XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Autodesk Forma para análises microclimáticas: Estudo de caso em uma praça urbana

Autodesk Forma para análisis microclimáticas: Estudio de caso em una plaza urbana

Autodesk Forma for microclimate analysis: Case study in a urban space

Clima e Planejamento Urbano / Clima y Planificación Urbana / Climate and Urban Planning

Sathler, Elias Alves
Aluno da graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Vila Velha-ES, Brasil.
E-mail: eliasarq30@gmail.com

Ramos, Larissa Leticia Andara
Arquiteta e Urbanista. Doutora em Tecnologia e Projeto para Qualidade Ambiental. Professora da graduação em Arquitetura e Urbanismo e do Mestrado em Arquitetura e Cidade. Universidade Vila Velha-ES, Brasil. E-mail: Larissa.ramos@uvv.br

Jesus, Luciana Aparecida Netto de
Arquiteta e Urbanista. Doutora em Engenharia Civil. Professora da graduação e Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Espirito Santo, Vitória-ES, Brasil.
E-mail: luciana.a.jesus@ufes.br

Resumo

As simulações são importantes ferramentas para compreender o comportamento do clima urbano em diferentes contextos, permitindo desenvolver estratégias para mitigação dos impactos das mudanças climáticas. O artigo investiga a aplicabilidade do *software* Autodesk Forma para análises microclimáticas, tendo como estudo de caso uma praça urbana situada em bairro adensado do município Vila Velha-ES. As simulações foram realizadas em diferentes horários, durante o solstício de verão, considerando dois cenários: pré e pós-reforma. Os resultados, ilustrados em mapas intuitivos, apontam uma elevação da temperatura de superfície nos períodos de maior incidência solar, sobretudo no cenário pós-reforma, esse caracterizado por uma redução da vegetação e da permeabilidade do solo. Tais análises demonstram que o *software* Autodesk Forma apresenta limitações em realizar análises microclimáticas, no entanto, destaca-se por ser uma ferramenta ágil e dinâmica para identificar tendências térmicas, contribuindo para a tomada de decisões mais assertivas, sobretudo, em fases iniciais do projeto.

Palavras-chave: Simulações. Inteligência Artificial (IA). Microclima urbano. Espaços livres urbanos.

Resumen

Las simulaciones son herramientas importantes para comprender el comportamiento del clima urbano en diferentes contextos, lo que permite desarrollar estrategias para mitigar los impactos del cambio climático. Este artículo investiga la aplicabilidad del software Autodesk Forma para análisis microclimáticos, utilizando como estudio de caso una plaza urbana situada en un barrio denso del municipio de Vila Velha-ES. Las simulaciones se realizaron en diferentes horarios durante el solsticio de verano, considerando dos escenarios: pre y post-reforma. Los resultados, ilustrados con mapas intuitivos, señalan un aumento de la temperatura superficial durante los períodos de mayor incidencia solar, especialmente en el escenario post-reforma, caracterizado por una reducción de la vegetación y permeabilidad del suelo . Dichos análisis demuestran que Autodesk Forma presenta limitaciones para realizar análisis microclimáticos; sin embargo, se destaca por ser una herramienta ágil y dinámica para identificar tendencias térmicas, contribuyendo a la toma de decisiones en las fases iniciales del proyecto.

Palabras clave: Simulaciones. Inteligencia Artificial (IA). Microclima urbano. Espacios libres urbanos.

Abstract

Simulations are important tools for understanding urban climate behavior in different contexts, allowing for the development of strategies to mitigate the impacts of climate change. This article investigates the applicability of Autodesk Forma software for microclimatic analysis, using a public square located in a densely built neighborhood in Vila Velha-ES as a case study. Simulations were conducted at different times during the summer solstice, considering two scenarios: pre- and post-renovation. The results, illustrated with intuitive maps, indicate an increase in surface temperature during periods of higher solar incidence, especially in the post-renovation scenario, characterized by reduced vegetation and soil permeability These analyses demonstrate that Autodesk Forma has limitations in conducting microclimatic analysis; however, it stands out as an agile and dynamic tool for identifying thermal trends, contributing to decision-making in the early stages of urban planning.

Keywords: Simulations. Artificial Intelligence (AI). Urban microclimate. Urban open spaces.

Introdução

O crescimento e o adensamento das cidades, intensificados a partir da década de 1950, tem gerado prejuízos significativos para equilíbrio do metabolismo urbano, com consequências graves para a saúde e o bem-estar humano. Esse crescimento - aliado à falta de planejamento urbano, que tendem a reduzir áreas verdes e os espaços livres em prol do adensamento construtivo de edifícios e de infraestruturas viárias - traz consigo problemas ambientais que afetam a qualidade de vida nas cidades, em especial, aquelas de países em desenvolvimento.

A substituição da vegetação por superfícies artificiais altera o balanço térmico das cidades, elevando as temperaturas, ocasionando eventos climáticos extremos derivados das mudanças climáticas tais como enchentes e ondas de calor, agravando ainda mais os efeitos de Ilha de Calor Urbana (ICU). Esse fenômeno climático é resultante das características do ambiente construído e, juntamente com outros eventos climáticos extremos, reforçam os efeitos maléficos na saúde humana (Oke et al., 2017).

Estudos indicam um crescente aumento da temperatura global nos últimos dez anos, considerados os mais quentes já registrados desde o período pré-industrial. A Organização Meteorológica Mundial (OMM), com base em conjuntos de dados internacionais, confirmou que o ano de 2024 foi o mais quente, com cerca de 1,55°C acima dos níveis já registrados desde o final do século XIX (ONU, 2024).

Na maioria das cidades brasileiras, os espaços livres públicos - ruas, praças e parques - tendem a apresentar pouca ou nenhuma vegetação. Tal conformação urbana contribui para o aumento da temperatura do ar devido ao aquecimento dos materiais ao longo do dia e à redução das superfícies evaporativas que realizam trocas térmicas úmidas (Shinzato e Duarte, 2018), resultando, assim, em espaços áridos não atrativos à permanência das pessoas, descaracterizando a vocação social do espaço.

Sob essa ótica, o planejamento e o desenho urbano possuem um papel fundamental na mitigação e redução desses efeitos. O aumento da vegetação urbana e de áreas permeáveis, bem como a aplicação de outras Soluções Baseadas na Natureza (SBN) podem contribuir com o equilíbrio da temperatura do ar e o conforto térmico urbano (Santamouris, 2013). Sendo assim, os espaços livres de uso público - como praças e parques - quando arborizados e vegetados, podem ser espaços potenciais para mitigar os efeitos das mudanças climáticas, em especial, as ilhas de calor urbanas.

Ademias, simulações microclimáticas que permitem analisar os efeitos de estratégias de planejamento e projeto urbana nas variações no microclima são instrumentos valiosos para propor decisões mais assertivas. Compreender como o clima urbano se comporta em diferentes contextos e formas urbanas é essencial para desenvolver estratégias que mitiguem os efeitos das mudanças climáticas. Em 2023, a empresa multinacional Autodesk lançou o *software* de design "Forma", baseado em nuvem, voltado para a fase inicial do processo de projeto arquitetônico e planejamento urbano. O *software* utiliza a Inteligência Artificial (IA) integrada a diversas funcionalidades, permitindo simulações rápidas, geração de alternativas de projeto e análises preditivas baseadas em dados ambientais e urbanos, apresentando-se também como um mecanismo promissor para estudos microclimáticos (Autodesk, 2024).

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é verificar a aplicabilidade do *software* "Autodesk Forma" para análises microclimáticas, de forma a gerar dados que possam contribuir de forma positiva nas investigações de clima urbano e de estratégias de mitigação dos efeitos de ilhas de calor. Neste artigo são realizadas simulações e análises comparativas de cenários pré e pós-reforma de uma praça estudo de caso, localizada no bairro Praia da Costa, em Vila Velha-ES.

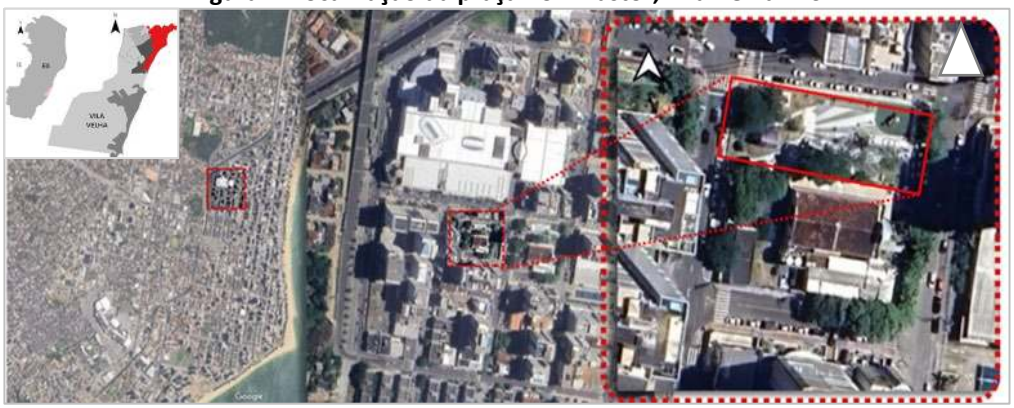
Metodologia

Esta é uma pesquisa aplicada, de abordagem quanti-qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, que faz uso experimental de simulações microclimáticas com o software Autodesk Forma para análises e comparações da temperatura de superfície. O Autodesk Forma é um software com foco nas fases iniciais do desenvolvimento de projetos de arquitetura e urbanismo, visando auxiliar profissionais em estudos de viabilidade, na tomada de decisões de projetos mais assertivos, além de otimizar o desempenho dos projetos a partir de simulações ambientais (Autodesk, 2024).

Possui como principais funcionalidades: explora diferentes alternativas de projeto a partir de modelagem tridimensional conceitual de volumes e *layouts* urbanos; realiza análises baseadas na inteligência artificial para fornecer informações de fatores ambientais e urbanísticos; permite colaboração em tempo real pois é um *software* baseado em nuvem e permite integrar estudos iniciais para *Autodesk Revit* (Autodesk, 2024). Vale destacar que a Inteligência Artificial no Forma está integrada a diversas funcionalidades, dentre delas, a simulação ambiental, em especial aquela relacionada ao microclima urbano, apontando análises sobre ventilação, fluxo do ar, iluminação natural, sombreamento, ruído e temperatura de superfície, essa última explorada neste artigo.

Como estudo de caso, foram modelados, simulados e analisados os cenários pré e pós-reforma da praça Bom Pastor, situada no bairro Praia da Costa, município de Vila Velha- ES (Figura 1). A praça possui grande representatividade local e conta com um entorno vivo e dinâmico, inserida em um contexto de alto adensamento construtivo e populacional, com edifícios de gabarito médio à alto e uso do solo residencial, comercial e institucional.

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



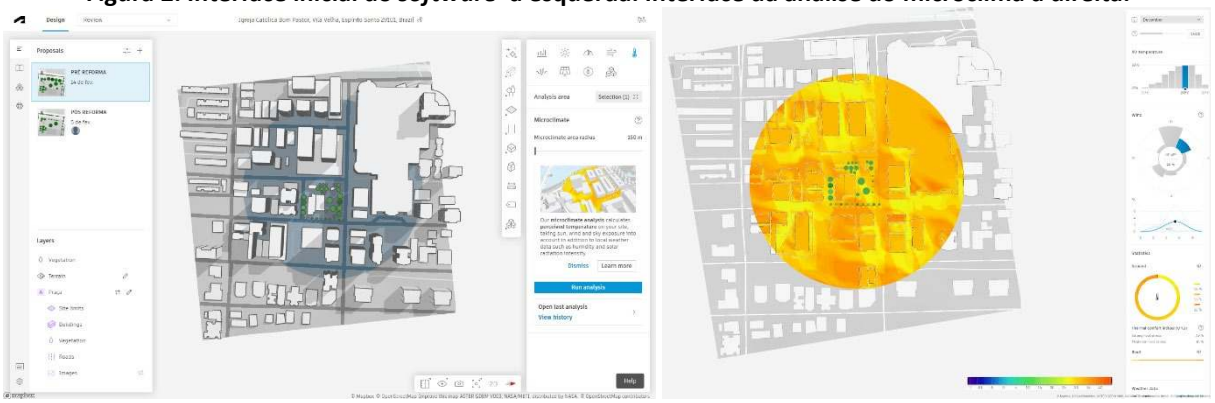
Fonte: Grupo de Pesquisa Paisagem Urbana e Inclusão, 2024.

Na primeira etapa, destinada ao **Estudo e Compreensão**, foi necessário o entendimento do *software* Autodesk Forma e suas ferramentas de análise microclimáticas *Wind* e *Microclimate*. Segundo a Autodesk (2024), a análise do microclima no "Autodesk Forma" calcula a temperatura percebida no local, levando em consideração a exposição ao sol, vento, céu e dados climáticos locais, como umidade e radiação solar. Utilizando-se da IA, o *software* gera análises considerando uma área circular de raio entre 150 a 500 metros. Vale ressaltar que, para a calibração dos resultados, recomenda-se realizar inicialmente a simulação do vento. Caso contrário, os resultados podem apresentar imprecisões, pois, sem essa simulação, o *software* desconsidera a direção do vento e aplica, em todo modelo, uma velocidade de 1 m/s. (Autodesk,2024).

A fonte dos dados meteorológicos - como radiação solar, cobertura das nuvens e umidade - foram importados automaticamente da ERA5, fornecida pela *Copernicus Climate Change* Service. As informações sobre os ventos, como direção, intensidade e probabilidade foram importadas do arquivo climático do tipo *Energy Plus Weather* (EPW), disponibilizado no site da *Energy Plus*, correspondente a cidade vizinha, a capital Vitória, única disponível para a região.

Ao realizar a análise, o usuário tem controle sobre algumas variáveis de entrada, podendo modificar em tempo real: hora, mês, temperatura de bulbo seco e direção do vento, através do painel localizado à direita da interface, como representado na Figura 2.

Figura 2: Interface inicial do *software* à esquerda. Interface da análise do microclima à direita.

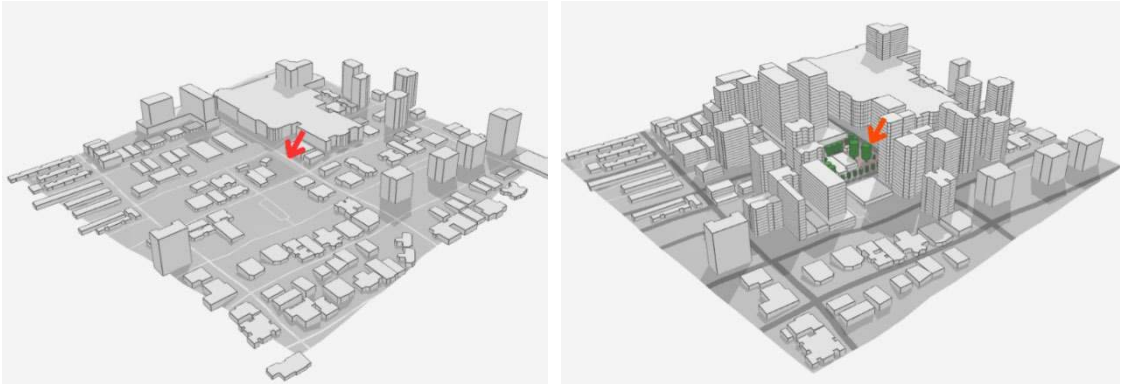


Fonte: Elaborado pelos autores no *software* Autodesk Forma, 2025.

Antes de realizar as simulações, foi necessária, em uma segunda etapa, a **Modelagem dos Cenários** da praça. Para iniciar um novo projeto no "Autodesk Forma", o primeiro passo é selecionar a área de estudo diretamente na plataforma *OpenStreetMap* (OSM), acessível dentro do s*oftware*. O OSM é uma base colaborativa que fornece dados geográficos gratuitos e abertos onde voluntários contribuem para criar e atualizar mapas detalhados de ruas, edificações, terrenos, infraestrutura e outros elementos geográficos

Sendo assim, todas as informações geográficas disponíveis na base do OSM da praça Bom Pastor e seu entorno foram importadas para o "Autodesk Forma". Ressalta-se que, para algumas regiões, o OSM apresenta uma base de dados limitada, onde os edifícios não estão catalogados e/ou apresentam incongruências. Esse foi o caso da área em estudo, sendo necessário, portanto, após a verificação dos edifícios, uma coleta de dados *in loco*, com posterior modelagem corretiva (Figura 4).

Figura 4 – À esquerda, modelagem inicial proveniente do OSM. À direita, modelagem corretiva.



Fonte: Elaborado pelos autores no *software* Autodesk Forma, 2025.

Após a modelagem dos edifícios, foi necessário delimitar a área a praça para inserir a vegetação no modelo tridimensional, considerando as composições dos cenários de pré-reforma e pós-reforma (Figuras 5 e 6). As árvores foram modeladas utilizando o comando *Vegetation* presente na *Design toolbar* que permite inserir a altura e a localização delas, individualmente ou em agrupamentos. A barra de ferramenta de design é o ponto de partida para desenhar categorias como edifícios, vegetação, limite do local, estradas, trilhos e volumes, objetos genéricos e entrar no modelo tridimensional.

Após a modelagem da vegetação do cenário pré-reforma (Figura 5), o modelo foi duplicado para criar o modelo base do cenário pós-reforma (Figura 6). Visto que algumas árvores, no contexto pós-reforma mantiveram-se na praça, foi utilizada a funcionalidade de *layers* do "Autodesk Forma", que permite que objetos sejam mantidos e/ou alterados em ambas as propostas simultaneamente, agilizando, assim, o processo. Ressalta-se que não foi possível inserir as propriedades dos materiais de superfície, nem sobre a evapotranspiração das vegetações, uma vez que o *software* não oferece tais funcionalidades.

Após a conclusão da modelagem de ambos os cenários, em uma terceira etapa, foi realizada a **Simulação dos modelos** tridimensionais. Por utilizar-se de inteligência artificial, informações como umidade, velocidade e direção do vento, cobertura de nuvens e insolação direta e indireta foram importadas automaticamente, não precisando de inserção do usuário. O único parâmetro inserido e configurado pela equipe foi a temperatura do ar (de bulbo seco), essa extraída da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para Estação Automática de "Vila Velha-634", aquela mais próxima da praça.

Figura 5 - Modelagem da praça pré-reforma

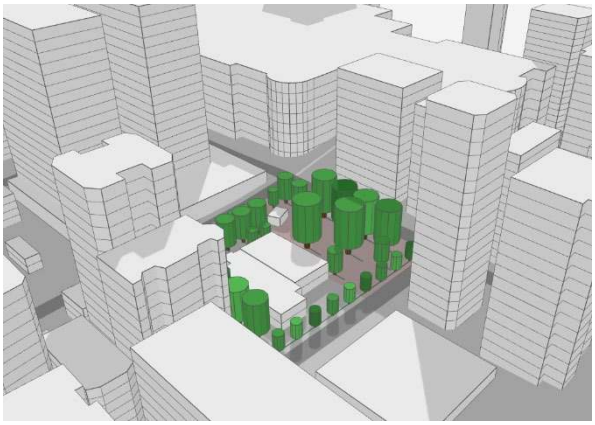


Figura 6- Modelagem da praça pós-reforma

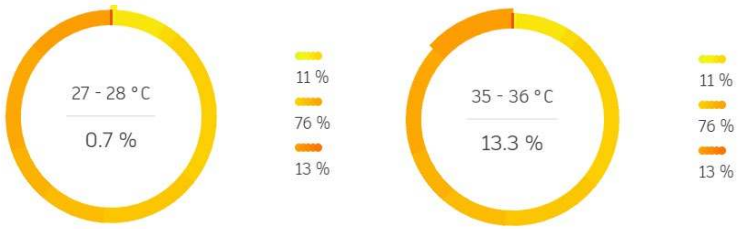


Fonte: Elaborado pelos autores no *software* Autodesk Forma, 2025.

Na presente pesquisa, para efeito de simulação, foi considerado o dia 09 de maio de 2025. A composição dos cenários foi simulada em cinco horários distintos: 9h, 12h, 15h, 18h e 20h; baseados nos horários de uso da praça e nos horários disponíveis para análise de microclima realizado pelo *software*, que compreende o intervalo entre 8 e 20 horas. Importante ressaltar que o 09 de maio de 2025 foi utilizado apenas para a importação de dados sobre a temperatura do ar, uma vez que o "Autodesk Forma" não permite a seleção de dia e ano nas análises microclimáticas, limitando-se apenas à escolha do mês e dos horários.

Os resultados das análises são apresentados em um gráfico de setores com os percentuais das temperaturas de superfície (Figura 7) diferente de outros aplicativos comumente usados para análises microclimáticas, que geralmente entregam uma temperatura média da área estudada. Sendo assim, para as análises e comparações foi realizada uma média ponderada desses valores a partir de gráficos de setores de cada cenário, em cada hora simulada. Ou seja, o Forma gera um gráfico de setores com porcentagens para uma determinada faixa de temperatura, mínima e a máxima, como no caso ilustrado na Figura 8. A partir disso, foi realizada uma somatória entre a média de cada faixa de temperatura, multiplicada pela sua respectiva porcentagem e divido por 100, obtendo assim, a temperatura média de superfície para aquele cenário em determinado horário.

Figura 7 – Exemplo de gráfico de setores das temperaturas obtidas (mesmo gráfico, porém, ao posicionar o ponteiro do mouse em uma faixa de cor, é apresentada a porcentagem daquela faixa de temperatura, neste caso, esta exemplificado a mínima e a máxima em um determinado horário)

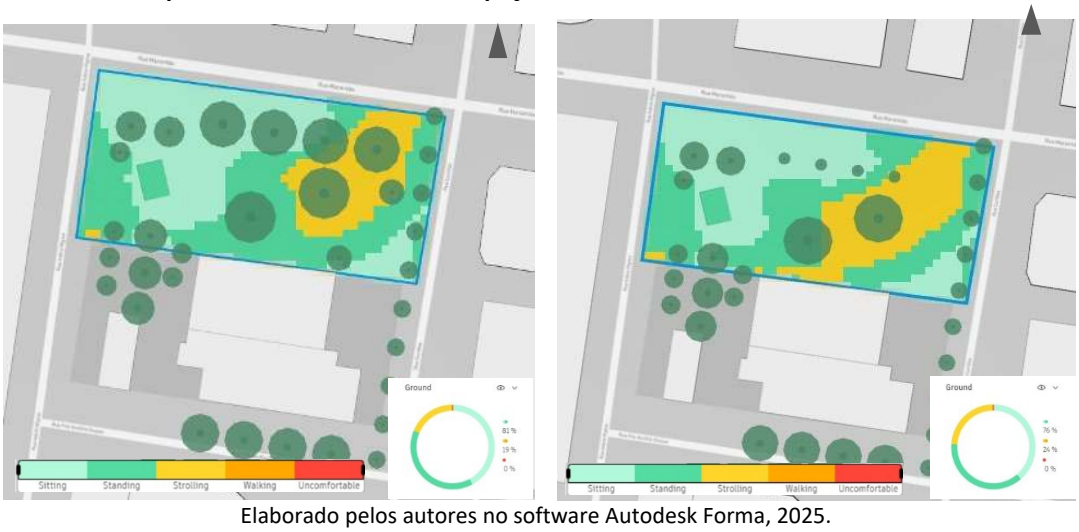


Elaborado pelos autores no software Autodesk Forma, 2025.

Resultados e Discussões

Ao realizar a simulação do vento, através da ferramenta *Wind* e da função *Inspect* foi possível identificar a direção predominante do vento da área em estudo, ou seja, Nordeste. A Figura 8, a seguir, ilustra a simulação do vento realizada em ambos os cenários. Os resultados são apresentados com base na escala de conforto de Lawson LDDC, que avalia o conforto de pedestres em diferentes atividades (sentado, em pé, caminhando), variando do verde claro (mais confortável e com condições de permanecer sentado) à cor vermelha (menos confortável e inapropriada para qualquer atividade). Nota-se, portanto, que na contexto pós-reforma a superfície em amarelo (que representa atividade de caminhada) é de 24%, ou seja, superior ao cenário pré-reforma de 19%, indicando um percentual maior de espaços não confortável a permanência de pessoas.

Figura 8 –Simulação do vento. À esquerda, cenário pré-reforma com 81% dos espaços confortáveis. À direita, cenário pós-reforma com 76% dos espaços confortáveis conforme escala de Lawson LDDC .



Elaborado pelos autores no software Autodesk Forma, 2025.

Após realizar as simulações dos cenários e os cálculos ponderados das temperaturas de superfícies, as temperaturas médias resultantes foram inseridas na Tabela 1, para a análise das variações entre os cenários. Nota-se que, a partir das análises da Tabela 1, nos horários de 9h, 12h e 15h houve um aumento de temperatura de superfície no cenário pós-reforma. Destaque para o horário de 15h, quando foram registradas as maiores temperaturas de superfície. Nesse período o sol ainda se encontra alto e, consequentemente, a praça continua a receber uma grande quantidade de radiação solar direta, desde as primeiras horas do dia.

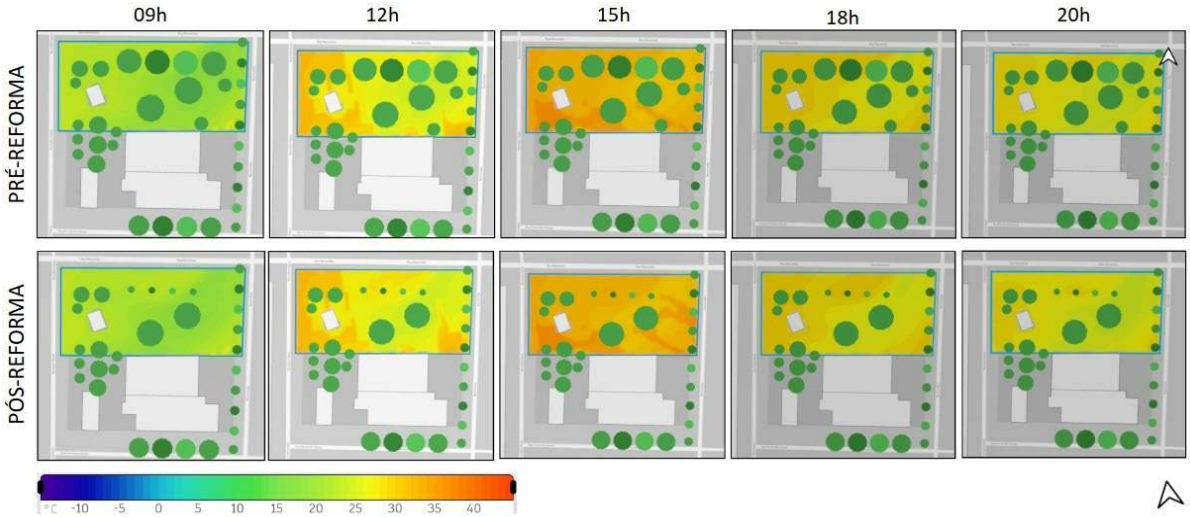
Tabela 1 - Dados da simulação da temperatura de superfície do cenário Pré-reforma e Pós-reforma, nos horários 09h, 12h, 15h, 18h e 20h

HORÁRIO		9h	12h	15h	18h	20h
CENÁRIO 1 (PRÉ-REFORMA)	MÉDIA (ºC)	20,92ºC	27,42 ºC	32,43ºC	28,35 ºC	27,33 ºC
CENÁRIO 2 (PÓS-REFORMA)		20,95 ºC	27,77 ºC	32,63 ºC	28,17 ºC	26,74 ºC
VARIAÇÃO		⇧0,03 ºC	⇧0,35 ºC	⇧0,20 ºC	⇩0,18 ºC	⇩0,28 ºC

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados das simulações, 2025.

A Figura 9, a seguir, representa o conjunto dos mapas gerados nas simulações dos cenários pré e pós-reforma da praça. O *software* Forma apresenta as análises a partir de uma escala que varia de cores mais frias a cores mais quentes, onde o azul representa as temperaturas mais baixas e o vermelho aquelas mais altas. Sendo assim, nota-se uma predominância, em ambos os cenários, da coloração mais alaranjada às 15h, horários mais quentes. Observa-se ainda, nos mapas da Figura 9, que todos os horários simulados apresentam tons mais amarelados e esverdeados nas regiões próximas às árvores, em especial no cenário pré-reforma, onde a arborização na praça era mais presente e de maior porte.

Figura 9 - Conjunto de imagens das simulações de temperatura da superfície do cenário Pré-reforma e Pós=reforma, nos horários 09h, 12h, 15h, 18h e 20h



Elaborado pelos autores no software Autodesk Forma, 2025.

Em relação às simulações de 18h e 20h, nota-se que a variação entre os cenários é reduzida, com uma leve diminuição da temperatura de superfície média no cenário pós-reforma. Acredita-se que esse resultado deve-se a algumas limitações do programa que, no caso específico, pode ter considerado as árvores como um obstáculo para o fluxo do vento, visto que essas, no cenário pré-reforma, concentravam-se na extremidade nordeste da praça, na direção predominante dos ventos.

A Figura 10 ilustra os mapas de calor da praça Bom Pastor, nos cenários pré e pós-reforma, às 15h quando foram registradas as maiores temperaturas de superfície. Neste horário, no cenário pré-reforma, 5.6% da área simulada atingiu uma temperatura máxima entre 36°C e 37°C, com uma média de 32,43 °C, enquanto no cenário pós-reforma, 6% da área simulada alcançou temperaturas máximas entre 36°C e 37°C, com um média de 32,23°C. Apesar das variações das temperaturas de superfície média entre os cenários serem pequenas, ao observar a Figura 10, nota-se diferenças significativas entre os cenários em pontos específicos da praça. Próximo às árvores, por exemplo, no cenário pré-reforma, o *software* apontou uma temperatura de superfície inferior em até 4°C em relação ao cenário pré-reforma.

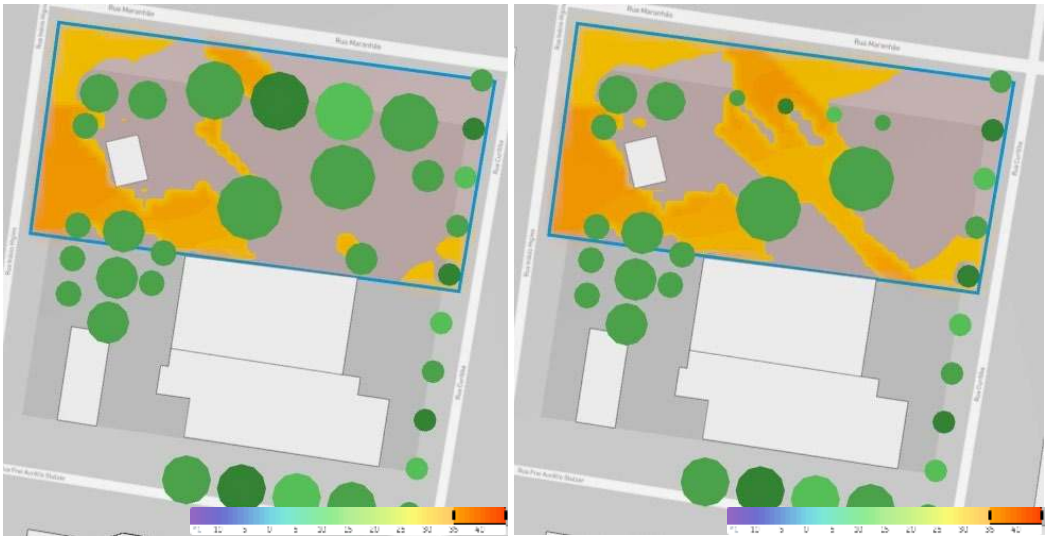
Figura 10 - Simulação microclimática às 15h. À esquerda, cenário pré-reforma. À direita, cenário pós-reforma.



Elaborado pelos autores no software Autodesk Forma, 2025.

Vale destacar que, em relação as análises microclimáticas, o “Forma Autodesk” apresenta uma funcionalidade prática e intuitiva para visualização e identificação de tendências térmicas. A Figura 11 ilustra a análise de ambos os cenários, a partir desta modalidade, que utiliza uma barra de temperatura para identificar zonas que se encontram em uma determinada faixa térmica. Deste modo, às 15h, conforme observado na Figura 11, a praça no cenário pós-reforma apresenta uma maior superfície com temperaturas superiores a 35°C, em especial, próximo a região onde foram retiradas as árvores.

Figura 13 - Utilização da barra de cores para filtrar regiões com temperaturas acima de 35 graus. À esquerda simulação das 15h do cenário pré-reforma. À direita simulação das 15h do cenário pós-reforma.



Fonte: Elaborado pelos autores no software Autodesk Forma, 2025.

Por fim, para efeito de comparação e validação da aplicabilidade do software "Autodesk Forma" nas análises microclimáticas, foi realizada uma medição *in loco* da temperatura de superfície na praça Bom Pastor, utilizando um termômetro infravermelho industrial. As medições ocorreram no dia 9 de maio de 2025, às 15h, horário em que foram simuladas as maiores temperaturas. Em uma área descoberta, com superfície revestida em piso cimentício, a temperatura máxima registrada *in loco* foi de 35,6 °C, enquanto no Autodesk Forma foi de 35 °C, apresentando uma variação de cerca de 1 °C. Entretanto, já em área coberta, também com superfície em piso cimentício, a temperatura medida *in loco* foi de aproximadamente 27,3 °C, enquanto no "Autodesk Forma" foi de 30 °C, uma variação de 2,8°C.

Acredita-se que tais variações sejam resultado da limitada precisão do "Autodesk Forma" nas análises microclimáticas. O *software* não permite a atribuição detalhada de materiais de superfície nem o ajuste das propriedades da vegetação. Além disso, utiliza algoritmos que simplificam o comportamento térmico dos materiais e do ambiente, o que pode não considerar todos os fatores que afetam a temperatura de superfície. Essa simplificação no comportamento dos materiais e na interação da radiação solar pode ter comprometido também a comparação entre os cenários, visto que, no caso da Praça Bom Pastor, as diferenças de temperatura entre os cenários pré e pós-reforma foram mínimas.

Conclusões

Com base nos estudos e simulações microclimáticas realizadas com “Autodesk Forma” para estudos microclimáticos, conclui-se que o software é ferramenta útil para simulações preliminares e para obter uma visão geral das condições ambientais em um ambiente urbano, indicada em especial, nas fases iniciais do processo de projeto, que demandam análises e soluções rápidas, ele se destaca, apresentando resultados de maneira visual e intuitiva.

No entanto, sua aplicabilidade para análises microclimáticas detalhadas apresenta limitações, principalmente devido à simplificação dos modelos térmicos e à impossibilidade de atribuição precisa de propriedades materiais e vegetativas. Recomenda-se, portanto, o uso de outras ferramentas mais especializadas, especialmente quando se busca uma avaliação precisa do impacto do microclima no comportamento humano e no conforto ambiental.

Vale destacar que o programa apresenta algumas funcionalidades interessantes para análises de microclima em etapas iniciais de projeto, possibilitando identificar regiões com maior tendência térmicas a partir de uma barra de temperatura, verificar a influência das árvores em determinado contexto, o sombreamento das árvores e dos edifícios na área de estudo, a variação de temperatura utilizando horários ou estações diferentes, dentre outras.

Referências

AUTODESK. Autodesk Forma: **Ferramenta de análise urbana e microclimática**. San Francisco: Autodesk, 2024. Disponível em: https://www.autodesk.com/products/forma/Acesso em: 18 fev. 2025.

AUTODESK**.** Autodesk Forma: **Introduction to the microclimate analysis**. San Francisco: Autodesk, 2024. Disponível em: https://help.autodeskforma.com/en/articles/6932531. Acesso em: 15 fev. 2025.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates.** 2. ed. London: Routledge, 1987

OLA, Carlos G. S; RAMOS, Larissa L. A. Praças urbanas e microclima: Estudo comparativo da praça Bom Pastor, Vila Velhas. **Relatório Final de pesquisa de Iniciação científica**. Fapes. 2024.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Noticias. **ONU confirma 2024 como o ano mais quente já registrado, com cerca de 1,55°C acima dos níveis pré-industriais**. Fev 2025.

SANTAMOURIS, M. **Energy and Climate in the Urban Built Environment**. London: Routledge, 2013.

SHINZATO, Paula e DUARTE, Denise Helena Silva. Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera. **Ambiente Construído**, v. 18, n. abr./junho 2018, p. 197-215, 2018.