



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

GABRIELA NAVES ROSA

O IMPACTO DAS ILHAS DE CALOR NA ESCALA GREGÁRIA DE BRASÍLIA

BRASÍLIA

2022

GABRIELA NAVES ROSA

O IMPACTO DAS ILHAS DE CALOR NA ESCALA GREGÁRIA DE BRASÍLIA

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

Orientação: Gustavo Cantuária

BRASÍLIA

AGRADECIMENTOS

Dedico esse projeto de pesquisa aos meus maiores apoiadores no projeto: Luciana Ansaneli Naves, João Willy Corrêa Rosa e José Wilson Corrêa Rosa, que me ajudaram a desenvolver minha primeira pesquisa, na coleta de dados e no desenvolvimento de mapas e tabelas.

Além disso, agradeço ao professor orientador Gustavo Cantuária por acreditar no meu potencial de escrever o projeto logo no início de minha vida universitária.

RESUMO

A expansão urbana de Brasília reduziu espaços abertos e trouxe efeitos bioclimáticos com a criação de ilhas de calor e o reflexo nos microclimas, impactando na qualidade do conforto ambiental dos seus habitantes. Esse estudo avaliou os efeitos de edificações com superfícies reflexivas comparadas com áreas de parques urbanos com vegetação abundante e sua capacidade de absorver, modificar ou diminuir a radiação solar. Foram coletados dados com auxílio de uma câmera termográfica (modelo FLIR C2) e termômetro termo-higrômetro digital (modelo MTH-1360) que captaram informações de temperatura, umidade, em nove localidades, fragmentos do centro de Brasília, na escala gregária, bem como parques urbanos. Para a medição da posição geográfica, foi utilizado GPS marca Garmin (modelo GPS12) e a coleta de dados ocorreu em três momentos do dia, às 9:00, às 15:00 e às 21:00 por dois dias consecutivos. Observamos diferenças nas médias de temperatura entre os horários do dia, com elevação máxima da temperatura às 15:00. Quando comparamos as temperaturas entre os dados coletados às 15:00 e às 9:00, maior diferença nas médias de temperatura foi observada face nordeste da Catedral Metropolitana Nossa Senhora Aparecida (ponto 2), que obtém grande incidência solar por ter a fachada mais espelhada, com elevação média de 7,40°C (35,65-28,25°C). As menores diferenças nas médias de temperatura entre as 9:00 e 15:00, foram observadas no Parque da Cidade (pontos 6 e 7). Nossos dados corroboram com outros estudos, sugerindo que os locais que possuem maior área de vegetação obtêm maior sombreamento, menor amplitude térmica, e aumento na umidade justificada pelo processo de evapotranspiração. A adequada quantidade de vegetação deve ser considerada na composição dos projetos urbanísticos para melhorar a qualidade de vida na cidade de Brasília.

Palavras-chave: Ilhas de Calor; Escala Gregária; Microclimas Urbanos.

LISTAS DE FIGURAS, TABELAS, QUADROS, GRÁFICOS, SÍMBOLOS E ABREVIações

Figura 1.....	8
Figura 2.....	8
Figura 3.....	10
Figura 4.....	11
Figura 5.....	12
Figura 6.....	12
Figura 7.....	13
Figura 8.....	14
Figura 9.....	14
Figura 10.....	15
Figura 11.....	17
Figura 12.....	18
Figura 13.....	20
Figura 14.....	21
Figura 15.....	23
Figura 16.....	24
Figura 17.....	26
Figura 18.....	27
Figura 19.....	29
Figura 20.....	30
Figura 21.....	32
Figura 22.....	33
Figura 23.....	35
Figura 24.....	36
Figura 25.....	38
Figura 26.....	39
Figura 27.....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	2
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
4	MÉTODOS	11
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
6	CONCLUSÕES	46
7	REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

O projeto urbano de Brasília, conhecido como Plano Piloto, um marco incomparável na história do urbanismo, idealizado pelo urbanista Lucio Costa, foi intitulado Patrimônio da Humanidade pela UNESCO em 1987. O maior mérito de Lucio Costa foi o planejamento da capital em torno de quatro escalas: a escala monumental, a escala gregária, a escala residencial ea escala bucólica. O projeto do plano piloto tem em suas asas os setores residenciais. Estes setores residenciais foram divididos em superblocos que foram cercados por cinturões verdes. Na junção destas duas asas, forma-se o corpo principal do “avião”, onde a escala gregária se encontra.

Também seguindo o projeto urbano inicial, os parques urbanos foram implantados em ambas as asas norte e sul. Com a expansão da cidade, houve redução de espaços abertos e vegetação e conseqüentemente causando efeitos de ilha de calor urbano. Avaliamos nesse estudo os efeitos bioclimaticos e de conforto térmico na escala gregária, pois é o coração da cidade, com grande aglomeração populacional e concentração de empregos e engloba além do setor cultural os setores hoteleiro, comercial, bancário e de autarquias, na asa sul e asa norte. Essa região tem vidros e espelhos nas suas fachadas, levando a uma configuração arquitetônica que maximiza o potencial reflexivo das superfícies das edificações em detrimento da sua capacidade de absorver, modificar ou diminuir a radiação solar.

A pesquisa analisou as consequências dessa nova linguagem arquitetônica, do surgimento de distintas características de cânions urbanos, da criação da ilha de calor e o reflexo nos microclimas e conseqüentemente a salubridade dos espaços e a qualidade do conforto ambiental dos seus usuários. Esta pesquisa irá comparar trechos dos setores gregário entre eles e com setores dos parques urbanos que os cercam, esclarecendo como os novos cânions urbanos formados por edificações com envelopes envidraçados estão sendo afetadas pelo efeito de ilha de calor urbano e o papel da vegetação através dos parques urbanos na minimização desses efeitos, interferindo no microclima local e no conforto ambiental.

2. OBJETIVOS

-Objetivo Geral

O projeto de pesquisa teve como objetivo, desenvolver um entendimento interdisciplinar com múltiplas escalas de microclimas na cidade de Brasília, concentrando-se na ilha de calor urbana e o efeito interativo entre a tipologia arquitetônica. O projeto teve a intenção de aplicar esse conhecimento a partir do estudo de caso da escala gregária do Plano Piloto de Brasília.

-Objetivos Específicos

- Observar a relação que o edifício tem com o contexto urbano em que ele foi inserido e com a cidade, expondo os problemas e benefícios no espaço microclimático
- Incentivar e contribuir com o debate sobre o incremento das ilhas de calor e soluções que incentivam na cadeia decisória, a responsável prática projetiva e a boa prática construtiva.
- Compreender os principais desafios e obstáculos para a implementação de projetos que interagem com o clima e cultura locais e não baseada em padrões e contextos externos, totalmente distintos da nossa realidade.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Conforto Térmico

A noção de conforto térmico é subjetiva, mas pode ser definida como o estado em que um indivíduo não experimenta desagrado ou irritação, ou seja, quando há o equilíbrio entre o ambiente e o sistema termoregulador do organismo. Esse equilíbrio resulta do balanço térmico que depende de fatores pessoais: atividade metabólica e vestuário; e fatores ambientais como a temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e

humidade relativa, dependentes da do ambiente dos edifícios. (Rodrigues et al, 2009; Rodrigues, T. F. M. 2011)

3.2 Trocas Térmicas- condução, convecção, radiação, evaporação.

A compreensão dos processos de transmissão de calor e o estudo das propriedades térmicas dos materiais usados em uma edificação são muito importantes para o planeamento do conforto térmico. A transferência de calor decorre de um gradiente de temperatura, podendo ocorrer por condução, convecção ou radiação. (Rodrigues, E, 2009)

A condução é uma forma de transmissão de calor em que a energia térmica passa de um local para o outro através das partículas do meio que os separa, do material de maior temperatura para outro de menor temperatura. A condutibilidade térmica é a grandeza física que caracteriza a capacidade de um material de conduzir calor. (Miranda, T. 2006)

A medida da condução térmica pode ser feita pela equação

$$q = \frac{\Delta T}{R_t}$$

q = intensidade de fluxo de calor, em W/m^2 ;

R_t = resistência térmica do material, sendo $R_t=L/k$, em $m^2 \cdot ^\circ C/W$;

ΔT = diferença de temperatura entre exterior e interior, em $^\circ C$.

A transmissão de calor por convecção ocorre entre um corpo sólido e um fluido em movimento, podendo o corpo fluído ser líquido ou gasoso. A quantidade de calor que flui no processo de convecção depende da natureza do fluido, da rugosidade da superfície, da direção do deslocamento do fluido e se a convecção é natural ou forçada. (Rodrigues, E. 2014)

A medida da convecção térmica pode ser feita pela equação:

$$q = h \cdot (T_{si} - T_{ar})$$

q = intensidade de fluxo de calor, em W/m^2 ;

h_c = coeficiente de convecção, em $W/m^2 \cdot ^\circ C$; 0

T_{si} = temperatura da superfície do sólido, em C ; 0

T_{ar} = temperatura do fluido (ar) não perturbado, em C .

No caso específico de uma construção pode-se considerar que em paredes verticais a convecção é intensamente ativada pela velocidade do ar (vento) e no caso de superfícies horizontais a quantidade de calor transmitido por convecção depende do sentido do fluxo, sendo mais intenso quando o fluxo é ascendente do que quando descendente. (Rodrigues, E. 2014)

A transmissão de calor por radiação em uma edificação leva em conta espectro da radiação solar e o espectro da irradiação terrestre. Pode-se analisar a transmissão de calor por radiação calculando-se o fluxo de calor trocado entre as duas superfícies pela expressão da equação

$$q = h_r \cdot (T_{s1} - T_{s2})$$

onde:

q = calor transmitido por radiação, em W/m^2 ;

h_r = coeficiente de troca de calor por radiação, em $W/m^2 \cdot ^\circ C$; T_{s1} e T_{s2} = temperatura das superfícies, em $^\circ C$.

3.3. Escalas de Análise do Clima

Atualmente, existe um consenso em relação às escalas de análise fundamentais de clima: macroclima, mesoclima, topo-clima e microclima - dependente da área e/ou condições físico-

geográficas em estudo. O macroclima refere-se aos valores médios do conjunto das condições meteorológicas que ocorrem numa área de vários Km². Já o mesoclima é o clima gerado por influência de um acidente geográfico de grandes dimensões, por exemplo montanhas. O topoclima, ou clima local, é definido para áreas que variam entre uma centena de m² e a escassa dezena de Km². O uso de solo e a presença ou a proximidade de cursos de água são características topográficas que o definem.

O microclima sofre influência de edificações e outros elementos capazes de modificar o contexto mesoclimático (Mascaró, 1996). Abrange áreas reduzidas e reflete a influência dos elementos urbanos e do seu ordenamento: edifícios, ruas ou mesmo uma divisão da casa. (Góis J. 2002; Rodrigues, T. F. M. 2011). Esse, portanto, é muito importante para a qualidade ambiental e para o planejamento urbano sustentável e reflete alterações climáticas com elevação da temperatura local, diferenciando-a das condições climáticas próprias da região. Desenvolve-se em escalas determinadas pela estrutura de cada cidade, como pavimentação, área verde, indústrias. (Miyamoto, MT, 2011)

Os fatores fundamentais para a formação do microclima urbano são: o local topográfico onde a cidade está inserida; a função que refere-se à atividade principal desenvolvida e a morfologia urbana, composta pelos seguintes elementos: solo, edifícios, lote, quarteirão, fachadas, logradouros, traçado, ruas, praças, monumentos, vegetação e mobiliário. (LAMAS, 1992)

3.4. Princípios Bioclimáticos

Os princípios bioclimáticos para o desenho urbano, envolvem o entendimento do que deve ser controlado no ambiente a fim de se obter os resultados esperados durante o projeto. Para isso, o clima de uma dada região é determinado pelo padrão das variações dos vários elementos. Inicialmente deve ser estudado as condicionantes externas do clima: a temperatura, umidade, precipitação, nebulosidade, velocidade e direção dos ventos e insolação. Em seguida, as modificações do clima geral (microclima) impostas pela forma especial das pequenas superfícies: topografia, cobertura, superfície do solo e formas criadas

pelo homem. Por fim, os elementos climáticos como os componentes físicos do clima, que variam sob a ação recíproca de diversos fatores, ou causas determinantes', tais como latitude, radiação solar, direção do vento, distância do mar, relevo, vegetação, massas de ar e outros. Além disso, o trabalho apontou Brasília como uma escolha de sítio adequada, levando em consideração todas as condicionantes térmicas. (Romero, M A. B. 2000)

3.5. Arquitetura Bioclimática de Brasília

Como demonstrado no livro focado em arquitetura bioclimática do espaço público, *Arquitetura Bioclimática do Espaço Público*, escrito por Marta Adriana Bustos Romero em 2001, no projeto inicial de Brasília, feito por Lúcio Costa, as grandes áreas verdes foram projetadas para que a cidade fosse única em relação ao equilíbrio entre as áreas construídas e as vegetações. Porém, o projeto não previa o crescimento populacional e a ocupação de novos espaços. Conseqüentemente, áreas como o Setor Comercial Sul definiram uma série de lugares que não haviam sido planejadas, não respeitando o que foi sugerido no desenho original, por exemplo, os pilotis dos edifícios indevidamente ocupados e as áreas verdes ocupadas por novas construções. A partir dessas modificações, o aglomerado de prédios, a pavimentação do solo, os materiais usados nas edificações, como os diferentes tipos de vidro, contribuíram para a formação das ilhas de calor urbano. (Romero, M A. B. 2007)

Em estudo realizado focado em uma visão bioclimática da sustentabilidade de Brasília, percebe-se que Lúcio Costa criou um projeto urbanístico sustentável antes mesmo de o conceito entrar em vigor. Porém a mudança nas edificações está ameaçando a sustentabilidade por levar a um consumo maior de energia. Levando em conta que Brasília está a 16 graus Sul e está em um clima tropical de altitude, a pesquisa estudou por meio de medições e simulações os efeitos em áreas adjacentes a aglomerações de prédios e verificou a presença de ilhas de calor, principalmente em prédios mais recentes. (Romero, M A. B. 2011)

3.6. Ilhas de Calor Urbano

O fenômeno da ilha de calor corresponde ao aumento da temperatura do ar nos espaços intraurbanos como consequência das alterações das características térmicas das superfícies que compõem os diferentes recintos. (Lombardo, M.A. 1985; Romero, M A. B. 2011) Tal efeito ocorre devido à redução da evaporação, ao aumento da rugosidade aerodinâmica e às propriedades térmicas dos edifícios e materiais pavimentados. Essas variações microclimáticas são relacionadas ao uso e ocupação do solo, pois a impermeabilização do solo, as construções, a ausência de áreas verdes, o excesso de pavimentação e grande fluxo de veículos e pessoas estão contribuindo para a retenção de calor e redução de umidade do ar, ocasionando uma situação ambiental desconfortável para aqueles que habitam ou circulam nessas áreas (Lombardo, M. A. 1985; Martini. A; Biondi, D. 2015)

Existem cinco fatores principais que impulsionam a formação de ilhas de calor: fontes de calor artificiais liberados no ar (ar condicionado e aquecedor), baixa evaporação na área urbana construída em relação à aberta, atividades na área urbana que concentram a geração de calor, armazenamento de energia solar nos edifícios e a diferenças na radiação em diferentes espaços da cidade. (Romero, M A. B. 2001; Romero, M A. B. 2011). Tem também grande importância a alta capacidade de armazenamento calorífico dos materiais da construção, a pavimentação do solo causando a diminuição da umidade e a redução da velocidade do ar a partir da rugosidade da superfície. (Romero, M A. B. 2011)

Para a avaliação de zonas de calor em áreas urbanas, é necessário dividir o estudo em três etapas principais: o definir o que são, quais as suas causas potenciais e aferir as medições. O conhecimento dessas zonas permite as possibilidades de intervenção, e por fim, como colocar em prática as soluções. (Gartland, L. 2010)

Em estudo realizado com foco em métodos e técnicas de análise de ilhas de calor urbano, observou-se que o primeiro passo para o estudo e solução desses impactos seria a avaliação do clima e vegetação local. Em seguida, o sensoriamento remoto e a modelagem das ilhas de calor permitiria o maior detalhamento, e conseqüentemente possibilitaria o estudo de intervenções locais. Com os estudos realizados, um projeto de reurbanização na escala teria efeito na diminuição das temperaturas causadas pelas ilhas de calor. (Amorim, M C. C. T. 2019)

Como potenciais soluções existem o uso de pavimentos frescos, coberturas frescas e o investimento em vegetações. Levando em conta essas possibilidades, o foco deve estar na criação de projetos em parcerias que representem o governo local, a indústria, organizações sem fins lucrativos e associações de bairro para manter a comunidade ciente do progresso e para envolver todos os setores nessa empreitada. (Gartland, L. 2010)

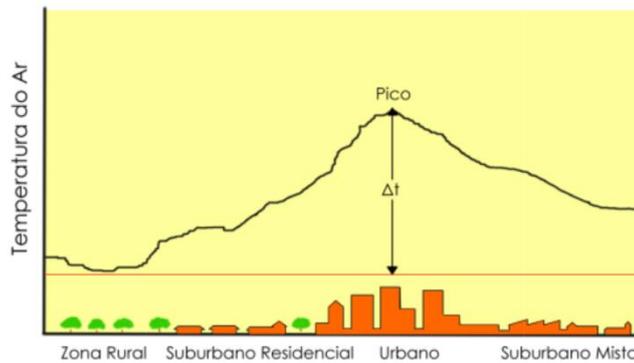


Figura 1- Corte de uma típica ilha de calor urbana. Figura adaptada de Oke, TR, 1976 *apud* Mascaró, 1996.

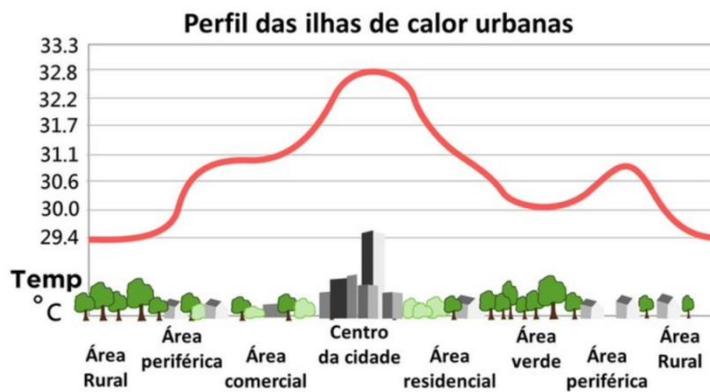


Figura 2 - Corte de uma típica ilha de calor urbana. Fonte: Adaptado do esquema de Oke (1978) e <http://geofacinfacin.blogspot.com.br/>

3.7. Avaliação de Ilhas de Calor no DF

Um estudo realizado para avaliação das Ilhas de Calor em 12 áreas amostrais do DF, utilizando a ferramenta de sensoriamento remoto, sugeriu que as áreas mais aquecidas incluem não só as regiões mais adensadas, mas também áreas de solo exposto ou vegetação rasteira seca, em áreas pouco adensadas ou mesmo não ocupadas. Os autores relataram que a presença ou ausência de vegetação diferencia a temperatura de áreas do Plano Piloto em 1°C e nas áreas das Regiões Administrativas vizinhas de 1 a 3°C. (Vianna, E. O. 2018)

Segundo um estudo realizado para avaliar o impacto das ilhas de calor levando em consideração a vegetação local, percebe-se que a quantidade de áreas verdes em Brasília na escala gregária não é suficiente para diminuir o impacto da incidência solar, nem do calor liberado pelos edifícios e asfalto. Dessa forma, deve haver um foco na escolha por vegetações de porte elevado e com boa densidade de sombreamento, com adaptação ao clima quente e seco de Brasília. (da Cruz, D C. B; Cantuária G. A. 2018)

Outro estudo envolveu a avaliação da temperatura nas Asas Sul e Norte em Brasília, demonstrou que a utilização de vidros nas fachadas afeta o microclima e causa desconforto térmico, que pode ser minimizado pela recuperação da vegetação e uso de fachadas irregulares, além de uso de materiais pouco refletivos. (da Luz, I B; Cantuária G.A. 2018)

3.8. Cânions Urbanos

Os cânions urbanos são definidos como locais onde há abundância de grandes edifícios, construídos próximos uns aos outros. Esses aglomerados de prédios influenciam diretamente a direção e velocidade dos ventos, além de alterar valores de temperatura do ar. Uma das consequências disso é que, como os ventos ficam “presos” entre os prédios, impedidos de correr naturalmente, criam-se corredores em que eles são mais fortes. Os cânions também podem funcionar como uma espécie de estufa, por causa dessa característica de “prender” o ar. Podem ser registradas diferenças significativas de temperatura ao longo do dia, da manhã chega a ser três graus mais baixa ou a do fim da tarde, três graus mais alta do que em outros pontos da cidade. (Aguiar, *et al.*, 2017)

3.9. Albedos

A palavra Albedo vem do latim *albedo*: 'brancura' ou luz solar refletida, e significa o poder de reflexão de uma superfície. É a razão entre a radiação refletida pela superfície e a

radiação incidente sobre ela. O albedo é expresso como uma percentagem, sendo medido numa escala que vai de zero, para nenhuma reflexão por uma superfície perfeitamente negra, até 1, para uma reflexão perfeita, por uma superfície branca, dependendo da frequência da radiação. Na prática, uma função de distribuição bidirecional da refletância pode ser necessária para caracterizar com precisão as propriedades de espalhamento de uma superfície, mas o albedo é muito útil como uma primeira aproximação. (Gale,T. 2003; Novais. V, 2015)

O albedo de uma superfície, é a relação da energia refletida sobre a incidente, expressa a fração de radiação visível refletida pela superfície, ou seja, a capacidade das superfícies refletirem a radiação incidente sobre elas.

Em um trabalho realizado Impactos da alteração no albedo das superfícies nos níveis de conforto térmico de pedestres em cânions urbanos (Kruger,EL, 2016) , foram estimados os seguintes valores de albedo para os materiais:

Superfície	Albedo	Material	Valor adotado
Paredes	Alto (AA)	Pintura clara e limpa	0,70
	Baixo (AB)	Pintura escura	0,20
Piso	Alto (AA)	Concreto claro	0,45
	Baixo (AB)	Asfalto	0,15

Figura 3 – Tipos de albedo - <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000300094>

Em outro estudo, superfícies com cores mais claras possuem maior albedo e superfícies mais escuras possuem menor albedo. O albedo também varia com o ângulo de incidência solar, ou seja, quanto mais perpendicular o ângulo entre o raio solar e a superfície (“sol a pino”), maior a tendência da radiação ser mais absorvida, diminuindo o poder de reflexão da superfície e, portanto, menor o albedo. Ao amanhecer ou entardecer, o ângulo de incidência solar com a superfície é pequeno, aumentando a reflexão da superfície, e, portanto, aumentando o albedo.

Type of surface	Albedo (%)
Ocean	2 – 10
Forest	6 – 18
Cities	14 – 18
Grass	7 – 25
Soil	10 – 20
Grassland	16 – 20
Desert (sand)	35 – 45
Ice	20 – 70
Cloud (thin, thick stratus)	30, 60 – 70
Snow (old)	40 – 60
Snow (fresh)	75 – 95

Figura 4 – Tipos de superfície e albedo

4. MÉTODO

Para atingir os objetivos propostos e a comprovação das hipóteses, o projeto de pesquisa foi organizado da seguinte maneira:

4.1. Atualização Bibliográfica- Foi realizada a revisão e atualização bibliográfica acerca do assunto. Temas incluem ilhas de calor; refrescamento passivo com uso de vegetação; albedo de superfícies; custos, manutenção e propriedades dos materiais utilizados em fachadas de edifícios; custo da pegada ecológica; desempenho térmico de microclimas; indicadores de sustentabilidade urbana entre outros.

4.2. Medições *In Loco*- foram realizadas com o auxílio de uma câmera termográfica que coletou informações de temperatura, umidade, em nove localidades, fragmentos do centro urbano de Brasília, na escala gregária bem como parques urbanos.

4.2.1. Equipamentos utilizados para as medições:

a. Fotos originais e termográficas

Para a realização da pesquisa de campo, foi utilizada a câmera FLIR C2 para obter as fotos originais e as termográficas (figura 1).



Figura 5: Câmera FLIR C2

b. Medição de temperatura e umidade

O termômetro termo-higrômetro digital modelo MTH-1360 foi utilizado para medir a umidade e temperatura nos mesmos horários (figura 2).



Figura 6: Termo-higrômetro MTH 1360

c. Medição da posição geográfica

Para a medição da posição geográfica, em graus, com 5 casas decimais após a virgula, foi utilizado GPS marca Garmin modelo GPS12, com capacidade de localização com 12 satélites.



Figura 7: Garmin GPS12

4.2.2- Horários e locais selecionados para a coleta de dados

As fotos foram tiradas em dois dias consecutivos nos horários seguintes horários: 9:00, 15:00 e 21:00. As referências geográficas dos locais escolhidos foram descritas em latitude, longitude, além dos dados de temperatura e umidade comparativas para cada horário de coleta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram coletados nos dias 18 e 19 de setembro de 2021, sendo selecionados cinco pontos em espaços urbanos (figura 8) e outros quatro pontos em parques ricos em vegetação (figura 9). Foram realizadas medições em pontos de coleta com microclimas diferentes, levando em consideração a vegetação local, a incidência solar, a concentração de edificações e asfalto.

Nos espaços urbanos, escolhemos locais com diferentes incidências de insolação, ajardinamento variável, edificações com fachadas espelhadas, descritas como se segue: Ponto 1: Área de jardim adjacente à Via L2 Sul, em local arborizado com árvore de grande porte, sem edificações adjacentes; Ponto 2: Área asfaltada, posicionada a 5 metros de distância da face da estrutura da igreja, composta por vidros refletivos; Ponto 3: Complexo Cultural da República, localizado em região cimentada, sem ajardinamento nas imediações; Ponto 4: Área

pavimentada em cimento, nas proximidades da face norte do Edifício Sede do Banco do Brasil;
Ponto 5: Setor Bancário Sul, em frente à face sul do Edifício Prime Business (figura 8).

Na escolha dos pontos avaliados em parques urbanos, levamos em consideração a presença de árvores, grama, edificações ou pavimentação próximas: Ponto 6: parque próximo a um conjunto de árvores de porte médio; Ponto 7: área pavimentada do estacionamento, adjacente a área gramada; Ponto 8: com bosque de pinheiros, denominada Floresta do Sussurro; Ponto 9: área gramada desprovida de árvores (figura 9).



Figura 8- Pontos de coleta escolhidos em espaços urbanos

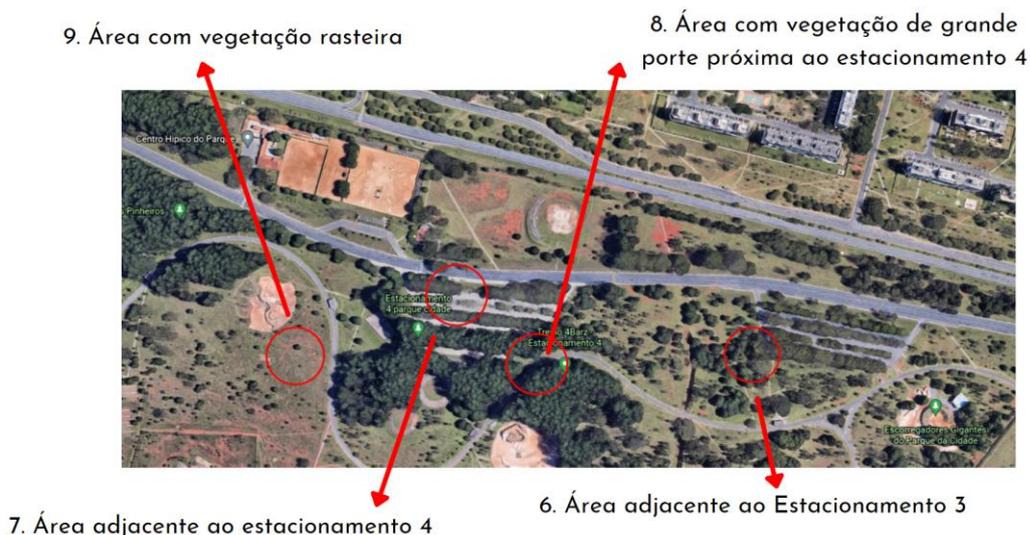


Figura 9- Pontos de coleta escolhidos em parques urbanos

5.1. Dados obtidos em espaços urbanos

5.1.1. Ponto 1

As aferições de temperatura e umidade foram realizadas na área de jardim adjacente à Via L2 Sul, nas proximidades do canto noroeste da cerca, delimitando a propriedade da Nunciatura Apostólica no Brasil, onde existe uma árvore de porte médio, adjacente à via que circunda a propriedade (Figura 10).

- Latitude: 15.79963
- Longitude: -47.87577



Figura 10- Ponto de coleta no. 1- próximo a Via L2 Sul

Nesse ponto, observamos maior temperatura aferida às 15:00 nos dois dias de registro, coincidindo com o período de menor umidade. A temperatura média no primeiro e segundo dias de aferição foi, respectivamente de 28,7°C e 30,7°C com diferença de temperatura de 5,9°C e 7°C entre os períodos da tarde e da noite. A umidade média foi de 31% no primeiro dia e 24,4% no segundo dia. No primeiro dia, a maior umidade foi observada pela manhã e no segundo dia, à noite (tabela 1).

Tabela 1: Temperatura e Umidade aferida em horários diferentes no Ponto 1

Medição	Temperatura dia 01	Temperatura dia 02	Umidade dia 01	Umidade dia 02	Horário dia 01	Horário dia 02
9:00	27.5°C	30.3°C	41.2%	24.9%	8:41	09:02
15:00	32.3°C	34.4°C	25.2%	19.4%	14:57	15:03
21:00	26.4°C	27.4°C	26.6%	28.9%	20:32	20:23

Descrever as diferenças percebidas em cada microclima medido com relação aos diferentes horários. Ou seja, a performance térmica daquele cenário no horário da manhã, no pico da tarde, e a noite.

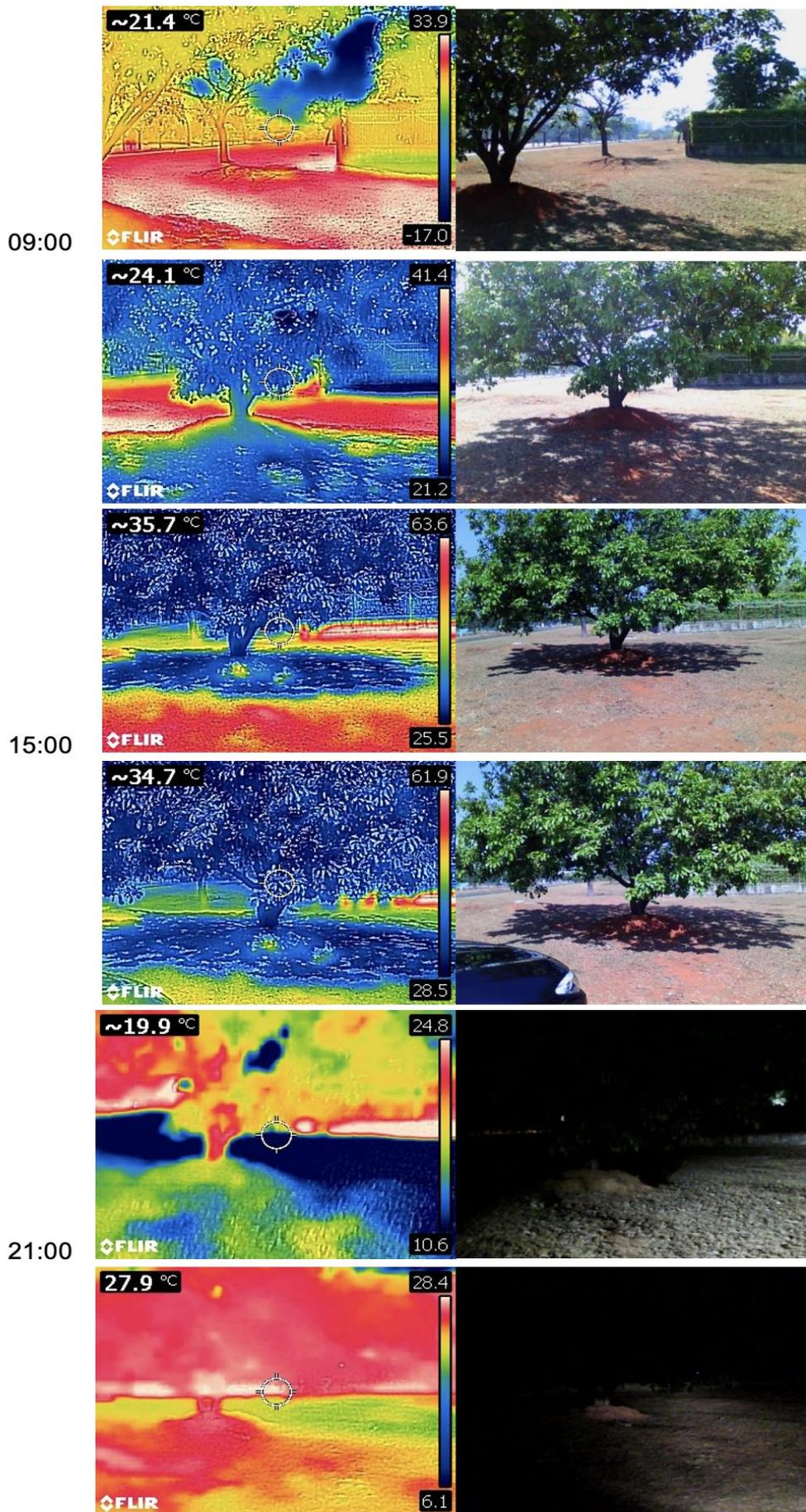


Figura 11: Registros obtidos com câmera fotoelétrica no Ponto 1

5.1.2. Ponto 2

As aferições de temperatura e umidade foram realizadas na face nordeste da Catedral Metropolitana Nossa Senhora Aparecida, a aproximadamente 5 metros de distância da face da estrutura da igreja. A área apresenta uma vegetação rala em seus arredores e se encontra em uma região asfaltada virada para uma superfície refletora espelhada, sendo assim, bem distinta do ponto 1.

- Latitude: 15.79823
- Longitude: 47.87513



Figura 12- Ponto de coleta no. 2 -adjacente a Catedral Metropolitana de Brasília

No Ponto 2, observamos maior temperatura aferida às 15:00 nos dois dias de registro, coincidindo com o período de menor umidade. A temperatura média no primeiro e segundo dias de aferição foi, respectivamente de 28,8°C e 32,1°C com diferença de temperatura predominante entre os períodos da manhã e tarde, respectivamente de 8,4°C e 8,7°C, respectivamente no primeiro e segundo dias. A umidade média foi de 29,7% no primeiro dia e 23,2% no segundo dia (tabela 2).

Tabela 2: Temperatura e Umidade aferida em horários diferentes no Ponto 2

Medição	Temperatura dia 01	Temperatura dia 02	Umidade dia 01	Umidade dia 02	Horário dia 01	Horário dia 02
9:00	25.7°C	30.8°C	41.5%	24.0%	8:48	09:10
15:00	34.1°C	37.2°C	20.9%	17.8%	15:03	15:12
21:00	26.8°C	28.5°C	26.9%	27.9%	20:38	20:30

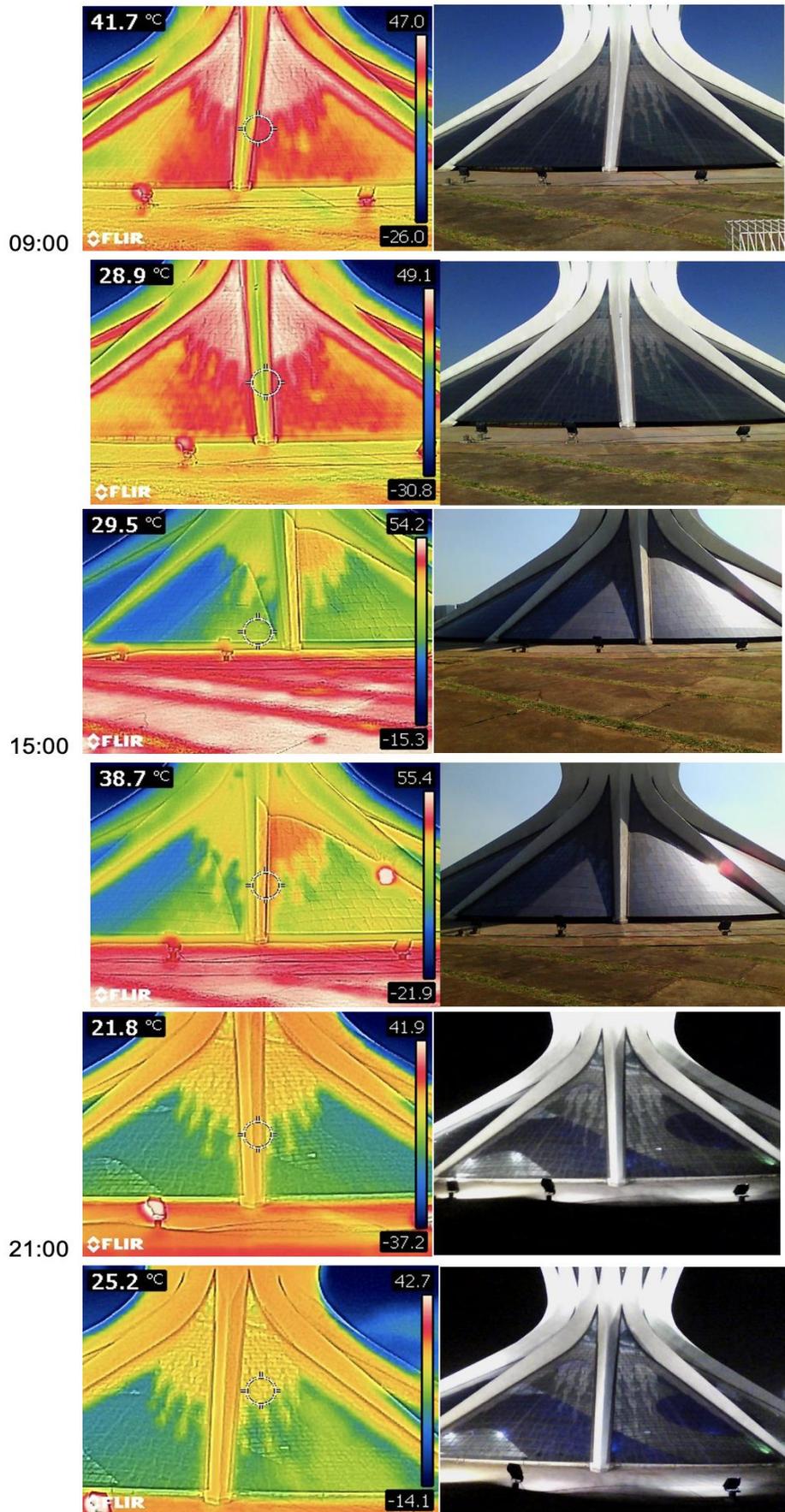


Figura 13: Registros com câmera fotoelétrica no Ponto 2

5.1.3. Ponto 3

Localizado no Complexo Cultural da República, em ponto situado na área da praça central, localizado a aproximadamente 30 metros de distância da face leste da Biblioteca Nacional. A área em questão é cimentada e não há nenhuma vegetação em seu arredor. O prédio em questão não é predominantemente espelhado, mas tem superfícies refletoras nos primeiros andares.

- Latitude: 15.79692
- Longitude: 47.87895

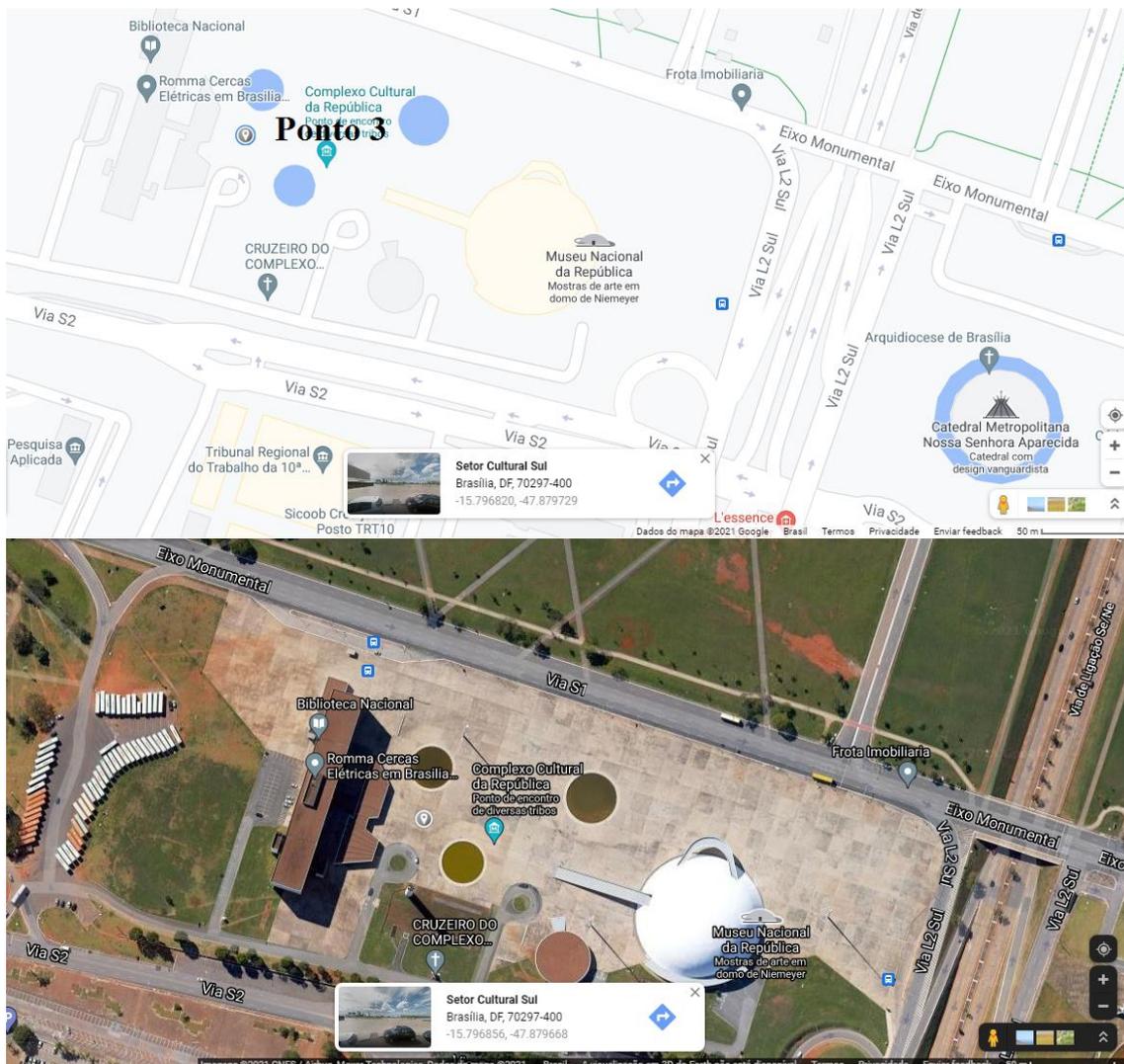


Figura 14: Ponto de coleta no. 3: Complexo Cultural da República

No Ponto 3, observamos maior temperatura aferida às 15:00 nos dois dias de registro, superando 35°C. A temperatura média no primeiro e segundo dias de aferição foi, respectivamente de 29,8°C e 31,6°C com diferença de temperatura predominante entre os períodos da tarde e noite, respectivamente de 8,7°C e 8,8°C, respectivamente no primeiro e segundo dias. A umidade média foi de 28,5% no primeiro dia e 22,8% no segundo dia (tabela 3).

Tabela 3: Temperatura e Umidade aferida em horários diferentes no Ponto 3

Medição	Temperatura dia 01	Temperatura dia 02	Umidade dia 01	Umidade dia 02	Horário dia 01	Horário dia 02
9:00	27.9°C	31.4°C	37.8%	21.6%	8:57	09:21
15:00	35.1°C	36.1°C	20.6%	17.9%	15:15	15:18
21:00	26.4°C	27.3°C	27.3%	28.9%	20:49	20:41

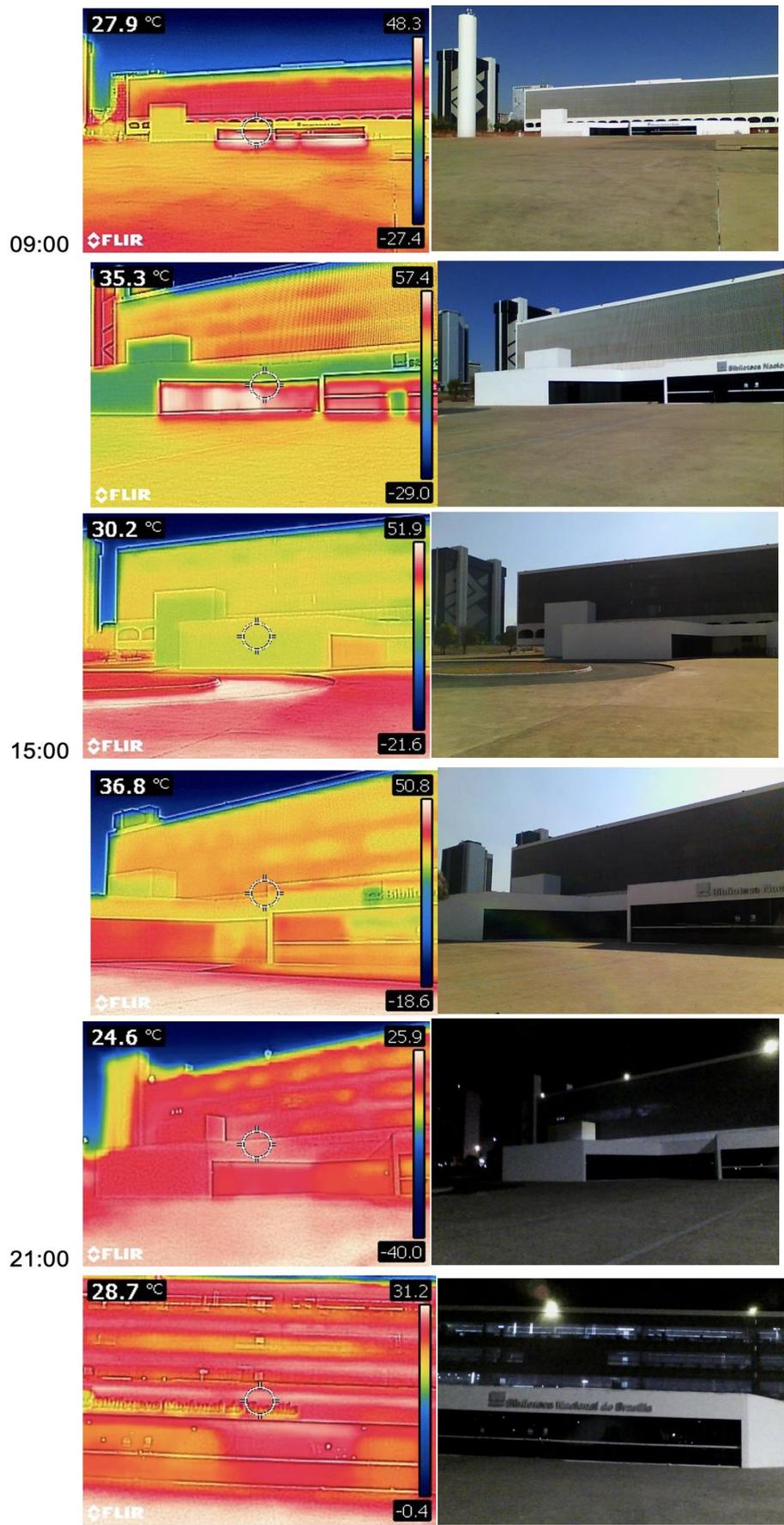


Figura 15: Registros obtidos com câmera fotoelétrica no Ponto 3

5.1.4. Ponto 4

Os dados foram coletados no Setor Bancário Sul, nas proximidades da face norte do Edifício Sede III do Banco do Brasil. A área estudada é pavimentada em cimento e se encontra na frente de um prédio de superfície refletora espelhada. Além disso, o espaço é pouco arborizado, próximo a um estacionamento asfaltado.

- Latitude: 15.79903
- Longitude: 47.88144



Figura 16: Ponto de coleta no. 4: Setor Bancário Sul

No Ponto 4, observamos maior temperatura aferida às 15:00 nos dois dias de registro, superando 35°C. A temperatura média no primeiro e segundo dias de aferição foi, respectivamente de 30,1°C e 30,5°C com diferença de temperatura predominante entre os períodos da tarde e noite, respectivamente de 8,1°C e 9,5°C, respectivamente no primeiro e segundo dias. A umidade média foi de 27,6% no primeiro dia e 23,7% no segundo dia (tabela 4).

Tabela 4: Temperatura e Umidade aferida em horários diferentes no Ponto 4

Medição	Temperatura dia 01	Temperatura dia 02	Umidade dia 01	Umidade dia 02	Horário dia 01	Horário dia 02
9:00	27.6°C	31.8°C	36.4%	22.3%	9:03	09:26
15:00	35.5°C	34.6°C	20.1%	18.6%	15:20	15:30
21:00	27.4°C	25.1°C	26.4%	30.3%	20:59	20:50

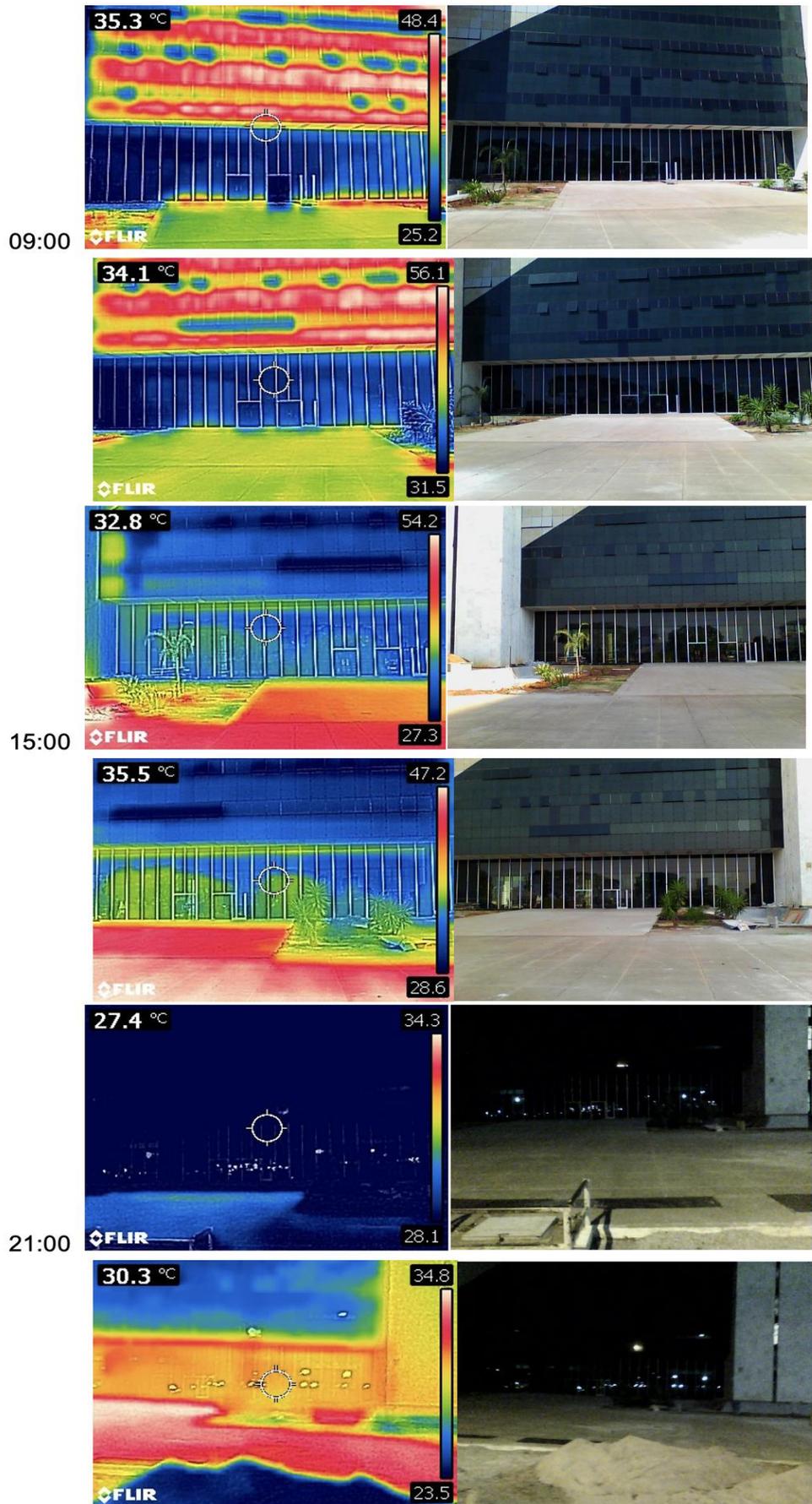


Figura 17: Imagens obtidas com câmera fotoelétrica no Ponto 4

5.1.5. Ponto 5

Localizado no Setor Bancário Sul, em frente à face sul do Edifício Prime Business, localizado na extremidade sudeste do Setor Bancário. O ponto se localiza em uma área cimentada junto ao edifício de superfície majoritariamente espelhada, além de a área apresentar vegetação rasteira.

- Latitude: 15.80128
- Longitude: 47.88333



Figura 18: Ponto 5 Setor Comercial Sul

No Ponto 5, observamos maior temperatura aferida às 15:00 nos dois dias de registro. A temperatura média no primeiro e segundo dias de aferição foi, respectivamente de 30°C e 30,2°C com diferença de temperatura predominante entre os períodos da tarde e noite, respectivamente de 7,2°C e 9,5°C, respectivamente no primeiro e segundo dias. A umidade média foi de 27,26% no primeiro dia e 24,3% no segundo dia (tabela 5).

Tabela 5: Aferições de temperatura e umidade obtidas no Ponto 5

Medição	Temperatura dia 01	Temperatura dia 02	Umidade dia 01	Umidade dia 02	Horário dia 01	Horário dia 02
9:00	28.2°C	31.2°C	35.2%	23.3%	9:10	09:32
15:00	34.6°C	34.5°C	20.9%	18.4%	15:27	15:35
21:00	27.4°C	25.0°C	25.7%	31.3%	21:03	20:53

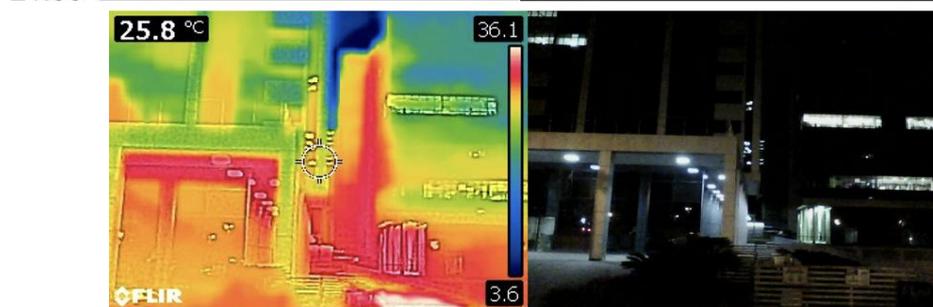
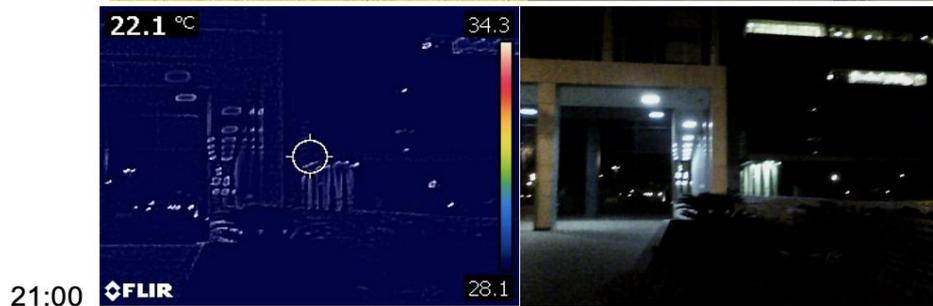
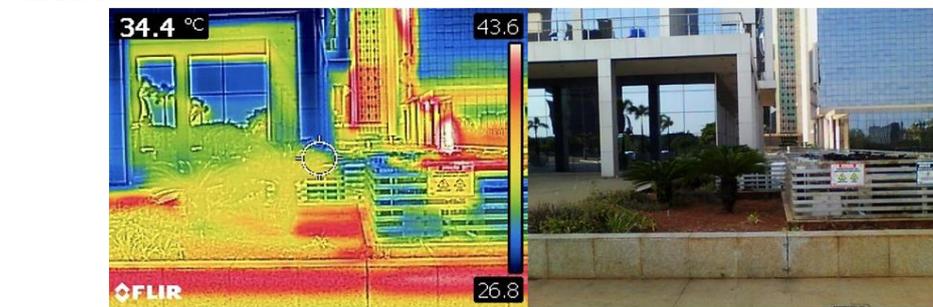
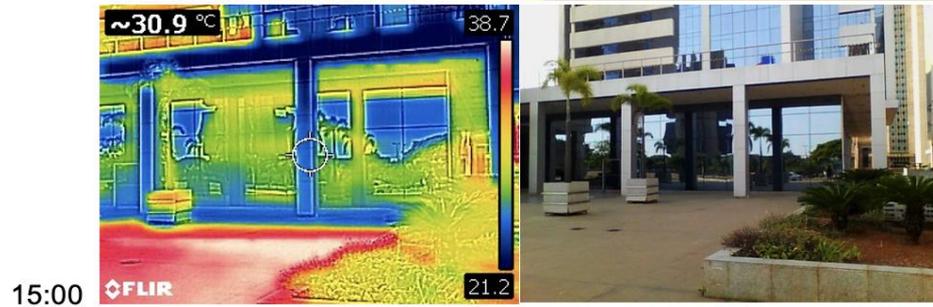
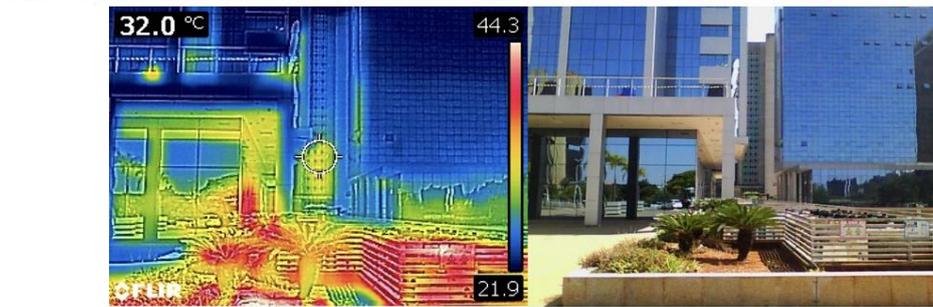
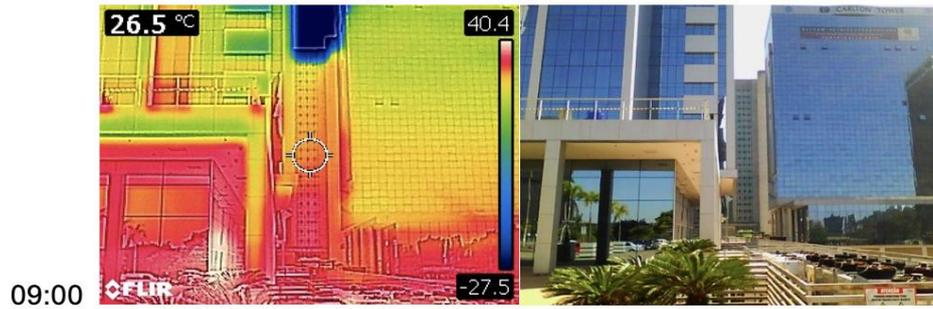


Figura 19: Imagens obtidas com câmera fotoelétrica no Ponto 5

5.2. Dados obtidos em parques urbanos

5.2.1. Ponto 6

Esse foi o primeiro ponto de coleta em parque urbano, localizado no Parque da Cidade – área situada a aproximadamente 100 metros da extremidade sul do Estacionamento 3 do parque, próximo a um conjunto de árvores de porte médio. O espaço em questão não apresenta nenhuma influência de superfícies refletoras e é uma área quase inteiramente arborizada.

- Latitude: 15.80276
- Longitude: 47.91685

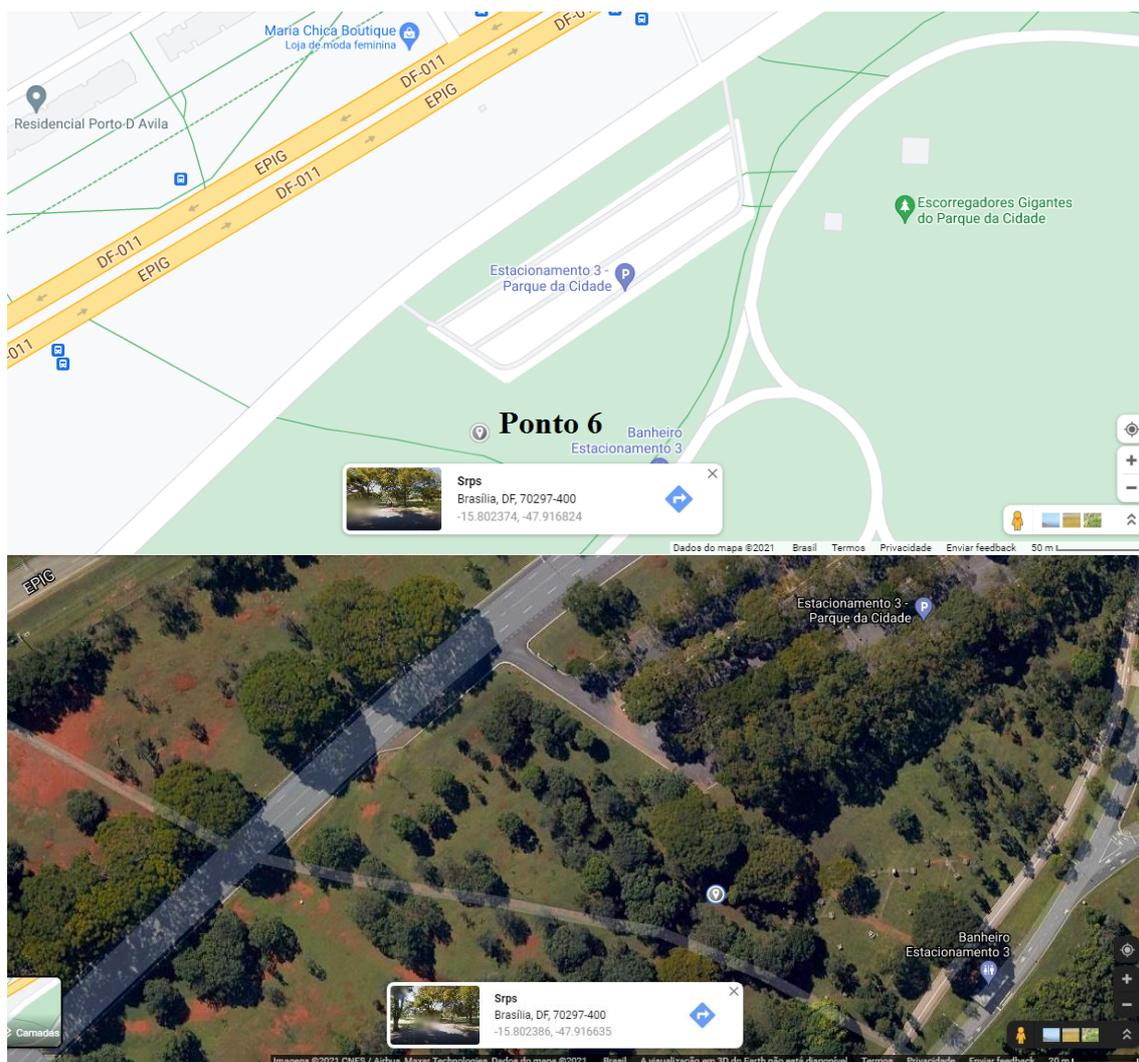


Figura 20: Ponto 6 Parque urbano

No ponto 6, observamos pequena variação de temperatura entre as aferições da manhã e da tarde. No segundo dia, a maior temperatura foi aferida pela manhã (34,2°C), período em que registramos a menor umidade para o local (19,1%). A temperatura média no primeiro e segundo dias de aferição foi, respectivamente de 29,2°C e 31°C com diferença de temperatura predominante entre os períodos da tarde e noite, respectivamente de 8,8 °C e 9,1°C, respectivamente no primeiro e segundo dias. A umidade média foi bem menor na manhã e tarde do segundo dia (19,2%) em relação ao primeiro dia (26,2%) tarde e de 27,26% (tabela 6).

Tabela 6: Aferições de temperatura e umidade obtidas no Ponto 6

Medição	Temperatura dia 01	Temperatura dia 02	Umidade dia 01	Umidade dia 02	Horário dia 01	Horário dia 02
9:00	30.9°C	34.2°C	30.3%	19.1%	9:58	09:44
15:00	32.8°C	33.9°C	22.2%	19.3%	15:50	15:47
21:00	24.0°C	25.1°C	30.1%	33.0%	21:17	21:03

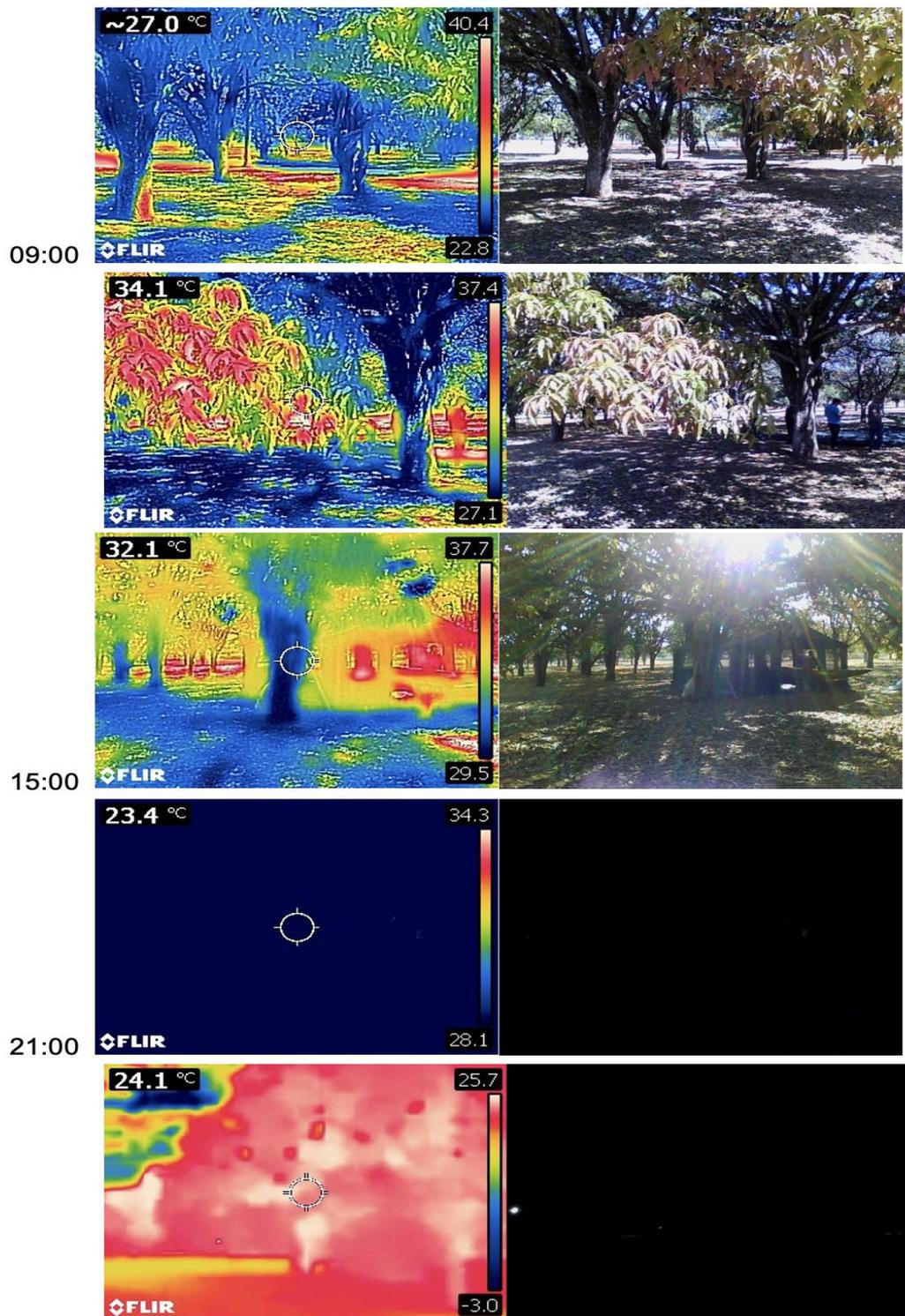


Figura 21: Imagens obtidas com câmera fotoelétrica no Ponto 6

5.2.2. Ponto 7

O ponto 7 se localiza no Parque da Cidade, na porção central, lado oeste, do Estacionamento 4 do parque, em área pavimentada do estacionamento, adjacente a área gramada que limita o referido estacionamento da via DF-011 – EPIG. Sendo assim, uma área marcada por uma pavimentação e uma vegetação mais rasteira em relação ao ponto 6.

- Latitude: 15.80395
- Longitude: 47.91949

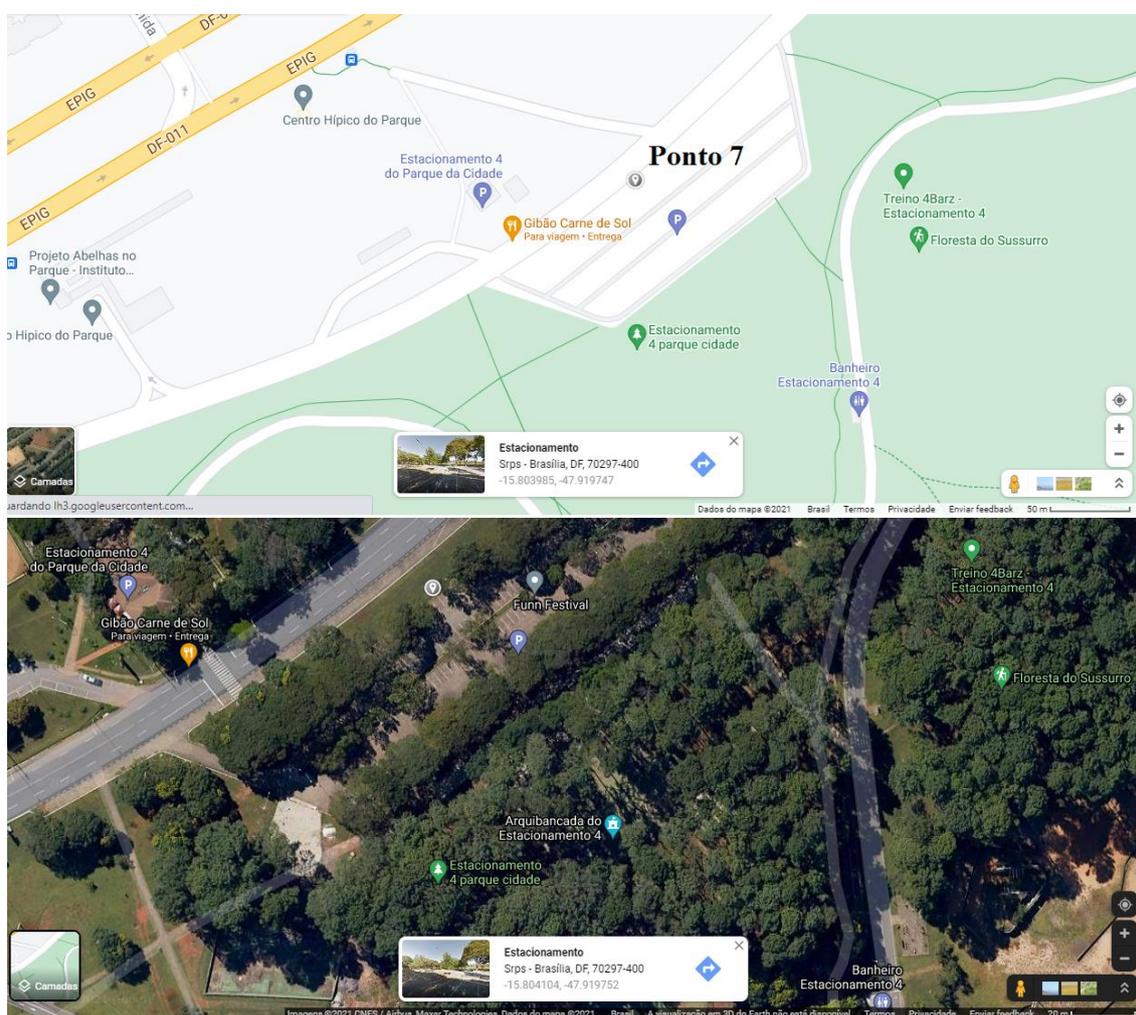


Figura 22: Ponto de coleta no. 7: Parque da Cidade

No ponto 7, observamos uma pequena variação de temperatura entre as aferições da manhã e da tarde. No segundo dia, a maior temperatura foi aferida pela tarde (35,1°C), período em que registramos a menor umidade para o local (18,7%). A temperatura média no primeiro e segundo dias de aferição foi, respectivamente de 29,8°C e 30,9°C com diferença de temperatura predominante entre os períodos da tarde e noite, respectivamente de 9°C e 10,2°C, respectivamente no primeiro e segundo dia. A umidade média foi bem menor na manhã e tarde do segundo dia (19,7%) em relação ao primeiro dia (22,4%) tarde e de 30,4% a noite (tabela 7).

Tabela 7: Aferições de temperatura e umidade obtidas no Ponto 7

Medição	Temperatura dia 01	Temperatura dia 02	Umidade dia 01	Umidade dia 02	Horário dia 01	Horário dia 02
9:00	32.0°C	32.8°C	29.4%	20.8%	10:07	09:50
15:00	33.3°C	35.1°C	22.4%	18.7%	15:56	15:53
21:00	24.3°C	24.9°C	30.4%	33.3%	21:24	21:09

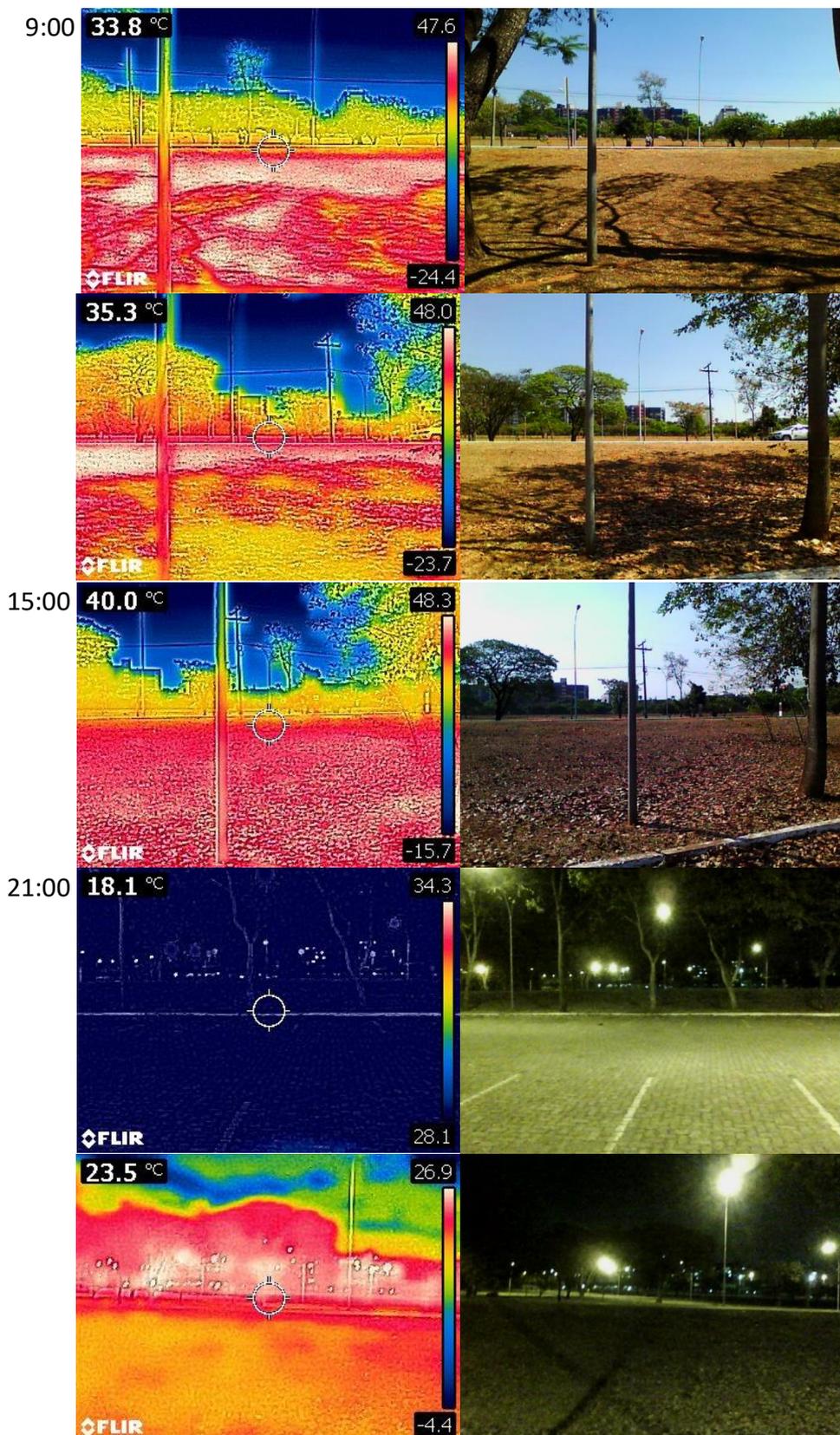


Figura 23: Imagens obtidas com câmera fotoelétrica no Ponto 7

5.2.3. Ponto 8

O ponto 8 está localizado no Parque da Cidade – em área de piquenique localizada a 100 metros do canto nordeste do Estacionamento 4 do parque. O local é marcado por um bosque de pinheiros, denominada Floresta do Sussurro. A vegetação no local é de grande porte e a área é pouco pavimentada, além de não ter nenhuma influência de superfícies refletoras.

- Latitude: 15.80448
- Longitude: 47.91826

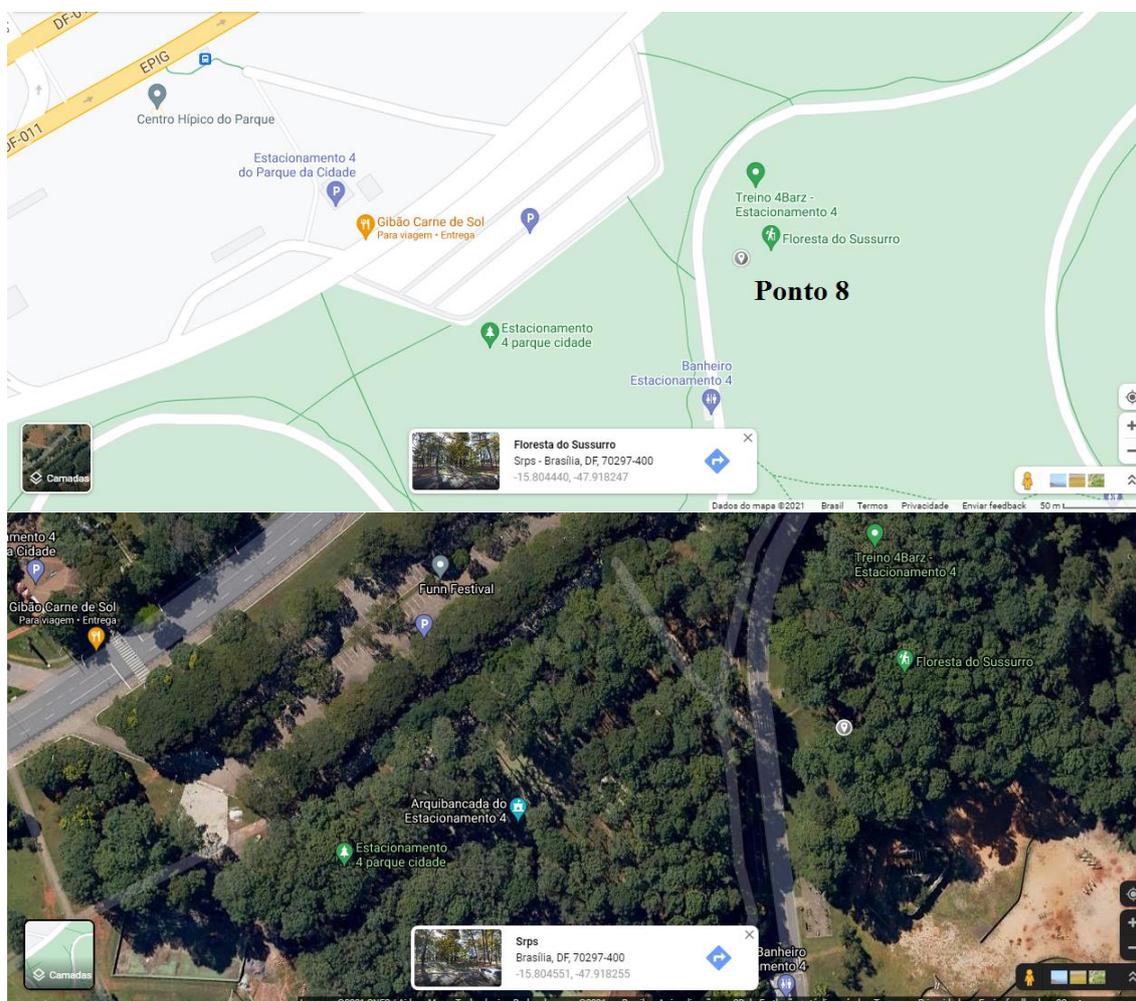


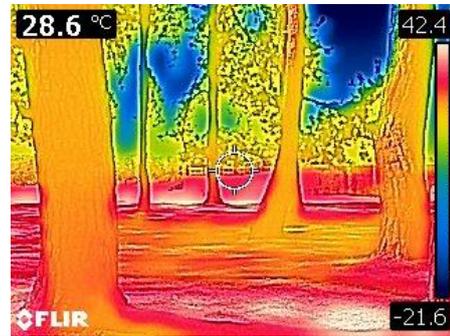
Figura 24: Ponto de coleta no. 8: Parque da Cidade

No ponto 8, observamos pequena variação de temperatura entre as aferições da manhã e da tarde. No segundo dia, a maior temperatura foi aferida pela tarde (34,8°C), período em que registramos a menor umidade para o local (18%). A temperatura média no primeiro e segundo dias de aferição foi, respectivamente de 28,5°C e 31,4°C com diferença de temperatura predominante entre os períodos da tarde e noite, respectivamente de 8,2 °C e 7,1°C, respectivamente no primeiro e segundo dias. A umidade média foi bem menor na manhã e tarde do segundo dia (18,7%) em relação ao primeiro dia (26,6%) (tabela 7).

Tabela 8: Aferições de temperatura e umidade obtidas no Ponto 7

Medição	Temperatura dia 01	Temperatura dia 02	Umidade dia 01	Umidade dia 02	Horário dia 01	Horário dia 02
9:00	29.9°C	31.8°C	31.5%	19.5%	10:12	09:53
15:00	31.9°C	34.8°C	21.7%	18.0%	16:00	15:58
21:00	23.7°C	27.7°C	29.5%	39.1%	21:26	21:36

09:00



15:00



21:00

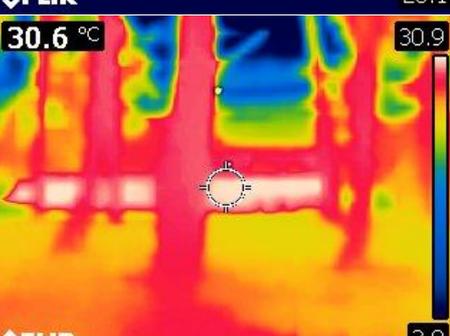


Figura 25: Imagens obtidas com câmera fotoelétrica no Ponto 8

5.2.4. Ponto 9

O ponto 9 está localizado no Parque da Cidade em uma área gramada pouco arborizada, adjacente à ciclovia, localizada a 300 metros do canto sudeste do Estacionamento do parque. O espaço não é pavimentado e é predominantemente exposto à radiação solar direta na grama, sem nenhuma influência de superfícies espelhadas.

- Latitude: 15.80639
- Longitude: 47.92025



Figura 26: Ponto de coleta no. 9: Parque da Cidade

No ponto 9, observamos pequena variação de temperatura entre as aferições da manhã e da tarde. No segundo dia, a maior temperatura foi aferida pela tarde (35,5°C), período em que registramos a menor umidade para o local (17,8%). A temperatura média no primeiro e segundo dias de aferição foi, respectivamente de 28,1°C e 31,9°C com diferença de temperatura predominante entre os períodos da tarde e noite, respectivamente de 8,5°C e 7,9°C, respectivamente no primeiro e segundo dias. A umidade média foi bem menor na manhã e tarde do segundo dia (19,0%) em relação ao primeiro dia (26,5%) (tabela 7).

Tabela 9: medições do ponto 9

Medição	Temperatura dia 01	Temperatura dia 02	Umidade dia 01	Umidade dia 02	Horário dia 01	Horário dia 02
9:00	29.5°C	32.6°C	31.2%	20.3%	10:26	09:58
15:00	31.8°C	35.5°C	21.9%	17.8%	16:06	16:02
21:00	23.3°C	27.6°C	30.2%	40.6%	21:31	21:41

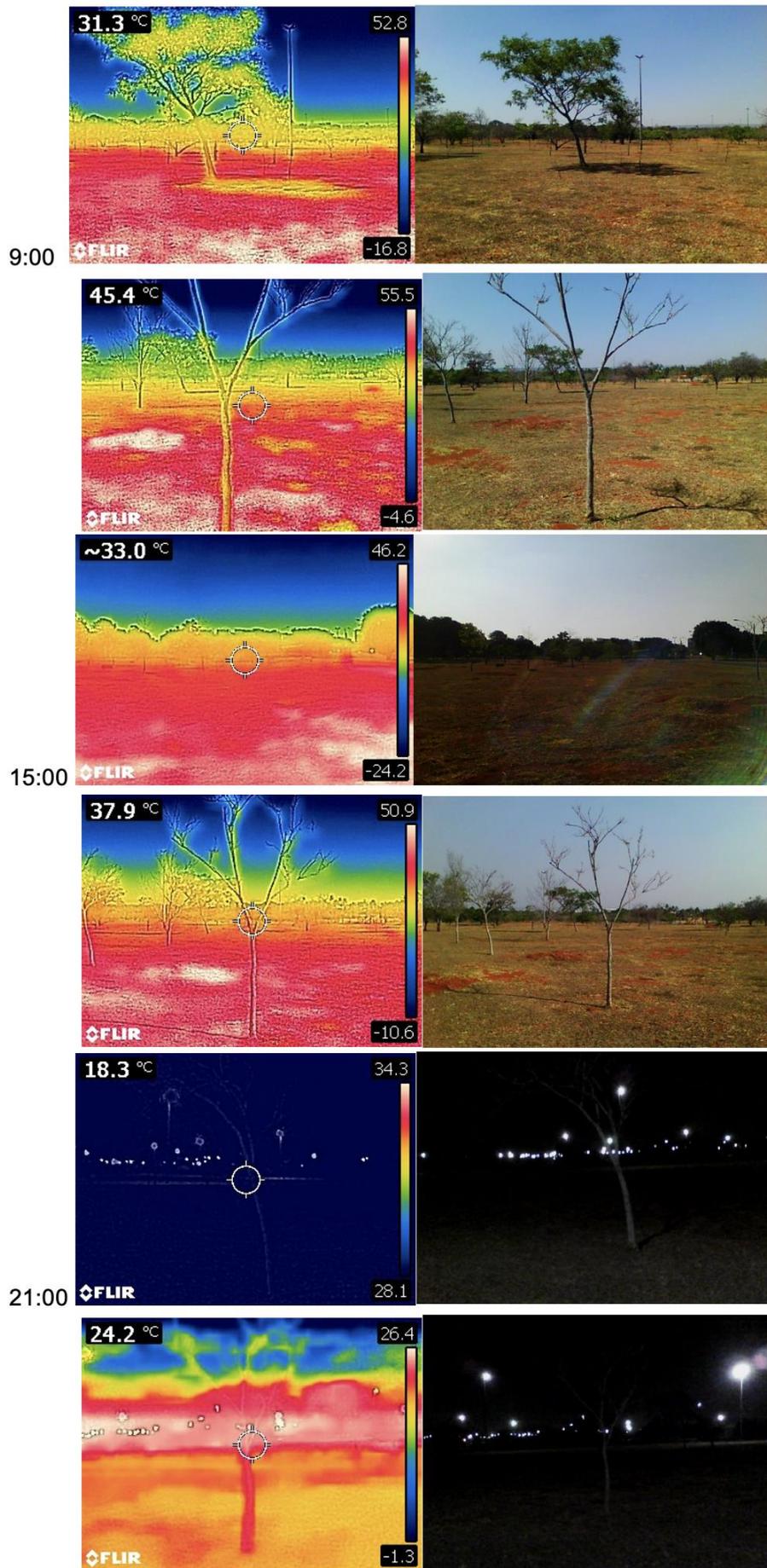


Figura 27: Imagens obtidas com câmera fotoelétrica no Ponto 8

Dia 01 – 18/09

9:00

Ponto	Latitude	Longitude	Temperatura	Umidade	Hora
1	15.79963	47.87577	27.5°C	41.2%	8:41
2	15.79823	47.87513	25.7°C	41.5%	8:48
3	15.79692	47.87895	27.9°C	37.8%	8:57
4	15.79903	47.88144	27.6°C	36.4%	9:03
5	15.80128	47.88333	28.2°C	35.2%	9:10
6	15.80276	47.91685	30.9°C	30.3%	9:58
7	15.80395	47.91949	32.0°C	29.4%	10:07
8	15.80448	47.91826	29.9°C	31.5%	10:12
9	15.80639	47.92025	29.5°C	31.2%	10:26

15:00

Ponto	Temperatura	Umidade	Hora
1	32.3°C	25.2%	14:57
2	34.1°C	20.9%	15:03
3	35.1°C	20.6%	15:15
4	35.5°C	20.1%	15:20
5	34.6°C	20.9%	15:27
6	32.8°C	22.2%	15:50
7	33.3°C	22.4%	15:56
8	31.9°C	21.7%	16:00
9	31.8°C	21.9%	16:06

21:00

Ponto	Temperatura	Umidade	Hora
1	26.4°C	26.6%	20:32
2	26.8°C	26.9%	20:38
3	26.4°C	27.3%	20:49
4	27.4°C	26.4%	20:59
5	27.4°C	25.7%	21:03
6	24.0°C	30.1%	21:17
7	24.3°C	30.4%	21:24
8	23.7°C	29.5%	21:26
9	23.3°C	30.2%	21:31

Dia 02 – 19/09

9:00

Ponto	Temperatura	Umidade	Hora
1	30.3°C	24.9%	09:02
2	30.8°C	24.0%	09:10
3	31.4°C	21.6%	09:21
4	31.8°C	22.3%	09:26
5	31.2°C	23.3%	09:32
6	34.2°C	19.1%	09:44
7	32.8°C	20.8%	09:50
8	31.8°C	19.5%	09:53
9	32.6°C	20.3%	09:58

15:00

Ponto	Temperatura	Umidade	Hora
1	34.4°C	19.4%	15:03
2	37.2°C	17.8%	15:12
3	36.1°C	17.9%	15:18
4	34.6°C	18.6%	15:30
5	34.5°C	18.4%	15:35
6	33.9°C	19.3%	15:47
7	35.1°C	18.7%	15:53
8	34.8°C	18.0%	15:58
9	35.5°C	17.8%	16:02

21:00

Ponto	Temperatura	Umidade	Hora
1	27.4°C	28.9%	20:23
2	28.5°C	27.9%	20:30
3	27.3°C	28.9%	20:41
4	25.1°C	30.3%	20:50
5	25.0°C	31.3%	20:53
6	25.1°C	33.0%	21:03
7	24.9°C	33.3%	21:09
8	27.7°C	39.1%	21:36
9	27.6°C	40.6%	21:41

- Discussão

A intensidade e o momento da ocorrência de ilhas de calor podem variar e sofrer influência de diversos fatores tais como, a vegetação e o material utilizado no revestimento de fachadas. O uso de vidros refletivos em fachadas, pode ser um dos contribuintes para a ocorrência de ilhas de calor urbanas diurnas (Cantuária GA, 1995).

No presente estudo avaliamos 9 pontos que representaram diferentes espaços urbanos, com graus distintos de arborização, insolação e exposição a áreas refletoras. Observamos diferenças nas médias de temperatura entre os horários do dia, com elevação máxima da temperatura às 15:00. Quando comparamos as temperaturas entre os dados coletados às 15:00 e às 9:00, maior diferença nas médias de temperatura foi observada no ponto 2, chegando a elevação média de 7,40°C (35,65-28,25°C).

Esse ponto corresponde à face nordeste da Catedral Metropolitana Nossa Senhora Aparecida, que obtém grande incidência solar por ter a fachada mais espelhada. Além disso, possui quantidade insuficiente de vegetação, não conseguindo amenizar a temperatura no local. Em relação à umidade, o ponto representou uma grande diferença de umidade entre 9:00 e 15:00, com uma variação de 20,6%. Essa grande variação está associada à alta variação de temperatura sendo que quanto menor a umidade maior será a amplitude térmica.

As menores diferenças nas médias de temperatura entre as 9:00 e 15:00, foram observadas nos pontos 6 e 7, correspondendo ao Parque da Cidade. Áreas de parques urbanos são caracterizadas pela vegetação, temperaturas mais baixas e mais umidade. Em outros estudos observou-se que os locais que possuem maior área de vegetação obtém maior sombreamento, o que diminui as temperaturas, e, além disso, apresentam um aumento na umidade justificada pelo processo de evapotranspiração. Ademais, a umidade gera uma menor amplitude térmica, ou seja, as médias de temperatura são mais constantes. (Bardales da Cruz, DC, 2018)

A comparação entre as temperaturas aferidas as 21:00 em relação as 15:00, demonstrou redução de temperatura de até 9°C. Os pontos com menor redução foram entre as áreas com maior densidade de vegetação, principalmente o ponto 6 e 7, que demonstram tanto uma área com uma vegetação mais vasta como uma vegetação mais rasteira, respectivamente. Além disso, todos esses pontos tiveram sua umidade aumentada em relação ao período da tarde.

A avaliação da variação de temperatura em relação a umidade, observou-se que, pela manhã, a maior temperatura (32°C) correspondeu ao local com menor umidade para o horário (29.4%). Esse ponto corresponde a um local em área pavimentada do estacionamento com baixa arborização. Em contrapartida, a menor temperatura observada na aferição noturna, coincidiu com umidade > 30% (ponto 6) que corresponde à área arborizada próxima ao estacionamento 3, próximo a um conjunto de árvores de porte médio.

Nosso estudo sugere que espaços com menor quantidade de vegetação conferem uma maior sensação térmica e em período de seca, prejudica na umidade da cidade. Os locais que possuem mais vegetação, tem um maior sombreamento e conseqüentemente temperaturas mais baixas e mais umidade. Esses dados corroboram outros estudos do nosso grupo de pesquisa (Bardales da Cruz, DC, 2018)

Na avaliação das imagens obtidas pela câmera termográfica, observamos que as fachadas com espelhos e áreas pavimentadas apresentam grande incidência solar, refletindo nas calçadas e conseqüentemente, causando a elevação da temperatura.

O Estudo Técnico de Projeções Climáticas para o Distrito Federal, realizado pelo Centro de Gestão de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (CGPDI) da Secretaria de Meio Ambiente do Distrito Federal, apresentou, em 2019, resultados que sugeriam tendência de elevação da temperatura, umidade relativa do ar mais baixa, menor quantidade de chuva, precipitações concentradas em períodos mais curtos em Brasília e salienta a necessidade do aumento da vegetação em toda a área do DF (Agência Brasília 5/12/2019)

6. **CONSIDERAÇÕES FINAIS (OU CONCLUSÕES)**

No nosso estudo desenvolvemos a avaliação de múltiplas escalas de microclimas, com foco na ilha de calor urbana na escala gregária do Plano Piloto de Brasília. Os nossos dados sugerem que espaços com menor quantidade de vegetação conferem uma maior sensação térmica e em período de seca, prejudicam a umidade da cidade.

Os efeitos prejudiciais da ilha de calor urbano reduzem significativamente a eficiência e habitabilidade das cidades através da diminuição do uso do espaço público, causando efeitos adversos sobre o bem-estar físico e mental dos cidadãos. A presença da vegetação contribui para a redução da temperatura, aumento do sombreamento e aumento da umidade.

A revegetação de áreas com maior quantidade de pavimentação e fachadas com materiais reflexivos, deve ser considerada na cadeia decisória para a melhoria da qualidade de vida em uma cidade quente e seca como Brasília.

REFERÊNCIAS

1. Rodrigues, A., Piedade, A., Braga, A. (2009). *Térmica de edifícios*. Edições Orion, Alfragide
2. Rodrigues, TFM.; *Parâmetros climáticos que condicionam o desempenho higrotérmico dos edifícios : Avaliação do microclima da feup*, 2011
3. Rodrigues, E. *Conforto térmico das construções*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. [s. d.], Disponível em: <
http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/c/c6/Transmissao_de_Calor_em_Edificacoes.pdf >. Acesso em: 12 nov. 2014.
4. Miranda, T. *O-mundo-da- fisica.blogspot.com*, 2006
5. Mascaró, L. R. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: DC Luzzattto, 1996
6. Miyamoto, Mirian Tatiyama. *A influência das configurações urbanas na formação de microclimas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, (2011)
7. LAMAS, J. M. R. G. *Morfologia urbana e desenho da cidade*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992
8. OKE, T. R. *Inadvertent modification of the city atmosphere and the prospects for planned urban climates*. Proc. Symp. Meteorol. Related do Urban and Regional Land-Use Planning. 1976.
9. Romero, Marta Adriana Bustos. 2000. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. São Paulo, ProEditores
10. Romero, Marta Bustos. 2007 (3ª reimpressão). *Arquitetura Bioclimática do Espaço Público*. Brasília: UNB.
11. Romero, Marta Adriana Bustos. 2011. *Arquitetura do lugar: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília*. 1.ed. São Paulo: Nova Técnica Editorial.
12. Lombardo MA. *Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec; 1985.
13. Martini, A., Biondi. D. (2015) *Microclima e Conforto Térmico de um Fragmento de Floresta Urbana em Curitiba, PR*
14. Gartland, L. (2010). *Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas*. São Paulo: Oficina de Textos.

15. Amorim, MCCT.. Ilhas de Calor Urbanas: Métodos e Técnicas de Análise. Revista Brasileira de Climatologia jun 2019; 22 – 46
16. Vianna, Ellen Oliveira. O campo térmico urbano: ilhas de calor em Brasília - DF. 2018. 267 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo)—Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
17. Bardales da cruz, D C; Freitas, IA; Cantuária, G. O impacto das ilhas de calor na escala gregária de Brasília com ênfase na vegetação urbana. pibic 2017.
doi: <https://doi.org/10.5102/pic.n3.2017.5810>
18. da Luz I. B; Cantuária, GA. O impacto das ilhas de calor na escala gregária de Brasília com ênfase nas fachadas espelhadas.
doi: <https://doi.org/10.5102/pic.n3.2017.5809>
19. Cantuaria, G. 1995. *Microclimatic Impact of Vegetation on Building Surfaces*. Masters Dissertation. London. Architectural Association.
20. Cantuaria, G. 2001. *Trees and Microclimatic Comfort*. PhD Thesis. London. Architectural Association.
21. Aguiar, L. F. M. C., da Silva, M V. C., Gandu, A. W., Rocha, C. A., Cavalcante, R. M., 2017. Caracterização de Cânions Urbanos e seus Efeitos Climáticos em Área com Intenso Processo de Verticalização na Cidade de Fortaleza, Ceará. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.10, n.04, 1046-1058.
22. Gale, T. (2003) *Environmental Encyclopedia*, 3rd ed.
23. Novais, V. (2015) O que é o albedo?
24. Oliveira, P. M. P. Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano. Brasília, 1988. Dissertação de Mestrado, Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 1988.