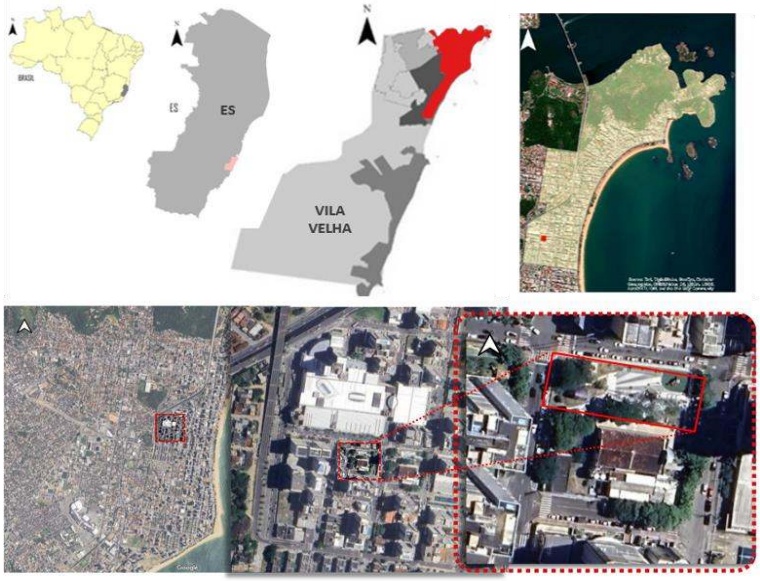
A praça Bom Pastor localiza-se no bairro Praia da Costa, sendo a única praça do bairro e aquela de maior abrangência populacional da Regional Grande Centro e do município [8]. Ademais, antes de sua reforma, a praça era considerada uma das mais arborizadas e vegetadas da cidade, sendo utilizada em estudos microclimáticos do grupo de Pesquisa "Paisagem Urbana e Inclusão" [3]. Entretanto, em novembro de 2022, a praça Bom Pastor passou por reformas, nas quais grande parte da sua cobertura vegetal foi removida, fato esse que demandou novas análises e comparações, sendo portanto identificada como estudo de caso nesta pesquisa.

Tendo em vista tais premissas e considerando a contribuição ambiental das praças urbanas para a melhoria do condicionamento térmico de áreas adensadas, neste artigo são apresentadas análises comparativas envolvendo simulações microclimáticas dos cenários pré-reforma e pós-reforma da praça Bom Pastor, localizada no bairro Praia da Costa, Regional Grande Centro, Vila Velha- ES.

MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa aplicada, de abordagem quanti-qualitativa, com objetivos exploratórios e descritivos e que utiliza da simulação microclimática com o software *ENVI-Met* para análise e comparações da temperatura relativa do ar. Tem como estudo de caso os cenários pré-reforma e pós-reforma de uma praça urbana, de nome Bom Pastor, localizada no bairro Praia da Costa, município de Vila Velha, ES (Figura 1).

Figura 1: Localização da praça Bom Pastor, Vila Velha – ES



Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio do Google Maps e do QGis, 2024.

As atividades desenvolvidas foram definidas nas seguintes etapas: a) Estudo e Compreensão; b) Modelagem dos cenários e c) Simulações e análises.

ESTUDO E COMPREENSÃO

O *ENVI-Met®* permite a modelagem, simulação e geração de produtos gráficos dos cenários simulados, contendo informações microclimáticas de temperatura potencial do ar, umidade relativa, temperaturas superficiais, entre outras. Para este estudo, foi utilizada a versão 5.6.1 *Lite* do *ENVI-Met®.* Vale enfatizar que as simulações são ferramentas capazes de gerar soluções aproximadas para fenômenos físicos complexos, a partir de modelos simplificados da realidade [3]. As simulações permitem entender como os componentes do ambiente influenciam no clima e qual será a abordagem para os projetos frente às mudanças climáticas [10,11].

No presente artigo são apresentadas as análises referentes às simulações da temperatura potencial do ar da praça junto ao seu entorno imediato, considerando dois cenários: Cenário 1 (pré-reforma) e Cenário 2 (pós-reforma). No Cenário 1 (pré-reforma), a praça Bom Pastor apresentava uma cobertura vegetal mais densa, com materiais de superfícies permeáveis e semipermeáveis, além de área de sombra de copas de árvore de cerca de 75%. Com a reforma, realizada no final de 2022, parte das árvores da praça foram removidas, resultando em um sombreamento arbóreo de aproximadamente 20% e uma área permeável de apenas 10%. Destaca-se que a reforma na praça não alterou o entorno, que permanece com o mesmo afastamento dos edifícios e gabarito, de cerca 10 a 12 pavimentos. As principais características dos cenários encontram-se sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição das principais características dos dois cenários

Praça Bom Pastor	**Cenário 1**	**Cenário 2**
Vistas aéreas		
Imagens das praças		
Área da praça	1.660,00 m^2	1.660,00 m^2
Gabarito predominante (entorno)	10 a 12 pavimentos	10 a 12 pavimentos
Uso predominante (entorno)	Residencial	Residencial
Área de sombra arbórea	Aprox. 75%	Aprox. 20%
Área permeável	Aprox. 40%	Aprox. 10%
Revestimento predominante	Piso intertravado	Piso cimentício

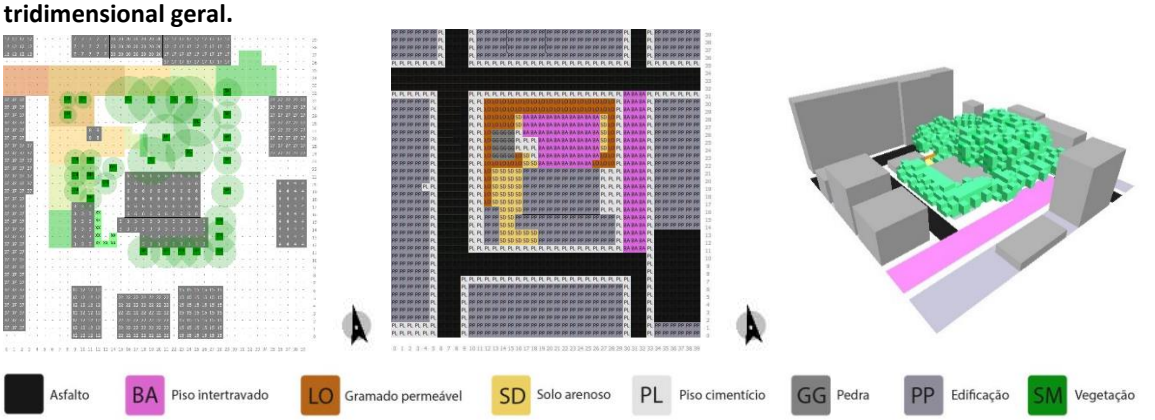
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

MODELAGEM DOS CENÁRIOS

Antes das simulações, fez-se necessário construir os modelos tridimensionais dos cenários da praça para posterior simulação. O programa *ENVI-Met®* utiliza uma malha de *grids* para a definição do recorte da área, e no caso da versão utilizada *(ENVI-Met* 5.6.1 *LITE),* os *grids* foram limitados a 40 m de largura x 40 m de comprimento x 30 m de altura, sendo utilizados para dimensionar o tamanho da área de modelagem nos eixos X, Y e Z, representando, respectivamente, as medidas horizontal, vertical e a altura. Cada *grid* representa um quadrante chamado cédula, que foi configurado neste estudo considerando as medidas 3 x 3 x 3 metros [12].

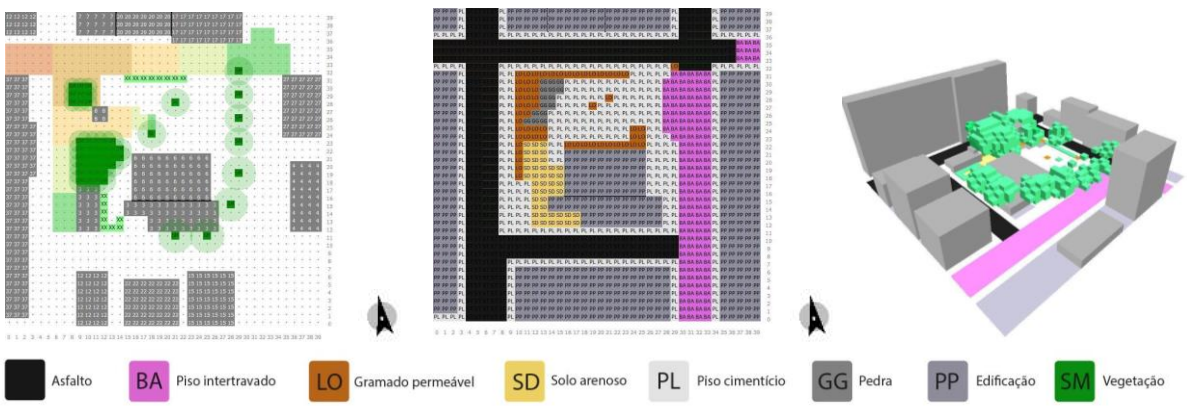
Para configuração e construção tridimensional dos cenários, foi gerada uma imagem aérea do recorte utilizando o Google *Maps*. Fez-se também necessário, através de visitas em campo, fotografias e imagens aéreas, o levantamento de características do local, incluindo gabarito dos edifícios no entorno, topografia, porte da vegetação, áreas permeáveis e materiais da pavimentação para configuração e construção do modelo 3D *ENVI-Met®*. Nota-se que todo o piso intertravado e parte área permeável foi removida. Após a conclusão do modelo tridimensional, o arquivo gerado serviu de base para as simulações. As figuras 2 e 3 ilustram a modelagem dos cenários.

Figura 2: Conjunto de imagens da modelagem do Cenário 1. À esquerda, encontra-se representada a modelagem dos edifícios e da vegetação; ao centro, a modelagem do revestimento de piso; à direita, o modelo tridimensional geral.



Fonte: Elaborado pelos autores no software ENVI-Met, 2024.

Figura 3: Conjunto de imagens da modelagem do Cenário 2. À esquerda, encontra-se representada a modelagem dos edifícios e da vegetação; ao centro, a modelagem do revestimento de piso; à direita, o modelo tridimensional geral.



Fonte: O autor através do software ENVI-Met, 2024.

SIMULAÇÕES E ANÁLISES

As etapas para a utilização do *software* foram retiradas do guia do Laboratório de Sustentabilidade Brasileira de Arquitetura e Urbanismo (LaSUS) [12]. Sendo assim, os parâmetros bioclimáticos da área estudada (temperatura, umidade do ar, velocidade e direção do vento) foram configurados conforme dados extraídos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para estação automática de "Vila Velha-634", considerando o dia da simulação [13].

Para observar e ilustrar os dados após a simulação, foi utilizado o *plugin Leonardo* que possibilita analisar as informações graficamente em mapas, gráficos e 3Ds. Vale ressaltar que, apesar de individuais, os mapas possuem a mesma legenda e base de cores, podendo ser comparados entre si.

Apesar das simulações terem gerado dados da temperatura de superfície, temperatura potencial do ar e umidade relativa do ar, este estudo é centrado nas análises da temperatura potencial do ar, considerado para as simulações um dia quente de solstício de verão (21 de dezembro de 2020). A composição dos cenários para as simulações aconteceu em seis horários: 06h, 09h, 12h, 14h, 18h e 21h; para que a análise fosse realizada na maior parte do período útil da praça. Ressalta-se também a definição de dois recortes de análise, um a considerar a praça e seu entorno imediato e outro somente o interior da praça. Segundo o INMET, no dia da simulação, as temperaturas variaram entre 24,1°C a 32,9 °C.

RESULTADOS E COMPARAÇÕES

No Cenário 1 (pré-reforma), representado na Tabela 1 e Figura 4, nota-se que, no primeiro horário simulado (6h), em todo recorte simulado, a temperatura potencial do ar apresentou-se homogênea, com mínima de 24,25 °C e máxima de 25,29 °C. No horário das 9h, a temperatura potencial do ar média registrada foi de 26,23°C, sendo que, no interior da praça, essa manteve-se mais fresca (25,91 °C), enquanto no entorno, alguns pontos registraram temperaturas que chegavam a 28,76 °C.

Nos horários de 12h e 14h, nota-se um grande aquecimento no espaço. Às 14h, grande parte do recorte simulado apresentou temperaturas potenciais do ar de até 34,01 °C, enquanto no interior da praça, a temperatura máxima registrada foi de 32,16 °C, quase 2 °C a menos, com uma média de 30,96 °C.

Às 18h, observa-se que as temperaturas do ar no interior da praça e do seu entorno voltam a se apresentar mais uniformes, com uma diminuição das temperaturas média do ar, registrando 29,07 °C e 29,2 °C, respectivamente. Essa diminuição de temperatura a nível do solo também pode ser atribuída ao sombreamento proporcionado pelos edifícios que resulta em uma menor exposição à luz solar direta e, consequente, uma menor temperatura do ar.

Vale enfatizar que existe uma relação entre o fator de visão do céu e a temperatura do ar, porém não são constantes e lineares. Nas cidades, onde o fator de visão do céu é maior, a temperatura do ar tende a ser mais elevada quando comparada com lugares

onde o fator de visão do céu é menor durante o dia, invertendo-se, porém à noite. Portanto, quanto menor o fator de visão do céu (maior obstrução da visão do céu), maior será a dificuldade do ambiente dispersar calor [14].

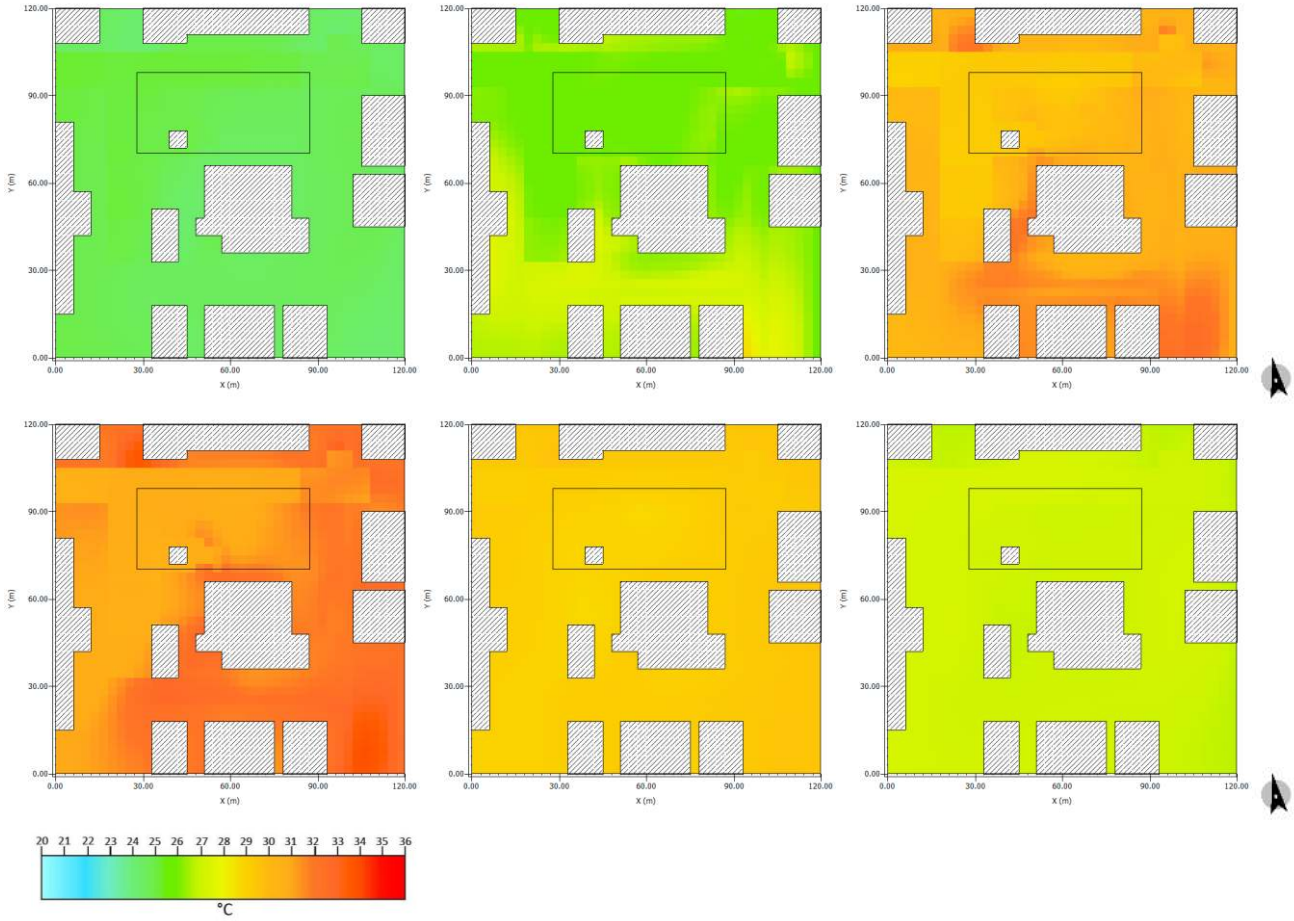
Tabela 1: Dados temperatura potencial do ar do Cenário 1 (pré-reforma)

CENÁRIO 1 (PRÉ-REFORMA)							
HORÁRIO		6h	9h	12h	14h	18h	21h
INTERIOR DA PRAÇA	MÍN (°C)	24,46	25,49	29,22	30,65	28,88	27,01
	MÉD (°C)	24,9	25,91	29,62	30,96	29,07	27,15
	MÁX (°C)	25,19	26,34	31,03	32,16	29,29	27,37
TODO RECORTE SIMULADO	MÍN (°C)	24,25	25,49	29,04	30,58	28,83	26,82
	MÉD (°C)	24,76	26,23	30,45	31,65	29,2	27,17
	MÁX (°C)	25,29	28,76	32,7	34,01	29,69	27,4

Fonte: Elaborado pelos autores no software ENVI-Met, 2024.

Destaca-se que à noite, superfícies sombreadas durante o dia tendem a se resfriar mais rapidamente, contribuindo para uma temperatura mais baixa no local. No último horário, às 21h, nota-se também que o recorte simulado apresenta uma maior uniformidade de temperaturas, registrando uma temperatura potencial média de aproximadamente 27,17 °C.

Figura 4: Simulações de temperatura do ar do Cenário 1 (pré-reforma). Na parte superior, o conjunto dos mapas referentes aos horários de 6h (à esquerda); 9h (ao centro); e 12h (à direita). Na parte inferior, o conjunto dos mapas referentes aos horários 14h (à esquerda); 18h (ao centro); e 21h (à direita).



Fonte: Elaborado pelos autores no software ENVI-met,2024.

Em relação ao **Cenário 2 (pós-reforma)**, representado na Tabela 2 e Figuras 5, percebe-se ainda que, o interior da praça mantém-se com uma qualidade térmica melhor que seu entorno, em especial nos horários mais quentes do dia. Porém, a variação entre a temperatura do ar média no interior e aquela no entorno resulta ser inferior quando comparada ao Cenário 1.

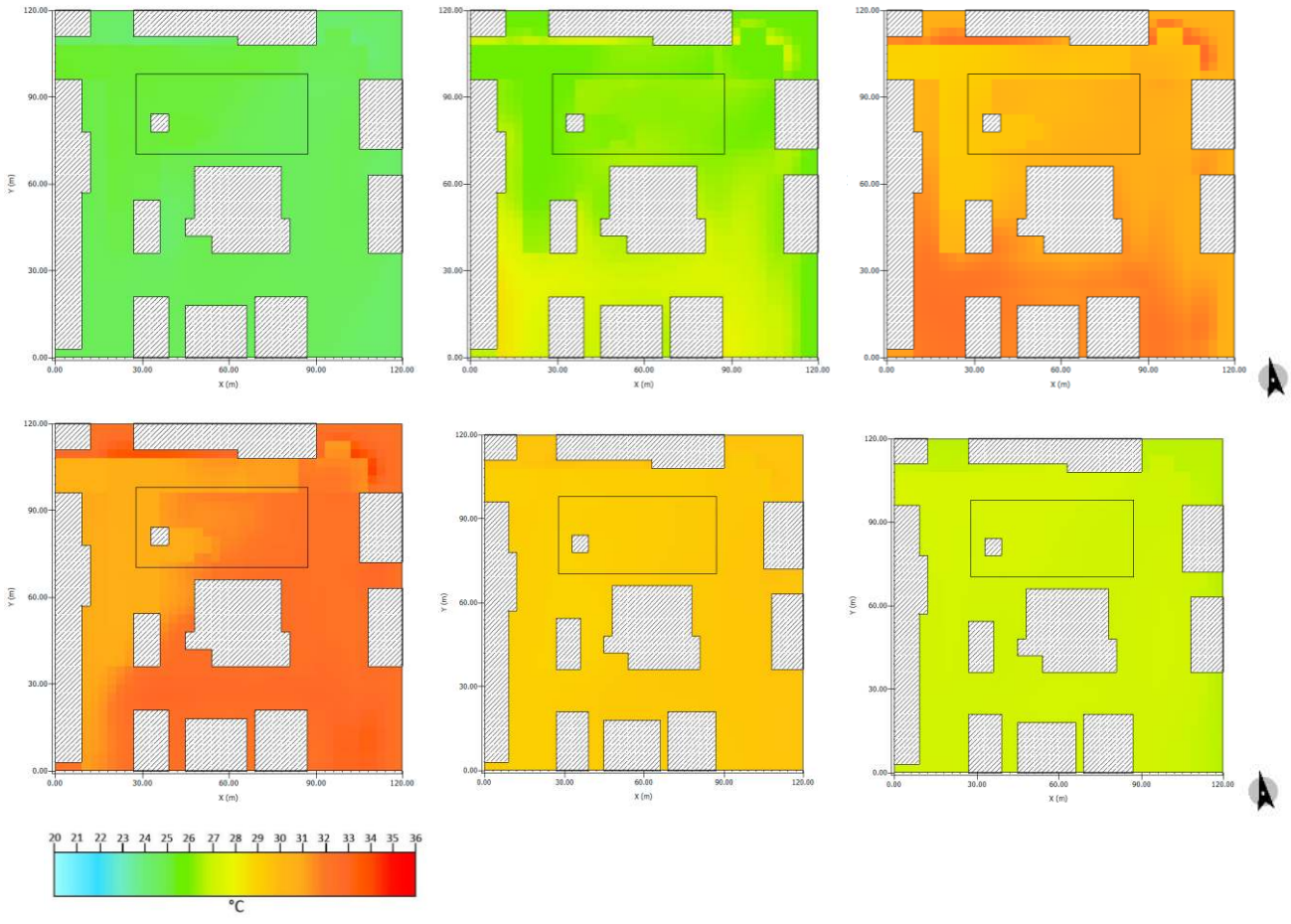
Tabela 2 : Dados temperatura potencial do ar do Cenário 2 (pós-reforma)

CENÁRIO 2 (PÓS- REFORMA)							
HORÁRIO		**6h**	**9h**	**12h**	**14h**	**18h**	**21h**
INTERIOR DA PRAÇA	**MÍN (°C)**	24,6	25,81	29,24	30,77	29,05	27,06
	MÉD (°C)	**25,06**	**26,3**	**30,25**	**31,66**	**29,24**	**27,27**
	MÁX (°C)	25,26	26,6	30,98	32,57	29,43	27,41
TODO RECORTE SIMULADO	**MÍN (°C)**	24,04	25,51	28,98	30,55	28,97	26,81
	MÉD (°C)	**24,76**	**26,44**	**30,91**	**32,35**	**29,34**	**27,21**
	MÁX (°C)	25,34	28,62	32,79	34,23	29,77	27,44

Fonte: Elaborado pelos autores no software ENVI-Met, 2024.

Tal fato reforça a influência da vegetação, tendo em vista que, com a reforma, a cobertura vegetal da praça diminuiu significantemente. Em comparação com o Cenário 1, nos primeiros horários do dia (6h e 9h), as temperaturas potenciais do ar média registradas foram semelhantes: de 24,76 °C e 26,44 °C, respectivamente. Entretanto, a partir das 9h a simulação começa a indicar um aumento das temperaturas.

Figura 5: Simulações de temperatura do ar do Cenário 2 (pós-reforma). Na parte superior, o conjunto dos mapas referentes aos horários de 6h (à esquerda); 9h (ao centro); e 12h (à direita). Na parte inferior, o conjunto dos mapas referentes aos horários 14h (à esquerda); 18h (ao centro); e 21h (à direita).

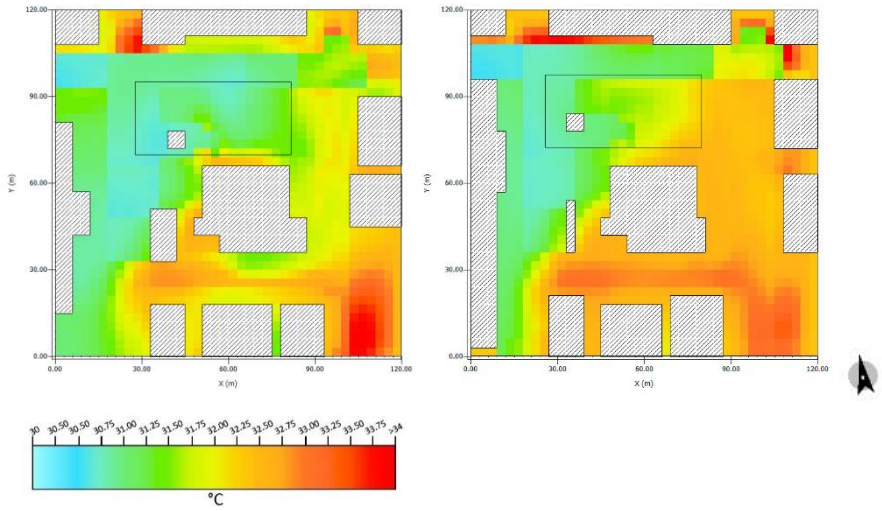


Fonte: Elaborado pelos autores no software ENVI-met,2024.

No horário de 12h, no interior da praça, foi registrada uma temperatura média do ar de 30,25 °C, enquanto no Cenário 1 a temperatura do ar média no interior da praça foi inferior e de 29,62 °C, uma variação 0,46 °C. Às 14h foram observados os maiores registros de temperatura do ar e as maiores diferenças entre os cenários. No Interior da praça a temperatura do ar média foi de 31,66 °C e, no recorte simulado, a temperatura do ar média foi de 32,35 °C (0,69°C a mais) com máxima de 34,23 °C.

Quando analisado o recorte simulado, apesar da pouca variação entre os cenários, observou-se, nos mapas correspondentes, que no interior da praça, as temperaturas do ar média no Cenário 2 são superiores ao Cenário 1, representado por um alcance maior da tonalidade vermelho mais escuro, indicando uma superfície maior da praça com temperaturas mais elevadas (Figura 6). Às 18h, a simulação do Cenário 2 não apresentou grandes mudanças em comparação com o Cenário 1, juntamente com o horário 21h.

Figura 6: Comparação das simulações de temperatura do ar do Cenário 1 (pré-reforma), às 14h (à esquerda) e Cenário 2 (pós-reforma), às 14h (à direita).

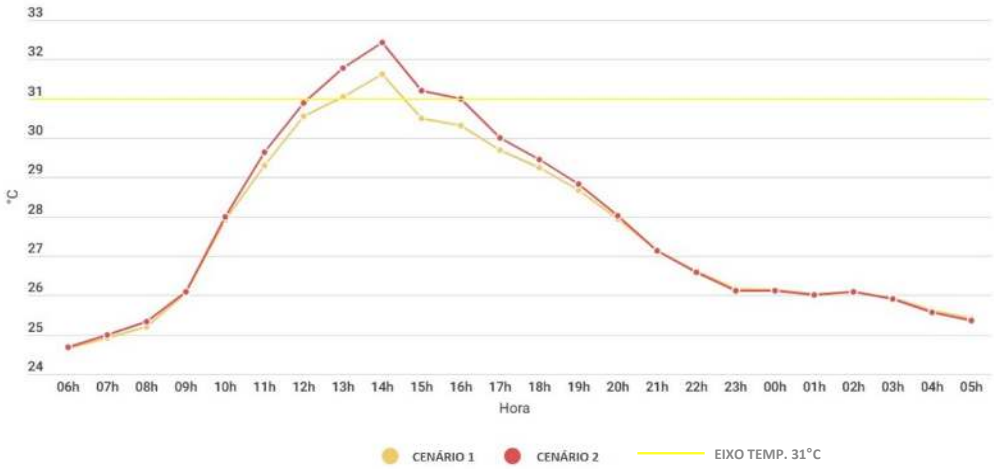


Fonte: Elaborado pelos autores no software ENVI-met,2024.

Ao comparar os resultados da temperatura potencial do ar média entre os cenários, (Figura 7) observa-se que, em todos os intervalos do dia, o Cenário 2 apresentou temperaturas potenciais do ar médias superiores ou iguais às do Cenário 1. Nos primeiros horários do dia, entre 6h às 10h e, no final do dia, após as 19h, as variações entre os cenários resultam pequenas, entretanto, nos horários mais quentes, em especial de 11h às 17h, as diferenças apresentam-se significativamente maiores.

Destaque para o horário de 14h, quando foram registradas, em ambos os cenários, temperaturas do ar mais elevadas, sendo que no Cenário 2 foi registrada uma temperatura do ar média de 32,35 °C e, no Cenário 1, de 31,65 °C, uma diferença de cerca 0,7 °C. A Figura 7, ainda sinaliza que, no Cenário 2, a temperatura potencial do ar média permanece mais horas do dia com valores superiores a 31 °C (12h às 16h), esse sinalizado pela linha amarela, ao passo que no Cenário 1, o intervalo com temperaturas superiores a 31°C é menor (13h às 14h30h).

Figura 9: Gráfico com o registro das temperaturas potencial do ar média entre os cenários. Na cor laranja, o Cenário 1 (pré-reforma); na cor vermelha o Cenário 2 (pós-reforma).



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados das simulações,2024.

CONCLUSÕES

No Cenário 1 pré-reforma, a praça com cerca de 40% de área permeável e 75% de sombreamento arbóreo, mostrou-se mais eficaz para amortecimento da temperatura da região analisada, apresentando uma temperatura potencial do ar média de até 0,7 °C mais baixa que a praça no cenário pós-reforma. No Cenário 1 destaca-se também que, as variações entre as temperaturas do ar entre interior e entorno da praça são maiores que no Cenário 2, em especial nos horários de 12h e 14h chegando a diferenças de 0,7 °C.

Em ambos os casos, a temperatura no interior da praça registrou ser inferior àquela do entorno, entretanto, no Cenário 2, devido a menor presença de vegetação, essa variação fez-se menos evidente. Destaca-se também que no Cenário 2 pós-reforma, a temperatura do ar média permanece mais horas do dia com valores superiores a 31 °C. Tal fato se dá, não só pela carência de arborização da praça no Cenário 2, mas também devido a alteração na impermeabilização do espaço.

Apesar da diferença térmica observada nos dois cenários, ainda se evidencia que praças urbanas, em especial em contextos adensados como é caso da praça em estudo, podem influenciar positivamente no microclima urbano, auxiliando no equilíbrio da temperatura do ar, visto que, em todas as simulações, a praça demonstrou um melhor amortecimento da temperatura quando comparada ao seu entorno.

O estudo de caso da Praça Bom Pastor enfatiza o papel que os espaços livres públicos desempenham na melhoria do microclima urbano e na qualidade de vida das pessoas que vivem em áreas densamente povoadas. No caso de projetos de praças urbanas, a experiência deste artigo evidencia a necessidade de se estabelecer, para esses espaços, diretrizes com percentuais e indicadores mínimos de área permeável e área de sombreamento arbóreo para que as praças, além de cumprirem com a sua função social, também possam auxiliar no controle do clima urbano.

Essa pesquisa ainda se encontra em andamento com pretensão de realização de novas simulações em outras datas, bem como previsão de cenários compatíveis com projeções climáticas futuras. Destaca-se, ainda, a importância da simulação microclimática para compreensão de soluções que possam auxiliar no equilíbrio do clima urbano e mitigar efeitos danosos da crise climática.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem à Universidade de Vila Velha, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPESP), ao grupo de Pesquisa “Paisagem Urbana e Inclusão” pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

[1] DUARTE, Denise Helena Silva. **O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano.** Contribuições a uma abordagem interdisciplinar. 2015. Tese (Livre Docência em Desempenho Térmico, Acústico e Luminoso e Eficiência Energética de Edificações) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

[2] PIVETTA, Marco. Julho foi o mês mais quente da história recente e quebrou recordes de temperaturas. A Terra Esquenta. **Revista Pesquisa Fapesp.** Setembro de 2023. Ano 24. N. 331, 2023

[3] OLIVEIRA, Hyria Fraga. **Microclima urbano e espaços livres de uso público: A influência da praça em áreas adensadas**. 2021 (Mestrado em Arquitetura e Cidade). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Cidade. Vila Velha Universidade, Vila Velha, 2021.

[4] SHINZATO, Paula. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Tecnologia da Arquitetura) –Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2009

[5] A GAZETA. **Vitória e Vila Velha estão entre as cidades com mais moradores em prédios do país.** A Gazeta, 28 mar. 2024. Disponível em: https://www.agazeta.com.br/hub-imobi/inovacao/vitoria-e-vila-velha-estao-entre-as-cidades-com-mais-moradores-em-predios-do-pais-0324. Acesso em: 30 de abril 2024.

[6] TRIBUNAONLINE. **Vila Velha é a cidade com a segunda maior valorização imobiliária dos imóveis**. Jornal a Tribuna. Economia. 17 de maio de 2024. Disponível em:< https://tribunaonline.com.br/economia/vila-velha-e-a-cidade-do-pais-com-segunda-maior-valorizacao-dos-imoveis-181486?home=esp%C3%ADrito+santo>. Acesso em 18 maio 2024

[7] GLOBO RURAL**. Calor excessivo: cidades brasileiras mais quentes e mudanças climáticas**. Globo Rural, 18 mar. 2024. Disponível em: https://globorural.globo.com/tempo/noticia/2024/03/calor-excessivo-cidades-brasileiras-mais-quentes-mudancas-climaticas.ghtml. Acesso em: 01 maio 2024.

[8] IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA DE ESTATÍSTICA **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

[9] RAMOS, Larissa.; JESUS, Luciana. Sistema de espaços livres de uso público: um estudo sobre o Grande Centro de Vila Velha. **V!RUS**, São Carlos, n. 14, 2017. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus14/?sec=4&item=10&lang=pt>. Acesso em: 15 abril 2024.

[10] HENSEN, Jan L.M.; LAMBERTS, Roberto. **Building Performance Simulation for Design and Operation** (1st ed.). Routledge: London. 2011.

[11] SILVA; Caio Frederico et al. **Simulação Microclimática com o ENVI-met 5.0: Guia Metodológico.** 1. ed. Brasília, DF: LaSUS FAU: Editora Universidade de Brasília, 2022.

[12] LASUS. LABORATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE APLICADA À ARQUITETURA E AO URBANISMO. Simulação Microclimática com o ENVI-met 5.0: **Guia Metodológico**. Digital: [s.n.]. Universidade de Brasília (UNB). Brasília- DF: 76 p. v. 1°. 2022. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/326>. Acesso em: 22 nov. 2023.

[13] INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 18 out. 2023.

[14] SAKAMOTO, Luiza L. S. **Relações entre a temperatura do ar e a configuração do céu na área central da metrópole paulistana: análise de dois episódios** diários. (Dissertação, Mestrado em Geografia). São Paulo: FFLCH/USP, 1994.