



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL**

LARISSA PAULI DIAS

**ANÁLISE DE ÍNDICE DE CALOR E IMPACTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO
ESPAÇO URBANO EM ÁREAS PRÓXIMAS AO LIMITE DO MUNICÍPIO DE
CUIABÁ-MT**

**CUIABÁ - MT
2025**

LARISSA PAULI DIAS

**ANÁLISE DE ÍNDICE DE CALOR E IMPACTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO
ESPAÇO URBANO EM ÁREAS PRÓXIMAS AO LIMITE DO MUNICÍPIO DE
CUIABÁ-MT**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso como requisito parcial para a obtenção do título de mestre Física Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

**CUIABÁ-MT
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

D541a Dias, Larissa Pauli.

Análise de índice de calor e impactos do uso e ocupação do espaço urbano em áreas próximas ao limite do município de Cuiabá - MT [recurso eletrônico] / Larissa Pauli Dias. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 53 f., il. color., pdf). -- 2025.

Orientadora: Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2025.

Modo de acesso: World Wide Web: <https://ri.ufmt.br>.

Inclui bibliografia.

1. Clima urbano. 2. Índice de calor. 3. Conservação ambiental. I. Nogueira, Marta Cristina de Jesus Albuquerque, *orientador*. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ANÁLISE DE ÍNDICE DE CALOR E IMPACTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO ESPAÇO URBANO EM ÁREAS PRÓXIMAS AO LIMITE DO MUNICÍPIO DE CUIABÁ - MT

AUTORA: MESTRANDA LARISSA PAULI DIAS

Dissertação defendida e aprovada em **10 de ABRIL de 2025**.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. PROFA. DRA. MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA [Presidente Banca / **ORIENTADORA**]

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

2. PROFA. DRA. FLÁVIA MARIA DE MOURA SANTOS [Examinadora Interna]

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

3. PROFA. DRA. ELISA PAGLIARINI COX [Examinadora Externa]

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

CUIABÁ, 10/04/2025.



Documento assinado eletronicamente por **MARCELO SACARDI BIUDES**, **Coordenador(a) de Programas de Pós-Graduação em Física Ambiental - IF/UFMT**, em 10/04/2025, às 12:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **FLAVIA MARIA DE MOURA SANTOS**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 10/04/2025, às 12:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **ELISA PAGLIARINI COX, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 10/04/2025, às 19:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE NOGUEIRA, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 14/04/2025, às 12:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7805445** e o código CRC **399A28A0**.

A todos que me apoiaram e incentivaram ao longo dessa jornada.

E a Minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) pela excelência acadêmica e pelo apoio fundamental durante toda a realização deste mestrado. A instituição proporcionou um ambiente de aprendizado enriquecedor, com recursos, infraestrutura e uma equipe de profissionais comprometidos, que foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

À CAPES pelos recursos fundamentais que me possibilitaram concluir este mestrado.

À Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, expresso minha profunda gratidão por sua orientação ao longo de todo o período desde a faculdade.

Agradeço à minha banca, composta pela Prof.^a Dr.^a Elisa Pagliarini Cox e pela Prof.^a Dr.^a Flávia Maria de Moura Santos, pelo apoio e orientação fundamentais ao final do desenvolvimento deste trabalho. As contribuições de ambas foram essenciais para o aprimoramento da pesquisa, oferecendo direcionamentos que enriqueceram o estudo. Sou muito grata pelas recomendações que foram cruciais para a conclusão deste projeto.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental/IF, Universidade Federal de Mato Grosso, que generosamente compartilharam seus conhecimentos

Ao Prof. Dr. Marcelo Sacardi Biudes, Coordenador dos Programas de Pós-Graduação em Física Ambiental – UFMT.

Ao Professor João Basso Marques, e dos alunos João Guilherme Daltro Pimentel e Nicolas Neves de Oliveira pela ajuda e disponibilidade na utilização dos sensores.

À Soilce, pelo amparo técnico e compreensão.

Agradeço à minha colega de turma, Sidiana Elen Marquis Leite, por todo o apoio prestado durante o curso. Sua colaboração e amizade foram fundamentais para tornar a jornada mais leve e enriquecedora.

À Doutorandas em Física Ambiental Roberta Daniela de Souza e Vanusa de Souza Pacheco Hoki pela atenção especial.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) pela caminhada.

Agradeço à minha mãe, Celi Maria Pauli, pelo apoio incondicional e pelo amor inabalável que sempre me dedicou.

À minha família que sempre me incentivou em cada etapa de vida.

Ao meu esposo, Mauro Viveiros Filho, expresso minha profunda gratidão por todo o carinho e dedicação que você me ofereceu.

Ao meu filho, Joaquim Pauli Viveiros, que incentiva a seguir em frente.

RESUMO

Esta dissertação analisou as variações do índice de calor (IC) no bairro Pedra 90, em Cuiabá, durante o período de seca em outubro de 2024, comparando áreas residenciais, comerciais e verdes, com e sem nascentes. Foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar em seis pontos, utilizando sensores de alta precisão. Os resultados mostraram que áreas verdes com nascentes apresentaram IC mais baixos em relação às sem nascentes, evidenciando o efeito moderador da vegetação e da água. À tarde, todos os locais atingiram níveis de "Cautela Extrema" ($IC > 32$), com áreas residenciais e comerciais registrando os maiores valores. A presença de nascentes reduziu o IC em até 1,5 em áreas verdes, mas seu impacto foi menor em zonas urbanizadas (diferença $\leq 0,6$). Concluiu-se que a urbanização intensifica o calor, reduzindo a eficácia das nascentes, e destacou-se a necessidade de políticas públicas que integrem preservação ambiental, arborização e planejamento urbano para mitigar os efeitos do clima extremo na saúde e no bem-estar da população.

Palavras-chave: Clima Urbano, Índice de Calor, Conservação Ambiental

ABSTRACT

This dissertation analyzed variations in the heat index (HI) in the Pedra 90 neighborhood of Cuiabá during the dry season in October 2024, comparing residential, commercial, and green areas with and without water springs. Data on air temperature and relative humidity were collected at six points using high-precision sensors. The results showed that green areas with springs had lower HI values compared to those without springs, demonstrating the moderating effect of vegetation and water. In the afternoon, all locations reached "Extreme Caution" levels ($HI > 32$), with residential and commercial areas recording the highest values. The presence of springs reduced the HI by up to 1.5 in green areas, but their impact was smaller in urbanized zones (difference ≤ 0.6). It was concluded that urbanization intensifies heat, diminishing the effectiveness of springs, and highlighted the need for public policies integrating environmental preservation, urban greening, and urban planning to mitigate the effects of extreme climate conditions on public health and well-being.

Keywords: Urban Climate, Heat Index, Environmental Conservation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Planta de Cuiabá.	17
Figura 2 - Inserção Urbana e Área de Estudo	25
Figura 3 - Datalogger de Temperatura e Umidade.	31
Figura 4 - Datalogger de Temperatura e Umidade Parte Interna	31
Figura 5 - Mapa do Percurso e pontos analisados.	32
Figura 6 - Mapa do Percurso e pontos analisados com recortes.....	33
Figura 7 - Recorte 1	33
Figura 8 - Recorte 2	34
Figura 9 - Recorte 3.	34
Figura 10 - Vista 1 – Ponto 1 Área verde com nascente	35
Figura 11 - Vista 2 – Ponto 1 Área verde com nascente.	36
Figura 12 - Vista 1 – Ponto 1 Área residencial sem nascente.....	36
Figura 13 - Vista 2 – Ponto 2 Área residencial sem nascente.....	37
Figura 14 - Vista 1 – Ponto 3 Área residencial com nascente.....	37
Figura 15 - Vista 2 – Ponto 3 Área residencial com nascente.....	38
Figura 16 - Vista 1 – Ponto 4 Área comercial sem nascente.....	38
Figura 17 - Vista 2 – Ponto 4 Área comercial sem nascente	39
Figura 18 - Vista 1 – Ponto 5 Área comercial com nascente	39
Figura 19 - Vista 2 – Ponto 5 Área comercial com nascente..	40
Figura 20 - Vista 1 – Ponto 6 Área verde sem nascente.	40
Figura 21 - Vista 2 – Ponto 6 Área verde sem nascente.....	41
Figura 22 - Nível de alerta e descrição de possíveis consequências fisiológicas ao corpo humano conforme o IC.....	41
Figura 23 - Gráfico de temperatura em °C pela manhã.	43
Figura 24 - Gráfico de temperatura em °C pela tarde.....	44
Figura 25 - Gráfico de umidade em g/m ³ pela manhã	44
Figura 26 - Gráfico de umidade em g/m ³ pela tarde.....	45
Figura 27 - Gráfico de IC nos pontos 1 e 6	46
Figura 28 - Gráfico de IC nos pontos 2 e 3	47
Figura 29 - Gráfico de IC nos pontos 4 e 5.	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução Populacional de Cuiabá (1872-2022).	18
Tabela 2- Limites de tolerância para exposição ao calor.....	26
Tabela 3 – Valores estimados de IC e classificações dos níveis de alerta.....	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Problemática	13
1.2 Justificativa	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Evolução Urbana de Cuiabá e História do bairro Pedra 90.....	16
2.2 Espaço Urbano.....	19
2.3 Fatores e Variáveis Climáticas	20
2.3.1 <i>Temperatura do Ar</i>	20
2.3.2 <i>Umidade Relativa do Ar</i>	21
2.3.3 <i>Velocidade do Ar</i>	22
2.3.4 <i>Radiação Solar</i>	Erro! Indicador não definido.
2.4 Conforto Ambiental.....	23
2.5 Índice de Calor (IC).....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Área de Estudo.....	25
3.2 Caracterização do Clima Local.....	27
3.2.1 <i>Variáveis Numéricas</i>	29
3.2.2 <i>Variáveis Categóricas</i>	30
3.3 Mapeamento e Procedimento de Coleta de Dados	30
3.4 Cálculo do Índice de Calor (IC).....	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Apresentação e Análise de Resultados	42
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, é conhecida por suas condições climáticas extremas, especialmente durante o período do inverno e primavera. Esse período é marcado por temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, características típicas do regime climático tropical da região Centro-Oeste. O calor intenso e a ausência prolongada de chuvas tornam o ambiente urbano ainda mais suscetível à intensificação do que as pessoas sentem, especialmente em bairros densamente povoados, como é o caso do Pedra 90, situado nesta cidade.

Este bairro, situado na região sul de Cuiabá, é um exemplo desta situação. Localizado próximo ao limite do município, o bairro combina áreas densamente ocupadas, tanto comerciais, quanto residenciais, com espaços que ainda apresentam resquícios de vegetação nativa e nascentes. Essa dualidade territorial oferece um cenário oportuno para investigar as variações no índice de calor entre áreas com diferentes níveis de cobertura vegetal e proximidade de recursos hídricos. A presença de nascentes na região desempenha um papel crucial, pois, potencialmente, contribui para a regulação microclimática local. Assim, é definitivo o impacto dessas áreas naturais no índice de calor do bairro, especialmente durante os meses mais quentes e secos.

O índice de calor, que combina temperatura e umidade relativa do ar para indicar o nível de sensação percebido pelos seres humanos, é uma métrica essencial para compreender os efeitos do clima sobre a saúde e o bem-estar. Em um bairro como o Pedra 90, onde áreas urbanizadas e espaços naturais coexistem, a análise do índice de calor permite comparar diferentes tipos de uso do solo, como áreas verdes, residenciais e comerciais. Esses contrastes são importantes, pois as áreas verdes tendem a apresentar índices de calor mais baixos devido à vegetação, enquanto áreas residenciais e comerciais frequentemente sofrem com o efeito de ilhas de calor causado pela alta concentração de materiais impermeáveis e estruturas construídas, como o asfalto, muros de divisas e falta de arborização por exemplo. Esse tipo de estudo é crucial no contexto das mudanças climáticas, onde a intensidade e a frequência das ondas de calor estão aumentando, exacerbando as diferenças térmicas entre essas áreas.

A problemática central deste estudo reside na relação entre as características naturais e urbanas do bairro Pedra 90 e as condições de índice de calor durante um dos meses mais quente do ano. Sabe-se que áreas naturais, como as que possuem nascentes, podem influenciar positivamente o microclima local, reduzindo a temperatura e aumentando a umidade. No

entanto, a intensidade e a abrangência desses efeitos no contexto de bairros periféricos de Cuiabá ainda não são bem compreendidas. Isso levanta questões cruciais, de que se há diferenças significativas no índice de calor entre áreas próximas às nascentes e áreas mais distantes de leitos de água, e se a presença de nascentes e vegetação é suficiente para mitigar os impactos climáticos extremos em um período crítico.

A situação torna-se ainda mais complexa quando se considera o avanço da urbanização no Pedra 90, que ameaça áreas naturais e nascentes, já que por muitas vezes a urbanização começa ao redor desses leitos. A redução da cobertura vegetal e a degradação de recursos hídricos intensificam os efeitos adversos no corpo humano e os desafios climáticos enfrentados pela população local. Portanto, entender como o índice de calor varia dentro do bairro e como a proximidade de áreas com nascentes pode influenciar nessa sensação é essencial para entender como o mesmo pode influenciar na qualidade de vida das pessoas.

1.2 Justificativa

Clima Urbano afeta a vida.

O índice de calor (IC), que combina temperatura e umidade relativa do ar para avaliar a temperatura aparente percebida pelos seres humanos, é uma ferramenta fundamental para analisar o impacto do clima urbano na qualidade de vida. No bairro Pedra 90, em Cuiabá, onde áreas urbanizadas convivem com regiões próximas a recursos hídricos e vegetação remanescente, o estudo deste índice oferece uma oportunidade única de compreender como diferentes tipos de ocupação do solo influenciam as condições microclimáticas. Este estudo é especialmente pertinente no contexto do período de estiagem e do clima seco característicos de Cuiabá, que intensificam desafios ambientais e afetam diretamente a qualidade de vida dos moradores.

A presente pesquisa busca comparar áreas residenciais, comerciais e verdes, próximas e distantes a nascentes e cursos d'água, em relação às condições microclimáticas e ao índice de calor. A escolha deste tema justifica-se pela necessidade de compreender melhor o papel das áreas naturais na mitigação do índice de calor em um ambiente urbano marcado por altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar.

Essa decisão fundamenta-se na hipótese de que áreas próximas a recursos hídricos e vegetação apresentam condições de menor estresse fisiológico pelo calor, devido ao efeito mitigador da umidade e ao resfriamento proporcionado pela vegetação. Esse enfoque é relevante para estudos locais que abordem os efeitos dessas áreas no clima urbano quanto pela necessidade de identificar soluções baseadas na preservação ambiental para melhorar a qualidade de vida urbana. Além disso, a análise comparativa entre áreas urbanizadas e naturais fornece uma visão abrangente das dinâmicas climáticas locais.

A partir dessa análise entre diferentes áreas do bairro, com os locais escolhidos, é essencial para entender as dinâmicas microclimáticas e os fatores que influenciam o índice de calor. Essa abordagem permite identificar como as características físicas e ambientais de cada tipo de ocupação do solo contribuem para a variação nas condições de temperatura e umidade, impactando diretamente no índice de calor.

Dessa forma, o estudo é importante porque permite observar não apenas as diferenças nas condições climáticas entre os locais, mas também o impacto dessas variações na qualidade de vida dos moradores. Por exemplo, áreas residenciais podem apresentar desafios únicos, como a falta de infraestrutura verde e o aumento do mal estar pelas pessoas durante o período de estiagem, que é comum em Cuiabá. Por outro lado, áreas comerciais, devido à intensa atividade humana e ao aquecimento gerado por equipamentos e veículos, frequentemente enfrentam um agravamento das temperaturas, o que pode afetar a saúde e a produtividade.

Ao comparar essas áreas, é possível destacar os benefícios das áreas verdes como elementos mitigadores das condições climáticas extremas. Além disso, fornece evidências sobre as diferenças nos impactos microclimáticos e sociais em função do uso e ocupação do solo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica trata de conceitos e métodos relacionados ao índice de calor e o espaço urbano da cidade de Cuiabá, com foco na influência da temperatura e umidade relativa do ar. Também contextualiza as características climáticas da cidade, como estiagem e clima seco, e discute o papel das áreas naturais na mitigação do índice de calor, fornecendo a base teórica para a análise comparativa proposta no estudo.

2.1 Evolução Urbana de Cuiabá e História do bairro Pedra 90

Para compreender a evolução urbana de Cuiabá e sua relação com o bairro Pedra 90, é fundamental analisar o contexto histórico de sua fundação e os fatores que impulsionaram sua ocupação. Cuiabá nasceu no século XVIII e alinha-se entre muitos outros exemplos de cidades surgidas em consequência da expansão bandeirante. Os primeiros civilizados que pisaram no solo cuiabano vieram de São Paulo em busca de índios, tendo a surpresa de encontrar um terreno excepcionalmente rico em ouro, considerado o maior aurífero de todo o período colonial. (Azevedo 1957). Essa descoberta não apenas atraiu um grande fluxo de pessoas, mas também definiu os rumos econômicos e urbanísticos da cidade.

Cuiabá teve sua origem pela mineração, em 1719. O município de Cuiabá está situado na porção centro-sul do Estado de Mato Grosso, na província geomorfológica denominada Baixada Cuiabana. Centro Geodésico da América do Sul, Cuiabá tem como coordenadas geográficas: 15° 35' 56" de Latitude Sul e 56° 06' 01" de Longitude Oeste, apresentando, na área urbana, altitudes que variam de 146 a 259 metros (CUIABÁ, 2010), que refletem sua localização estratégica e sua relação com o relevo e os recursos naturais, elementos que influenciaram diretamente seu desenvolvimento.

Tratava-se de uma área de intensa garimpagem, trazendo um grande fluxo de pessoas para ocupar a cidade. Após avanços e retrocessos, esse fluxo diminui e somente a partir da segunda metade do século XIX que houve a chegada de novos imigrantes mobilizados por questões extrativistas (LOGSDON, 2014). Essa retomada do crescimento populacional e econômico, impulsionada por atividades como a exploração de borracha, consolidou Cuiabá como um centro urbano em expansão e diversificou suas atividades produtivas.

A evolução urbana no município de Cuiabá se desenvolveu às margens do rio Cuiabá com o crescimento ao longo do córrego da Prainha que hoje se encontra com seu leito canalizado em 75% (CUIABÁ, 2008). Essa relação tão difundida com os recursos hídricos foi

populacional acelerado entre 1980 e 1990 foi ainda mais impressionante, com a população praticamente dobrando para 401.303 habitantes. Esse rápido aumento populacional impulsionou a expansão urbana da cidade, levando à criação de novos bairros e espaços. Nesse contexto de desenvolvimento, surgiu o bairro Pedra 90, em Cuiabá, como um reflexo direto dessa expansão e da necessidade de acomodar a crescente demanda por habitação e infraestrutura urbana.

O bairro Pedra 90, assim como outras áreas periféricas, foi resultado desse processo de urbanização acelerada e desorganizada. A falta de planejamento e a pressão populacional levaram à ocupação de áreas distantes do centro urbano, muitas vezes sem a devida infraestrutura de saneamento, transporte e serviços básicos. A expansão da cidade em direção a regiões de periferia reflete não apenas o crescimento demográfico, mas também as desigualdades sociais e espaciais que marcaram o desenvolvimento urbano de Cuiabá. A tabela a seguir apresenta os dados populacionais de Cuiabá, coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), destacando as variações percentuais entre cada censo.

Tabela 1: Evolução Populacional de Cuiabá (1872-2022) - Dados do Censo Demográfico do IBGE

Crescimento Populacional		
Censo	População	% + ou -
1872	35987	
1890	17815	-50,5%
1900	34393	93,1%
1920	33678	-2,1%
1940	54394	61,5%
1950	56204	3,3%
1960	57860	2,9%
1970	103427	78,8%
1980	219477	112,2%
1991	401303	82,8%
2000	483044	20,4%
2010	551098	14,1%
2022	650877	18,1%

Fonte: Autor

A evolução populacional de Cuiabá ao longo dos anos reflete as transformações econômicas, sociais e urbanas que marcaram a história da cidade. Desde o primeiro censo demográfico, realizado em 1872, até o mais recente, em 2022, a capital mato-grossense passou

por períodos de crescimento acelerado, declínio e recuperação, influenciados por fatores como migrações, políticas de desenvolvimento regional e expansão urbana, como o já citado incentivos fiscais fornecidos pela SUDAM. Esses números permitem compreender não apenas o aumento da população, mas também os momentos históricos que impactaram a dinâmica demográfica da cidade.

2.2 Espaço Urbano

A forma e a organização do espaço urbano são resultado de uma complexa interação de fatores, como a geografia natural, as políticas públicas, o planejamento urbano e as forças econômicas. Esses elementos, em conjunto, determinam como as diferentes áreas da cidade se desenvolvem e se estruturam. A maneira como os espaços residenciais, comerciais, industriais e de lazer são distribuídos dentro do espaço urbano oferece um retrato revelador da estrutura social e econômica de uma cidade.

O espaço produzido pelo capital, fundamenta-se na apropriação privada, que aliena do produtor o produto, nesse sentido o espaço se produz a partir da contradição entre sua produção socializada e apropriação individual. Essa contradição aparece no uso do solo, pois para viver o indivíduo ocupa determinada parcela do espaço. (FANI 1986). Essa dinâmica de produção e apropriação do espaço está diretamente ligada ao processo de urbanização já que o espaço urbano fornece, assim, meios para que haja a produção industrial, e se ocupa também em produzir a cidade. (SALGADO, 2022).

A expansão dos centros urbanos se manifesta espacialmente, no crescimento do tecido da cidade por meio do processo de urbanização. (GARÇÃO, 2018). Esse crescimento resulta em uma organização espacial fragmentada, onde diferentes usos do solo se justapõem, definindo áreas específicas, como o centro da cidade, local de concentração de atividades comerciais, de serviços e de gestão, áreas industriais, áreas residenciais distintas em termos de forma e conteúdo social, de lazer, e entre outras, aquelas reservadas para futura expansão. Sendo assim, o conjunto dos usos da terra justapostos entre si definem áreas, como o centro da cidade, local de concentração de atividades comerciais, de serviços e de gestão, áreas industriais, áreas residenciais distintas em termos de forma e conteúdo social, de lazer, e entre outras aquelas reservadas a futura expansão. Este complexo conjunto de usos da terra é, em realidade, a organização espacial da cidade, ou simplesmente, o espaço urbano, que aparece assim como espaço fragmentado. (CORREIA 1995).

Essa fragmentação e transformação do espaço urbano têm impactos profundos no ambiente. As transformações na paisagem decorrentes da urbanização alteram o balanço de energia e o balanço hídrico urbano. Essas transformações são causadas pela retirada da vegetação original, pelo aumento da circulação de veículos e pessoas, pela impermeabilização do solo, pelas mudanças no relevo, por meio de aterros, canalizações de rios e córregos, concentração de edificação, verticalização urbana, instalação de equipamentos urbanos. (AMORIM 2010).

Por fim, a metropolização e o poder transformador do capital somados à incentivos governamentais promoveram, nos últimos setenta anos, a formação de grandes espaços urbanos ocupados ilegalmente, pautados sempre na impossibilidade financeira de alguns de adquirir espaço na cidade formal. (GARÇÃO 2018). Essa ocupação informal é um reflexo das contradições intrínsecas ao processo de urbanização, onde a produção social do espaço difere da sua ocupação individual e excludente.

2.3 Fatores e Variáveis Climáticas

Para a realização deste estudo, é fundamental compreender e aplicar o conceito de diversas variáveis climáticas que influenciam diretamente o ambiente urbano. Variáveis como temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação solar desempenham papéis essenciais na análise das condições ambientais em áreas urbanas. A coleta e a interpretação dessas variáveis permitem avaliar o impacto das condições climáticas no espaço urbano, servindo como base para identificar diferenças e padrões entre áreas distintas. O estudo dessas variáveis é indispensável para entender as dinâmicas climáticas que afetam as cidades, com o objetivo principal de realizar comparações entre diferentes contextos urbanos. Essa abordagem comparativa visa ampliar o conhecimento sobre as variações microclimáticas e suas relações com o uso e ocupação do solo, contribuindo para análises descritivas e diagnósticas do ambiente urbano.

2.3.1 *Temperatura do Ar*

A temperatura do ar é um dos efeitos mais importantes da radiação solar. Parte da energia radiante que atinge a superfície terrestre é utilizada para aquecer o solo, o qual, por sua vez, aquece o ar em contato com sua superfície, por meio do transporte do calor sensível por

condução molecular e difusão turbulenta na massa de ar (OMETTO, 1981). Esse processo é fundamental para entender como as condições de temperatura são formadas e como elas afetam o conforto térmico. O conhecimento da variação da temperatura é essencial para calcular índices como o IC (Índice de Calor), que avalia a adequação das condições térmicas em um ambiente.

A temperatura do ar varia de lugar e com o decorrer do tempo em uma determinada localidade. A distribuição da temperatura numa área é normalmente mostrada por meio de linhas isotérmicas, enquanto a variação da temperatura na escala temporal é mostrada em gráficos. (AYOADE, 1996). Essa variação, ao longo do ano, da temperatura do ar, em um determinado local, ocorre devido ao movimento de translação da Terra, processo esse que se repete, de uma forma cíclica ou periódica, de um ano para outro.

Essa marcha anual da temperatura do ar responde claramente à intensidade da radiação solar que chega à superfície do solo, com valores consideravelmente superiores nos meses de verão e inferiores nos meses de inverno (SILVA, 2006).

As variações sazonais na temperatura resultam principalmente das variações sazonais no volume de insolação recebida em qualquer lugar sobre o globo. (AYOADE, 1996). Essas variações são um fator importante a ser considerado nos cálculos dos índices de calor, pois refletem as mudanças sazonais que afetam as condições ambientais, como no caso da época de seca na cidade de Cuiabá.

O monitoramento da temperatura do ar é feito nas estações meteorológicas convencionais ou automáticas, em suas diversas modalidades (máxima, mínima e atual), por meio de medições diárias. (ANTONINI, 2010). Essas medições são fundamentais para análises comparativas das condições térmicas em diferentes contextos urbanos, permitindo identificar padrões e variações que contribuem para o entendimento das dinâmicas climáticas locais.

2.3.2 Umidade Relativa do Ar

A umidade é definida como a quantidade de vapor d'água no ar, proveniente da água terrestre e/ou oceânica. A umidade absoluta, por sua vez, refere-se à massa de vapor d'água em um determinado volume de ar, usualmente expressa em gramas por metro cúbico. Diferente da umidade relativa, a umidade absoluta não leva em consideração a temperatura, podendo ser alterada por mudanças na temperatura ou na pressão do ar (ENGEBRETSEN et al, 2016).

A umidade relativa do ar, por outro lado, é caracterizada pela quantidade de vapor d'água contido no ar úmido em relação à quantidade máxima de vapor que o ar poderia

comportar em uma determinada condição de temperatura e pressão. Esse vapor se forma pela evaporação da água, processo que envolve a mudança do estado líquido para o gasoso, sem alteração da temperatura (LAMBERTS, 2000). A umidade relativa é expressa em porcentagem e depende diretamente da temperatura, uma vez que o ar quente pode reter mais vapor d'água do que o ar frio. Assim, a mesma quantidade de vapor de água resulta em uma umidade relativa mais alta em temperaturas mais baixas e mais baixa em temperaturas mais altas (UTER et al, 1998).

No contexto urbano, as superfícies construídas, como asfalto e concreto, armazenam e irradiam calor, elevando a temperatura do ar. Esse aumento de temperatura leva à diminuição da umidade relativa do ar, uma vez que o ar mais quente tem maior capacidade de reter vapor d'água, reduzindo a porcentagem de umidade relativa (JUSTI, 2021). Essa dinâmica entre temperatura e umidade relativa é fundamental para compreender as variações microclimáticas nas cidades e suas implicações no índice de calor e nas condições ambientais.

2.3.3 *Velocidade do Ar*

A análise da velocidade do ar é fundamental em estudos de índice de calor e eficiência energética em edificações. A velocidade do ar, que se refere à rapidez com que o ar se move em um determinado espaço, desempenha um papel crucial na adequação térmica e na ventilação de ambientes. A velocidade adequada pode melhorar a sensação térmica dos ocupantes e promover a dispersão eficiente de poluentes e calor.

A velocidade do vento é muito variável e depende diretamente das diferenças de pressão e da densidade do ar (PINTO, 2021). O ar se desloca pela diferença de temperatura no ambiente, onde o ar quente sobe e o ar frio desce (convecção natural). Quando o ar se desloca por meios mecânicos, como um ventilador, o coeficiente de convecção aumenta, aumentando a sensação de perda de calor (convecção forçada). O deslocamento do ar também aumenta os efeitos da evaporação no corpo humano, retirando a água em contato com a pele com mais eficiência e assim, reduzindo a sensação de calor. (LAMBERTS, 2016)

A direção do vento é bastante variável no tempo e no espaço, em função da situação geográfica do local, da rugosidade da superfície, do relevo, da vegetação e da época do ano (VENDRAMINI, 1986). Essa variabilidade impacta significativamente nas condições climáticas da região estudada, especialmente durante o período de estiagem, quando a

velocidade e a direção do vento podem influenciar diretamente na sensação térmica e na dispersão de poluentes.

Um dos principais argumentos associados aos limites máximos para a velocidade do ar em ambientes internos advém do conceito de que desconforto pode ocorrer pelo incremento do movimento do ar, ou o chamado desconforto por correntes de ar. A intensidade de tal fenômeno é intrinsecamente relacionada à combinação da temperatura e da velocidade do ar e também a fatores complementares, tais como a intensidade de turbulência e a área do corpo do usuário exposta (MCINTYRE, 1978).

2.4 Conforto Ambiental

Estudar o conforto ambiental no contexto das ciências ambientais é crucial para promover a sustentabilidade e melhorar a qualidade de vida em diferentes ecossistemas, tanto urbanos quanto naturais. O conforto ambiental abrange a análise das condições físicas, como temperatura, umidade, ventilação, iluminação e acústica, que influenciam diretamente o bem-estar humano. Para as ciências ambientais, compreender essas interações é vital para desenvolver soluções que equilibrem as necessidades humanas com a preservação do meio ambiente.

O conforto ambiental é um indicador importante da saúde ambiental de um espaço. Ambientes desconfortáveis, sejam eles naturais ou construídos, podem ser sinal de degradação ambiental, como poluição, urbanização excessiva ou mudanças climáticas. Por exemplo, temperaturas extremas e má qualidade do ar são frequentemente resultados de desequilíbrios ecológicos. Estudá-los permite identificar áreas que precisam de intervenção, como a implementação de zonas verdes, sistemas de ventilação natural e técnicas de construção sustentável.

Nesse contexto, o cálculo do índice IC (Índice de Calor) desempenha um papel fundamental. Esse índice fornece dados quantitativos que ajudam a avaliar com precisão as condições de equilíbrio climático em diferentes ambientes. O Índice de Calor avalia o bem estar térmico em relação à temperatura. Ele associa a temperatura do ar à umidade relativa para representar a sensação térmica experimentada pelo corpo humano. Também demonstra como a temperatura aparenta ser mais alta em condições de alta umidade, já que a evaporação do suor é dificultada, comprometendo o processo natural de resfriamento do corpo.

2.5 Índice de Calor (IC)

O Índice de Calor (IC), ou temperatura aparente, é uma métrica que avalia a sensação térmica humana causado pela combinação de altas temperaturas e elevada umidade atmosférica. Essa medida foi proposta por Steadman em seus trabalhos de 1979 e 1984, publicados no livro *"The Assessment of Sultriness"*. Em cidades como Cuiabá, onde as temperaturas frequentemente atingem patamares elevados, o IC torna-se uma ferramenta essencial para compreender os impactos do clima no bem-estar da população. As altas temperaturas, combinadas com a baixa umidade relativa do ar durante o período de estiagem, intensificam a sensação de calor, podendo levar a estresse térmico e até mesmo riscos à saúde.

O ser humano, como animal homeotérmico, precisa manter sua temperatura interna entre 32 °C e 42 °C, com o ideal em torno de 36,5 °C (FROTA 2006). Para garantir essa estabilidade térmica, o corpo humano depende de mecanismos naturais de regulação, como a transpiração, que pode ser comprometida em ambientes com altas temperaturas e umidade elevada. Essa relação entre o organismo humano e as condições climáticas externas é crucial para entender a importância do índice de calor.

Os ambientes externos são influenciados por elementos climáticos como temperatura do ar, umidade relativa, ventos e insolação. A qualidade ambiental está diretamente relacionada às variações desses parâmetros (MORAIS 2013). Em regiões de clima quente e seco, como Cuiabá, a combinação desses fatores pode resultar em condições desfavoráveis, evidenciando a importância de análises e comparações que permitam compreender as variações microclimáticas. Esses estudos são essenciais para identificar padrões e contrastes entre diferentes áreas urbanas, contribuindo para uma melhor compreensão das dinâmicas climáticas locais e suas relações com o uso e ocupação do solo.

Dessa forma, o índice de calor pode ser calculado por meio de uma equação que considera dois elementos climáticos como variáveis principais: a temperatura média do ar (em °F ou °C) e a umidade relativa do ar (em porcentagem). Essa combinação permite avaliar a sensação térmica real experimentada pelo corpo humano, indo além da temperatura medida, e oferece subsídios para a criação de políticas e práticas que visem a análise de fatores.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O local escolhido para o desenvolvimento do trabalho é o bairro residencial Pedra 90. O Bairro Pedra 90, localizado em Cuiabá, Mato Grosso, tem uma história marcante que remonta ao final do século XX, período em que as invasões em busca de moradia eram constantes, enfrentando desafios significativos relacionados à ocupação irregular de terras. Essa problemática envolve a ocupação de áreas sem a devida regularização e infraestrutura adequada, muitas vezes por grupos em situação de vulnerabilidade social, impactando tanto os ocupantes quanto a comunidade estabelecida.

Ele está localizado na região sul de Cuiabá, Mato Grosso, e constitui uma das áreas urbanas mais populosas e emblemáticas da expansão periférica da cidade. Sua origem remonta ao final da década de 1980, quando começou a ser ocupado de forma espontânea por famílias em busca de moradia. Esse processo ocorreu em meio à ausência de planejamento urbano, resultando em loteamentos informais em áreas ambientalmente sensíveis, como margens de córregos e regiões com nascentes.

A regularização fundiária do bairro foi implementada gradualmente ao longo dos anos 2000, com ações do poder público voltadas à formalização das moradias e melhoria da infraestrutura. Atualmente, o bairro encontra-se legalizado, com propriedades registradas e reconhecido oficialmente pela administração municipal como parte integrante da malha urbana de Cuiabá.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) e da Prefeitura Municipal de Cuiabá, o bairro Pedra 90 possui uma população estimada de aproximadamente 50.000 habitantes, distribuída em sua maioria entre as classes C e D. A renda familiar média gira em torno de dois salários mínimos, refletindo um perfil socioeconômico de predominância popular. O bairro é majoritariamente residencial, mas vem apresentando crescimento do setor comercial, com presença de mercados, farmácias, escolas públicas, igrejas, unidades básicas de saúde e pequenos estabelecimentos de serviço.

Mesmo diante da intensa urbanização, o bairro ainda conserva fragmentos de vegetação nativa e diversas nascentes, algumas das quais catalogadas em projetos ambientais como o “Água para o Futuro”. Esses elementos naturais oferecem uma oportunidade única para estudos sobre o microclima urbano, sendo relevantes para a análise do conforto térmico e da influência ambiental das áreas verdes em contraposição às zonas densamente construídas.

A presença dessa dualidade — entre áreas urbanizadas e remanescentes naturais — torna o bairro Pedra 90 um território estratégico para análises comparativas entre diferentes tipos de uso e ocupação do solo, particularmente no contexto das mudanças climáticas e do agravamento das ilhas de calor em regiões tropicais

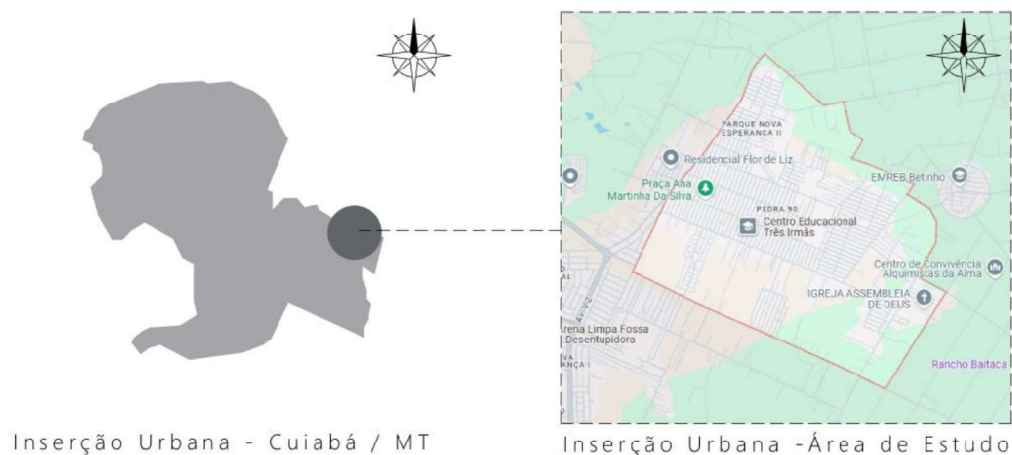


Figura 2 – Inserção urbana e Área de estudo

Segundo Santos (2001), o processo de urbanização do território brasileiro, desenvolvido a partir do século XVIII, esteve relacionado à precariedade de planejamento e à falta de estruturas administrativas eficientes. Essa ausência de planejamento cuidadoso resultou na formação de cidades com infraestrutura limitada e desenvolvimento urbano desordenado. No caso de Cuiabá e, conseqüentemente, do bairro Pedra 90, essa dinâmica se reflete na invasão de áreas verdes, espaços com nascentes e locais de preservação ambiental, que foram ocupados de forma irregular. Essas áreas, originalmente destinadas à conservação, hoje abrigam residências e comércios, gerando pressões sobre o meio ambiente e comprometendo a qualidade de vida urbana.

Atualmente, o Bairro Pedra 90 encontra-se com as propriedades regularizadas e as casas devidamente formalizadas. No entanto, persiste uma significativa carência de infraestrutura, que impacta diretamente a qualidade de vida da população. A ocupação de áreas próximas a nascentes e de preservação ambiental representa um risco para a biodiversidade e o equilíbrio ecológico, ameaçando os recursos naturais cruciais, especialmente durante o período de seca, quando os impactos da degradação são intensificados.

O estudo compara áreas com diferentes características: áreas comerciais com e sem nascentes, áreas residenciais com e sem nascentes, e áreas verdes com e sem nascentes. Durante

a seca, o impacto nessas áreas varia significativamente. A ocupação próxima às nascentes aumenta o risco de desmatamento e degradação do solo, prejudicando a capacidade de retenção hídrica e reduzindo a umidade local. Já em áreas mais urbanizadas e densas, sem presença de nascentes, os efeitos da falta de umidade se acentuam, resultando em maior percepção térmica pelo corpo humano e intensificando os problemas ambientais da região.

3.2 Caracterização do Clima Local

Cuiabá, localizada na região Centro-Oeste do Brasil, é conhecida por seu clima quente e seco, classificado como tropical de savana (Aw) segundo a classificação de Köppen. As temperaturas médias anuais variam entre 24°C e 28°C, com picos que frequentemente ultrapassam os 40°C durante o verão. A cidade experimenta duas estações distintas: a estação chuvosa, que ocorre de outubro a abril, e a estação seca, de maio a setembro, caracterizada por baixa umidade e temperaturas elevadas.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o recorde histórico de calor na cidade de Cuiabá foi no dia 19 de outubro de 2023, registrando 43,3°C, representando um marco histórico para a cidade, destacando-se como a temperatura mais alta já documentada na região. Esse recorde reflete não apenas as características climáticas típicas do bioma do Cerrado, onde Cuiabá está inserida, mas também os efeitos das mudanças climáticas globais e do processo de desmatamento e urbanização acelerada, que intensificam as condições de calor extremo.

Tabela 2: Registro de temperatura média máxima (°C) conforme dados do INMET para o dia 19 de outubro de 2023

Data	Hora (UTC)	Temp. Max. (C)
19/10/2023	00:00	
19/10/2023	01:00	
19/10/2023	02:00	35,1
19/10/2023	03:00	33,6
19/10/2023	04:00	32,7
19/10/2023	05:00	32,3
19/10/2023	06:00	32,3
19/10/2023	07:00	31,5
19/10/2023	08:00	30,7
19/10/2023	09:00	31,5
19/10/2023	10:00	30,5
19/10/2023	11:00	33,2

19/10/2023	12:00	35,9
19/10/2023	13:00	37,9
19/10/2023	14:00	40,7
19/10/2023	15:00	41,3
19/10/2023	16:00	42,2
19/10/2023	17:00	42,5
19/10/2023	18:00	43,3
19/10/2023	19:00	43,3
19/10/2023	20:00	43,0
19/10/2023	21:00	42,5
19/10/2023	22:00	41,1
19/10/2023	23:00	

Fonte: INMET (2023).

A urbanização acelerada de Cuiabá tem contribuído significativamente para a intensificação do fenômeno da ilha de calor, onde as áreas centrais da cidade apresentam temperaturas mais altas em comparação com as áreas periféricas. Este efeito é exacerbado pela substituição da vegetação natural por superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto, que retêm mais calor. Além disso, a escassa arborização urbana tem impactos negativos na regulação térmica, resultando em microclimas mais quentes e menos confortáveis para os habitantes.

Estudos indicam que o crescimento urbano desordenado e a falta de planejamento ambiental adequado têm intensificado essas condições, apontando para a necessidade de políticas de mitigação que priorizem a arborização e o planejamento urbano sustentável. Tais estudos sobre o clima urbano de Cuiabá, como o de Santos (2013), indicam que o crescimento urbano desordenado e a falta de planejamento ambiental têm intensificado as condições de calor excessivo na cidade. Esses estudos mostram que a substituição da vegetação por superfícies impermeáveis, como concreto e asfalto, contribui para a formação de ilhas de calor urbanas. A densidade populacional elevada e a remoção da vegetação são fatores que alteram significativamente o microclima, aumentando as temperaturas e diminuindo a umidade relativa do ar.

Para o período seco na cidade, especificamente em outubro, a sensação de bem estar na população é prejudicada. Com a ausência de chuvas e umidade relativa do ar frequentemente abaixo de 30%, o ambiente torna-se hostil tanto para os seres humanos quanto para a vegetação urbana. A baixa umidade intensifica a sensação de calor, pois o corpo humano tem mais dificuldade para se resfriar naturalmente através da transpiração. Além disso, as temperaturas

podem ultrapassar 40°C, criando uma sensação térmica ainda mais elevada em áreas urbanizadas, onde a falta de vegetação e a abundância de superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto, contribuem para a retenção de calor e a formação das ilhas de calor urbanas.

3.2.1 Variáveis Numéricas

As variáveis numéricas analisadas estão relacionadas a dois aspectos essenciais do ambiente local: a temperatura atmosférica e a umidade relativa do ar.

A temperatura do ar foi medida a cada 60 segundos, utilizando os sensores calibrados e adquiridos no Programa de Pós Graduação em Física Ambiental (PPGFA) na UFMT. Esse monitoramento constante possibilita uma avaliação das variações térmicas ao longo do espaço de tempo compreendido, levando em conta diferentes cenários climáticos. A temperatura é um fator crucial, já que, quando elevada, pode provocar sensações adversas nos habitantes da área, ameaçando o bem-estar da comunidade. A unidade de medida utilizada foi graus Celsius (°C), e os dados foram coletados em locais estratégicos do bairro, considerando suas características específicas.

No que diz respeito ao Índice de Calor (IC), os dados de temperatura foram coletados e processados por meio de cálculos que levam em consideração tanto a temperatura do ar quanto a umidade relativa. Esse índice oferece uma perspectiva mais abrangente sobre as condições de sensação ambiental e os potenciais riscos de estresse por calor para a população.

A umidade relativa do ar é um elemento fundamental na sensação de calor e no conforto. Ela foi registrada em porcentagem (%). Assim como a temperatura, a umidade foi monitorada a cada minuto, com o sensor instalado em um veículo durante o trajeto pré-definido. Para o cálculo do Índice de Calor (IC), a umidade relativa desempenhou um papel relevante, já que sua combinação com a temperatura pode influenciar diretamente a percepção térmica, podendo melhorar ou agravar a sensação de calor.

A umidade relativa do ar é um fator crucial para a dinâmica ambiental do local, pois influencia diretamente a sensação térmica e o bem estar da população. Em regiões como o Bairro Pedra 90, onde as temperaturas são elevadas e a umidade pode variar significativamente, a interação entre esses dois elementos define como as pessoas percebem o calor. Uma umidade alta, por exemplo, pode intensificar a sensação de abafamento, mesmo que a temperatura não seja extremamente elevada, enquanto uma umidade muito baixa, comum em períodos de seca, pode agravar a desidratação e o incomodo pelo calor. Portanto, entender a relação entre

temperatura e umidade é essencial para avaliar os riscos à saúde, como o estresse térmico, e para propor medidas de adaptação e mitigação que melhorem a qualidade de vida dos moradores.

Para analisar essa relação, o método estatístico utilizado foi a regressão linear simples, que permite avaliar como a umidade relativa do ar influencia a temperatura e, consequentemente, o Índice de Calor (IC). A regressão linear simples estabelece uma relação matemática entre duas variáveis, neste caso, a temperatura e a umidade, permitindo prever como mudanças em uma afetam a outra. Com base nessa análise, é possível calcular o Índice de Calor (IC), que combina os efeitos da temperatura e da umidade para fornecer uma medida mais precisa da sensação térmica real.

3.2.2 *Variáveis Categóricas*

As variáveis categóricas analisadas neste estudo referem-se ao tipo de ocupação (residencial, comercial, área verde) e à presença ou ausência de nascente (com nascente, sem nascente). Para melhor compreensão da distribuição dessas características no Bairro Pedra 90, foram utilizados mapas temáticos que destacam os seis pontos de coleta definidos, cada um representando uma combinação específica dessas variáveis. Os mapas permitem visualizar a localização exata de cada ponto, facilitando a comparação entre áreas residenciais, comerciais e verdes, bem como a influência das nascentes no microclima local.

Os aspectos avaliados incluíram a vegetação, a densidade de construções e a proximidade de recursos hídricos, que são fatores diretamente relacionados ao cálculo do IC. Por exemplo, áreas verdes com nascentes tendem a apresentar temperaturas mais amenas e umidade mais elevada, enquanto áreas comerciais sem nascentes podem registrar maiores índices de calor. O Índice de Calor (IC), calculado a partir da interação entre temperatura e umidade, mostrou-se uma ferramenta essencial para entender como essas variáveis qualitativas interferem na sensação térmica da região. Áreas com maior IC podem indicar maior risco de estresse térmico para os moradores, especialmente durante o período de seca extrema, enquanto áreas com IC mais baixo tendem a oferecer maior eficiência bioclimática.

3.3 Mapeamento e Procedimento de Coleta de Dados

O mapeamento realizado para a coleta de dados foi estruturado com o objetivo de identificar variações do Índice de Calor (IC) em diferentes áreas do bairro Pedra 90, em Cuiabá,

durante o período crítico de seca extrema, caracterizado por altíssimas temperaturas e baixa umidade relativa do ar. Foram definidos seis pontos de coleta, contemplando diferentes tipos de uso e ocupação do solo: áreas residenciais, comerciais e verdes, com e sem a presença de nascentes. Essa configuração permitiu avaliar como a ocupação urbana e a presença de elementos naturais influenciam no microclima local.

Para a coleta de dados, utilizou-se um sensor de alta precisão desenvolvido pelo Laboratório de Instrumentação do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da UFMT. O sensor foi instalado em um veículo, que percorreu um trajeto previamente definido, com velocidade constante de 40 km/h. Em cada ponto de coleta, o veículo permanecia parado por um minuto, possibilitando a captação de leituras mais estáveis de temperatura e umidade relativa do ar. As medições foram registradas por dataloggers configurados para gravar os dados a cada 60 segundos.



Figura 3 – Datalogger de Temperatura e Umidade

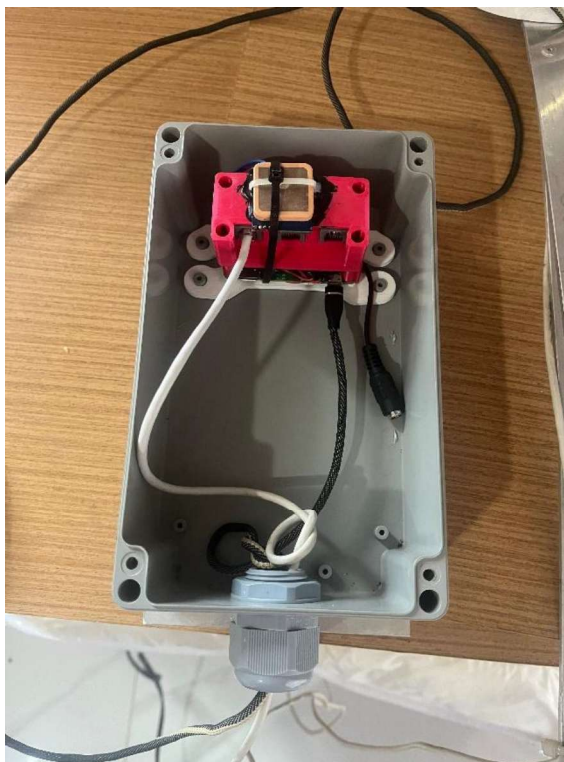


Figura 4 – Datalogger de Temperatura e Umidade
Parte Interna

As coletas foram realizadas ao longo de 15 dias consecutivos durante o mês de outubro, sempre em dois horários representativos das condições climáticas: às 8h e às 14h. A escolha desses períodos foi fundamentada em recomendações metodológicas encontradas na literatura (MONTEIRO, 1975) que destaca a importância de se observar momentos-chave do ciclo térmico diário — o início do aquecimento (08h) e o ápice térmico (14h) —, os quais são cruciais para a caracterização dos extremos de desconforto térmico em ambientes urbanos tropicais.

Essa metodologia permitiu a análise das flutuações microclimáticas em diferentes pontos do bairro, possibilitando uma comparação consistente entre os tipos de uso do solo e a influência da presença ou ausência de nascentes na sensação térmica.

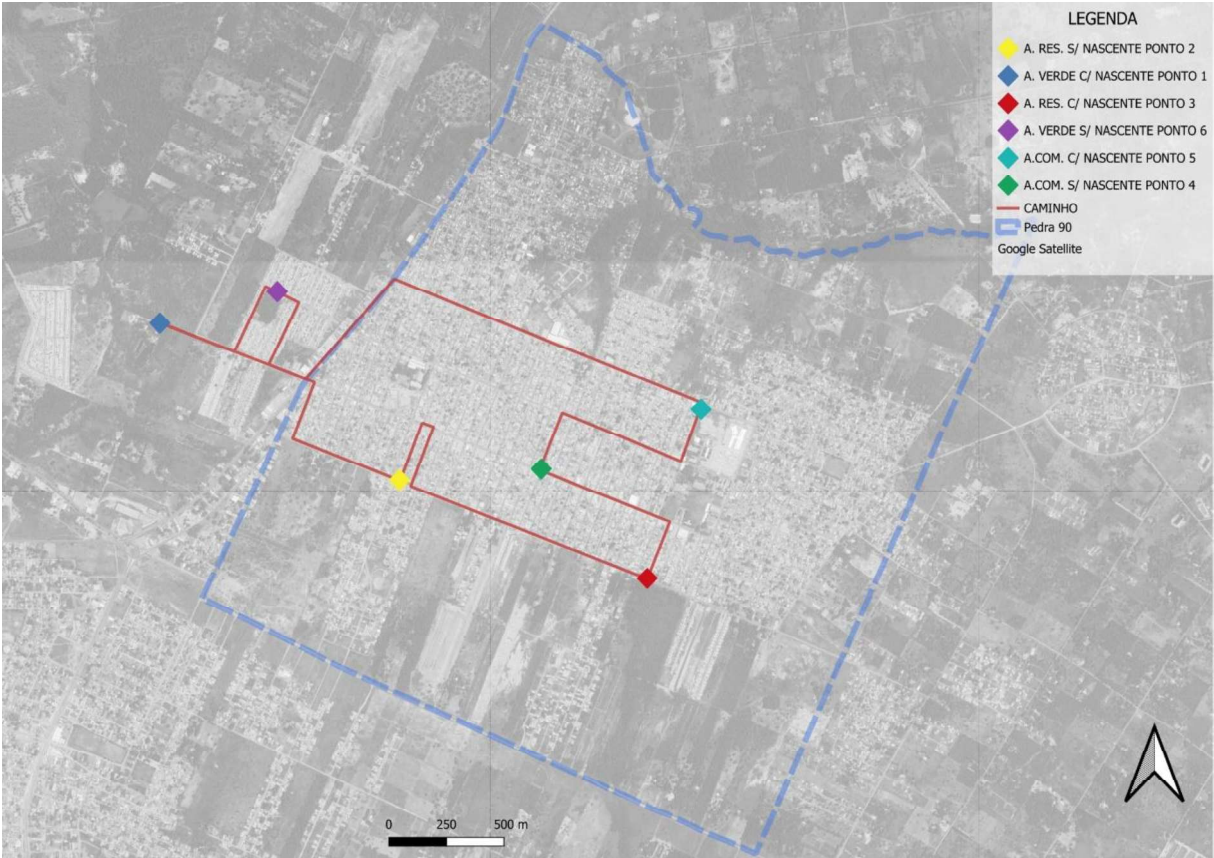


Figura 5 – Mapa do percurso e pontos analisados

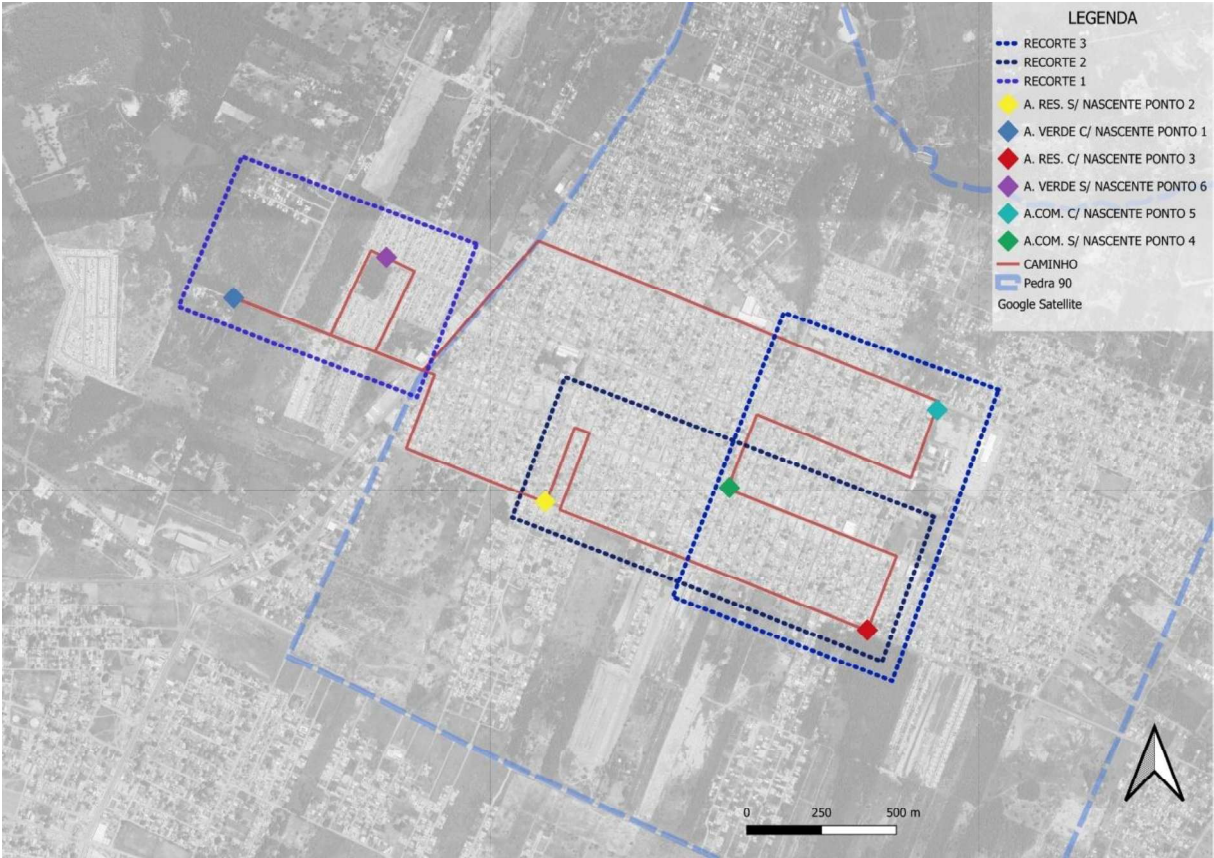


Figura 6 – Mapa do percurso e pontos analisados com recortes

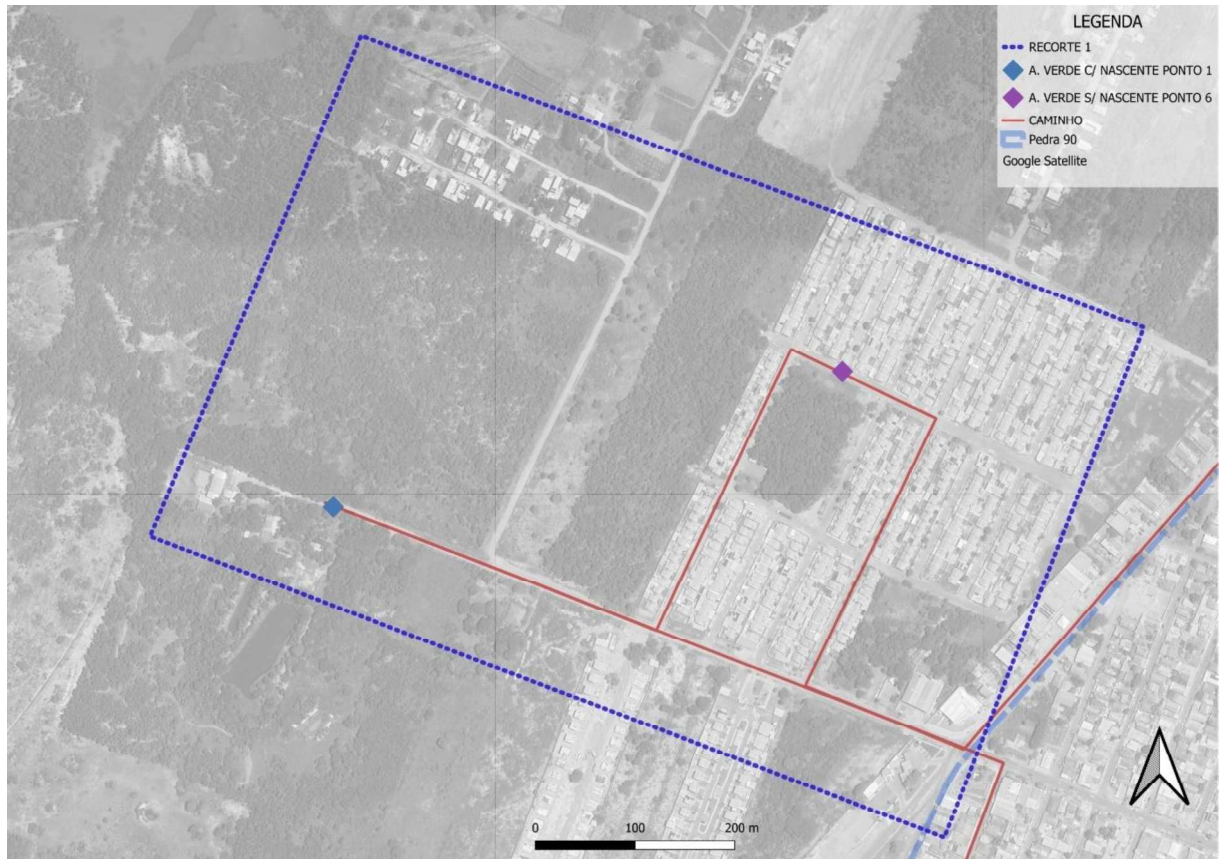


Figura 7 – Recorte 1

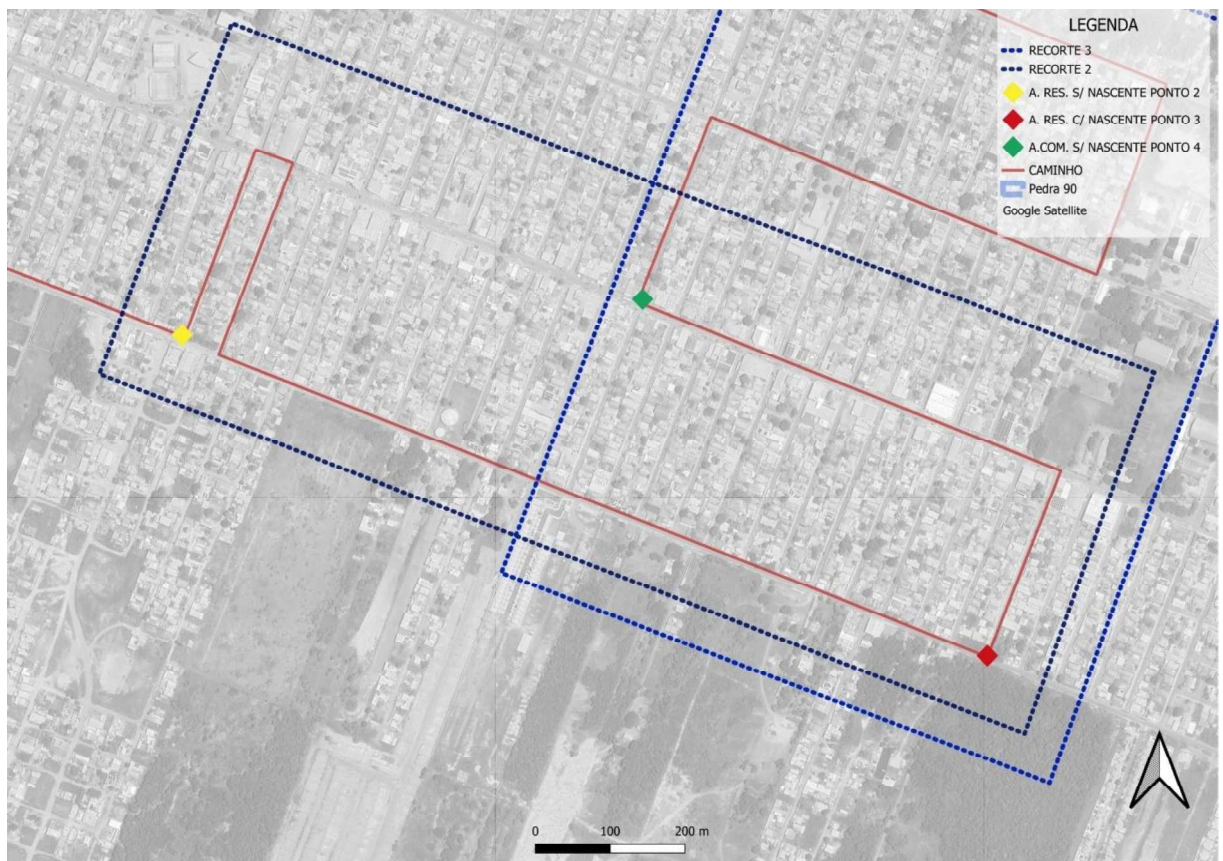


Figura 8 – Recorte 2

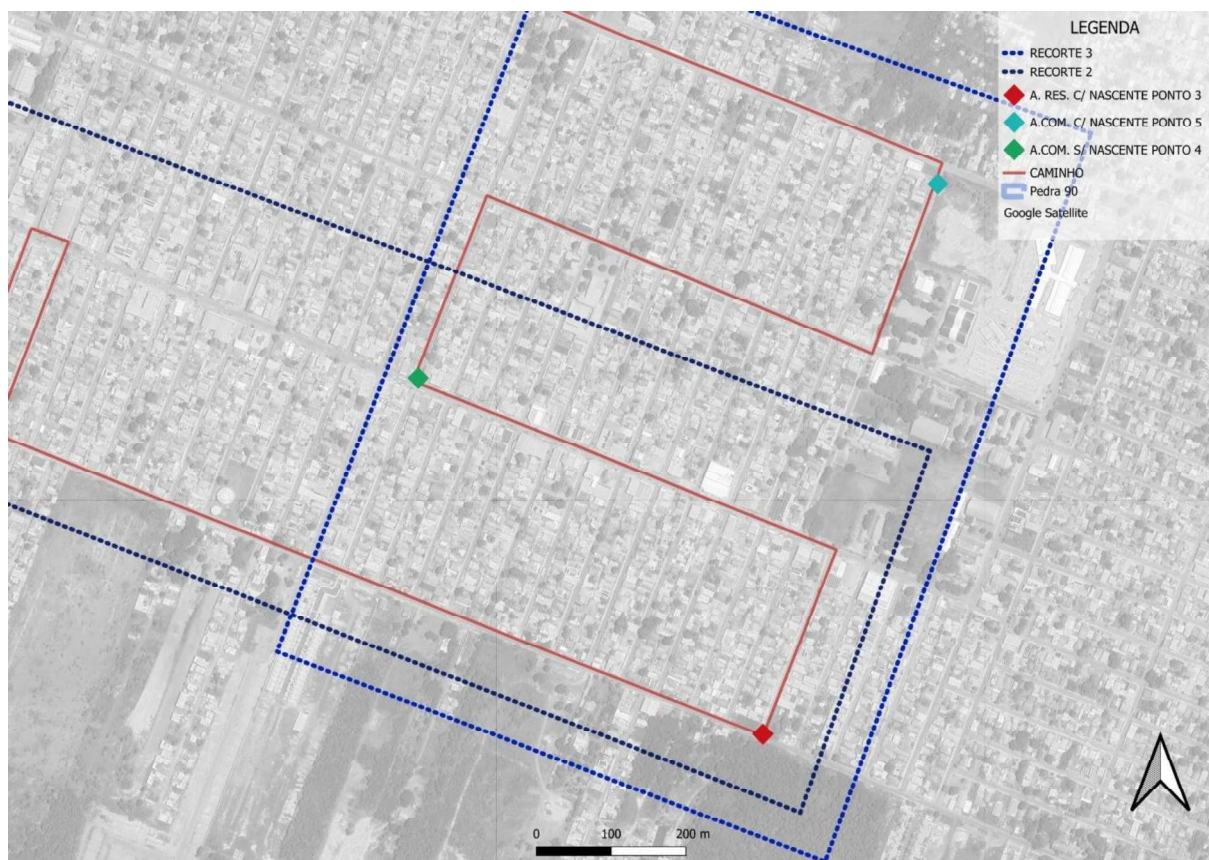


Figura 9 – Recorte 3

Os locais de coleta assim especificados foram os seguintes:

Ponto 1 – Área verde próxima a nascente:

Área próxima a nascente 107 catalogada pelo projeto “Água para o futuro” – Local de área rural com um caminho de terra ladeado por vegetação densa e árvores altas. A primeira foto é uma entrada fechada por um portão de ferro vermelho com um aviso de “Pare” e algumas placas de sinalização, no qual é uma propriedade privada. Árvores e plantas nativas crescem ao redor, conferindo ao local um aspecto natural e bem arborizado. A segunda imagem oferece uma visão panorâmica da estrada de terra, mostrando a vegetação nativa nas margens e uma paisagem de árvores de diferentes tamanhos, algumas com folhagem densa e outras com galhos secos, indicando uma variação no tipo de vegetação e nas condições climáticas do local.



Figura 10 – Vista 1 – Ponto 1 Área verde com nascente



Figura 11 – Vista 2 – Ponto 1 Área verde com nascente

Ponto 2 – Área residencial sem nascente:

A primeira imagem o bairro com característica residencial. À esquerda, há um muro de tijolos expostos e um portão de metal vermelho que cerca uma residência com algumas plantas e uma palmeira. No centro, um prédio azul grande se destaca, sendo uma loja de materiais de construção, com materiais empilhados na frente. À direita, uma construção mais simples, pintada de branco, exibe anúncios de aluguel (kitnet) e está equipada com portões de ferro e um pequeno acesso com escada externa. Fios e postes de eletricidade marcam a paisagem, e o chão de terra e as calçadas irregulares refletem características de uma área periférica.

Já na segunda imagem, mostra a rua do outro lado, também com característica residencial com casas simples e muros, algumas construídas com tijolos aparentes e outras pintadas de branco. Fios de eletricidade estão visíveis ao longo da rua, e alguns carros estão estacionados em frente às casas. A via é asfaltada e está em uma área menos central do bairro, onde a infraestrutura é básica, com calçadas estreitas e sem muitos detalhes de paisagismo.



Figura 12 – Vista 1 – Ponto 2 Área residencial sem nascente



Figura 13 – Vista 2 – Ponto 2 Área residencial sem nascente

Na primeira imagem, vemos a rua curva, cercada por vegetação densa à esquerda (próxima ao local da nascente) e algumas áreas com lixo e mato alto à direita, indicando falta de manutenção.

Na segunda imagem, a perspectiva é do lado oposto da rua. À esquerda, há muros e fachadas de residências típicas do bairro. À direita, observamos uma casa rodeada por árvores, onde está catalogada uma nascente em seu interior, catalogada como a nascente 93 do projeto “Água para o futuro”. A presença da vegetação e da nascente reflete a interação entre a ocupação residencial e elementos naturais, característica importante para o contexto do trabalho.



Figura 14 – Vista 1 – Ponto 3 Área residencial com nascente



Figura 15 – Vista 2 – Ponto 3 Área residencial com nascente

Ponto 4 – Área comercial com nascente:

As duas imagens mostram a rua escolhida do bairro com casas e comércios simples. O local tem uma particularidade residencial misturado com pequenas lojas no entorno. A via é estreita e sem sinalização vertical. As calçadas são irregulares, com diferentes níveis e materiais, variando entre concreto bruto e pisos simples. Algumas construções são de alvenaria sem acabamento refinado, e há portões metálicos e muros altos, mas com gabarito baixo. Em uma das imagens, é possível ver estabelecimentos comerciais, como uma loja de roupas e uma fachada azul de outro comércio, que foi uma das características escolhidas para a definição dos locais de coleta.



Figura 16 – Vista 1 – Ponto 4 Área comercial sem nascente



Figura 17 – Vista 2 – Ponto 4 Área comercial sem nascente

Ponto 5 – Área comercial com nascente: Na primeira imagem, há uma rua retílinea em que do lado direito há edificações residenciais, enquanto do lado esquerdo há certa vegetação preservada. Essa vegetação é uma área ao redor da nascente.

Na continuação da foto, do lado oposto da rua, nota-se a grade com a placa da PRAD (Plano de Recuperação de Área Degradada) sinalizando a presença de nascente. Ao final da rua, na perpendicular há uma avenida com a presença de estabelecimentos comerciais



Figura 18 – Vista 1 – Ponto 5 Área comercial com nascente



Figura 19 – Vista 2 – Ponto 5 Área comercial com nascente

Ponto 6 – Área verde sem nascente

A imagem mostra a rua asphaltada ao lado de um terreno com vegetação densa e bem presente. Há postes de energia com fiação aérea e iluminação pública. A calçada é quase inexistente, com o solo irregular e sinais de erosão próximos ao meio-fio.

O terreno apresenta mato alto, árvores e arbustos misturados, sugerindo um espaço abandonado ou sem uso definido. Há lixo espalhado e pneus dispostos no chão, no qual possivelmente essa área é usada para descarte de resíduos.

:



Figura 20 – Vista 1 – Ponto 6 Área verde sem nascente



Figura 21 – Vista 2 – Ponto 6 Área verde sem nascente

3.4 Cálculo do Índice de Calor (IC)

O Índice de Calor (IC) é uma medida fundamental para avaliar o impacto combinado da temperatura do ar e da umidade relativa na sensação térmica percebida pelo corpo humano. Esse índice é calculado por meio de uma fórmula a que integra múltiplas variáveis, incluindo a temperatura em graus Celsius ou Fahrenheit e a umidade relativa expressa em percentual. Essa equação considera interações entre esses fatores e como o corpo humano consegue dissipar calor através da transpiração, que é significativamente afetada pela umidade do ar.

Classificação	Nível de Alerta	Índice de Calor (IC)		Síndrome de calor (sintomas)
		°F	°C	
AA	Ausência de alerta	< 80	< 27	Não há problemas.
C	Cautela	80 – 90	27 – 32	Possível fadiga em casos de exposição prolongada e atividade física.
CE	Cautela extrema	90 – 105	32 – 41	Possível câibras, insolação e esgotamento por exposições prolongadas e atividade física.
P	Perigo	105 – 130	41 – 54	Câibras, insolação e esgotamento provável. Possibilidade de dano cerebral (AVC) devido exposições prolongadas com atividades físicas.
PE	Perigo extremo	> 130	> 54	Insolação ou ação e risco de Acidente Vascular cerebral (AVC) iminente.

Figura 22 - Nível de alerta e descrição de possíveis consequências fisiológicas ao corpo humano conforme o IC.

Fonte: SILVA (2020).

A importância do IC reside em sua capacidade de fornecer alertas precisos sobre condições climáticas adversas, permitindo a adoção de medidas preventivas, como a adequação

de atividades ao ar livre, o aumento da hidratação e o uso de vestuário apropriado. Em contextos urbanos, onde o efeito de ilhas de calor é acentuado pela concentração de superfícies asfálticas e edifícios, o IC tende a ser mais elevado devido à retenção de calor e à redução da circulação de ar. Por outro lado, em áreas com baixa vegetação, a ausência de sombra e a menor transpiração das plantas contribuem para o aumento da temperatura percebida, agravando os riscos à saúde. Em contraste, locais com maior cobertura vegetal ou presença de corpos d'água, como lagos ou rios, podem apresentar um IC mais ameno, uma vez que a evapotranspiração e a evaporação da água auxiliam no resfriamento do microclima.

Em situações de temperaturas elevadas e umidade baixa, os riscos de desidratação e queimaduras solares são significativos. Por outro lado, em ambientes urbanizados, a combinação de calor, poluição e concentração de superfícies impermeáveis pode elevar o IC a níveis alarmantes, sendo necessário outras formas de diminuir a mitigação do IC. A presença de leitos de água, como nascentes, rios ou lagos, demonstra ser uma boa estratégia para diminuir IC, pois a evaporação contínua desses corpos d'água reduz a temperatura ambiente e melhora as condições térmicas locais.

Para o cálculo do IC nos pontos definidos, usou-se a seguinte fórmula segundo STEADMAN (1979):

$$IC = -42,379 + 2,04901523 \cdot T + 10,14333127 \cdot UR - 0,22475541 \cdot T \cdot UR - 6,83783 \cdot 10^{-3} \cdot T^2$$

Onde:

IC = Índice de Calor (em °F, pois essa versão usa temperatura em Fahrenheit)

T = Temperatura do ar (em °F)

UR = Umidade Relativa do ar

Os valores em graus Fahrenheit foram convertidos para graus Celsius para interpretação dos dados de acordo com os valores utilizados no Brasil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Apresentação e Análise de Resultados

Em outubro de 2024, foram realizadas medições diárias da temperatura do ar e da umidade relativa no período matutino e vespertino, entre 08h e 08:54h e 14h e 14:54h. Foram totalizadas 210 medições no período de 15 dias, o que permitiu uma avaliação do

comportamento térmico nesse intervalo. A partir disso, foi feita a média de cada dia durante os períodos, de temperatura e umidade respectivamente.

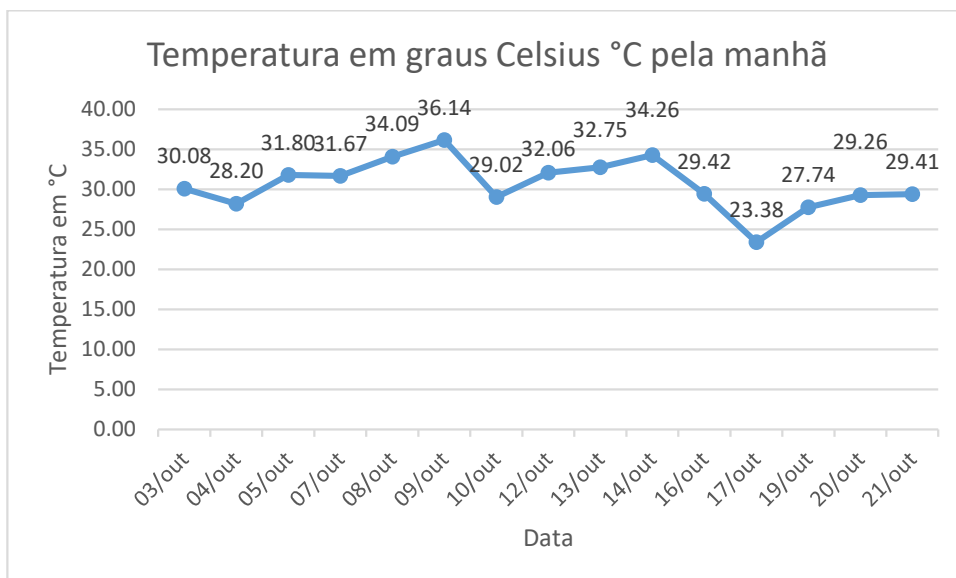


Figura 23 – Temperatura em graus Celsius (°C) pela manhã

Fonte: Autor

Os dados apresentam análises o comportamento térmico matutino durante o período proposto. O dia mais quente foi 09/out, com uma de 36,14°C, enquanto o mais frio foi 17/out, marcando 23,38°C. Essa diferença de 12,76°C entre os deve-se às variações nos níveis de umidade relativa do ar durante o período analisado. Observando a distribuição das temperaturas, nota-se que sete dos quinze dias (quase metade do período) apresentaram médias acima de 32°C, com destaque para os dias 08/out e 09/out, que superaram os 34°C.

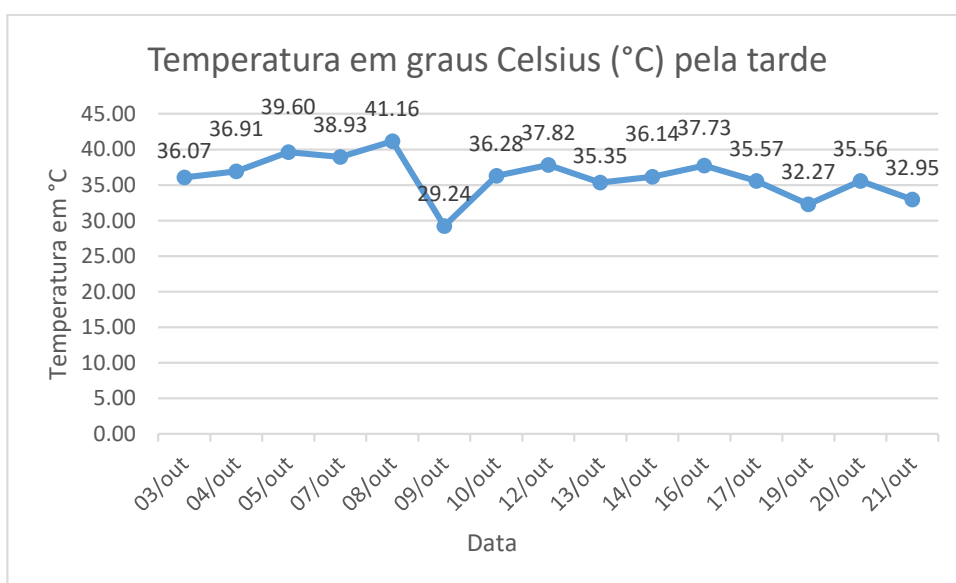


Figura 24 – Temperatura em graus Celsius (°C) pela tarde

Fonte: Autor

Os dados de temperatura no período da tarde mostram um padrão climático entre os dias 03 e 21 de outubro. O dia mais quente foi 08/out, quando os termômetros marcaram $41,16^{\circ}\text{C}$, enquanto o dia 09/out apresentou a temperatura mais amena, com $29,24^{\circ}\text{C}$ - uma diferença de quase 12 graus entre os extremos.

A maioria dos dias (11 em 15) registrou temperaturas acima de 35°C , sendo que sete deles ultrapassaram os 36°C . Esse padrão mostra que as tardes foram predominantemente quentes durante o período analisado. Os dias 05 a 08/out formaram uma sequência particularmente quente, com médias entre $38,93^{\circ}\text{C}$ e $41,16^{\circ}\text{C}$.

Em contraste, apenas três dias ficaram abaixo dos 33°C : 09/out ($29,24^{\circ}\text{C}$), 19/out ($32,27^{\circ}\text{C}$) e 21/out ($32,95^{\circ}\text{C}$). O caso do dia 09/out chama particular atenção por ser o mais frio e por apresentar uma diferença marcante em relação à temperatura matinal do mesmo dia, que havia sido a mais alta do período ($36,14^{\circ}\text{C}$).

Comparando com os dados matinais, observa-se que as tardes foram em média 6°C mais quentes, embora com menor variação entre os dias extremos ($11,92^{\circ}\text{C}$ contra $12,76^{\circ}\text{C}$ da manhã).

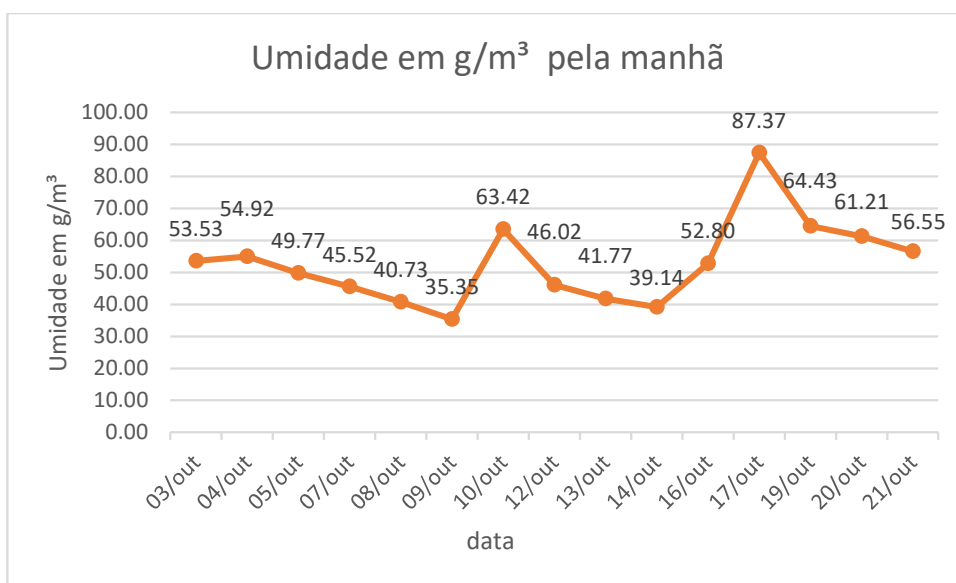


Figura 25 – Umidade em g/m^3 pela manhã

Fonte: Autor

Os dados de umidade relativa do ar (em g/m^3) durante as manhãs do período analisado revelam variações significativas. O dia 17/out destacou-se com a maior umidade registrada ($87,37 \text{ g/m}^3$), valor consideravelmente elevado que provavelmente associado a condições atmosféricas específicas, como precipitação recente. Em contraste, o dia 09/out apresentou a

menor umidade do período (35,35 g/m³), condição típica de massas de ar mais secas, características do mês do ano analisado.

Observa-se que a maioria dos dias (9 em 15) manteve a umidade entre 40 e 65 g/m³, faixa considerada moderada para o período matutino. Cinco dias ficaram acima deste intervalo (com destaque para 10/out, 17/out e 19/out), enquanto apenas um dia (09/out) ficou abaixo dos 40 g/m³.

Os dias com menor umidade (como 08/out e 09/out) coincidem com alguns dos dias mais quentes do período, demonstrando a relação inversa esperada entre temperatura e umidade relativa do ar. Por outro lado, o dia 17/out, que teve a maior umidade, foi justamente o que registrou a temperatura matinal mais baixa (23,38°C).

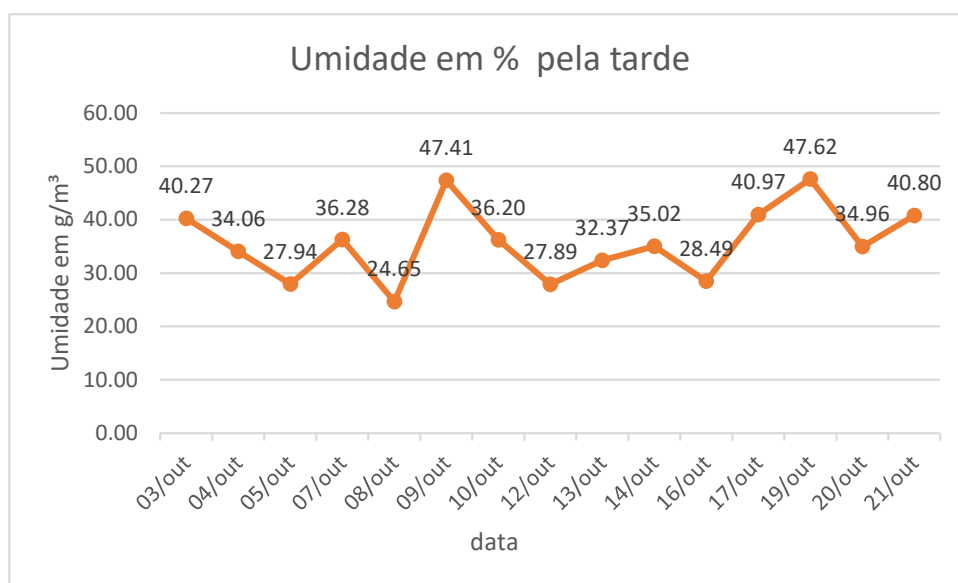


Figura 26 – Umidade em % pela tarde.

Fonte: Autor

Os dados de umidade relativa do ar no período da tarde revelam padrões distintos em comparação com as medições matutinas. O dia 19/out apresentou a maior umidade vespertina (47,62%), enquanto o 08/out registrou o valor mais baixo (24,65%), marcando uma diferença de 22,97% entre os extremos.

Dois dias se destacam por valores atípicos: 09/out e 19/out, ambos com umidade acima de 47 %, devido à dias de chuva. Por outro lado, os dias 05/out, 08/out e 12/out apresentaram os menores índices, todos abaixo de 28%, característicos de massas de ar mais secas.

A análise comparativa com os dados de temperatura mostra uma relação inversa consistente: os dias com menor umidade (como 08/out) coincidem com as temperaturas mais elevadas (41,16°C), enquanto os dias mais úmidos (como 19/out) apresentaram temperaturas

mais amenas (32,27°C). Esse padrão confirma a dinâmica esperada entre essas variáveis meteorológicas.

Para análise de IC entre os pontos de área verde sem nascente e com nascente, se tirou as seguintes informações.

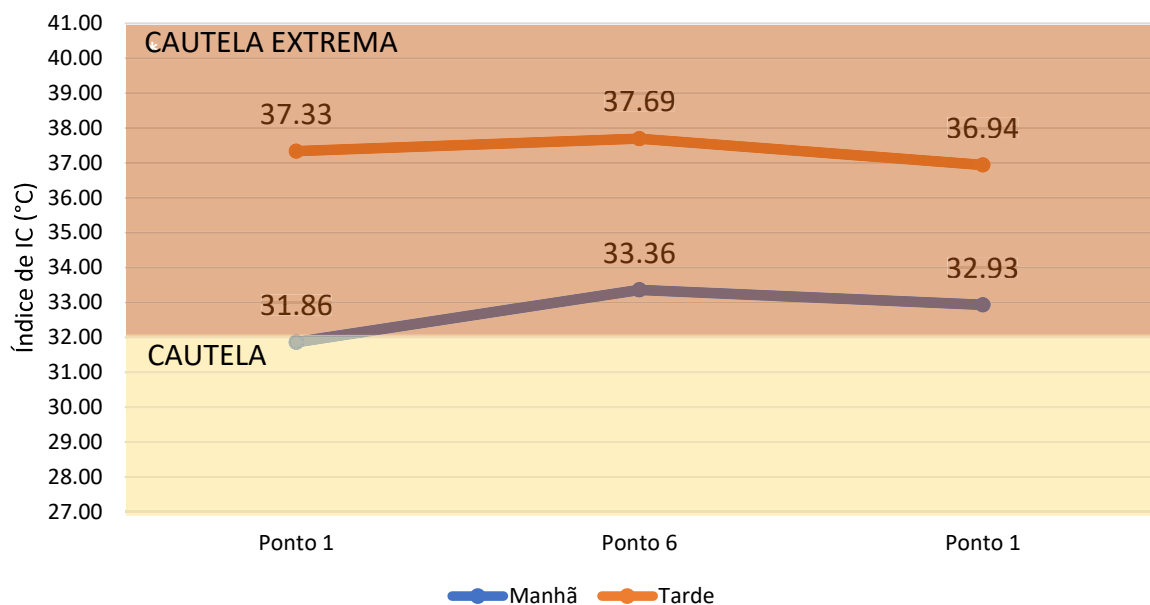


Figura 27 – Gráfico de IC nos pontos 1 e 6.

Fonte: Autor

Os dados coletados revelam diferenças marcantes no conforto térmico entre as duas áreas analisadas durante o período matutino. Pela manhã, nota-se que a área com nascente apresentou um Índice de Calor (IC) de 31,86°C às 8h, classificada como "Cautela", enquanto a área sem nascente registrou 33,36°C às 8h48, já enquadrada como "Cautela Extrema". Diferença de 1,5°C entre os locais. À medida que a manhã avança, no final do percurso, o efeito da nascente se mostrou limitado. No período das 8h54, mesmo a área com nascente atingiu 32,93°C, alcançando também o nível de "Cautela Extrema". Esse padrão demonstra que, embora a presença de água tenha um efeito moderador inicial, o aquecimento progressivo da manhã acaba equalizando as condições entre as duas áreas.

Já os dados do período da tarde revelam condições térmicas mais críticas em comparação com as manhãs, com ambos os locais apresentando índices de calor na faixa de "Cautela Extrema" durante todo o período monitorado. Às 14h, a área com nascente registrou 37,33°C, enquanto a área sem nascente atingiu 37,69°C às 14h48 - uma diferença relativamente pequena (0,36°C) que, no entanto, mantém ambas as áreas no mesmo nível de alerta.

O horário das 14h54 mostra um alívio discreto na área com nascente (36,94°C), porém ainda dentro da classificação de risco.

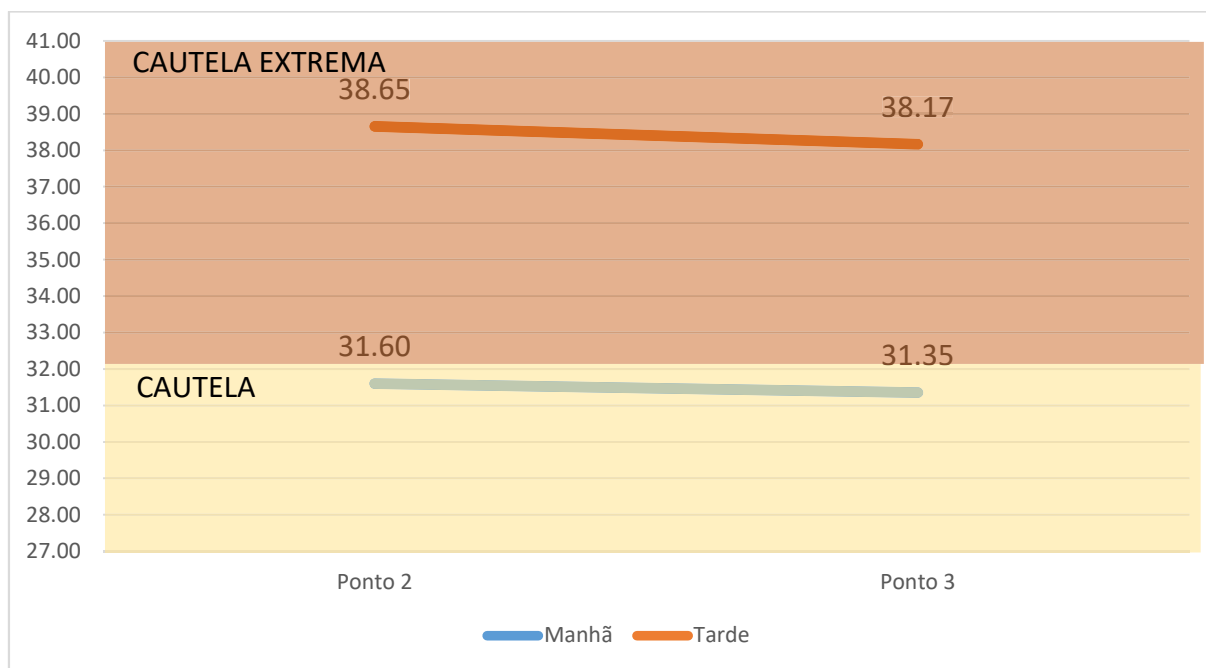


Figura 28 – Gráfico de IC em °C nos pontos 2 e 3.

Fonte: Autor

Para a coleta nas áreas residenciais revelam condições térmicas muito similares entre os locais com e sem nascente durante a manhã. Às 8h10, a área residencial sem nascente registrou um índice de calor de 31,60°C, enquanto às 8h18 a área com nascente apresentou 31,35°C.

Ambas as medições se enquadram na categoria "Cautela" (27°C -32°C), indicando risco de fadiga em casos de exposição prolongada e atividade física. A pequena diferença observada sugere que, em contexto residencial, o efeito moderador da nascente é menos pronunciado do que em áreas verdes mais amplas, possivelmente devido a fatores urbanos como maior densidade de construções, predominância de superfícies pavimentadas e menor extensão de vegetação.

Os dados coletados à tarde mostram condições térmicas significativamente mais críticas nas áreas residenciais em comparação com o período matutino. A área sem nascente registrou 38,65°C às 14h10, enquanto a área com nascente apresentou 38,17°C às 14h18 - ambos valores classificados como "Cautela Extrema".

A diferença de 0,48°C entre os locais, embora pequena, revela que mesmo em áreas residenciais a presença de uma nascente exerce algum efeito moderador sobre as condições térmicas.

O período vespertino apresentou índices cerca de 7°C mais elevados que os registrados pela manhã, demonstrando como o acúmulo de calor ao longo do dia intensifica os riscos térmicos em ambientes urbanos. A leve ampliação da diferença entre as áreas com e sem nascente (de 0,25°C pela manhã para 0,48°C à tarde) sugere que o efeito da água se torna um pouco mais perceptível nas horas mais quentes do dia.

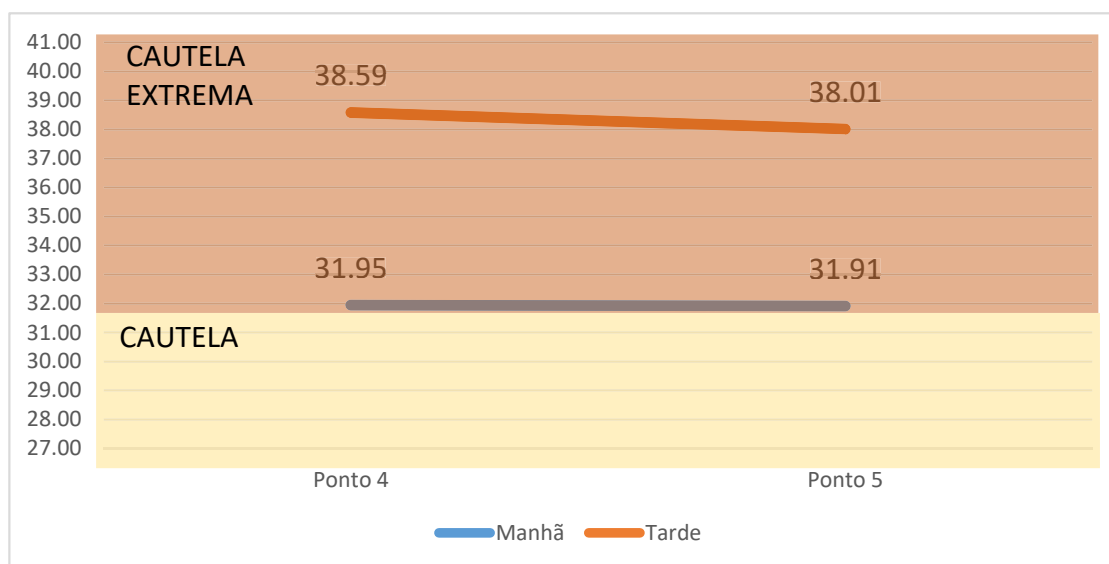


Figura 29 – Gráfico de IC em °C nos pontos 4 e 5.

Fonte: Autor

Com os dados das áreas comerciais revelam uma situação tanto preocupante quanto ao conforto térmico no período da manhã. Na área comercial sem nascente, registrou-se um índice de calor de 31,95°C às 8h26, enquanto a área com nascente apresentou 31,91°C às 8h35. Ambos os valores se enquadram na categoria "Cautela", indicando risco de fadiga durante atividades prolongadas.

A diferença mínima de apenas 0,04°C entre os dois ambientes demonstra que, no contexto comercial urbano, no período da manhã, a presença de nascentes pouco efeito na regulação térmica.

Pela tarde nas áreas comerciais revelam uma situação térmica crítica, com ambos os locais apresentando índices de calor classificados como "Cautela Extrema". A área comercial sem nascente atingiu 38,59°C às 14h26, enquanto a área com nascente registrou 38,01°C às 14h35. Embora a diferença de 0,58°C entre os locais seja relativamente pequena, ela demonstra que mesmo em ambientes comerciais urbanizados a presença de uma nascente pode exercer um discreto efeito moderador sobre as condições térmicas.

A análise comparativa mostra que, enquanto no período matutino a diferença entre áreas com e sem nascente foi insignificante (apenas 0,04°C), à tarde essa diferença se ampliou para 0,58°C. Isso sugere que o efeito moderador da água se torna um pouco mais perceptível justamente nas horas mais quentes do dia.

Tabela 3 - Valores estimados de IC em °C e classificação do nível de alerta

Índice de Calor de Steadman - IC (°C)			
Horário	Local	Média dos 15 dias	NA
08:00	1 - Área verde com nascente	31,86	CAUTELA
08:10	2 - Área residencial sem nascente	31,60	CAUTELA
08:18	3 - Área residencial com nascente	31,35	CAUTELA
08:26	4 - Área comercial sem nascente	31,95	CAUTELA
08:35	5 - Área comercial com nascente	31,91	CAUTELA
08:48	6 - Área verde sem nascente	33,36	CAUTELA EXTREMA
08:54	1 - Área verde com nascente	32,93	CAUTELA EXTREMA
14:00	1 - Área verde com nascente	37,33	CAUTELA EXTREMA
14:10	2 - Área residencial sem nascente	38,65	CAUTELA EXTREMA
14:18	3 - Área residencial com nascente	38,17	CAUTELA EXTREMA
14:26	4 - Área comercial sem nascente	38,59	CAUTELA EXTREMA
14:35	5 - Área comercial com nascente	38,01	CAUTELA EXTREMA
14:48	6 - Área verde sem nascente	37,69	CAUTELA EXTREMA
14:54	1 - Área verde com nascente	36,94	CAUTELA EXTREMA

Legenda: NA = Nível de alerta de possíveis consequências fisiológicas ao corpo humano, representadas pelas siglas: AA (ausência de alerta), C (cautela), CE (cautela extrema), P(perigo), PE (perigo extremo).

Os dados coletados no geral, revelam padrões claros e preocupantes sobre as condições térmicas nos diversos ambientes analisados. Durante o período matutino, observa-se que as áreas verdes com nascente se mantiveram na faixa de Cautela até as 8h54, quando atingiram "Cautela Extrema". Já as áreas verdes sem nascente alcançaram esse patamar mais cedo, às 8h48, demonstrando o efeito moderador da presença de água. Nas áreas residenciais e comerciais, os índices permaneceram em "Cautela" pela manhã, com diferenças mínimas entre locais com e sem nascente (0,25°C e 0,04°C respectivamente), indicando que o efeito das nascentes é mais limitado em ambientes urbanizados.

O período vespertino apresentou condições mais críticas, com todos os locais registrando "Cautela Extrema". As áreas residenciais sem nascente atingiram os valores mais altos (38,65°C às 14h10), enquanto as áreas verdes com nascente mostraram os menores índices (36,94°C às 14h54).

A análise comparativa revela que:

Áreas verdes apresentam melhor desempenho térmico, especialmente quando possuem nascentes.

Áreas residenciais mostram moderado efeito das nascentes (diferença de $0,48^{\circ}\text{C}$).

Áreas comerciais têm o menor benefício das nascentes (diferença de $0,58^{\circ}\text{C}$).

Estes resultados demonstram que a urbanização intensifica os efeitos do calor, reduzindo a eficácia das soluções naturais de climatização. A presença de nascentes mostra-se mais eficaz em áreas verdes, onde pode proporcionar diferenças de até $1,5^{\circ}\text{C}$, enquanto em áreas urbanizadas seu efeito é limitado a menos de $0,6^{\circ}\text{C}$. Isso reforça a necessidade de políticas urbanas que combinem a preservação de elementos naturais com outras estratégias de mitigação do calor, especialmente em áreas comerciais e residenciais densas, onde os riscos à saúde são mais acentuados durante os períodos mais quentes do dia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados térmicos e de umidade relativa do ar coletados em outubro de 2024 revelou padrões preocupantes que demandam atenção. O estudo demonstrou como as condições microclimáticas variam significativamente entre diferentes ambientes urbanos, com impactos diretos na saúde e no bem-estar da população.

Os resultados evidenciaram riscos ambientais graves, particularmente no período vespertino, quando os índices de calor frequentemente atingiram níveis de "Cautela Extrema" e até "Perigo". Essas condições térmicas adversas representam ameaças concretas à saúde pública, incluindo risco aumentado de desidratação, esgotamento por calor, insolação e, em casos extremos, até danos neurológicos. A situação é agravada pela baixa umidade relativa do ar, que pode chegar a níveis críticos, especialmente em áreas densamente urbanizadas.

A análise comparativa entre áreas com e sem nascentes mostrou que a presença de corpos d'água tem um efeito moderador significativo, porém limitado, sobre as condições térmicas, demonstrando como a urbanização intensifica os efeitos do calor e reduz a eficácia das soluções naturais de climatização.

Para enfrentar esses desafios, propõe-se um conjunto integrado de estratégias de mitigação como, criação de parques urbanos e preservação/recuperação de nascentes e corpos d'água, adoção de paredes vegetadas e materiais refletores em edificações, especialmente em áreas comerciais densas, zoneamento que considere variáveis microclimáticas e criação de áreas de sombreamento em vias públicas e espaços de convivência.

A implementação dessas medidas, de forma integrada e progressiva, tem o potencial de transformar significativamente o microclima urbano, reduzindo os índices de calor para patamares mais seguros e melhorando a qualidade de vida nas cidades

Conclui-se que a criação de ambientes urbanos saudáveis e resilientes às mudanças climáticas requer uma abordagem multidisciplinar que combine conhecimento científico, políticas públicas eficazes e participação comunitária. A preservação e ampliação das áreas verdes e dos corpos d'água representam um investimento em saúde pública e qualidade de vida para a população.

REFERÊNCIAS

AQUINO, Adejá de. **Habitação Popular: a penúria da moradia na periferia urbana (Notas sobre regularização fundiária)**. Cuiabá: EdUFMT, 2009. 217p

ANTONINI, JC Dos A. et al. **Modelo de estimativa da temperatura média diária do ar no Estado de Goiás**. 2010.

AYOADE, Johnson Olaniyi. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

AZEVEDO, Aroldo de. **Cuiabá: Estudo de Geografia Urbana**. São Paulo: Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros, v. VII, tomo II, 1957.

BITTENCOURT, Luis Fabian; BATISTA, Getulio; DE SOUZA CATELANI, Celso. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo de ocupação de solo de mata ciliar do rio Paraíba do Sul no município de Caçapava**. 2006.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **(Re) produção do espaço urbano: o caso de Cotia**. 1986. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano. Série Princípios**. Editora Ática. 3a. ed. , n. 174, 1995.

CUIABÁ. Prefeitura. **Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá**. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano-IPDU (org. por Adriana Bussiki Santos). Cuiabá: Entrelinhas, 2008.

DE DEAR, Richard J.; BRAGER, Gail S. **Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55**. *Energy and Buildings*, v. 34, n. 6, p. 1.000-1.009, 2002.

DE MOURA SANTOS, Flávia Maria et al. **Análise do clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil por meio de transectos móveis**. Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo, n. 11, p. 45-54, 2014.

DE MOURA SANTOS, Flávia Maria. **Clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil: ocupação do solo e suas influências**. Revista Monografias Ambientais, v. 12, n. 12, 2013.

DE SIQUEIRA PINTO, Josefa Eliane Santana. "MECANISMOS DA CIRCULAÇÃO E DO EQUILÍBRIO DO AR."

ENGBRETSSEN, K. A. et al. **The effect of environmental humidity and temperature on skin barrier function and dermatitis**. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, v. 30, n. 2, p. 223-249, 2016.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. Studio Nobel, 2006.

GIVONI, Baruch. **Climate considerations in building and urban design**. John Wiley & Sons, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censos demográficos do IBGE (1872-2022)**, Cuiabá.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia . **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Estações Convencionais. Disponível em: < <https://mapas.inmet.gov.br/#> > Acesso em: 10 de mar. 2025.

JUSTI, A. C. A. **Avaliação Microclimática e de Conforto Térmico em Parques Urbanos com Corpos Hídricos na Cidade de Cuiabá-MT. 2021**. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Eneir; PAPST, Ana L. **Desempenho térmico de edificações**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

LOGSDON, Louise. CAMPOS, Daniel. BOAS, Catharine Vilas. MONTEIRO, Daniel. **Políticas públicas e a produção habitacional no Brasil e em Mato Grosso**. 3º Congresso Internacional Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social. Porto Alegre, de 28 a 30 de abril de 2014.

MCINTYRE, D. A. **Preferred Air Speed for Comfort in Warm Conditions**. ASHRAE Trans, v. 84, n. 2, p. 264-277, 1978.

MORAIS, J. D. M. **Análise exploratória de diferenças de conforto térmico entre dois padrões de ocupação urbana representados por ocupação espontânea e por ocupação planejada**. 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

MONTEIRO, C. A. D. F. (1975). **Teoria e clima urbano**.

NETO, Ronan Cardoso Naves; CARDOSO, Marina Araújo Campos; DA SILVEIRA, Sebastião Sérgio. **A Ocupação das Cidades e a Proteção ao Meio Ambiente**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Processo Coletivo e Cidadania. 2022. p. 490-504.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo, SP: Agronômica Ceres 1981. 440 p.

OKE, Timothy R. **Boundary layer climates**. Routledge, 2002.

PARSONS, Ken. **Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance**. CRC press, 2007.

SALGADO, Rodrigo Oliveira. **Regulação econômica do espaço urbano e apropriação do excedente**. Brasil, Editora Contracorrente, 2022.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: HUCITEC, 1993a.

SANTOS, Paulo Ferreira. **Formação de cidades no Brasil colonial**. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 2001.

SILVA, Geovany; ROMERO, Marta. **Sustentabilidade urbana aplicada: Análise dos processos de dispersão, densidade e uso e ocupação do solo para a cidade de Cuiabá, Estado de Mato Grosso, Brasil**. EURE (Santiago), v. 41, n. 122, p. 209-237, 2015.

SILVA, R. G. da. **Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos**. Engenharia Agrícola, v. 26, n. 1, p. 268-281, 2006.

SILVA, Roberta Daniela de Souza Lauxen. **Qualidade ambiental em veículo automotor da frota do transporte público coletivo no município de Cuiabá-MT**. 2020.

STEADMAN, R. G. **The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science**. Journal of applied meteorology, v. 18, n. 7, p. 861-873, 1979.

Uter W, Gefeller O, Schwanitz HJ. **An epidemiological study of the influence of season (cold and dry air) on the occurrence of irritant skin changes of the hands**. Br J Dermatol. 1998;138(2):266-72.

VASCONCELOS, Laura Cristina da Silva; FERREIRA, Zorene de Marillac; FERREIRA, Josiane Gonzaga; **A Moradia Na Periferia Urbana: Um Estudo Sobre O Pedra 90**. G. Ciências Humanas - 4. Geografia - 1. Geografia Humana.

VAREJÃO, M. A. (2006). **Meteorologia e climatologia**. Versão digital, 2, 463.

VITÓRIO, Gilberto Duarte; DE CARLI MARTINS, Edison Antônio. **Vítimas de Homicídio na Periferia de Cuiabá-MT**. Homens do Mato-Revista Científica de Pesquisa em Segurança Pública, v. 17, n. 2, 2017.