



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB**  
**PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**JÚLIA ALMEIDA GONÇALVES**

**A INFLUÊNCIA MICROCLIMÁTICA DA VEGETAÇÃO NA ESCALA RESIDENCIAL  
DE BRASÍLIA**

**BRASÍLIA**

**2023**



**JÚLIA ALMEIDA GONÇALVES**

**A INFLUÊNCIA MICROCLIMÁTICA DA VEGETAÇÃO NA ESCALA RESIDENCIAL  
DE BRASÍLIA**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa.

Orientação: Gustavo Cantuária

**BRASÍLIA - DF**

**2023**

## DEDICATÓRIA

Esse trabalho é dedicado com muito amor a minha família e amigos que acreditaram em mim e continuam me apoiando na minha caminhada.  
*(Em memória: Nivaldo Severo de Oliveira, João Balduino Almeida e Maria Macêdo Almeida.)*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao professor orientador Gustavo Cantuária pela oportunidade de me envolver com um projeto tão importante e admirável. Gratidão também aos meus outros professores que de forma indireta contribuíram durante essa trajetória.

## RESUMO

O trabalho consiste em trazer apontamentos e averiguações acerca da influência e benefícios da vegetação na escala residencial na cidade de Brasília. Apoiado em referências bibliográficas que indicam conceitos e avaliados elementos, como a disposição da vegetação em áreas urbanas e sua relação com a temperatura e umidade do ar, é possível perceber a importância de planejar e manter áreas verdes para se obter maior qualidade de vida. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2020, 55% da população mundial vivia em áreas urbanas, e essa proporção deve aumentar para 68% até 2050. No Brasil, cerca de 85% da população vive em cidades. A partir disso, a vegetação urbana tem inúmeros benefícios para a qualidade de vida das pessoas que vivem em áreas urbanas. Ela ajuda a amenizar as temperaturas, especialmente durante os períodos de ondas de calor, e também pode diminuir a poluição do ar. Além disso, a vegetação urbana pode proporcionar espaços verdes agradáveis e áreas de lazer para as pessoas, o que pode contribuir para a sua saúde mental e bem-estar. A falta de vegetação urbana, por outro lado, pode ter efeitos negativos na qualidade de vida das pessoas que vivem em áreas urbanas. Por exemplo, a falta de áreas verdes pode contribuir para o aumento da temperatura nas cidades, o que pode ser especialmente prejudicial para os grupos mais vulneráveis, como os idosos e as crianças. Além disso, a falta de vegetação urbana pode afetar a qualidade do ar e diminuir a biodiversidade em áreas urbanas. No que tange a metodologia, a pesquisa buscou resultados que comprovem essa base teórica fundamentados em comparações entre as 708 Sul, 708 Norte e a quadra residencial na Estrutural. Outras localidades são 308 Sul e 308 Norte e, por fim, a 409 Sul, paralelo ao Riacho Fundo. Esses resultados foram obtidos através de medições relativas a temperatura do ar, umidade relativa do ar, quantidade de CO<sup>2</sup> e fotografias tiradas a partir de uma câmera termográfica. Foi constatado a partir das medições que os locais com maior arborização contém menores temperaturas, maiores índices de umidade relativa do ar e menores valores de quantidade de CO<sup>2</sup> presente no ar.

**Palavras-chave:** vegetação; benefícios; áreas urbanas; temperatura; umidade do ar; Brasília.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 CONTEXTO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 CLIMA DE BRASÍLIA.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 MICROCLIMA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 ILHAS DE CALOR.....</b>	<b>10</b>
<b>3 VEGETAÇÃO URBANA.....</b>	<b>11</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
<b>5 ESTUDOS DE CASO E RESULTADOS.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1 CONTEXTO DA FORMAÇÃO DO ESPAÇO.....</b>	<b>15</b>
<b>5.2 ASA SUL - SQS 308, SHIGS 708 E SQS 409.....</b>	<b>16</b>
<b>5.2.1 ASA SUL - SQS 308.....</b>	<b>16</b>
<b>5.2.2 ASA SUL - SHIGS 708.....</b>	<b>20</b>
<b>5.2.3 ASA SUL - SQS 409.....</b>	<b>24</b>
<b>5.3 ASA NORTE - SQS 308 E SHCGN 708.....</b>	<b>27</b>
<b>5.3.1 ASA NORTE - SQN 308.....</b>	<b>28</b>
<b>5.3.2 ASA NORTE - SHCGN 708.....</b>	<b>31</b>
<b>5.4 ESTRUTURAL.....</b>	<b>35</b>
<b>5.5 RIACHO FUNDO I.....</b>	<b>40</b>
<b>6 ANÁLISE.....</b>	<b>44</b>
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Em um contexto de mudanças climáticas, entre elas o aumento de temperatura sendo a mais preocupante, o doutor em geologia e professor da Universidade de Brasília (UnB), Gustavo Macedo de Mello Baptista apontou essas modificações no Distrito Federal. Este aumento é atribuído ao fenômeno conhecido como "ilhas de calor", é um evento que tem sido observado em várias regiões do mundo nos últimos anos. Ele é causado pelo aumento da quantidade de superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto, que absorvem a radiação solar e aumentam a temperatura do ar. Além disso, o aumento da quantidade de edifícios e a falta de áreas verdes também contribuem para o aumento das temperaturas nas cidades. Esse fenômeno pode ter vários efeitos negativos na saúde das pessoas, incluindo o aumento do risco de doenças respiratórias, cardíacas e outras doenças relacionadas ao calor. Por isso, é importante que as cidades incluam mais áreas verdes e promovam a implementação de medidas de mitigação do calor, como o uso de técnicas de paisagismo para diminuir a absorção de calor pelas superfícies impermeáveis e o plantio de árvores e outras plantas que possam sombrear as ruas e diminuir a temperatura. Conforme Gartland (2010), às plantas, através da evapotranspiração e do sombreamento de suas folhas, são capazes de reduzir as altas temperaturas. A evapotranspiração consiste no processo pelo qual as plantas liberam água para a atmosfera através de suas folhas, levando calor com ela. Além disso, as folhas das plantas também podem bloquear a luz solar direta e a radiação infravermelha, contribuindo para a diminuição da temperatura. Portanto, as árvores e outras plantas são eficazes em diminuir as temperaturas em áreas urbanas e ajudar a mitigar as ilhas de calor.

## **2 CONTEXTO**

### **2.1 CLIMA DE BRASÍLIA**

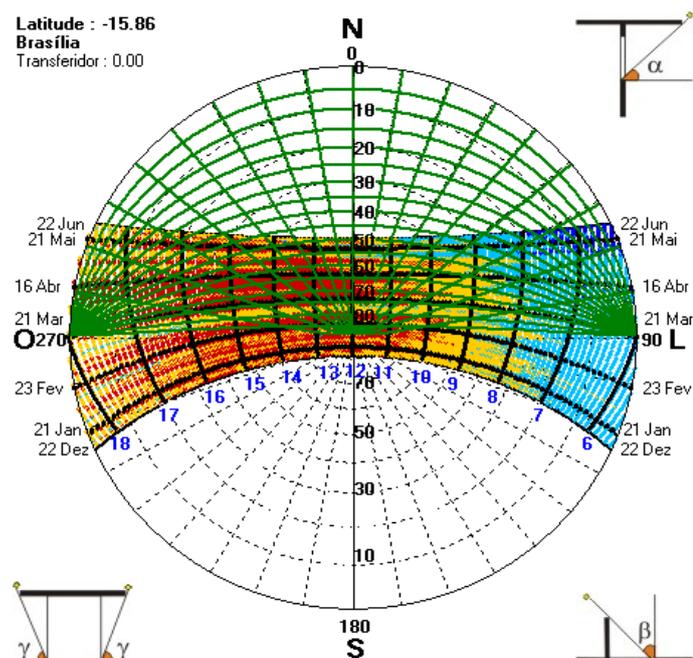
De acordo com Ferreira (1965) e a Companhia de Desenvolvimento e Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN, 1984), o clima de Brasília é classificado como tropical de altitude. Isso significa que a cidade tem temperaturas quentes e úmidas durante a maior parte do ano, mas com uma temperatura média

mais baixa devido à sua altitude acima do nível do mar, que é cerca de 1.000 metros.

A classificação do clima de Brasília como tropical de altitude foi estabelecida a partir de dados meteorológicos, como a temperatura e a quantidade de precipitação na região. A cidade tem uma estação seca mais prolongada, geralmente entre maio e setembro, durante a qual a quantidade de precipitação é menor. A temperatura média anual em Brasília é de cerca de 22°C, mas as temperaturas podem variar bastante durante o dia, chegando a atingir mais de 30°C durante o verão e caindo para valores próximos de 10°C durante a noite no inverno.

A umidade do ar também é relativamente alta durante todo o ano, chegando a mais de 80% em alguns meses. A cidade recebe cerca de 1.500 mm de precipitação por ano, com a maior parte da precipitação ocorrendo durante a estação chuvosa, entre outubro e abril. Outra classificação existente é a de Köppen e Geiger, que usando as categorias Aw, Cwa e Cwb, classificou o Distrito Federal como Aw, sendo uma região descrita como Tropical com estação seca no inverno.

**Figura 1 – Carta solar – Temperatura**

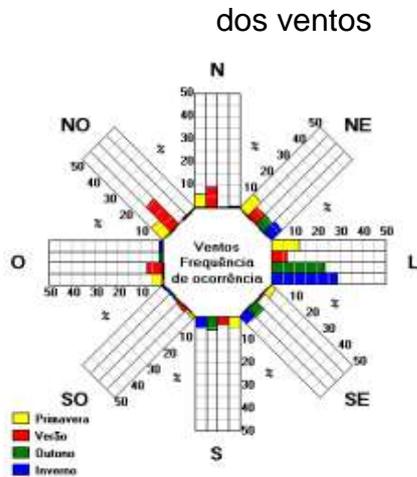


Fonte: SOL-AR 6.2 - 2021

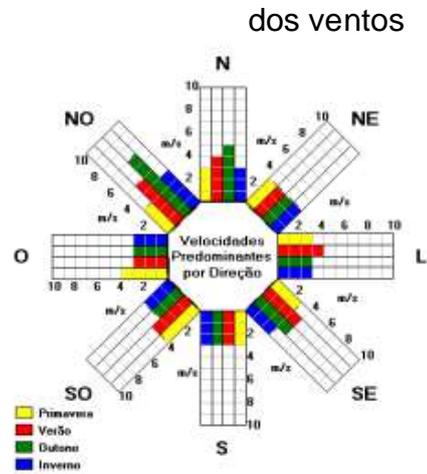
A carta solar de Brasília mostra que a cidade recebe uma quantidade moderada a alta de radiação solar durante todo o ano. A quantidade de radiação solar recebida

pela cidade é maior durante os meses de verão, quando o sol está mais alto no céu, e menor durante os meses de inverno, quando o sol está mais baixo no céu.

**Figura 2 –** Frequência de ocorrência predominantes



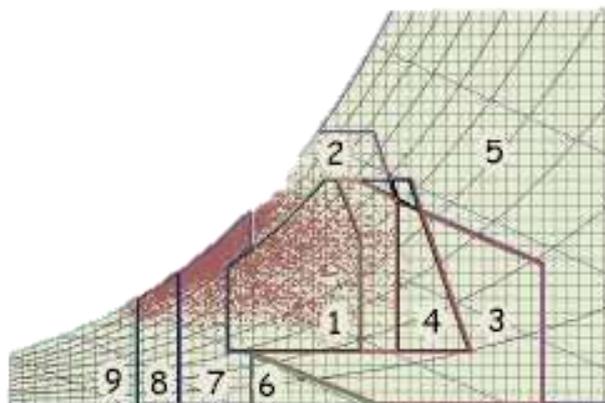
**Figura 3 –** Velocidades dos ventos



Fonte: SO-LAR - 2021

Os ventos úmidos provém do Noroeste no verão chuvoso e os ventos secos derivam do Leste no inverno seco. Além disso, as velocidades dos ventos em Brasília são geralmente mais altas durante a estação seca, que ocorre de maio a setembro. Isso ocorre porque a região fica mais exposta a sistemas de alta pressão durante esses meses, o que aumenta a intensidade dos ventos.

**Figura 4 –** Carta bioclimática adotada para o Brasil



Fonte: NBR 15220-3 - 2021

Segundo GOULART et al (1997) e na carta apresentada na proposta de norma de Zoneamento bioclimático NBR 15220, percebe-se que o conforto em Brasília é de 43.6% e o desconforto é de 56.3%, sendo mais desconfortável no frio. Ademais, as principais estratégias bioclimáticas de Brasília são aberturas médias para ventilação, paredes pesadas e cobertura leve isolada. Em relação às estratégias passivas recomenda-se que no verão haja o resfriamento evaporativo, massa térmica para resfriamento e ventilação natural. Já no inverno é indicado haver aquecimento solar da edificação e vedações internas pesadas.

## **2.2 MICROCLIMA**

De acordo com Rosenberg e Lee (1987), o microclima é "o conjunto de condições climáticas que existem numa área relativamente pequena, geralmente menor que um quilômetro quadrado". Essas condições climáticas podem incluir temperatura, umidade, vento e radiação solar, e podem ser afetadas por fatores como a topografia, a cobertura do solo e a presença de obstáculos. Segundo Yeang e Lam (2005), "o microclima urbano pode afetar a temperatura e a umidade do ar, bem como a quantidade de luz solar que chega a uma determinada área". Isso pode ter implicações para a saúde das pessoas, pois pode afetar o conforto térmico e a exposição à radiação solar. Além disso, o microclima pode afetar a qualidade do ar e a presença de poluentes, o que também pode ter impacto na saúde humana. A partir disso, condições climáticas negativas podem provocar o fenômeno conhecido como "ilhas de calor", o qual é considerado um tipo de microclima.

## **2.3 ILHAS DE CALOR**

As ilhas de calor urbanas são áreas nas quais a temperatura é significativamente mais alta do que a temperatura da região circundante. Elas estão diretamente ligadas ao meio urbano, visto que são formadas devido à absorção de radiação solar pelos edifícios, ruas e outras estruturas urbanas, o que leva à elevação da temperatura do ar na área.

De acordo com a definição apresentada por Romero (2010), o fenômeno é uma condição microclimática caracterizada pela elevação da temperatura do ar, baixa umidade relativa do ar, alteração na velocidade dos ventos, regime de chuvas,

entre outros, pode ser descrita como um ambiente quente e seco com mudanças no padrão climático típico da região.

É imprescindível destacar que o fenômeno conhecido como "ilhas de calor" é capaz de favorecer a utilização de sistemas de resfriamento artificial, tais como o uso de aparelhos de ar condicionado. No entanto, é importante ressaltar que o uso excessivo desses sistemas pode agravar ainda mais as condições de ilhas de calor, uma vez que a energia consumida por esses equipamentos acabam gerando mais calor e, conseqüentemente, contribuindo para o aumento do meio urbano.

Segundo a Environmental Protection Agency (2003), "as ilhas de calor são um fenômeno comum em áreas urbanizadas e podem ser encontradas em diferentes partes do mundo". As ilhas de calor urbanas podem ter um impacto significativo na saúde e bem-estar das pessoas, pois podem levar ao aumento da temperatura corporal e ao cansaço. Elas também podem afetar a saúde das plantas e dos animais, pois podem alterar os padrões de crescimento e reprodução. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2017), "a implementação de medidas como a utilização de técnicas de refrigeração do ar, a utilização de materiais de cobertura com baixa absorção de calor e a criação de áreas verdes e espaços abertos pode ajudar a diminuir a temperatura das áreas afetadas e a melhorar o bem-estar das pessoas que as habitam".

### **3.0 VEGETAÇÃO URBANA**

A vegetação urbana é o conjunto de plantas presentes nas cidades, incluindo árvores, arbustos, gramados e flores. Ela desempenha um papel importante no equilíbrio ambiental das áreas urbanas, proporcionando benefícios como redução da poluição sonora e do ar, regulação do microclima, aumento da biodiversidade e melhoria da qualidade de vida dos habitantes.

Mascaró (2002) destaca a importância da vegetação urbana na recuperação ambiental das cidades e na criação de espaços verdes para a população. Segundo Lorenzi (2014), o uso de plantas nativas na arborização urbana contribui para a conservação da flora local e para a adaptação das espécies às condições climáticas da região. Já Felfili e Fagg (2007) ressaltam a necessidade de planejamento e gestão adequados para a implantação e manutenção da vegetação urbana, visando garantir sua sustentabilidade a longo prazo.

### **3.1 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA VEGETAÇÃO**

A fotossíntese é um processo bioquímico que ocorre nas células das plantas e em alguns tipos de bactérias e algas. A energia luminosa é captada pela clorofila, pigmento presente nas células das folhas, e utilizada para sintetizar compostos orgânicos a partir de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O). Esse processo é dividido em duas etapas principais: a fase clara (ou fotossíntese dependente de luz) e a fase escura (ou fotossíntese independente de luz). Na fase clara, a energia luminosa é captada pela clorofila e outras moléculas pigmentares presentes nos tilacoides das cloroplastos.

Essa energia é usada para gerar um gradiente de prótons através da membrana tilacoide, o que gera uma diferença de potencial elétrico que é usada para produzir ATP (adenosina trifosfato) e NADPH (nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato reduzido). Na fase escura, os compostos orgânicos são sintetizados a partir do CO<sub>2</sub>, usando o ATP e o NADPH gerados na fase clara. O processo é chamado de ciclo de Calvin-Benson, e envolve uma série de reações bioquímicas que levam à formação de açúcares e outros compostos orgânicos.

A fotossíntese é um processo vital para a sobrevivência das plantas e é a base da produção de alimentos e de muitos outros produtos utilizados pelo homem. Além disso, a fotossíntese é um dos principais processos que contribuem para a redução do CO<sub>2</sub> atmosférico e para a produção de oxigênio, o que é essencial para a manutenção da vida na Terra.

### **4.0 METODOLOGIA**

Para a realização da pesquisa, em um primeiro momento, foram selecionados os locais a serem utilizados para as medições. Esses locais foram escolhidos de forma que houvesse diferenças entre eles nas questões de quantidade de massa arbórea, fluxo de carros e permeabilidade do solo. De início, foram selecionadas as quadras 308, 708 e 409 da Asa Sul, que caracterizam quadras do Plano Piloto, onde a vegetação se faz bastante presente. Seguindo nas escolhas, as quadras 308 e 708 Norte também foram indicadas para as medições, por serem o oposto das localizações citadas anteriormente. Por fim, buscando realidades completamente

diferentes, foi selecionado um local na Estrutural (Quadra 4, Conjunto X) e no Riacho Fundo I (Qn 5).

Para melhor compreensão das divergências entre essas localidades, foram estabelecidos três horários distintos para a realização das medições: 9h, 15h e 21h. Às 9h, o sol está subindo no céu, proporcionando uma quantidade moderada de luz e uma temperatura ainda em elevação, mas sem atingir o pico do dia. Às 15h, o sol atinge sua maior altura no céu, resultando na máxima intensidade de luz solar e temperatura mais alta devido à radiação intensa. Já às 21h, o sol se pôs, e a luminosidade natural reduziu significativamente, correspondendo ao início da noite.

Para a realização das medições, foram utilizados equipamentos fornecidos pela universidade, como a câmera termográfica FLIR C2, utilizada para observar as superfícies dos locais e suas temperaturas. O medidor de CO2 com termo-higrômetro - Ak786 também foi de suma importância para monitorar a qualidade do ar. Além disso, o termo-higrômetro MTH-1360, da marca Minipa, permitiu realizar medições de temperatura em grau Celsius (°C) e umidade relativa do ar (%RH).

Ao seguir essa abordagem metodológica, foi possível obter informações relevantes sobre as diferenças ambientais entre áreas com muita e pouca vegetação, bem como as variações nos horários estabelecidos, contribuindo para uma compreensão mais ampla do ambiente estudado.

Figura 5 - Câmera termográfica FLIR C2



Fonte: <https://www.flir.com.br/support/products/c2/#Overview>

Figura 6 - Medidor de CO2 com termo-higrômetro - Ak786



Fonte: [https://www.glasslab.com.br/equipamentos/detectores-de-gases/medidor-de-co2-com-termo-higrometro-ak786?parceiro=1142&gclid=CjwKCAjw\\_aemBhBLEiwAT98FMo6yVpAnMO3A46eDvcblOxWATW-0WubRLj5H7saAF0xe0uWpL03hgxoCjUIQAvD\\_BwE](https://www.glasslab.com.br/equipamentos/detectores-de-gases/medidor-de-co2-com-termo-higrometro-ak786?parceiro=1142&gclid=CjwKCAjw_aemBhBLEiwAT98FMo6yVpAnMO3A46eDvcblOxWATW-0WubRLj5H7saAF0xe0uWpL03hgxoCjUIQAvD_BwE)

Figura 7 - Termo-higrômetro MTH-1360.



Fonte: <https://www.paresteck.com.br/termos-higrometros/termo-higrometro-mth-1360-a>

Na imagem a seguir, apresenta-se o mapa-chave dos locais e onde eles se localizam em Brasília, Distrito Federal.

Figura 8 - Diagrama produzido pelo pesquisador



Fonte do mapa: <https://www.google.com.br/earth/>

## 5.0 ESTUDO DE CASO E RESULTADOS

### 5.1 CONTEXTO DA FORMAÇÃO DO ESPAÇO

As regiões administrativas da Asa Sul e Asa Norte foram criadas a partir de um projeto urbanístico inovador idealizado pelo arquiteto Lúcio Costa para a construção de Brasília, a nova capital do Brasil. O projeto foi desenvolvido nos anos 1950, durante o governo de Juscelino Kubitschek, com o objetivo de transferir a capital do Rio de Janeiro para um local mais central no país.

Brasília foi oficialmente inaugurada em 21 de abril de 1960. A Asa Sul e a Asa Norte são denominadas assim devido à sua localização em relação ao Eixo Monumental, uma das principais avenidas da cidade. Ambas as regiões são caracterizadas por um urbanismo modernista, com amplas avenidas, blocos de edifícios, áreas verdes e espaços de convivência.

Riacho Fundo I é uma região administrativa localizada no Distrito Federal. Sua criação remonta à década de 1980, quando Brasília enfrentou um crescimento populacional significativo, exigindo a expansão do espaço urbano. A região foi desenvolvida como uma cidade-satélite, uma das muitas planejadas para absorver o crescimento urbano da capital.

A concepção da cidade-satélite do Riacho Fundo I visava proporcionar moradia a pessoas de diferentes faixas de renda, com uma infraestrutura básica de

serviços públicos. A região apresenta uma estrutura mais planejada e organizada, com ruas e avenidas bem demarcadas e uma distribuição equilibrada de áreas residenciais e comerciais.

A Cidade Estrutural é uma região administrativa localizada no Distrito Federal. Sua formação ocorreu devido a uma invasão de catadores de lixo que se estabeleceram nas proximidades do que era, na época, um lixão não regularizado do Distrito Federal. Com o tempo, a área foi se expandindo à medida que outras pessoas que não possuíam casa própria ou condições financeiras para adquirir um imóvel chegavam à região.

O nome "Estrutural" é uma referência à rodovia DF-095, que interliga o Cruzeiro a Taguatinga e passa em frente à região. Ao longo dos anos, a Cidade Estrutural passou por um processo de urbanização, com a oferta de serviços básicos e infraestrutura para atender às necessidades da população crescente.

## **5.2 ASA SUL - SQS 308 e 409, SHIGS 708**

De acordo com o IPHAN (2015), o urbanista Lúcio Costa concebeu as Superquadras com o objetivo de promover uma reaproximação dos moradores com o ambiente em que viviam, reconectando elementos bucólicos às edificações. Essa abordagem tinha como propósito estabelecer uma relação entre o ambiente construído e os espaços circundantes, que eram caracterizados por áreas livres e arborizadas. A ideia subjacente era possibilitar que os habitantes desfrutassem simultaneamente das vantagens da vida urbana e da serenidade do campo.

Por outro lado, o SHIGS (Setor de Habitações Individuais Geminadas Sul) corresponde às residências geminadas que geralmente possuem um ou dois pavimentos, com arquitetura mais simples em comparação com os prédios de apartamentos das Superquadras. Cada casa normalmente compartilha uma parede com a casa vizinha, o que otimiza o uso do espaço e reduz custos de construção.

### **5.2.1 ASA SUL - SQS 308**

A SQS 308, conhecida como a quadra modelo de Brasília, representa um exemplo paradigmático do planejamento urbanístico visionário adotado na concepção da capital brasileira. A quadra compartilha de vários equipamentos

urbanos previstos para o projeto de Brasília, como instituições de ensino, serviços públicos de saúde, clube de vizinhança, áreas verdes e parques infantis.

A seguir serão mostradas fotos de satélite e diagramas que mostram a área estudada, de forma que possamos analisar a quantidade de vegetação, fluxos e densidade urbana.

Figura 9 - Vista aérea SQS 308.



Fonte: GeoPortal (2021)

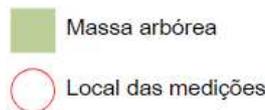


Figura 10 - Diagrama produzido pelo pesquisador



As imagens acima oferecem uma visão da SQS 308, na qual se evidenciam amplas extensões de vegetação entre os edifícios. Nesse contexto, é igualmente perceptível que o fluxo de movimento próximo à localidade está diretamente associado à entrada e saída da quadra. Notavelmente, essa circulação se caracteriza por um padrão que não pode ser classificado como particularmente intenso, pois se relaciona primordialmente às atividades dos próprios residentes da quadra.

Com a seleção do sítio, procedeu-se à realização das medições concernentes à temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO<sub>2</sub>, complementadas por registros fotográficos capturados mediante o uso de uma câmera termográfica. A

partir dessa coleta de dados, eles foram organizados na tabela apresentada a seguir.

SQS 308			
Horário	Temperatura (°C)	Umidade relativa do ar (%RH)	CO <sup>2</sup> (ppm)
09:00	22.5	64.5	67
15:00	25.6	55.3	111
21:00	23.4	50.6	272

A análise dos dados a seguir revela notáveis disparidades nas medições realizadas em diferentes horários. Ao observar o período das 9:00, é evidente que tanto a temperatura quanto a concentração de CO<sup>2</sup> atingem seus valores mais baixos entre os três momentos avaliados. Isso se deve ao fato de o sol estar a uma altitude razoável nesse instante, conferindo um clima mais ameno.

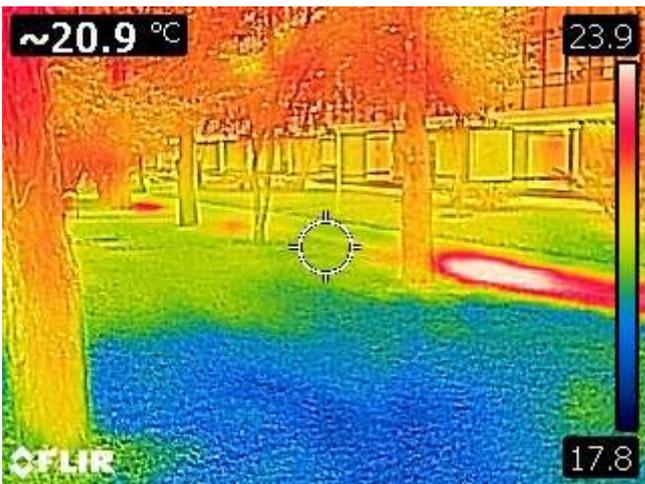
É importante ressaltar que a quantidade de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) presente no ambiente está diretamente ligada ao tráfego automobilístico, uma vez que os veículos emitem esse composto na atmosfera. Nesse contexto, o movimento de carros é relativamente reduzido às 9:00, resultando em baixos níveis de emissão de CO<sup>2</sup>. Ademais, as árvores desempenham um papel crucial na regulação dos níveis de dióxido de carbono na atmosfera. Elas absorvem CO<sup>2</sup> do ar através da fotossíntese, no qual usam a energia do sol para converter dióxido de carbono e água em açúcares e oxigênio.

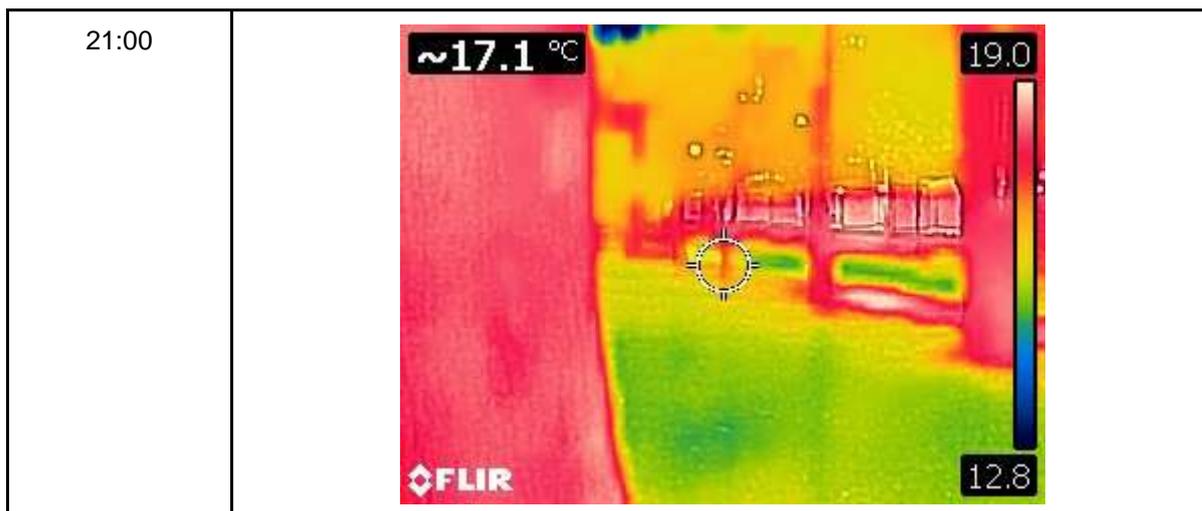
Notavelmente, às 15:00, a temperatura atinge seu pico, correspondendo ao momento de máxima exposição solar e ao acúmulo de calor até aquele ponto do dia. Contrastando com isso, a maior concentração de CO<sup>2</sup> é identificada às 21:00, o que pode estar relacionado a um aumento moderado no tráfego local durante esse período.

Em relação à umidade relativa do ar, observa-se que a maior percentagem de vapor de água em relação à temperatura ocorre às 9:00. Esse acontecimento está diretamente vinculado ao fenômeno de condensação dos vapores de água na vegetação, que gera a formação do orvalho, um processo que ocorre durante as

horas noturnas. Contudo, vale destacar que, à medida que o sol começa a aquecer a superfície terrestre após o amanhecer, a temperatura do ar e das superfícies aumenta, resultando no aumento da capacidade do ar de reter vapor de água.

Juntamente com essas medições, foram tiradas fotografias com a câmera termográfica, com a intenção de observar as temperaturas das superfícies do local em diferentes horários do dia.

Horário	Fotografia
09:00	
15:00	



A análise das imagens fornecidas revela um padrão recorrente: o horário das 9:00 é consistentemente associado a temperaturas mais reduzidas, enquanto a marca das 15:00 exibe valores termicamente mais elevados. No que tange às superfícies avaliadas, um aspecto notável é que em todos os instantes examinados, a parcela coberta por grama apresenta a temperatura mais baixa, em contraste com a superfície em concreto da calçada, que exibe as mais elevadas temperaturas.

Esse fenômeno decorre da propensão do concreto, material predominante na calçada, em absorver consideravelmente a radiação solar. Por outro lado, a grama sofre com o processo de transpiração das plantas. Durante a transpiração, as plantas liberam água através de pequenos poros em suas folhas. Esse processo de evaporação retira calor da planta e da superfície circundante, contribuindo para o resfriamento.

Apesar da temperatura do ar às 21:00 ser mais baixa do que o horário das 15:00, a temperatura das superfícies nesse horário é a mais elevada em relação aos outros momentos. Isso acontece devido a absorção do calor pelas superfícies durante o dia.

### 5.2.2 ASA SUL - SHIGS 708

As quadras 700 de Brasília se destacam por abrigarem habitações geminadas de estilo unifamiliar, ou seja, casas que compartilham uma parede divisória. Adicionalmente, entre duas fileiras dessas habitações geminadas, há uma faixa de espaço verde, reforçando a interligação entre as áreas residenciais e o ambiente natural. Esse elemento ressoa com a concepção proposta por Lúcio Costa, que

ênfatiza a sinergia entre o ambiente construído e a natureza circundante. As medições foram conduzidas nessa porção de espaço verde localizada entre as habitações na quadra, visando examinar o impacto da vegetação sobre esse enclave residencial.

A seguir serão mostradas fotos de satélite e diagramas que mostram a área estudada, de forma que possamos analisar a quantidade de vegetação, fluxos e densidade urbana.

Figura 11- Vista aérea SHIGS 708.



Fonte: GeoPortal (2021)

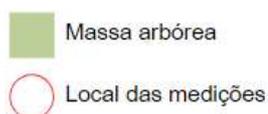


Figura 12 - Diagrama produzido pelo pesquisador



Tal qual observado previamente na SQS 308, neste contexto, também se manifestam extensas áreas verdes acompanhadas por densas agrupações de árvores. Um paralelo notório é a dinâmica do tráfego automobilístico, predominantemente protagonizado pelos habitantes da quadra, em seus acessos e saídas. Entretanto, destaca-se que, no que tange às residências, a SHIGS 708 revela uma densificação mais acentuada.

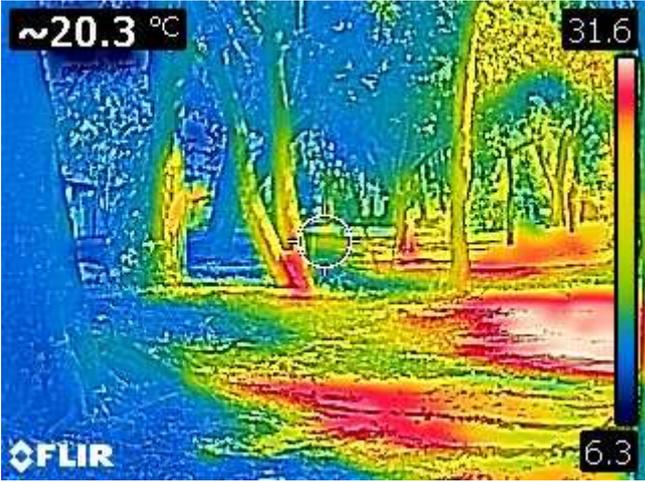
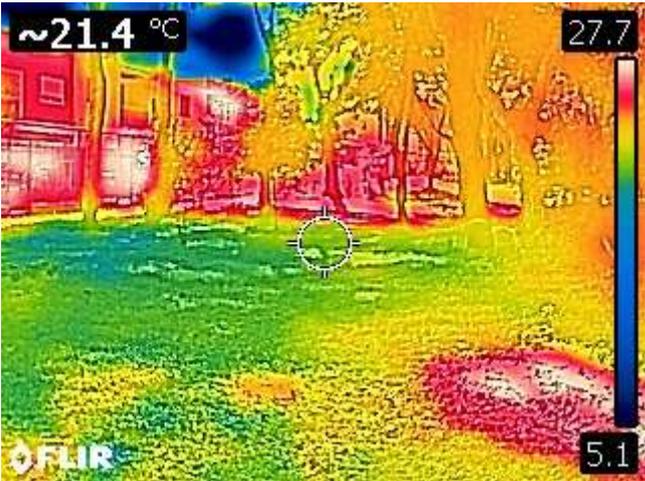
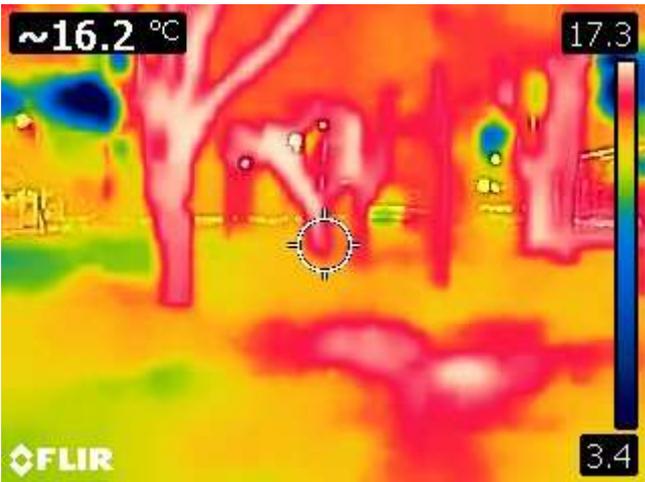
Com a seleção do sítio, procedeu-se à realização das medições concernentes à temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO<sup>2</sup>, complementadas por registros fotográficos capturados mediante o uso de uma câmera termográfica. A partir dessa coleta de dados, eles foram organizados na tabela apresentada a seguir.

<b>SHIGS 708</b>			
<b>Horário</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Umidade relativa do ar (%RH)</b>	<b>CO<sup>2</sup> (ppm)</b>
09:00	<b>22.3</b>	<b>63.3</b>	<b>50</b>
15:00	<b>25.7</b>	<b>49.6</b>	<b>106</b>
21:00	<b>22.2</b>	<b>54.1</b>	<b>309</b>

Como ocorrido anteriormente, os horários com temperatura do ar mais baixa correspondem aos períodos das 9:00 e 21:00, quando a radiação solar está baixa ou inexistente. Seguindo na análise, a umidade relativa do ar se apresenta com valor mais elevado pela manhã, cai consideravelmente pela tarde e volta a subir no período noturno. Por fim, a quantidade de CO<sup>2</sup> se encontra em maior quantidade às 21:00, devido ao fluxo de carros e a liberação de dióxido de carbono por meio destes ao longo do dia, atingindo seu ápice neste horário.

Juntamente com essas medições, foram tiradas fotografias com a câmera termográfica, com a intenção de observar as temperaturas das superfícies do local em diferentes horários do dia.

<b>Horário</b>	<b>Fotografia</b>
----------------	-------------------

09:00	
15:00	
21:00	

No que diz respeito à temperatura das superfícies no local em questão, as regiões exibindo valores térmicos mais elevados concentram-se nas fachadas das construções e nas seções dos troncos das árvores. Enquanto isso, as superfícies de gramado e solo desfrutam de temperaturas mais moderadas, uma vez que a radiação solar já alcança essas áreas com menor intensidade. A última imagem

apresentada ilustra que às 21:00, todas as superfícies exibem tonalidades alaranjadas e avermelhadas, resultantes da absorção de calor ao longo do dia.

### 5.2.3 ASA SUL - SQS 409

A SQS 409 constitui uma realização inserida na concepção das quadras 400 em Brasília. Essa área foi especialmente delineada para acomodar famílias de renda mais modesta. Os edifícios característicos desse local se compõem majoritariamente de um térreo e três pavimentos, configurando uma tipologia que busca atender às necessidades habitacionais desses segmentos sociais.

Nesse contexto, a ideia subjacente à distribuição socioeconômica dos moradores na planificação urbana é notável. A ausência de requisitos como elevadores e garagens nesses edifícios propiciou uma construção de custo mais acessível, com o objetivo de viabilizar a diversificação do perfil habitacional. Por meio dessa abordagem, as quadras 400, incluindo a SQS 409, expressam a intenção de promover um ambiente residencial inclusivo e equitativo em conformidade com os princípios de planejamento socialmente progressista e acessível.

A seguir serão mostradas fotos de satélite e diagramas que mostram a área estudada, de forma que possamos analisar a quantidade de vegetação, fluxos e densidade urbana.

Figura 13 - Vista aérea SQS 409



Fonte: GeoPortal (2021)

Figura 14 - Diagrama produzido pelo pesquisador



A partir da observação das representações visuais apresentadas, é discernível que a SQS 409 ostenta uma proliferação significativa de maciços arbóreos que se estendem ao longo da extensão da quadra. Essa vegetação abrange uma gama que abarca desde espécimes de porte médio até aqueles de grande envergadura, conferindo à área uma atmosfera agradável e convidativa. Adicionalmente, ressalta-se que essa quadra específica desfruta de uma proximidade ampliada em relação ao lago Paranoá, o que contribui positivamente para as condições de umidade relativa do ar na região.

No que refere ao tráfego veicular, mais uma vez, a abordagem de planejamento urbano característica das Superquadras de Brasília se destaca, onde a entrada e saída são conduzidas pela mesma via. Mediante a análise do diagrama de fluxos, torna-se evidente que as vias de acesso se dirigem aos complexos habitacionais, refletindo que o movimento automotivo é predominantemente executado pelos residentes locais.

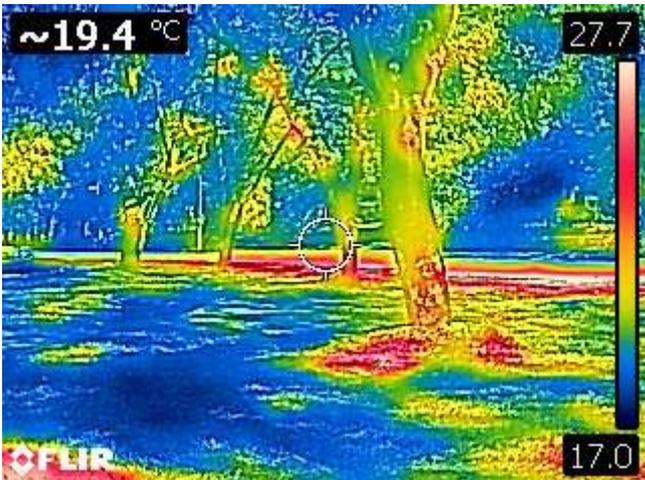
Com a seleção do sítio, procedeu-se à realização das medições concernentes à temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO<sup>2</sup>, complementadas por registros fotográficos capturados mediante o uso de uma câmera termográfica. A partir dessa coleta de dados, eles foram organizados na tabela apresentada a seguir.

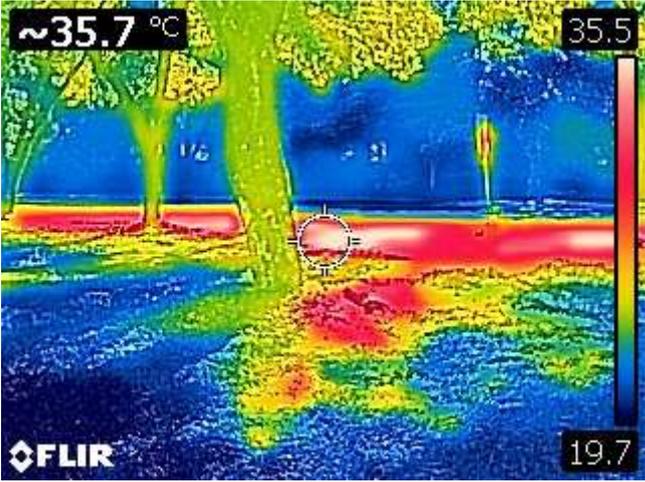
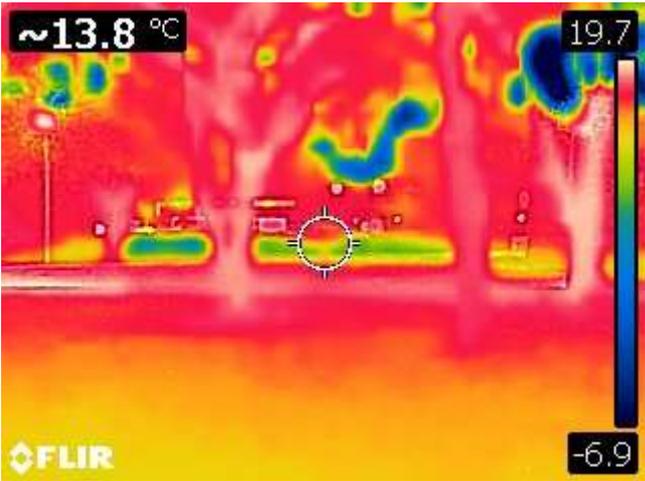
SQS 409			
Horário	Temperatura (°C)	Umidade relativa do ar (%RH)	CO <sup>2</sup> (ppm)

09:00	<b>23.2</b>	<b>64.5</b>	<b>55</b>
15:00	<b>25.8</b>	<b>51.0</b>	<b>130</b>
21:00	<b>21.0</b>	<b>56.2</b>	<b>267</b>

Com base nas informações apresentadas anteriormente, é discernível que as temperaturas nos intervalos das 9:00 e 21:00 registaram os patamares mais reduzidos, em contraste com o período das 15:00, onde se verifica a marca térmica mais elevada. Os dados igualmente revelam os níveis percentuais de umidade relativa do ar, com a cifra mais elevada materializando-se durante a manhã, seguida pelo período noturno e, por fim, pelo intervalo das 15:00. No âmbito da concentração de dióxido de carbono, reiteradamente os valores noturnos emergem como os mais proeminentes, resultado da acumulação de CO<sup>2</sup> no ambiente ao longo das horas diurnas.

Juntamente com essas medições, foram tiradas fotografias com a câmera termográfica, com a intenção de observar as temperaturas das superfícies do local em diferentes horários do dia.

Horário	Fotografia
09:00	

15:00	
21:00	

As imagens ilustram a habilidade das áreas pavimentadas em reter o calor, contrastando com as regiões arborizadas que exibem tons predominantemente azuis, indicando temperaturas mais moderadas. Como conclusão, as superfícies acumulam calor ao longo do dia, resultando em um índice maior das temperaturas dessas superfícies às 21:00.

### 5.3 ASA NORTE - SQS 308 e SHCGN 708

A SQN 308 e SHCGN 708 representam instâncias distintas no contexto da Asa Norte. A SQN 308, uma Superquadra, exibe características residenciais arborizadas que se integram na paisagem urbana. A densidade arbórea e as áreas verdes, presentes entre as edificações, têm implicações diretas no microclima e na qualidade do ambiente. Em contrapartida, a SHCGN 708 apresenta uma configuração de habitações geminadas. O estudo detalhado dessas quadras

proporciona uma perspectiva sobre a influência microclimática da vegetação e sua relação intrínseca com o ambiente construído em Brasília.

### 5.3.1 ASA NORTE - SQN 308

A SQN 308 apresenta edificações dispostas de forma que entre os blocos de apartamentos, existem espaços verdes internos que podem incluir áreas ajardinadas, parques infantis, bancos e áreas de convívio. Esses espaços servem como locais de encontro e lazer para os moradores, incentivando a interação social e a atividade ao ar livre. A vegetação é uma parte essencial desses espaços, contribuindo para a estética e a qualidade ambiental. Além disso, a quadra possui espaços reservados para estacionamentos para os moradores e possíveis visitantes.

A seguir serão mostradas fotos de satélite e diagramas que mostram a área estudada, de forma que possamos analisar a quantidade de vegetação, fluxos e densidade urbana.

Figura 15 - Vista aérea SQN 308



Fonte: GeoPortal (2021)

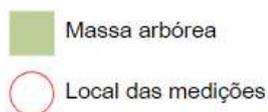
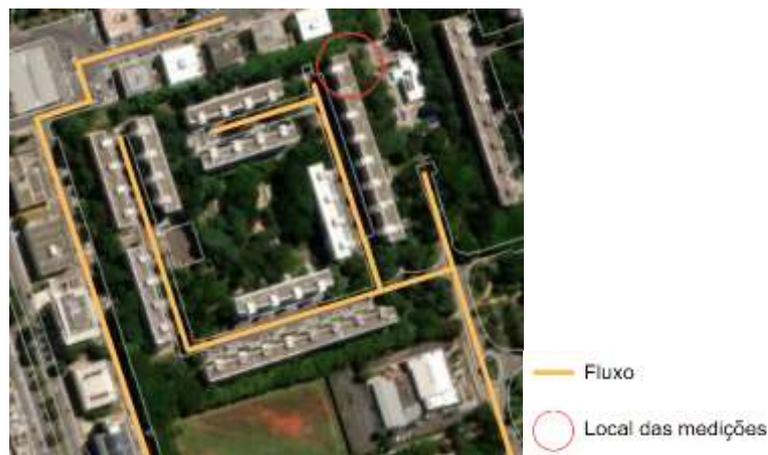


Figura 16- Diagrama produzido pelo pesquisador



Tal como mencionado em relação às demais quadras do Plano Piloto, a SQN 308 igualmente exhibe uma profusão significativa de vegetação. De maneira específica nesta quadra, emerge uma notável aglomeração de vegetação no centro da Superquadra, ocupando as áreas públicas. Torna-se evidente a presença de árvores de porte médio e considerável, estabelecendo um cenário no qual o entorno se encontra abraçado por esses elementos naturais, resultando em um ambiente notavelmente agradável.

A quadra dispõe de um número limitado de entradas para o tráfego de veículos, totalizando apenas quatro vias que conectam aos edifícios residenciais. Isso implica que a circulação de automóveis na quadra ocorre de maneira tranquila.

Com a seleção do sítio, procedeu-se à realização das medições concernentes à temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO<sup>2</sup>, complementadas por registros fotográficos capturados mediante o uso de uma câmera termográfica. A partir dessa coleta de dados, eles foram organizados na tabela apresentada a seguir.

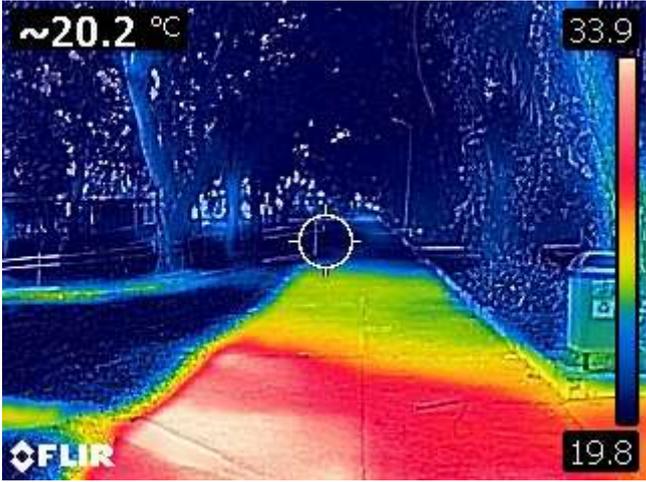
SQN 308			
Horário	Temperatura (°C)	Umidade relativa do ar (%RH)	CO <sup>2</sup> (ppm)
09:00	21.7	53.6	115
15:00	24.7	42.1	171
21:00	23.5	49.6	396

As temperaturas delineadas na tabela anterior indicam um aumento após o período matinal, seguido por uma redução durante a noite. É perceptível, entretanto, que todos os três valores de temperatura apresentados se encontram em níveis confortáveis para permanência no local. Adicionalmente, destaca-se que a umidade relativa do ar atinge seu auge às 9:00, posteriormente declina e volta a crescer durante a noite. Por último, é viável observar o contínuo aumento na concentração de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) ao longo do dia.

Cumprе salientar que as coletas de dados ocorreram próximas às imediações de vias de tráfego e em uma área de estacionamento sem permeabilidade. Assim sendo, é plausível afirmar que esse elemento desempenhou um papel na considerável presença de CO<sup>2</sup> registrado.

Juntamente com essas medições, foram tiradas fotografias com a câmera termográfica, com a intenção de observar as temperaturas das superfícies do local em diferentes horários do dia.

Horário	Fotografia
09:00	 A thermal image showing a path or road. The image is color-coded by temperature, with a color scale on the right ranging from blue (cooler) to red (warmer). The path is mostly yellow and orange, indicating temperatures between 15°C and 25°C. The surrounding area, including trees and a fence, is mostly blue, indicating cooler temperatures. A white circle with a crosshair is centered on the path. Text overlays include "~19.0 °C" in the top left, "45.3" in the top right, and "15.6" in the bottom right. The FLIR logo is in the bottom left.

15:00	
21:00	

Através da observação das imagens a seguir, podemos reafirmar a habilidade das calçadas impermeáveis de concreto em reter calor, ao passo que a grama e a vegetação exibem coloração mais frias, indicando temperaturas mais amenas. Para concluir, a fotografia referente ao horário das 21:00 denuncia o calor acumulado durante o dia.

### 5.3.2 ASA NORTE - SHCGN 708

A SHCGN 708 é formada por habitações coletivas geminadas, ou seja, são residências unifamiliares que compartilham uma mesma alvenaria que as divide. Além disso, essa configuração permite a existência de uma faixa de massa arbórea entre duas fileiras de casas. As coletas de dados foram executadas nesta área verde situada entre as residências da quadra, com o intuito de investigar de que maneira a vegetação influencia esse enclave residencial.

A seguir serão mostradas fotos de satélite e diagramas que mostram a área estudada, de forma que possamos analisar a quantidade de vegetação, fluxos e densidade urbana.

Figura 17 - Vista aérea SHCGN 708.



Fonte: GeoPortal (2021)

Figura 18 - Diagrama produzido pelo pesquisador



A partir das ilustrações fornecidas, é evidente que uma área destinada à vegetação está demarcada; entretanto, ainda há espaços consideráveis sem cobertura arbórea, sendo ocupados predominantemente por grama. As árvores

encontradas abrangem uma diversidade de tamanhos, desde grandes até pequenas. Adjacente a essa região, corre a estrada denominada W4 Norte, a qual apresenta um fluxo intenso durante os horários de pico e um fluxo moderado em outros momentos. Adicionalmente, do outro lado encontra-se a via W3, reconhecida como uma das vias mais utilizadas na cidade. Por fim, a área é circundada por outras ruas que dão acesso às casas.

Com a seleção do sítio, procedeu-se à realização das medições concernentes à temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO<sup>2</sup>, complementadas por registros fotográficos capturados mediante o uso de uma câmera termográfica. A partir dessa coleta de dados, eles foram organizados na tabela apresentada a seguir.

<b>SHCGN 708</b>			
<b>Horário</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Umidade relativa do ar (%RH)</b>	<b>CO<sup>2</sup> (ppm)</b>
09:00	<b>21.0</b>	<b>57.0</b>	<b>108</b>
15:00	<b>25.0</b>	<b>42.2</b>	<b>114</b>
21:00	<b>24.1</b>	<b>45.8</b>	<b>368</b>

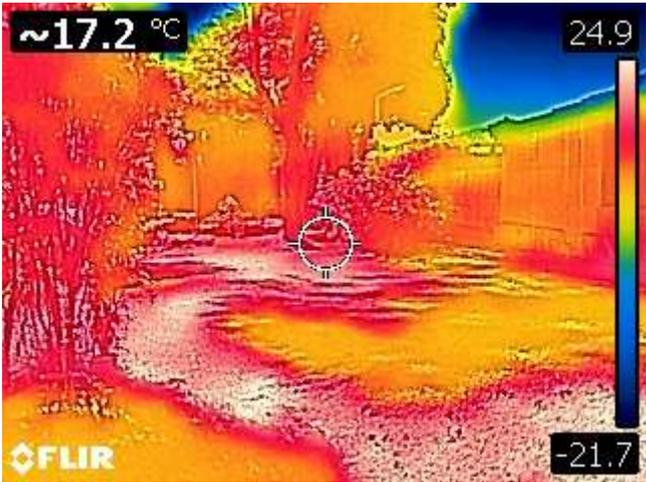
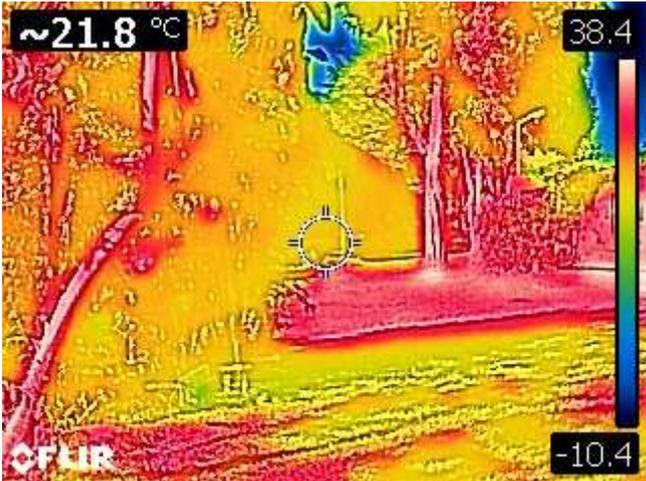
Com base na representação tabular acima, é possível discernir uma queda na temperatura em torno das 9:00, seguida por um incremento de 4°C durante o pico da irradiação solar, mantendo, no entanto, uma temperatura considerada confortável. À noite, uma diminuição de aproximadamente 1°C na temperatura é notável.

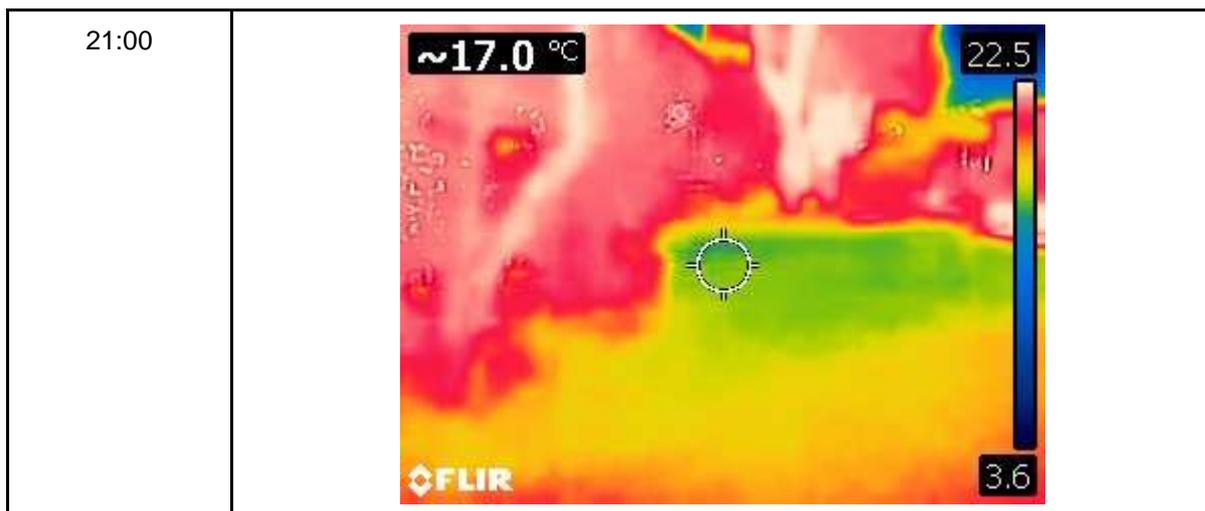
A umidade relativa do ar atinge seu ponto máximo pela manhã, declinando significativamente em cerca de 14,8% durante o ápice de calor por volta das 15:00. Após esse período, ocorre uma recuperação de aproximadamente 3,6%, embora o valor permaneça inferior ao registrado no início do dia.

No que tange aos níveis de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) no ambiente, pode-se observar um acréscimo de 6ppm entre a manhã e à tarde. Durante a noite, os valores são notavelmente mais elevados em comparação com os valores anteriores, refletindo o acúmulo progressivo de CO<sup>2</sup> ao longo do dia. Esse fenômeno se deve

principalmente ao fluxo contínuo de veículos que trafegam pelas vias circundantes à área em questão.

Juntamente com essas medições, foram tiradas fotografias com a câmera termográfica, com a intenção de observar as temperaturas das superfícies do local em diferentes horários do dia.

Horário	Fotografia
09:00	
15:00	



Uma análise das imagens e dos dados nelas contidos revela a prevalência das tonalidades laranja e vermelha em praticamente todas as superfícies. Esse fenômeno é uma consequência direta da incidência solar no momento da captura fotográfica. Apesar dessas colorações intensas, ao consultar o índice adjacente, que registra as temperaturas máximas e mínimas, é possível inferir que, por volta das 9:00, às áreas diretamente iluminadas apresentam uma temperatura aproximada de 25°C.

Em contraste, durante a tarde, esse valor sofre uma notável amplificação, aumentando em torno de 13°C. Isso ilustra a habilidade intrínseca da radiação solar em aquecer o ambiente, ressaltando a importância de uma densa cobertura arbórea para oferecer proteção por meio de sombreamento. Por fim, as imagens noturnas revelam que, mesmo na ausência da luz solar, as superfícies mantêm tonalidades quentes, embora a temperatura seja mais amena.

#### 5.4 ESTRUTURAL

A história da cidade Estrutural teve início na década de 1960, com a ocupação ao norte da via Estrutural, marcada pelo "Lixão da Estrutural" e pequenos barracos de catadores de lixo. A construção da rodovia DF-095 nos anos 70 impulsionou a ocupação. A partir de 1989, buscou-se expandir o Setor de Indústria e Abastecimento (SIA), criando o Setor Complementar de Indústria e Abastecimento (SCIA), com cerca de cem barracos irregulares próximos ao lixão. Apesar do consenso técnico para remoção devido a riscos ambientais, o Poder Legislativo incentivou ocupações até os anos 1990.

Em 1997, aprovou-se parcialmente um projeto urbanístico, dificultado pela expansão da ocupação. Fases subsequentes em 1999 e 2000 foram parcialmente implementadas, abrigando revendas de automóveis, denominando-o "Cidade do Automóvel".

Somente em 2006, a Vila Estrutural foi oficializada como Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) pela Lei Complementar nº 715, seguindo parâmetros urbanísticos específicos. A CODEPLAN de 2018 ressalta desafios devido a preocupações ambientais e urbanísticas, ainda que a Cidade do Automóvel (SCIA) tenha se destacado como polo de revendas de veículos na última década.

De acordo com o levantamento demográfico realizado pela CODEPLAN (Companhia de Planejamento do Distrito Federal) em 2015, no SCIA-Estrutural, quase metade das vias, ou seja, 46,40%, carece de pavimentação asfáltica. Além desse cenário, os dados revelam que dos 9.813 domicílios ocupados na região próxima às áreas públicas, somente 1.472 residências têm o privilégio de desfrutar de ruas com arborização, enquanto 8.341 estão situadas em localidades sem esse benefício paisagístico.

Segundo o PDAD realizado também pela CODEPLAN em 2018, a distribuição da população de raça/cor da pele do SCIA/Estrutural demonstra que 61,8% se consideram pardos. Ademais, foi constatado que 42,5% da população do local recebia até 1 salário mínimo, que em 2018 era avaliado em R\$ 954,00. Em contrapartida, apenas 14,2% recebiam mais de 2 a 5 salários mínimos.

Nesse contexto, a história e a situação econômica da cidade Estrutural, desde sua ocupação nos anos 1960 até os dias atuais, estão intrinsecamente ligadas à falta de um planejamento urbano adequado na área. Além disso, é evidente a carência de políticas públicas que proporcionem uma infraestrutura urbana de qualidade na região. É importante destacar que ocorre uma segregação econômica e racial entre a cidade Estrutural e o Plano Piloto. Isso leva a uma divisão social e espacial, resultante da grande desigualdade que existe no Distrito Federal.

A imagem de satélite a seguir ilustra de maneira eficaz o ponto abordado anteriormente em relação à carência de infraestrutura. Evidencia-se claramente a escassez de cobertura vegetal na área, acompanhada de uma prevalência excessiva de solo impermeável. Além disso, nota-se a ausência de um planejamento urbano coerente no tocante à disposição das vias, as quais exibem um traçado caótico e

uma largura inadequada, o que dificulta a incorporação de um paisagismo apropriado.

Figura 19 - Vista aérea Cidade Estrutural



Fonte: GeoPortal (2021)

● Local das medições

A seguir serão mostradas fotos de satélite e diagramas que mostram a área escolhida para as medições, de forma que possamos analisar a quantidade de vegetação, fluxos e densidade urbana.

Figura 20 - Vista aérea Cidade Estrutural



Fonte: GeoPortal (2021)

O local retratado nas imagens corresponde à Quadra 4 do Conjunto X da cidade Estrutural. Dito isso, é importante ressaltar que não foi possível visualizar as imagens com o filtro de massa arbórea pois não há a existência de uma massa. Para facilitar a compreensão, optou-se por substituí-lo por um diagrama representativo de

árvores isoladas. Sob essa perspectiva, é flagrante a escassez de cobertura vegetal na área em questão.

Figura 21 - Diagrama produzido pelo pesquisador



Visualizando a imagem a seguir podemos notar a configuração orgânica das ruas. Adicionalmente, é perceptível a limitada largura da via que aparece na imagem, o que dificulta a existência de árvores, devido a falta de espaço. Por fim, podemos concluir que o fluxo de carros é de baixo a moderado, já que as ruas são estreitas e dão acessos às residências.

Com a seleção do sítio, procedeu-se à realização das medições concernentes à temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO<sup>2</sup>, complementadas por registros fotográficos capturados mediante o uso de uma câmera termográfica. A partir dessa coleta de dados, eles foram organizados na tabela apresentada a seguir.

Estrutural			
Horário	Temperatura (°C)	Umidade relativa do ar (%RH)	CO <sup>2</sup> (ppm)
09:00	25.0	52.8	210
15:00	31.4	31.4	234
21:00	25.5	45.7	280

Ao analisarmos a tabela fornecida, destaca-se um considerável aumento de temperatura após as 9:00, com um acréscimo total de 6,4°C. O valor registrado

durante a tarde indica uma temperatura desfavorável, ultrapassando os 30°C. Em relação à umidade do ar, uma marcante queda percentual é observada entre a manhã e à tarde, com uma diferença expressiva de 21,4%. Sob a perspectiva da Organização Mundial da Saúde (OMS), valores inferiores a 30% são considerados preocupantes. Assim, podemos inferir que essa coleta de umidade beira o desconforto. Em contrapartida, às 21:00 ela volta a subir em 14,3%.

Quanto à concentração de CO<sub>2</sub>, é evidente que os valores aumentam, atingindo seu ápice durante a noite, em consonância com outras medições em diferentes áreas. Contudo, é possível constatar que esses valores apresentam uma variação moderada. Esse padrão provavelmente decorre do tráfego de veículos, que é moderado a baixo na região, devido às vias estreitas que favorecem o trânsito de pedestres em detrimento dos automóveis.

Juntamente com essas medições, foram tiradas fotografias com a câmera termográfica, com a intenção de observar as temperaturas das superfícies do local em diferentes horários do dia.

Horário	Fotografia
09:00	

15:00	
21:00	

A análise das imagens acima proporciona informações valiosas sobre a temperatura das superfícies. Verifica-se que no primeiro intervalo de tempo, as máximas térmicas das superfícies atingem 37,1°C, um patamar considerado notavelmente elevado. Ao avançar para o período das 15:00, as temperaturas alcançam impressionantes 47,3°C. É pertinente frisar que tais picos térmicos se manifestam em áreas diretamente expostas à irradiação solar.

Por fim, o período noturno às 21:00 revela a retenção de calor pelas superfícies impermeáveis, porém, com valores inferiores aos registrados durante a tarde. Este cenário evidencia a complexa interação entre a radiação solar, a capacidade de absorção das superfícies e o subsequente resfriamento durante a noite.

## 5.5 RIACHO FUNDO I

O Riacho Fundo teve origem em terras das antigas fazendas Riacho Fundo e Sucupira, desapropriadas pelo Governo do Distrito Federal para a implantação da capital federal. O povoamento começou com a concessão de terras a colonos japoneses ao longo do Riacho Fundo. Foram estabelecidos núcleos rurais, colônias agrícolas e granjas-modelo, como Ipê e Riacho Fundo, para suporte alimentar da nova capital. Durante o período militar, a Granja Riacho Fundo serviu como residência presidencial e, em 1987, passou para a Secretaria de Saúde, sendo atualmente usada pelo Instituto de Saúde Mental.

Nos anos 1990, o Setor Habitacional Riacho Fundo foi criado para erradicar ocupações irregulares, com a primeira quadra ocupada por famílias do Acampamento da Telebrásília. A Região Administrativa do Riacho Fundo (RA XVII) foi oficializada em 1993, antes parte da RA I - Brasília. Em 1994, o projeto urbanístico Riacho Fundo II foi aprovado, posteriormente desmembrado para constituir a Região Administrativa XXI em 2003.

De acordo com o levantamento demográfico realizado pela CODEPLAN (Companhia de Planejamento do Distrito Federal) em 2018, 46,5% da população do Riacho Fundo se considera parda. Somado a isso, 46,3% dos entrevistados alegaram que recebiam mais de 1 a 2 salários mínimos, que em 2018 era caracterizado pelo valor de R\$ 954,00. Em contrapartida, apenas 9,2% recebiam mais de 5 a 10 salários mínimos.

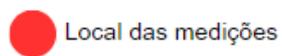
No âmbito da infraestrutura, de acordo com os resultados da PDAD (Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal), constatou-se que dentre os 12.994 lares examinados, 6.549 deles carecem de ruas arborizadas, representando 50,40% do total. Adicionalmente, no tocante à presença de áreas verdes, a proporção atinge 50,6% dos casos, onde a ausência de jardins e parques é notável.

Através do mapa disponibilizado pelo Geoportal, é delineada a paisagem urbana do Riacho Fundo I. Observa-se que, em contraposição à Cidade Estrutural, as vias e quadras exibem uma disposição notavelmente ordenada. É evidente a delimitação das quadras de maneira linear e lógica. Adicionalmente, as vias apresentam uma largura superior àquelas visualizadas na Cidade Estrutural, o que promove uma maior fluidez no tráfego de veículos.

Figura 22 - Vista aérea Riacho Fundo I



Fonte: GeoPortal (2021)



A seguir serão mostradas fotos de satélite e diagramas que mostram a área escolhida para as medições, de forma que possamos analisar a quantidade de vegetação, fluxos e densidade urbana.

Figura 23 - Vista aérea Riacho Fundo I



Fonte: GeoPortal (2021)

Figura 24 - Diagrama produzido pelo pesquisador



As imagens são capazes de mostrar que há pouca massa arbórea presente no local e no entorno. Além disso, a via que delimita o bairro caracteriza-se pela DF 075, muito importante para o fluxo de quem vem do Plano Piloto para as outras localidades. A partir disso, podemos considerar que é um local de passagem de milhares de automóveis por dia, principalmente em horários de pico.

Com a seleção do sítio, procedeu-se à realização das medições concernentes à temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO<sup>2</sup>, complementadas por registros fotográficos capturados mediante o uso de uma câmera termográfica. A partir dessa coleta de dados, eles foram organizados na tabela apresentada a seguir.

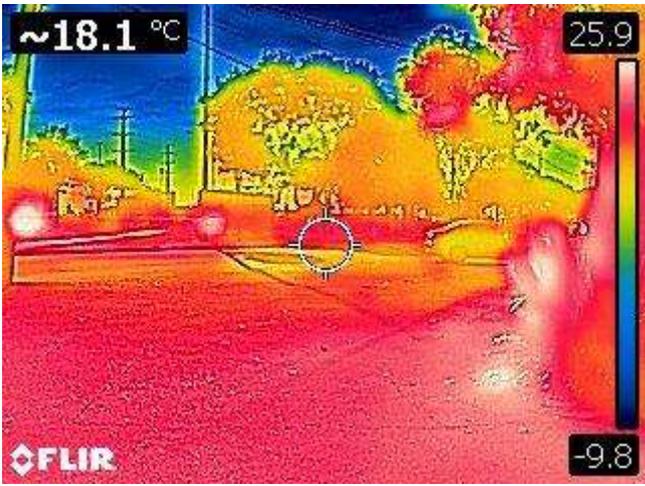
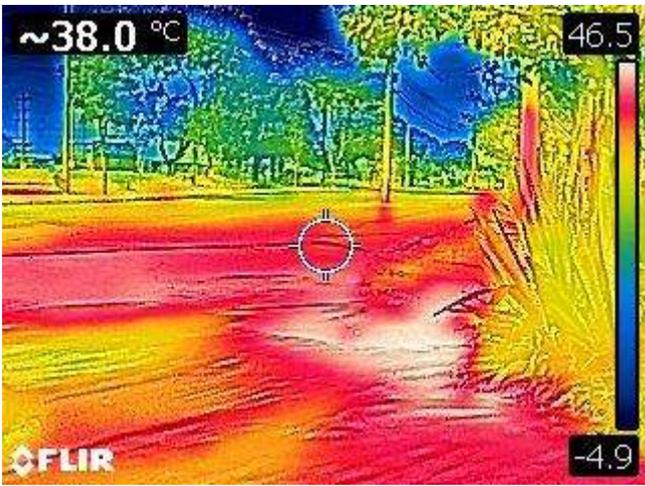
<b>Riacho Fundo I</b>			
<b>Horário</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Umidade relativa do ar (%RH)</b>	<b>CO<sup>2</sup> (ppm)</b>
09:00	<b>23.6</b>	<b>50.9</b>	<b>384</b>
15:00	<b>31.7</b>	<b>30.4</b>	<b>360</b>
21:00	<b>26.8</b>	<b>42.2</b>	<b>420</b>

Ao examinarmos a tabela, é possível discernir semelhanças com a Estrutural, onde entre as 9:00 e as 15:00 ocorre um notável aumento térmico de aproximadamente 8°C, um achado notável. No entanto, após o declínio vespertino, a

temperatura retrocede cerca de 5°C, ainda mantendo-se relativamente elevada, considerando a ausência de exposição solar.

Quanto à umidade relativa do ar, uma queda acentuada de 20,5% entre a manhã e a tarde é notável, atingindo quase 30%, um valor que evoca preocupações. Como refletido em observações anteriores, durante a noite a umidade se recompõe, porém permanece abaixo do ápice matinal, às 9:00.

Em relação à presença de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) na atmosfera, destaca-se a elevação considerável nos registros de Riacho Fundo I. Às 9:00, o valor é notavelmente alto, com uma ligeira queda à tarde e um aumento significativo à noite, alcançando 420 ppm, o ápice nas medições realizadas.

Horário	Fotografia
09:00	
15:00	



A partir das imagens tiradas com a câmera termográfica, é possível observar que a temperatura das superfícies por volta das 9:00 encontra sua máxima em 25.9°C. Após esse período, a tarde, esse valor sobe para 45.6°C, um valor extremamente quente. Por fim, a temperatura volta a cair para 25.6°C, mas podemos perceber a absorção do calor pela calçada e via.

## 6.0 ANÁLISE

No decorrer da investigação, tornou-se evidente a discrepância na quantidade de vegetação presente nos locais examinados. É notório que tanto a Asa Sul quanto a Asa Norte, que compõem o Plano Piloto concebido com princípios modernistas, demonstram a intenção de harmonizar o ambiente urbano com elementos naturais. Em contraponto, a região da Estrutural, que se desenvolveu inicialmente de maneira irregular, apresenta uma escassez significativa de áreas arborizadas. Enquanto isso, a localidade do Riacho Fundo I desfruta de uma infraestrutura mais substancial em comparação com a Estrutural, no entanto, ainda padece de uma presença vegetal escassa.

Para uma melhor compreensão dos dados coletados, foram criadas três tabelas nas quais podemos ver as medições dos três lugares paralelamente. Dessa forma, foram usadas as cores verde e vermelho para evidenciar a medição em melhor situação (verde) e em pior (em vermelho).

Local	Horário	Temperatura (C°)	Umidade relativa do ar (%RH)	CO <sup>2</sup> (ppm)
Asa sul (308)	09:00	22.5 °C	64.5%RH	67ppm

Asa Sul (708)	09:00	22.3°C	63.3%RH	50ppm
Asa sul (409)	09:00	23.2°C	64.5%RH	55ppm
Asa Norte (308)	09:00	21.7°C	53.6%RH	115ppm
Asa Norte (708)	09:00	21.0°C	57.0%RH	108ppm
Riacho Fundo	09:00	23.6°C	50.9%RH	384ppm
Estrutural	09:00	25.0°C	52.8%RH	210ppm

Local	Horário	Temperatura (C°)	Umidade relativa do ar (%RH)	CO <sup>2</sup> (ppm)
Asa sul (308)	15:00	25.6°C	55.3%RH	111ppm
Asa Sul (708)	15:00	25.7°C	49.6%RH	106ppm
Asa sul (409)	15:00	25.8°C	51.0%RH	130ppm
Asa Norte (308)	15:00	24.7°C	42.1%RH	171ppm
Asa Norte (708)	15:00	25.0°C	42.2%RH	114ppm
Riacho Fundo	15:00	31.7°C	30.4%RH	360ppm
Estrutural	15:00	31.4°C	31.4%RH	234ppm

Local	Horário	Temperatura (C°)	Umidade relativa do ar (%RH)	CO <sup>2</sup> (ppm)
Asa sul (308)	21:00	23.4°C	50.6%RH	272ppm
Asa Sul (708)	21:00	22.2°C	54.1%RH	309ppm
Asa sul (409)	21:00	21.0°C	56.2%RH	267ppm
Asa Norte (308)	21:00	23.5°C	49.6%RH	396ppm
Asa Norte (708)	21:00	24.1°C	45.8%RH	368ppm
Riacho Fundo	21:00	26.8°C	42.2%RH	420ppm
Estrutural	21:00	25.5°C	45.7%RH	280ppm

A análise das tabelas acima revela claramente que os resultados mais favoráveis são limitados à Asa Sul e à Asa Norte. Por outro lado, os indicadores menos positivos estão associados à Estrutural e ao Riacho Fundo I. Esse contraste ressalta de maneira evidente a influência da vegetação na configuração de um

microclima urbano, capaz de atenuar as temperaturas, elevar a umidade relativa do ar e reduzir os níveis de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>), contribuindo para um estilo de vida mais agradável e saudável.

Adicionalmente, é imperativo considerar a problemática da carência de infraestrutura nas áreas que exibem os desempenhos mais desfavoráveis. Tal cenário decorre da interligação entre a ausência de vegetação e a lacuna no planejamento urbano destinado à criação de zonas arborizadas. Um exemplo elucidativo encontra-se na Cidade Estrutural, onde as vias apresentam uma notável estreiteza, tornando exponencialmente desafiadora a inserção de elementos vegetais no tecido urbano.

## **7.0 CONCLUSÕES**

Emerge a conclusão de que a conjunção de um planejamento urbano bem elaborado com a presença de vegetação é um elemento crucial. Nesse contexto, a vegetação desempenha um papel de destaque ao aprimorar o conforto térmico por meio da evapotranspiração e do sombreamento, conferindo-lhe uma importância significativa na busca por áreas urbanas saudáveis.

Durante a análise, foi possível perceber que há claramente uma segregação ambiental e social. Dessa forma, concluímos que os lugares que abrigam pessoas de baixa renda possuem pouca massa arbórea, enquanto os locais que acomodam a classe média e média alta dispõem de uma infraestrutura ambiental adequada.

Como foi observado, em locais que possuem grandes partes impermeáveis, conta com valores de temperatura altos. Por outro lado, superfícies permeáveis permitem menos absorção de calor, promovendo temperaturas mais amenas.

Conclui-se que a vegetação se faz imprescindível para o conforto térmico e ambientes mais agradáveis.

## **8.0 REFERÊNCIAS**

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Heat Islands: Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas. Washington, DC: Environmental Protection Agency, 2003.**

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Mitigating Urban**

**Heat Island Effects in Tropical Climates. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2017.**

**YEANG, Ken; LAM, Lynn F. Urban Microclimate: Designing the Spaces Between Buildings. London: Earthscan, 2005.**

**GARTLAND, L. Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos, 2010.**

**FELFILI, J. M.; FAGG, C. W. Vegetação urbana: importância, planejamento e manejo. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 25 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 188). 2007**

**LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 6. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2014. 384 p.**

**MASCARÓ, L. H. Áreas verdes urbanas: a recuperação ambiental das cidades. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 232 p.**

**Taiz, L., & Zeiger, E. Fisiologia Vegetal. Artmed Editora. 2013**

**Kluge, R. A.;\* et al. Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. 2014**

**Romero, Marta Adriana Bustos. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. 2001**

**IPHAN, Cartilha. Superquadra de Brasília preservando um lugar de viver. 2015**