



METODO DE ANÁLISE AMBIENTAL URBANA PARA OS SETORES COMERCIAIS DE BRASÍLIA: NATUREZA, CRISE AMBIENTAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Nathália de Mello Faria

Universidade de Brasília- PPGFAU | 220003629@aluno.unb.br

Marta Adriana Bustos Romero

Universidade de Brasília- PPGFAU | romero@unb.br

Sessão Temática 06: Natureza, Crise Ambiental e mudanças climáticas

Resumo: Este artigo apresenta uma análise ambiental urbana, realizada por meio da avaliação da quantidade de áreas permeáveis, bem como os materiais superficiais dos edifícios das Quadras 01 do Setor Comercial Norte e do Setor Comercial Sul de Brasília- Distrito Federal utilizando para tanto as Zonas Climáticas Locais (LCZs). Por meio desses parâmetros, pode-se prever a alteração do microclima e da sensação térmica dos transeuntes, para futuras modificações e mitigação dos impactos urbanos. A delimitação da área de estudo dos dois setores faz parte da escala gregária da cidade e de sua área tombada, sendo um localizado na parte sul e o outro na parte norte da capital. Propõe-se como metodologia de análise urbana utilizar de dados disponibilizados no GeoPortal de Brasília e tratados por meio do freeware de geoprocessamento QGis v.3.2.1, para elaborar modelos de simulação computacional no software Envi Met v.5.6.1. Como resultado, o método propõe gráficos de análise e comparação das situações propostas.

Palavras-chave: Zonas Climáticas Locais (LCZs); Microclima urbano; Sensação térmica; Geoprocessamento QGis; Mitigação de impactos urbanos.

URBAN ENVIRONMENTAL ANALYSIS METHOD FOR THE COMMERCIAL SECTORS OF BRASÍLIA: NATURE, ENVIRONMENTAL CRISIS, AND CLIMATE CHANGE

Abstract: This article presents an urban environmental analysis conducted by evaluating the amount of permeable areas, as well as the surface materials of the buildings in Block 01 of the North and South Commercial Sectors of Brasília, Federal District, using Local Climate Zones (LCZs). These parameters allow for the prediction of microclimate changes and pedestrian thermal sensation, aimed at future modifications and mitigation of urban impacts. The study area for these two sectors is part of the city's social scale and its heritage area, with one located in the southern part and the other in the northern part of the capital. As an urban analysis methodology, data from Brasília's GeoPortal were processed using the QGIS v.3.2.1 geoprocessing freeware to create computational simulation models with Envi Met v.5.6.1. The method produces analytical graphs to compare the proposed scenarios.

Keywords: Local Climate Zones (LCZs); Urban microclimate; Thermal sensation; QGIS geoprocessing; Urban impact mitigation.

MÉTODO DE ANÁLISIS AMBIENTAL URBANO PARA LOS SECTORES COMERCIALES DE BRASILIA: NATURALEZA, CRISIS AMBIENTAL Y CAMBIOS CLIMÁTICOS

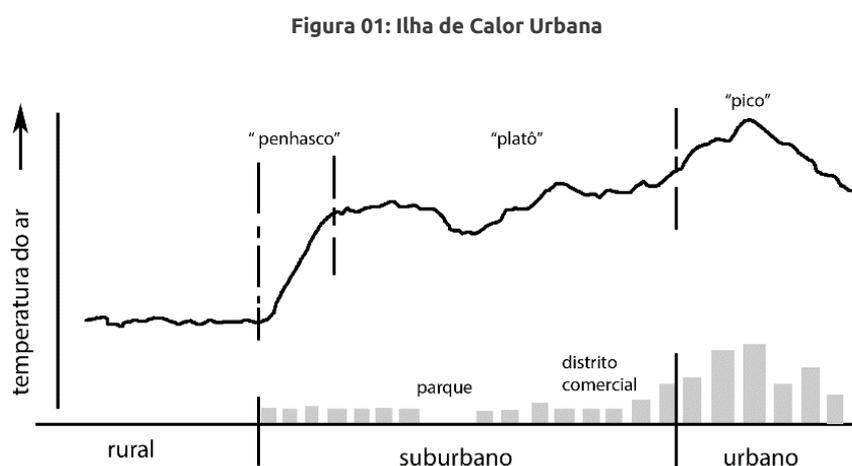
Resumen: Este artículo presenta un análisis ambiental urbano realizado mediante la evaluación de la cantidad de áreas permeables, así como de los materiales superficiales de los edificios de las Quadras 01 del Setor Comercial Norte y del Setor Comercial Sul de Brasília, Distrito Federal, utilizando para ello las Zonas Climáticas Locales (LCZs). A través de estos parámetros, se puede prever la alteración del microclima y la sensación térmica de los transeúntes, para futuras modificaciones y mitigación de los impactos urbanos. La delimitación del área de estudio de ambos sectores es parte de la escala gregaria de la ciudad y de su área declarada patrimonio, estando uno ubicado en la parte sur y el otro en la parte norte de la capital. Se propone como metodología de análisis urbano el uso de datos disponibles en el GeoPortal de Brasília, tratados mediante el software de geoprocésamiento QGIS v.3.2.1, para elaborar modelos de simulación computacional en el software Envi Met v.5.6.1. Como resultado, el método propone gráficos de análisis y comparación de las situaciones estudiadas.

Palabras clave: Zonas Climáticas Locales (LCZs); Microclima urbano; Sensación térmica; Geoprocésamiento QGIS; Mitigación de impactos urbanos.

INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada e o aumento das áreas impermeáveis nas cidades intensificam o efeito de ilha de calor, prejudicando o microclima e o conforto térmico dos moradores. Segundo MONTEIRO (2003), *“o planejamento urbano precisa considerar as condições climáticas locais, pois o adensamento de edificações e o uso inadequado de materiais podem agravar as condições térmicas e o consumo de energia”* (Monteiro, 2003, p. 58). Em Brasília, onde o clima tropical é caracterizado por uma alternância entre estações chuvosas e secas, as mudanças climáticas agravam o desconforto térmico e demandam soluções de planejamento urbano adaptativas.

Segundo ROMERO et al. (2019), o fenômeno das Ilhas de Calor Urbanas (ICUs) em cidades ou partes delas refere-se a uma condição microclimática específica, marcada por temperaturas do ar mais elevadas, redução da umidade relativa e mudanças nos padrões de vento e precipitação. As ICUs transformam o ambiente urbano em um “reservatório” de calor e, de acordo com Oke (1982), a alta densidade de edifícios e infraestrutura urbana age como um “armazém térmico” que retém calor por mais tempo do que as áreas rurais ou periféricas, onde há mais vegetação e superfícies de solo permeável que dissipam calor mais rapidamente (Figura 01).



Fonte: FARIA (2021) p.31

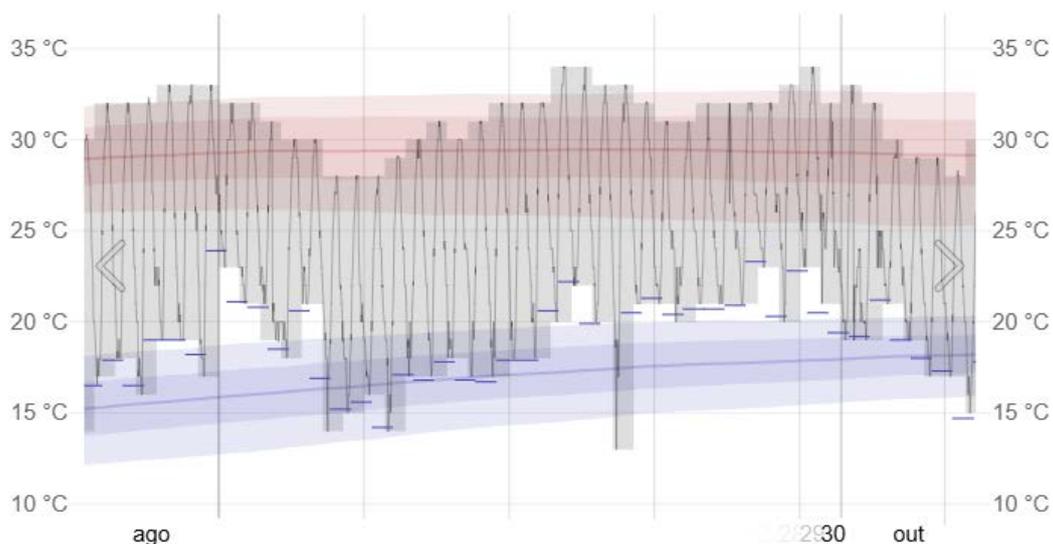
WERNECK (2022) identificou, por meio de uma análise estatística, uma variação significativa de temperatura entre as zonas climáticas locais de Brasília, especialmente em áreas com baixa presença de vegetação, evidenciando a influência da morfologia urbana no agravamento do aquecimento. ROMERO (2023) afirma que os edifícios construídos a partir dos anos de 90 alteram o microclima local, uma vez que estão mais largos, com fachadas espelhadas e, no meio urbano, árvores ornamentais que não fornecem sombras. Brasília, portanto, enfrenta um processo de descaracterização de seus edifícios pioneiros. Em nome da modernidade, materiais reflexivos estão sendo aplicados de forma arbitrária e excessiva, especialmente em reformas e construções novas. No que diz respeito ao ambiente interno, o controle da temperatura interna dos edifícios é frequentemente feito por sistemas de ar-

condicionado, uma vez que as superfícies reflexivas tendem a reter calor, o que aumenta o consumo de energia elétrica e impacta negativamente o meio ambiente. Atividades humanas nas cidades, como a circulação de veículos, indústrias, uso de sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado, emitem calor diretamente na atmosfera. Esse calor adicional intensifica a temperatura urbana, especialmente durante o período noturno.

Outra consequência indesejada do uso dessas superfícies é o risco para a fauna local, pois pássaros acabam se chocando contra os vidros espelhados, confundindo-os com o céu ou com a vegetação refletida. Por fim, o uso intensivo de superfícies reflete o calor do sol diretamente para o pedestre, prejudicando o microclima local e criando áreas de desconforto térmico, tornando o ambiente urbano mais hostil.

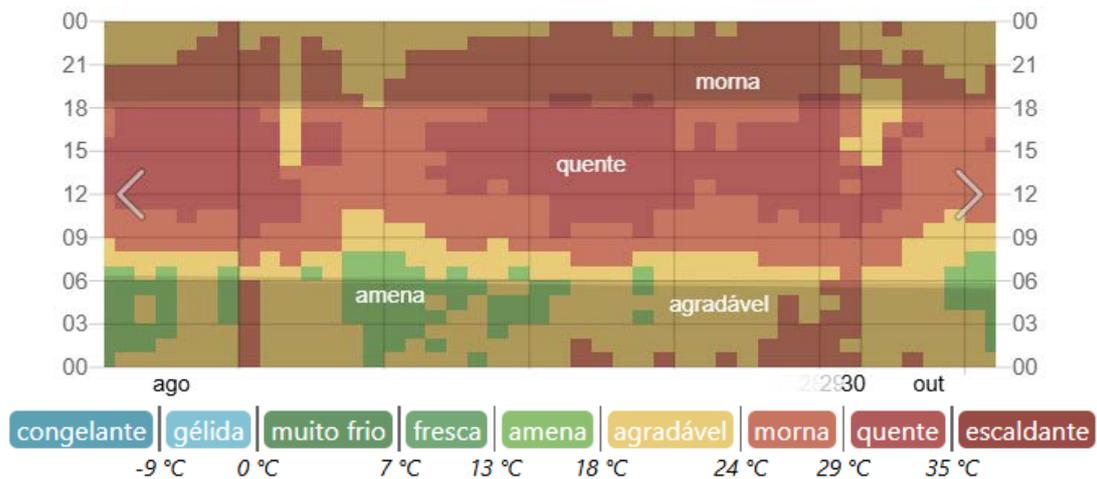
O que se observa em Brasília é que a estação seca está cada vez mais prolongada na região. Em 2024, a capital atingiu o recorde de dias secos, registrando quase 170 dias sem chuva na região. Ao longo de 10 anos, o que se observa no mês de setembro – período da seca, por exemplo, é o aumento de condições extremas. A média de temperatura de setembro aumentou (Figura 02 e 05), resultando em dias escaldantes e maiores noites quentes (Figura 03 e 06), efeito característico ocasionado pelas ilhas de calor urbanas (ICU). Nesse período, houve aumento também no número de nevoeiros (Figura 04 e 07).

Figura 02- Histórico da temperatura em setembro de 2014 em Brasília- DF



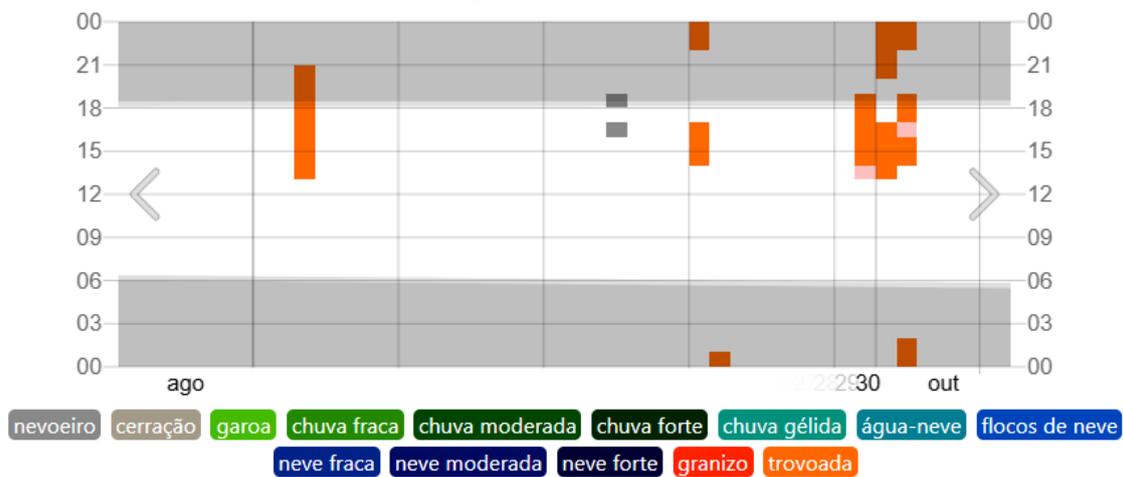
Fonte: Weather Spark. (2024). Weather Spark: histórico do Clima de Brasília-DF.

Figura 03- Temperatura horária em setembro de 2014 em Brasília-DF



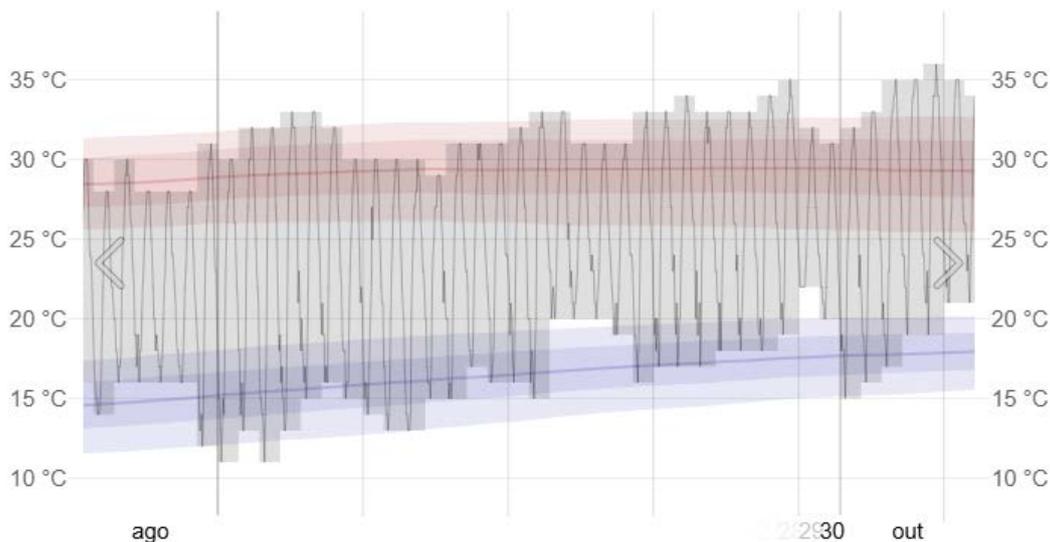
Fonte: Weather Spark. (2024). Weather Spark: histórico do Clima de Brasília-DF.

Figura 04- Condições meteorológicas observadas em setembro de 2014 em Brasília



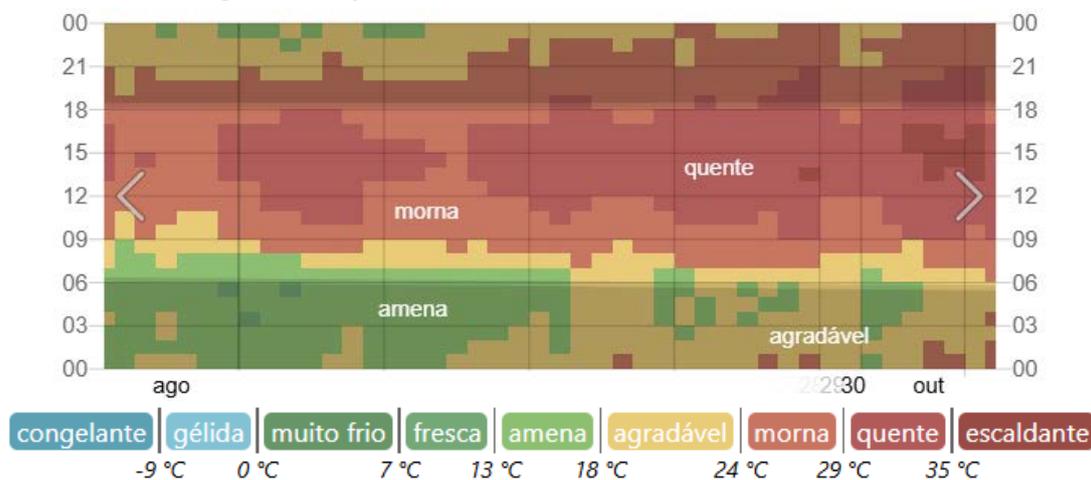
Fonte: Weather Spark. (2024). Weather Spark: histórico do Clima de Brasília-DF.

Figura 05- Histórico da temperatura em setembro de 2024 em Brasília- DF



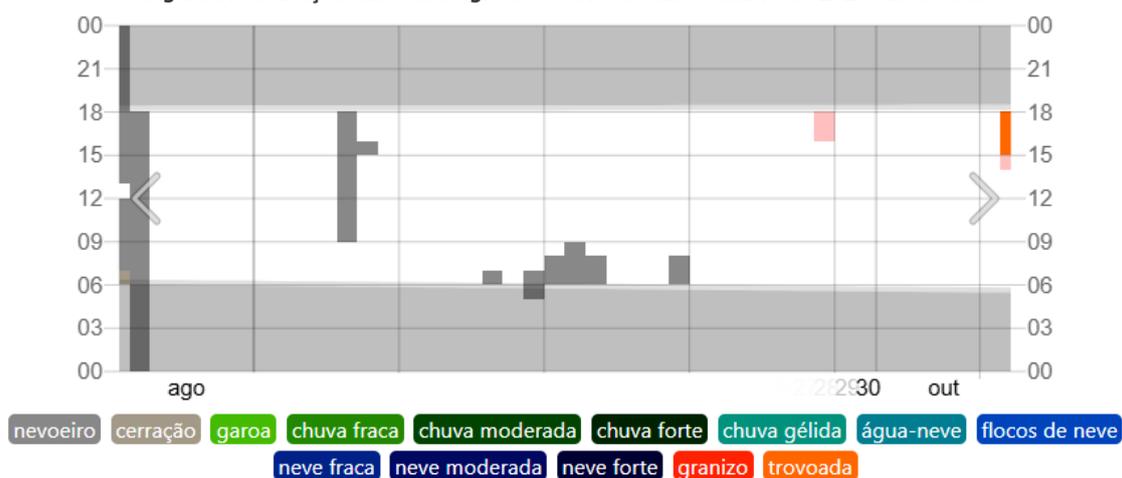
Fonte: Weather Spark. (2024). Weather Spark: histórico do Clima de Brasília-DF.

Figura 06- Temperatura horária em setembro de 2024 em Brasília-DF



Fonte: Weather Spark. (2024). Weather Spark: histórico do Clima de Brasília-DF.

Figura 07- Condições meteorológicas observadas em setembro de 2024 em Brasília

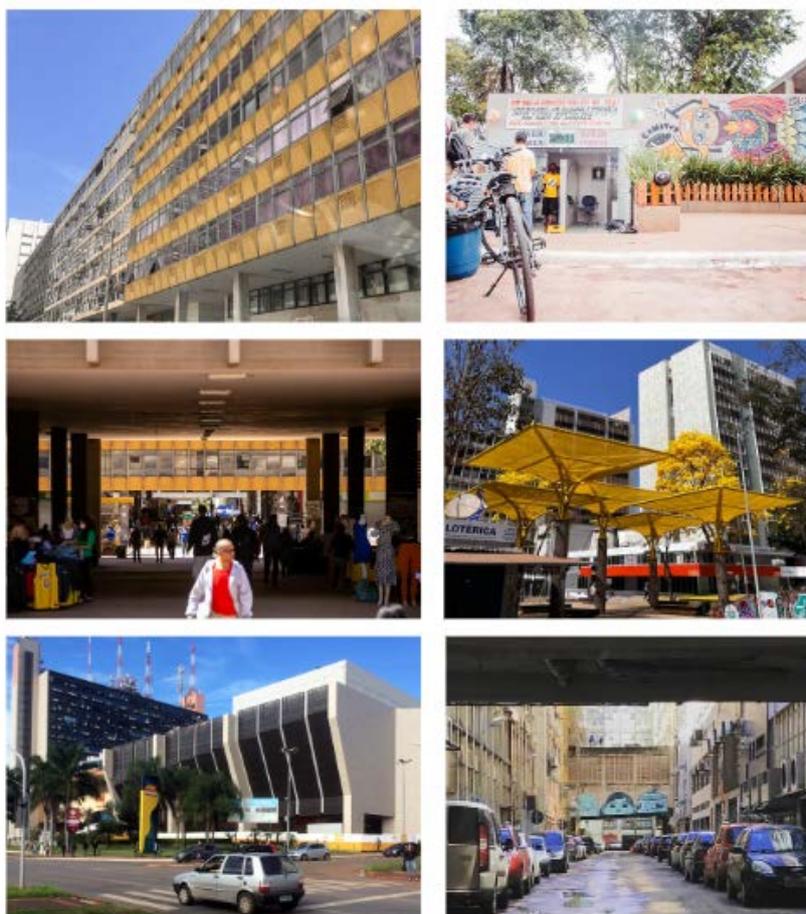


Fonte: Weather Spark. (2024). Weather Spark: histórico do Clima de Brasília-DF.

Os Setores Comerciais Norte e Sul de Brasília foram escolhidos por representarem contrastes em sua configuração urbanística, com variações significativas em termos de permeabilidade do solo, uso de materiais e relação H/W, elementos que influenciam diretamente o microclima urbano. Como Givoni (1998) destaca, *“a configuração urbana e as propriedades térmicas dos materiais influenciam o microclima local, impactando diretamente o bem-estar dos pedestres”* (Givoni, 1998, p. 83).

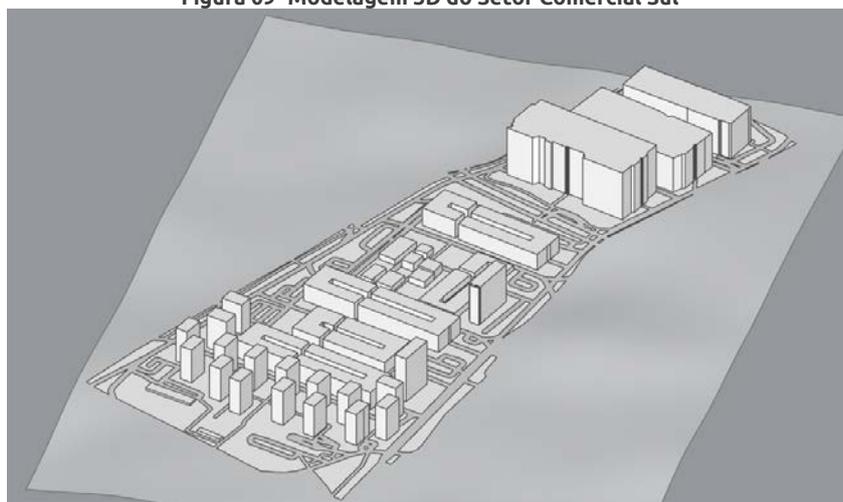
O setor Comercial Sul (SCS) possui passagens cobertas para pedestres, subsolos para transportes de veículos de carga, 9 quadras, 110 edifícios, 590 bolsões de estacionamento públicos e 4 praças (Figura 08 e 09).

Figura 08- Imagens Setor Comercial Sul



Fonte: Autoras, 2024.

Figura 09- Modelagem 3D do Setor Comercial Sul



Fonte: Autoras, 2024.

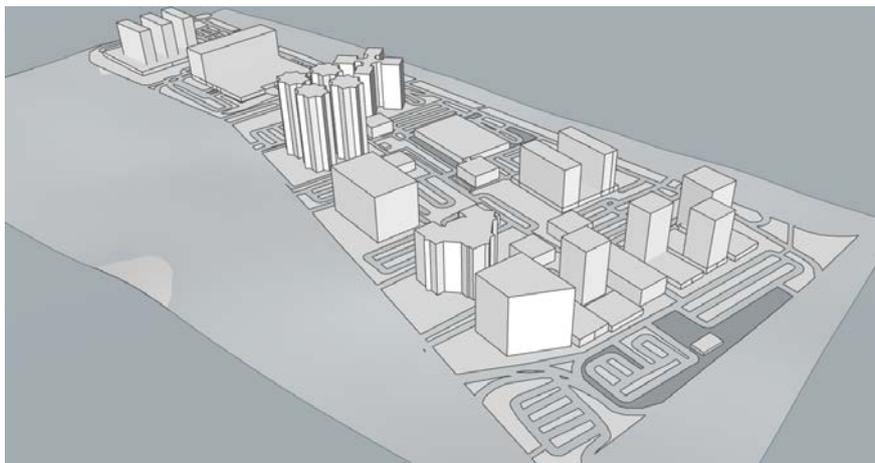
O setor comercial norte (SCN), por sua vez, na mesma área e com perímetro urbano semelhante possui 22 edifícios implantados em 6 quadras, 2142 bolsões de estacionamentos, nenhuma passagem coberta para pedestres e nenhuma praça urbana (Figura 10 e 11).

Figura 10- Imagens do Setor Comercial Norte



Fonte: Autoras, 2024.

Figura 11- Modelagem 3D do Setor Comercial Norte



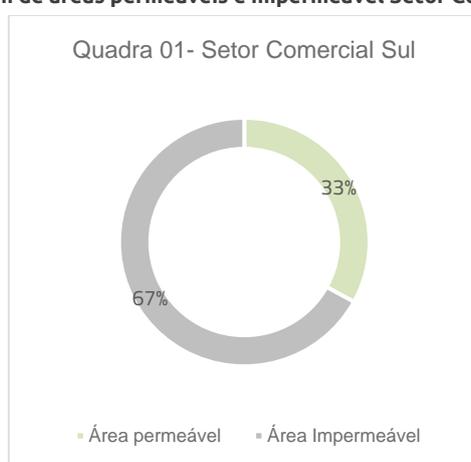
Fonte: Autoras, 2024.

A área delimitada em cada setor foi escolhida por meio da classificação de Zonas climáticas locais, usando como base o estudo feito por Werneck,2022. Nessa classificação, as quadras

01 dos setores comerciais Sul e Norte são exemplos característicos da urbanização das duas áreas.

No Setor Comercial Sul (Quadra 01), a área permeável abrange 19 618m², representando 33% da área total de 69 554 m². Já a área impermeável corresponde a 67% do total (Figura 12). Essa quadra apresenta um fator de visão do céu (Sky View Factor - SVF) igual a 1, indicando alta abertura para o céu, o que facilita a dissipação do calor e melhora o conforto térmico. A relação altura/largura (H/W) dos edifícios é de 1,7, com uma distância média de 30 a 40 metros entre as construções. A altura média dos edifícios é de 18 a 19 andares, ou cerca de 51 metros, o que contribui para uma distribuição mais equilibrada da radiação solar e ventilação na área (Quadro 01).

Figura 12- Porcentagem de áreas permeáveis e impermeável Setor Comercial Sul – Quadra 01.



Fonte: Autoras, 2024.

Quadro 01- Parâmetros Quadra 01 - SCS

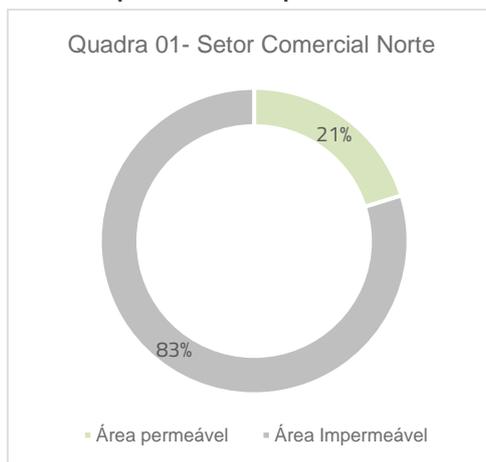
Quadra 01 – Setor Comercial Sul	
Área Total	69 554 m ²
Área Permeável	19 618 m ²
Área Impermeável	40 506 m ²
Fator de Visão do céu	1
Relação H/W	1,7
Altura média dos edifícios	51 m

Fonte: Autoras, 2024.

Em contrapartida, o Setor Comercial Norte (Quadra 01), considerando a mesma área de delimitação da quadra 01 do SCS, possui uma área permeável de apenas 11.831 m², o que representa 21% de sua área total, enquanto a área impermeável atinge 83% do total (Figura 13). O fator de visão do céu (SVF) nesta quadra é zero, devido à proximidade entre os edifícios, o que impede a visualização direta do céu e contribui para o aumento da sensação térmica ao

nível do pedestre. A relação H/W é de 6,88, indicando uma configuração urbana mais compacta, com edifícios contíguos, sem distância entre eles, o que limita a circulação do ar e a dispersão do calor. A altura média dos edifícios no Setor Comercial Norte é de 23 andares, ou aproximadamente 62 metros, o que intensifica o efeito de ilha de calor urbano (Quadro 02).

Figura 13- Porcentagem de áreas permeáveis e impermeável Setor Comercial Sul – Quadra 01.



Fonte: Autoras, 2024.

Quadro 02- Parâmetros Quadra 01 - SCS

Quadra 01 – Setor Comercial Norte	
Área Total	56 454 m ²
Área Permeável	11 883 m ²
Área Impermeável	57 671 m ²
Fator de Visão do céu	0
Relação H/W	6,88
Altura média dos edifícios	62 m

Fonte: Autoras, 2024.

Essas diferenças nos parâmetros urbanos refletem-se nas condições microclimáticas das áreas analisadas, demonstrando a importância da permeabilidade do solo, do fator de visão do céu e da relação H/W no conforto térmico e na qualidade ambiental dos espaços urbanos.

OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar um método de análise ambiental urbana aplicado nos Setores Comerciais Norte e Sul de Brasília, com o intuito de investigar o impacto das variáveis urbanas e construtivas com foco na permeabilidade do solo, materiais de superfície e fator de visão do céu. A pesquisa busca oferecer diretrizes para intervenções urbanas que contribuam

para o conforto térmico e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas em Brasília e em centros urbanos que sofrem com as mudanças climáticas causadas pela alta urbanização.

MÉTODO DE ANÁLISE AMBIENTAL

Para delimitação do espaço de análise, utilizou-se o estudo de WERNECK (2022) baseado nas zonas climáticas locais (LCZs) para a área urbana de Brasília. Estas foram definidas a partir de classificação baseada no modelo proposto por Stewart e Oke (2012). Para esta classificação, Werneck utilizou o LCZ Generator, uma ferramenta que emprega imagens de satélite (Landsat 8) e processamento de dados no Google Earth Engine, para identificar e mapear diferentes LCZs em Brasília. As áreas foram definidas com base em critérios urbanos, como cobertura do solo e densidade de edificações, que permitiram diferenciar zonas conforme a estrutura urbana e a cobertura da superfície. As LCZs foram então agrupadas em 17 classes (Quadro

03), divididas entre áreas edificadas e tipos de cobertura natural, possibilitando uma análise detalhada das variações térmicas e da presença de ilhas de calor urbano na cidade.

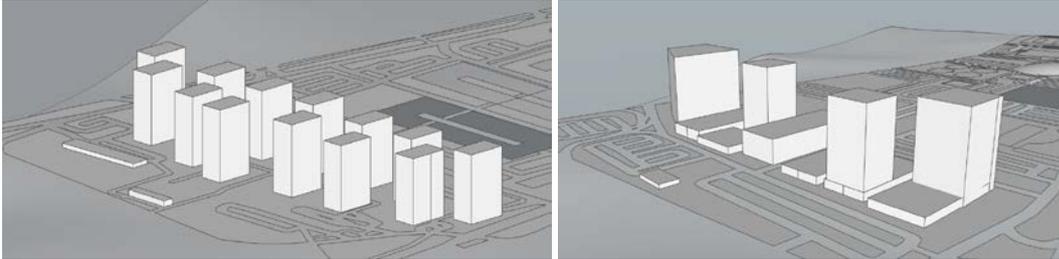
Quadro 03- Classificação LCZ

Classificação LCZ	Descrição	Características Principais
LCZ-1	Edifícios Altos e Densos	Estrutura vertical elevada, alta densidade de construção
LCZ-2	Edifícios Altos e Abertos	Edifícios altos e espaçados, menor densidade
LCZ-3	Edifícios Médios e Densos	Altura média, alta densidade, cobertura densa de solo urbano
LCZ-4	Edifícios Médios e Abertos	Edifícios de altura média, mas com espaçamento entre eles
LCZ-5	Edifícios Baixos e Densos	Densidade alta, construções de baixa altura
LCZ-6	Edifícios Baixos e Abertos	Construções baixas, com áreas abertas e maior ventilação
LCZ-7	Construções Muito Baixas e Densas	Área densamente ocupada, construções baixas
LCZ-8	Construções Muito Baixas e Abertas	Baixa altura e baixa densidade de ocupação
LCZ-9	Indústrias Pesadas	Áreas industriais com grande massa de edificações
LCZ-10	Zona Portuária e de transporte	Grandes áreas abertas e pavimentadas para movimentação
LCZ-A	Vegetação Densa	Alta densidade de vegetação, cobertura verde
LCZ-B	Vegetação aberta	Áreas verdes, mas com menor densidade de vegetação, cobertura verde.
LCZ-C	Áreas áridas	Vegetação esparsa ou solo nu
LCZ-D	Solo cultivado	Solo com agricultura ou cultivos
LCZ-E	Pastagens	Áreas para pasto, vegetação rasteira e aberta
LCZ-F	Solo nu	Sem vegetação, predominantemente solo exposto
LCZ-G	Superfície Aquática	Presença de água, como lagos, rios e reservatórios

Fonte: Adaptado de WERNECK, D. (2022)

Nessa classificação a Quadra 01 do Setor Comercial Sul pode ser classificada como LCZ-2 Edifícios Altos e Abertos, e a Quadra 01 do Setor Comercial Norte como LCZ-1 Edifícios Altos e Compactos (Figura 14 e 15).

Figuras 14 e 15- Modelagens 3D dos Quadras 01 dos edifícios do SCS e do SCN respectivamente.



Fonte: Autoras, 2024.

No que se diz respeito ao software Envi-met, Faria (2022) realizou simulações, em uma Superquadra que está sendo implantada no Setor Sudoeste de Brasília, que mostraram como a disposição dos edifícios e a vegetação influenciam os padrões de circulação do ar e as temperaturas na superfície, que são fatores cruciais para prever mudanças na sensação térmica e na qualidade ambiental urbana. Tais análises podem ser extrapoladas para estudos de maior escala, auxiliando na compreensão das mudanças climáticas em contextos urbanos e orientando a adoção de medidas de mitigação, como o planejamento de zonas de ventilação ou a criação de áreas verdes.

A modelagem dos materiais de solo e de edificações são feitos pelo DB Manager e pelo SPACES e os resultados gerados pelo Leonardo e pelo BIO-met, todos plugins do software ENVI-MET v.5.6.1. Importa ressaltar que mesmo com uso de tecnologias avançadas, a reprodução das nuances do microclima é impraticável devido à complexidade da interação entre os fenômenos ambientais. No plugin SPACES foi utilizado as informações de altura dos edifícios, relevo do terreno e superfícies arbóreas obtidas por meio do tratamento dos dados no QGis 3.2.1.

A modelagem dos materiais superficiais dos edifícios e dos solos foram feitas no próprio plugin SPACES, adicionando, portanto, dois elementos fundamentais: os brises metálicos e os vidros reflexivos. O primeiro é comum nos prédios do Setor Comercial Sul – Quadra 01 – enquanto o segundo, observa-se na maioria dos prédios do Setor Comercial Norte- Quadra 01. Esses materiais são configurados pelo Data Base Manager. Para a configuração dos

vidros espelhados utilizou-se o Wall/Roof Materials (Figura 16) e para configuração dos brises o Single Walls (Figura 17), contendo as características:

Figura 16- Configuração utilizada para os vidros espelhados

Database-ID:	[0100VE]
Name:	Vidro espelhado
Color:	<input type="color" value="#0000FF"/>
Parameter	Value
Default Thickness	0.00600
Absorption	0.30000
Transmission	0.10000
Reflection	0.60000
Emissivity	0.20000
Specific Heat	750.00000
Thermal Conductivity	0.90000
Density	2500.00000
Extra ID	0

Fonte: Autoras, 2024.

Figura 17- Configuração utilizada para os brises metálicos.

Database-ID:	[000022]
Name:	Brises Metálicos
Color:	<input type="color" value="#808080"/>
Parameter	Value
Name	Brises Metálicos
Material	0200AL
Aerodynamic Roughness Ler	0.02000
Thickness	0.20000
Costs	0.00000

Fonte: Autoras, 2024.

Os materiais utilizados para simulação foram, portanto

Materiais superficiais dos edifícios:

- Vidros espelhados
- Brises Metálicos
- Brick wall aerated – para pedras das fachadas
- Aluminium para placas de alumínio das fachadas
- Default Wall- moderate insulation para outras superfícies e coberturas
- Clear Float Glass para vidros translúcidos.

Nos pavimentos impermeáveis:

- Concrete Pavement Gray para áreas de calçadas
- Asphalt Road para áreas de estacionamentos e de vias

- Loamy Soil para os solos permeáveis

Na vegetação e cobertura do solo foram usados:

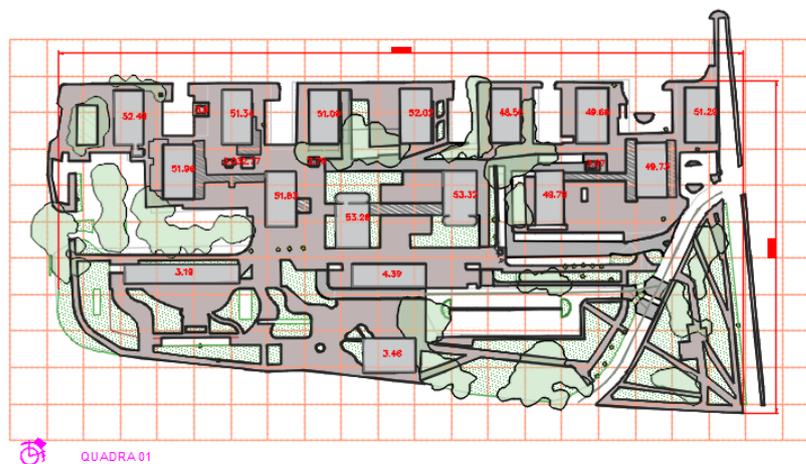
- Grass 25 cm aver, denso para áreas de grama
- Legacy: Spherical, large trunk, sparse, medium (15m) para as árvores

Para obter resultados persistentes, propõe-se simular vários cenários além do atual, variando a permeabilidade do solo e os materiais de superfície dos edifícios. Propõe-se, portanto, considerar três variáveis principais: a implantação e o tamanho dos edifícios, a permeabilidade dos materiais superficiais urbanos e os materiais superficiais utilizados nos edifícios. A análise visa entender como essas variáveis influenciam o conforto térmico e o microclima local. No Setor Comercial Norte, para demonstrar a ineficácia do vidro espelhado no contexto do microclima local, o estudo propõe modificar as fachadas de vidro por brises como os do setor comercial. Ao passo que para demonstrar o impacto térmico da alteração reversa, propõe-se também modificar os brises do Setor Comercial Sul – quadra 01 –, pelos vidros espelhados. Outro ponto de modificação dos cenários é em respeito a quantidade de áreas permeáveis e impermeáveis. Nesse sentido, a proposta é alterar os estacionamentos da quadra 01 do setor comercial norte por áreas permeáveis, e transformar toda área permeável da quadra 01 do setor comercial sul em áreas impermeáveis (asfalto e concreto).

Os diferentes cenários e os efeitos das alterações nos materiais e nas características das superfícies urbanas, as simulações propostas são, em resumo:

1. Estado atual da Quadra 01 do SCS: Avaliação das condições atuais de microclima com as características originais de implantação, materiais de superfície e permeabilidade. (Figuras 18, 19 e 20)

Figura 18- Base para modelagem



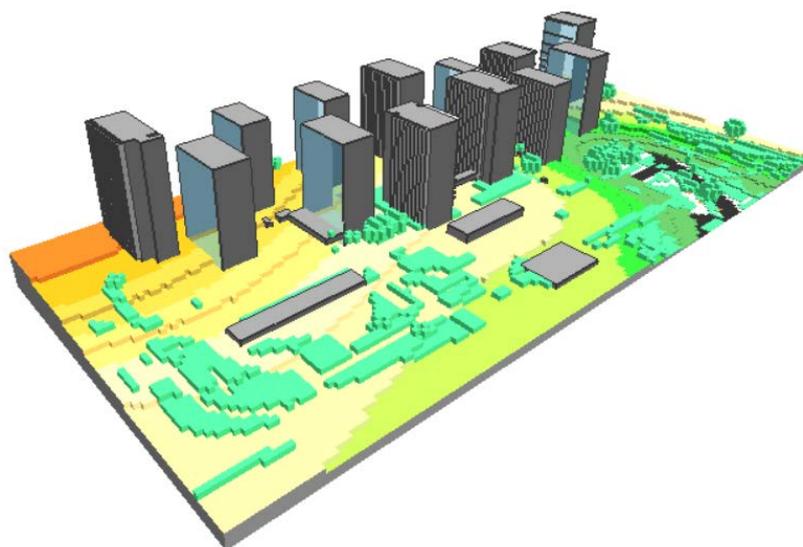
Fonte: Autoras,2024

Figura 19- Modelagem



Fonte: Autoras,2024.

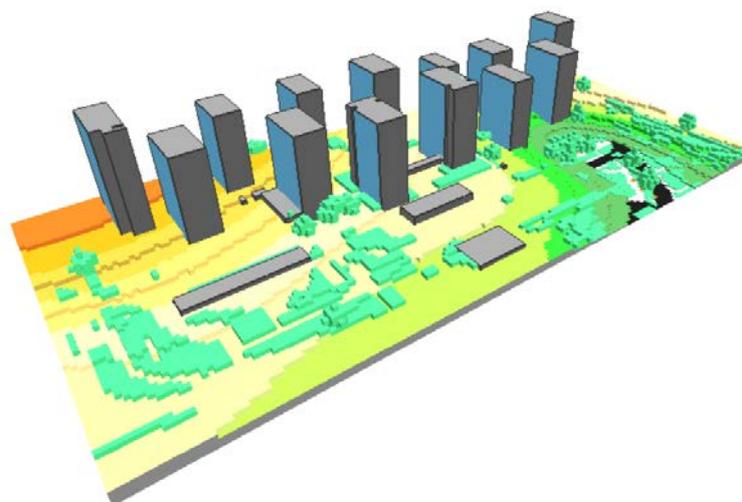
Figura 20- 3D Modelagem



Fonte: Autoras,2024.

1. Quadra 01 do SCS com mudança nos materiais superficiais dos edifícios: Nesta simulação, os materiais (vidros translúcidos e brises) dos edifícios na Quadra 01 do SCS são substituídos pelos vidros espelhados, permitindo avaliar o impacto de materiais mais reflexivos no microclima do SCS. (Figura 21)

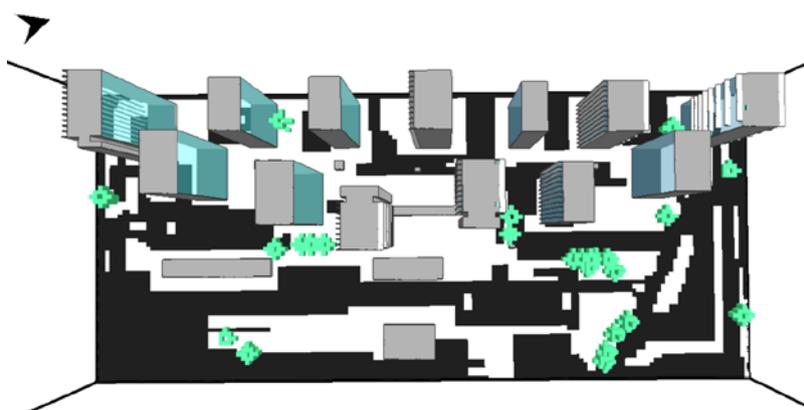
Figura 21- Modelagem 3D



Fonte: Autoras,2024.

2. Quadra 01 do SCS com mudança na permeabilidade urbana: Simulação que modifica a permeabilidade dos materiais urbanos na Quadra 01 do SCS, transformando todas as áreas permeáveis em pavimentos de concreto e asfalto para estacionamentos para observar o efeito de áreas mais permeáveis no conforto térmico. (Figura 22)

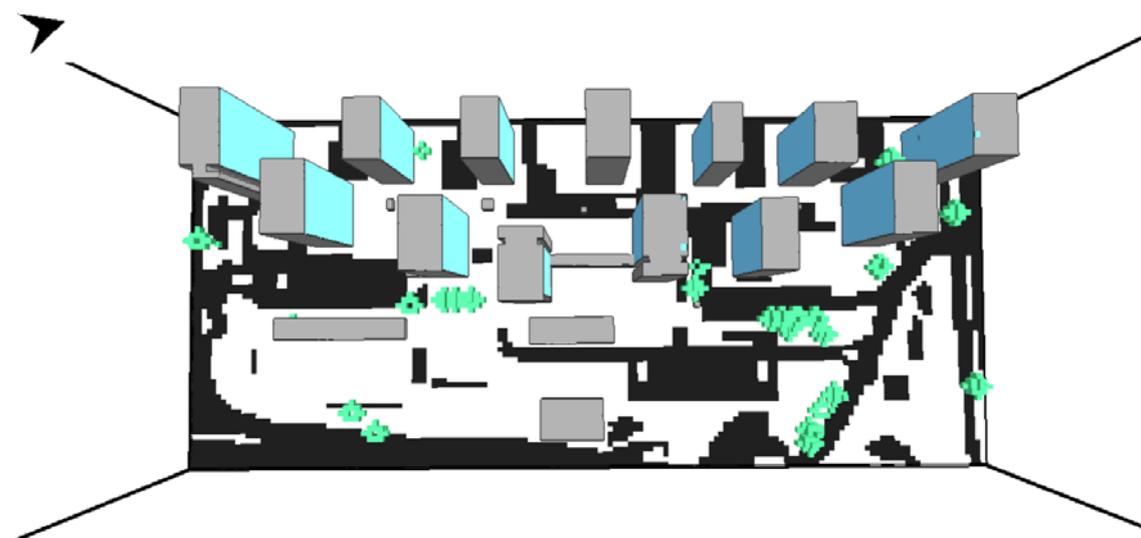
Figura 22- Modelagem



Fonte: Autoras,2024.

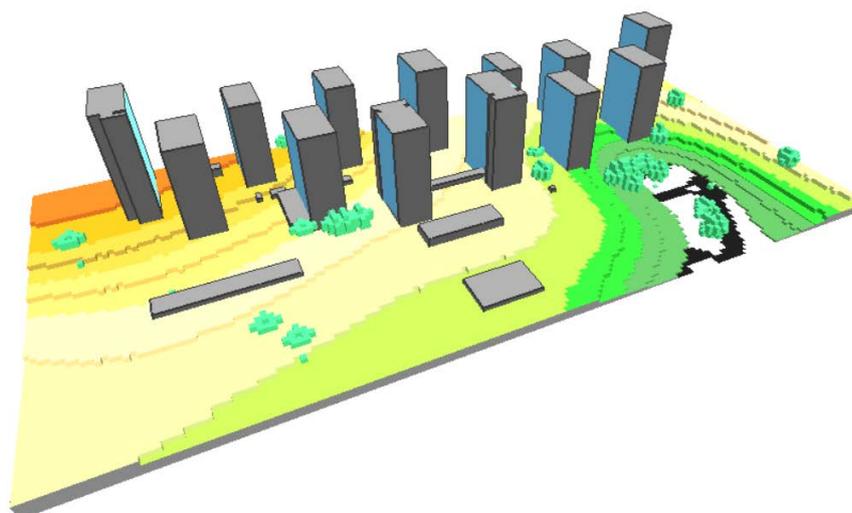
3. Quadra 01 do SCS com todas as variáveis mudando: Simulação em que tanto os materiais dos edifícios quanto os materiais de superfície urbanos são modificados na Quadra 01 do SCS, promovendo um cenário de alta permeabilidade e uso de materiais alternativos. (Figuras 23 e 24)

Figura 23- Modelagem



Fonte: Autoras,2024.

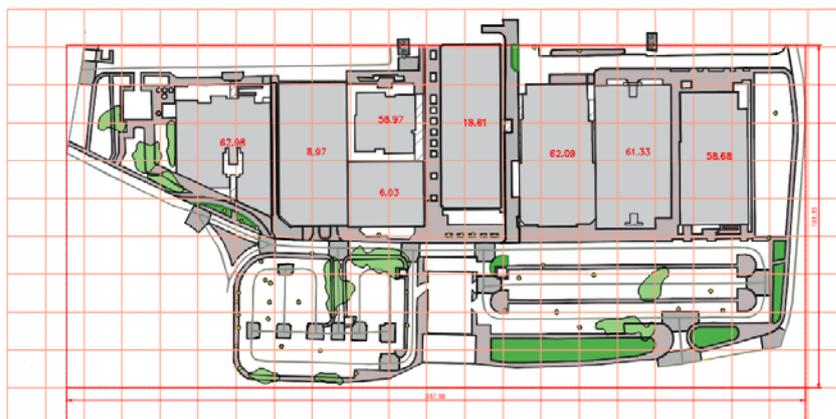
Figura 24- Modelagem 3D



Fonte: Autoras,2024.

4. Estado atual da Quadra 01 do SCN: Análise das condições de microclima na configuração original da quadra, considerando os materiais e a disposição dos edifícios conforme existentes (Figuras 25,26 e 27).

Figura 25- Base da Modelagem



 QUADRA 01

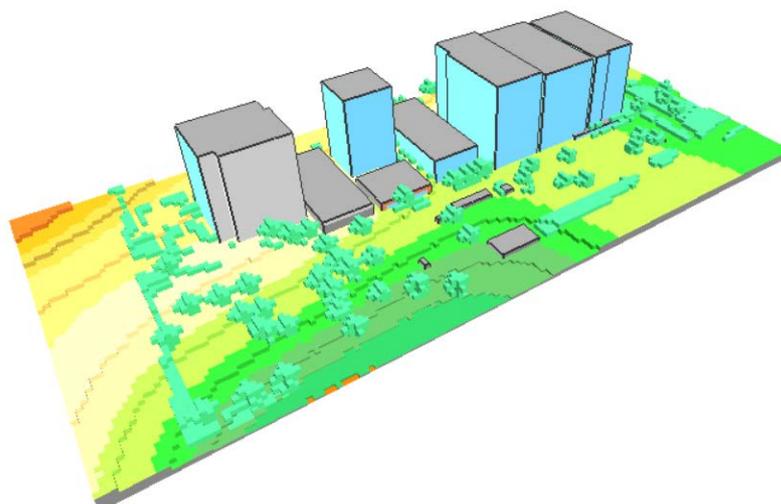
Fonte: Autoras,2024.

Figura 26- Modelagem



Fonte: Autoras,2024.

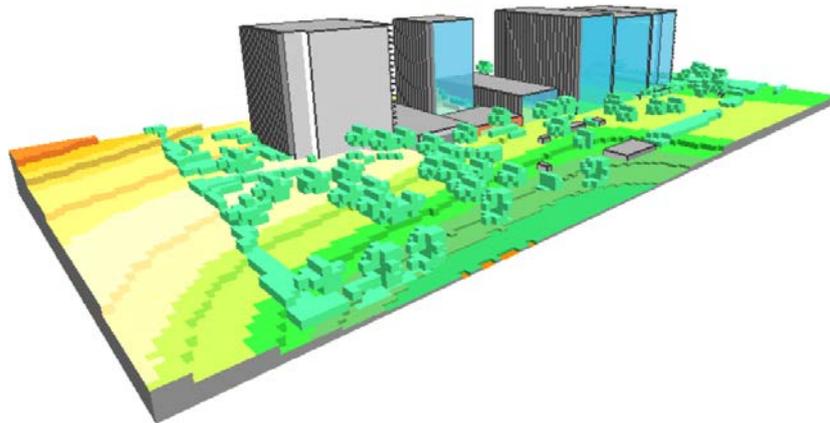
Figura 27- 3D da Modelagem



Fonte: Autoras,2024.

5. Quadra 01 do SCN com mudança nos materiais superficiais dos edifícios: Simulação em que os materiais de vidros espelhados dos edifícios na Quadra 01 do SCN são substituídos por brises, permitindo observar o impacto de uma superfície menos refletiva no microclima da quadra (Figura 28).

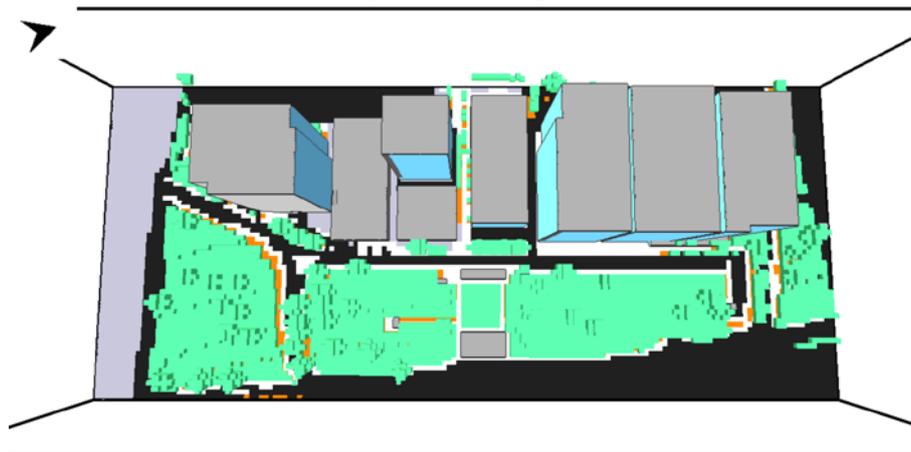
Figura 28- Modelagem 3D



Fonte: Autoras,2024.

6. Quadra 01 do SCN com mudança na permeabilidade: Nesta simulação, substituí-se os estacionamentos por superfícies permeáveis na Quadra 01 do SCN é aumentada para avaliar os efeitos da inserção de áreas mais permeáveis (Figura 29).

Figura 29- Modelagem

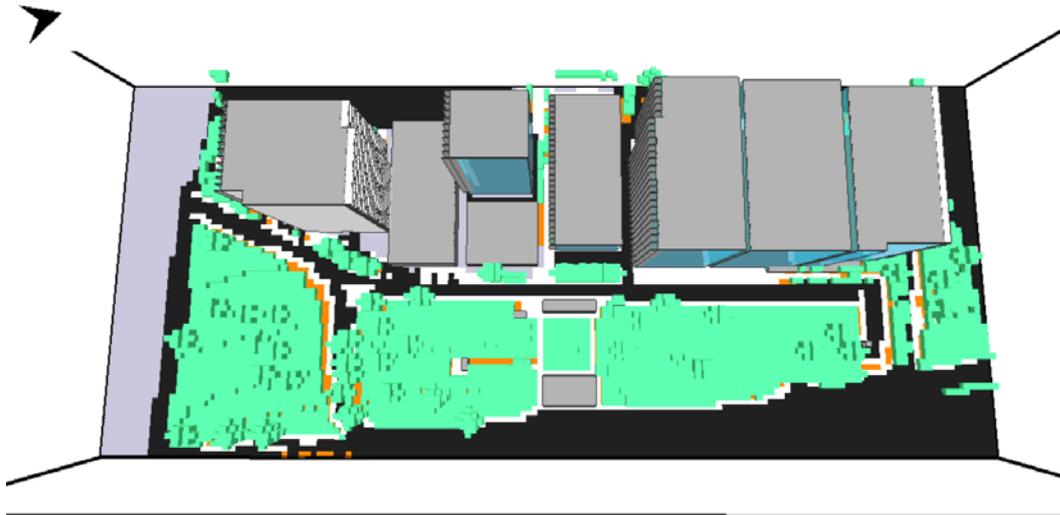


Fonte: Autoras,2024.

7. Quadra 01 do SCN com todas as variáveis mudando: Simulação final onde tanto os materiais dos edifícios quanto os materiais de superfície urbanos são alterados simultaneamente na Quadra 01 do SCN, promovendo um cenário onde o microclima

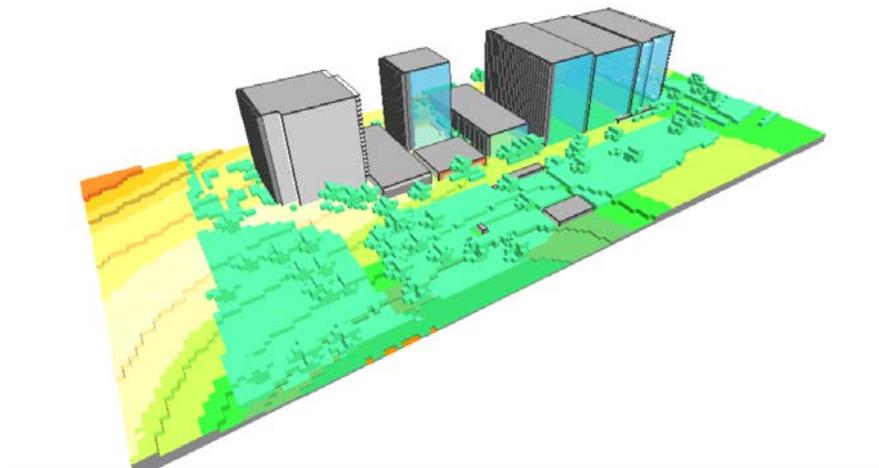
responde a uma permeabilidade maior e a materiais menos reflexivos (Figuras 30 e 31).

Figura 30- Modelagem



Fonte: Autoras,2024.

Figura 31- Modelagem 3D



Fonte: Autoras,2024.

Esses cenários, e outros mais, de simulação poderão ser desenvolvidos para entender como diferentes combinações de variáveis afetam o microclima e o conforto térmico, fornecendo dados importantes para futuras intervenções urbanas e arquitetônicas com foco na sustentabilidade e na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Na seleção do dia para a simulação, foram analisados dados meteorológicos históricos fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para o mês mais seco do ano: setembro. Com base nas médias mensais, escolheu-se um dia representativo, o dia 5 de setembro de 2023, que registrou uma temperatura média diurna de 26,73°C, velocidade média do vento de 4,26 m/s e uma rajada máxima de 1,26 m/s. A simulação abrangeu um

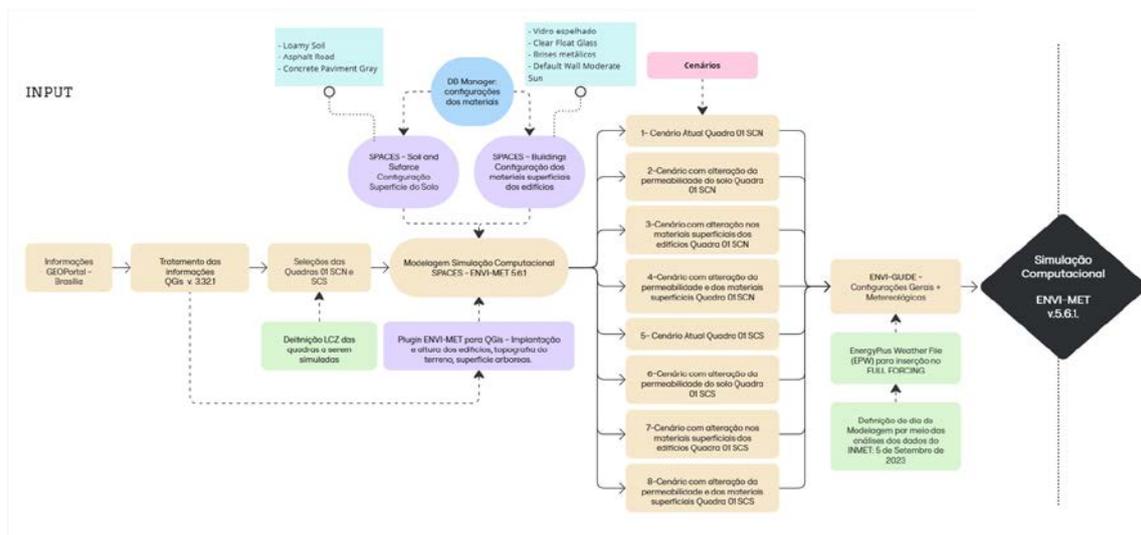
período de 48 horas, de 4 a 6 de setembro de 2023, permitindo a observação das variações térmicas e de qualidade do ar em um ciclo completo. Com o dia escolhido, recomenda-se fazer uso do arquivo meteorológico fornecido pelo Energyplus (epw) para inserção no RUN FORCING (data and settings> Forcing Manager) do ENVI-MET, utilizando, portanto, dados meteorológicos fiéis para a simulação.

Para as análises dos dados, utiliza-se dois plugins principais do ENVI-MET: Leonardo 5.6.1 e BIO-met 5.6.1: o primeiro traz informações e mapas de temperatura do ar, temperatura de superfície, umidade relativa, temperatura média radiante e velocidade do vento e o segundo plugin, o índice PET (Temperatura Equivalente Fisiológica), importante para estimativa do conforto térmico dos espaços urbanos.

Essa avaliação fornece indicações relevantes sobre os microclimas dos ambientes simulados, demandando atenção quanto à interpretação de dados complexos.

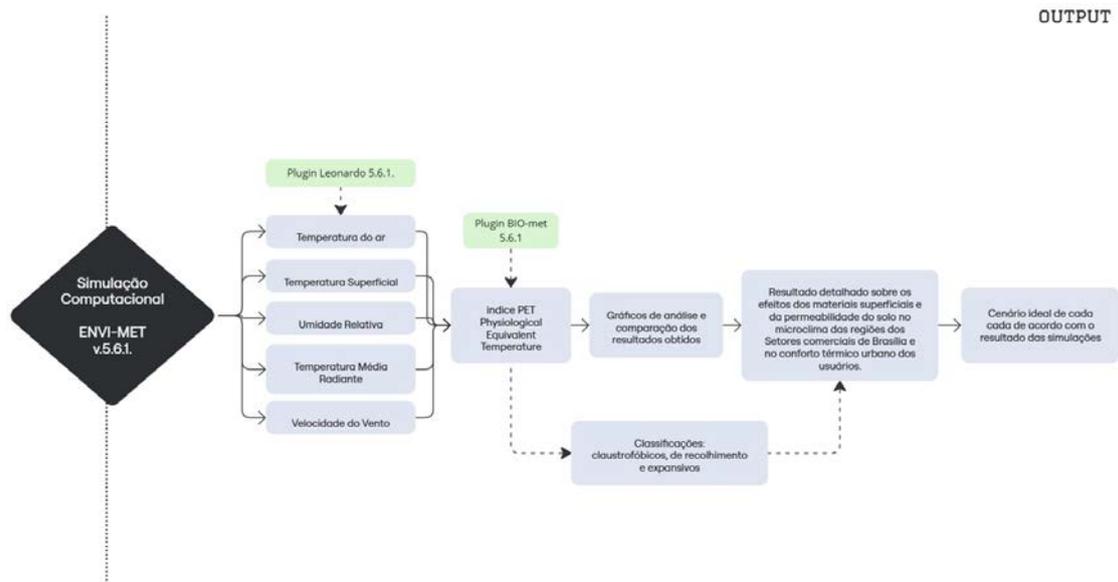
Um resumo de toda o método utilizado está nas figuras 32 e 33 a seguir:

Figura 32: Dados de INPUT para simulação computacional



Fonte: Autoras,2024.

Figura 33: Dados de OUTPUT a partir da simulação computacional



Fonte: Autoras,2024.

CONCLUSÃO

O método de análise ambiental urbana aplicado aos setores comerciais de Brasília, objetiva destacar a relevância do estudo para o planejamento urbano para a mitigação dos impactos climáticos.

A análise realizada entre os Setores Comerciais Norte e Sul de Brasília evidencia como diferenças na permeabilidade do solo, na escolha dos materiais de fachada, e nas configurações urbanas impactam o microclima e o conforto térmico. O que se espera de uma posterior simulação é que comprove que o Setor Comercial Norte, com menor permeabilidade do solo e o uso extensivo de vidros reflexivos nas fachadas, apresente um microclima mais desfavorável, agravando o efeito de ilha de calor urbano (ICU). Em contraste, o Setor Comercial Sul, com uma distribuição equilibrada entre áreas permeáveis e impermeáveis e o uso de brises, proporcione um microclima relativamente mais ameno.

As simulações computacionais com o uso do software ENVI-MET v.5.6.1 permitem visualizar o impacto direto das variáveis urbanas na qualidade ambiental das áreas urbanas. Ao comparar cenários de mudanças nos materiais de superfície e na permeabilidade, podemos constatar reduções ou aumentos significativas na temperatura de superfície e na sensação térmica dos transeuntes mostrando a importância que tem superfícies menos reflexivas assim como a vegetação para diminuir os efeitos da ICU.

O método proposto oferece diretrizes valiosas para futuras intervenções urbanas em Brasília e em outras cidades que enfrentam desafios semelhantes. A implementação de práticas urbanísticas que promovam a permeabilidade e reduzam o uso de materiais reflexivos nas fachadas, juntamente com a preservação de espaços verdes, pode não apenas melhorar o

conforto térmico, mas também contribuir para a sustentabilidade ambiental das cidades. Ao apontar para a importância de um planejamento urbano que considere o microclima e o uso de tecnologias de simulação, acreditamos que este estudo avança no campo da arquitetura bioclimática e destaca a necessidade de políticas públicas que integrem essas práticas no desenvolvimento urbano.

Nesse sentido, a adaptação dos espaços urbanos aos desafios das mudanças climáticas é crucial. Estudos como este devem servir de base para guias práticos que possam orientar arquitetos e urbanistas no desenvolvimento de cidades mais resilientes e sustentáveis, visando o bem-estar dos habitantes e a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

Amorim, M. C. C., & Valente, L. L. (2010). Conforto Térmico em Áreas Urbanas: O Caso de Brasília. In Anais do Congresso Internacional sobre Conforto Ambiental e Sustentabilidade.

Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23(1), 1-26.

Faria, N. M. de. (2022). Análise da ventilação e da temperatura superficial da superquadra 500 do Sudoeste - Brasília DF. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília.

Givoni, B. (1998). *Climate Considerations in Building and Urban Design*. Nova York: John Wiley & Sons.

Monteiro, C. A. F. (2003). *Clima e planejamento urbano*. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24.

Oke, T. R. (1988). Street Design and Urban Canopy Layer Climate. *Energy and Buildings*, 11(1-3)

Romero, M.A.B. (2023). *Arquitetura do lugar: uma visão bioclimática da sustentabilidade = Arquitectura del lugar: una vision bioclimática de la sostenibilidad = Architecture of place: a bioclimatic approach to sustainability* (livro eletrônico) – 2 ed. Brasília- DF: LaSUS FAU: Editora Universidade de Brasília, 2023. PDF.

Romero, M.A.B et al. (2019) *Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas*. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – 1ª Edição/ Editora ETB.PDF.

Santamouris, M. (2015). Cooling the Cities: A Review of Reflective and Green Roof Mitigation Technologies to Fight Heat Island and Improve Comfort in Urban Environments. *Energy and Buildings*, 97, 409-419.

Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879–1900.

Weather Spark. (2024). Weather Spark: histórico do Clima de Brasília-DF. Retirado de <
<https://pt.weatherspark.com/h/m/30238/2024/9/Condi%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas-hist%C3%B3ricas-em-setembro-de-2024-em-Bras%C3%ADlia-Distrito-Federal-Brasil>>

Werneck, D. R. (2022). Variabilidade da temperatura de superfície diurna entre as zonas climáticas locais (LCZ): um estudo para a área urbana do Distrito Federal. Universidade de Brasília.