

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



ANÁLISE DO CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO  
DA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG

IGOR ANTÔNIO SILVA

Uberlândia-MG  
2017



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO



## **ANÁLISE DO CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO DA CIDADE DE UBERLÂNDIA - MG**

IGOR ANTÔNIO SILVA

Uberlândia/MG  
2017

IGOR ANTÔNIO SILVA

**ANÁLISE DO CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO DA CIDADE DE  
UBERLÂNDIA - MG**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Linha de pesquisa: Análise, Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cezar Mendes.

Uberlândia/MG  
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

S586a Silva, Igor Antônio, 1982-  
2017 Análise do campo termo-higrométrico da cidade de Uberlândia - MG  
[recurso eletrônico] / Igor Antônio Silva. - 2017.

Orientador: Paulo Cezar Mendes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.957>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Geografia. 2. Hidrometria - Uberlândia (MG). 3. Paisagem urbana  
- Uberlândia (MG) - Clima. 4. Uberlândia (MG) - Clima. I. Mendes,  
Paulo Cezar (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa  
de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

---

CDU: 910.1

Gerlaine Araújo Silva - CRB-6/1408





UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Programa de Pós-Graduação em Geografia



IGOR ANTÔNIO SILVA

ANÁLISE DO CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO DA CIDADE DE  
UBERLÂNDIA - MG

Professor Dr. Paulo Cesar Mendes - UFU

Professor Dr. Mauro das Graças Mendonça – IFTM

Professor Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira – UFU

Data: 02 / 05 de 2017

Resultado: Aprovado

## AGRADECIMENTOS

Sobretudo a Deus, pela graça da vida e por ter me iluminado na escolha deste curso, com o qual me identifico tanto e estar presente em minha vida desde o dia que nasci até o fim de minha existência.

Agradeço à minha mãe Rosvilma (*in memoriam*) e meu pai Samuel, pelo amor e valores passados através de exemplos e convivência, atitudes de caráter como honestidade, dignidade, fraternidade e perseverança, sempre questionando, buscando e ousando, pessoas especiais que sempre estiveram presentes e me apoiaram durante a minha jornada.

À toda minha família, meus avós Vilma Queiroz e João Neto (*in memoriam*) pelo apoio incondicional, aos meus irmãos Thamara Aline, Otoniel Augusto e Samuel Filho pelo convívio, afeto, paciência e por serem quem são.

À minha esposa Flaviane, por todo amor, carinho, companheirismo, dedicação, por acreditar e me apoiar sempre.

Aos verdadeiros amigos, que estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos companheiros que participaram da execução dos transectos: Lucas Teixeira Mendonça, João Paulo Hordones Faria e Willian Cesar Borges sou grato.

Obrigado, prof. Dr. Paulo Cezar Mendes, pela amizade, esforço, paciência e, principalmente, pela valorosa orientação para execução deste trabalho. Ao prof. Dr. José Waldemar Silva da Faculdade de Matemática (FAMAT/UFU), pela orientação nas análises estatísticas dos dados.

À Universidade Federal de Uberlândia, o Instituto de Geografia, à todos trabalhadores: a direção, corpo docente, administração e limpeza por possibilitar uma excelente formação acadêmica em Bacharelado e Licenciatura.

Ao Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos (LCRH/UFU), espaço no qual pude aprofundar o conhecimento climatológico e desenvolver grande parte deste trabalho. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro, e interesse na execução do projeto.

À todos, sou grato!

## RESUMO

Este trabalho buscou investigar a variação térmica e higrométrica da cidade de Uberlândia-MG e sua relação com diferentes elementos da paisagem urbana. Para tanto, foram realizados transectos móveis no sentido Leste-Oeste e Norte-Sul nas estações de inverno e verão; levantamento de dados meteorológicos provenientes da estação climatológica da Universidade Federal de Uberlândia e revisão bibliográfica pertinente à temática. A análise dos dados demonstrou uma amplitude térmica de até 5,3°C entre o centro e a periferia da cidade Uberlândia no verão e de 4,9°C no inverno. A umidade relativa do ar também apresentou amplitudes significativas ao longo dos transectos, sendo variações máximas de 12% no verão e 16% no inverno. A correlação dos dados termo-higrométricos dos transectos com os elementos da paisagem urbana demonstraram uma grande influência da vegetação do entorno dos pontos de amostragem na redução da temperatura e aumento no percentual de umidade relativa do ar nessas áreas. Ambientes com maiores índices de edificações demonstraram tendência contrária. A topografia não apresentou dados conclusivos sobre sua capacidade de influência na temperatura e umidade do ar.

**Palavras-Chave:** Clima urbano, campo térmico-higrométrico, Uberlândia-MG.

## ABSTRACT

This work sought to investigate the thermal and hygrometric variation of the city of Uberlândia-MG and its relation with different elements of the urban landscape. For this, mobile transects were carried out in the East-West and North-South directions in the winter and summer seasons; survey of meteorological data from the climatological station of the Federal University of Uberlândia and bibliographic review pertinent to the theme. Data analysis showed a thermal amplitude of up to 5.3°C between the center and the periphery of the city of Uberlândia in the summer and of 4.9°C in the winter. Relative air humidity also showed significant amplitudes along the transects, with maximum variations of 12% in summer and 16% in winter. The correlation of the thermohygrometric data of the transects with the elements of the urban landscape showed a great influence of the vegetation around the sampling points in the reduction of temperature and increase in the percentage of relative humidity of the air in these areas. Environments with higher building rates showed a contrary trend. The topography did not present conclusive data on its ability to influence air temperature and humidity.

**Keywords:** Urban climate, thermal-hygrometric field, Uberlândia MG.

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1:</b> Uberlândia (MG) - Localização do município e perímetro urbano, 2017.....	49
<b>Mapa 2:</b> Uberlândia (MG) - Mapa do perímetro urbano 2017.....	62
<b>Mapa 3:</b> Uberlândia (MG) - Mapa de localização dos pontos de coleta de dados, 2017.....	63
<b>Mapa 4:</b> Uberlândia (MG) - Mapa de Altimetria do perímetro urbano, 2017.....	64
<b>Mapa 5:</b> Uberlândia (MG) - Mapa de Declividade do perímetro urbano, 2017.....	66

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Uberlândia (MG) - População residente, por situação do domicílio e sexo 2010.....	51
<b>Tabela 2:</b> Uberlândia (MG) - Índice de Desenvolvimento Humano IDH - 2010.....	51
<b>Tabela 3:</b> Uberlândia (MG) - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 1991 – 2010.....	52
<b>Tabela 4:</b> Uberlândia (MG) - Produto Interno Bruto PIB - 2010 (valor adicionado).....	52
<b>Tabela 5:</b> Uberlândia (MG) - Posição de Uberlândia quanto à arrecadação ranking 2016.....	52
<b>Tabela 6:</b> Uberlândia (MG) - Medidas resumo para temperatura do ar, por categoria de densidade de ocupação em cada horário e p-valores para o teste de Kruskal-Wallis.....	135
<b>Tabela 7:</b> Uberlândia (MG) - Medidas resumo para temperatura do ar, quanto à existência ou não, de praça/parque cada horário e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney.....	136
<b>Tabela 8:</b> Uberlândia (MG) - Medidas resumo para temperatura do ar, ambientes permeável e impermeável em cada horários e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney.....	137
<b>Tabela 9:</b> Uberlândia (MG) - Medidas resumo para temperatura do ar, nos ambientes com e sem mata ciliar em cada horário e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney.....	138
<b>Tabela 10:</b> Uberlândia (MG) - Medidas resumo para umidade relativa do ar, por categoria de densidade de ocupação em cada horário e p-valores para o teste de Kruskal-Wallis.....	139
<b>Tabela 11:</b> Uberlândia (MG) - Medidas resumo para umidade relativa do ar, quanto à existência ou não, de praça/parque cada horário e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney.....	140
<b>Tabela 12:</b> Uberlândia (MG) - Medidas resumo para umidade relativa do ar, ambientes permeável e impermeável em cada horários e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney.....	142
<b>Tabela 13:</b> Uberlândia (MG) - Medidas resumo para umidade relativa do ar, nos ambientes com e sem mata ciliar em cada horário e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney.....	143

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Uberlândia (MG) - Logradouro, coordenadas e altitude dos pontos perfil Leste-Oeste, 2017.....	68
<b>Quadro 2:</b> Uberlândia (MG) - Logradouro, coordenadas e altitude dos pontos perfil Norte-Sul, 2017.....	89

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráficos 1 e 2:</b> Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016.....	108
<b>Gráficos 3 e 4:</b> Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016.....	109
<b>Gráficos 5 e 6:</b> Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016.....	109
<b>Gráficos 7 e 8:</b> Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016.....	110
<b>Gráficos 9 e 10:</b> Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016.....	111
<b>Gráficos 11 e 12:</b> Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016.....	112
<b>Gráficos 13 e 14:</b> Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016.....	112
<b>Gráficos 15 e 16:</b> Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016.....	113
<b>Gráficos 17 e 18:</b> Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017....	114
<b>Gráficos 19 e 20:</b> Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017....	115
<b>Gráficos 21 e 22:</b> Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017....	116
<b>Gráficos 23 e 24:</b> Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017....	117
<b>Gráficos 25 e 26:</b> Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017.....	118
<b>Gráficos 27 e 28:</b> Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017.....	118
<b>Gráficos 29 e 30:</b> Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017.....	119
<b>Gráficos 31 e 32:</b> Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017.....	120
<b>Gráfico 33:</b> Uberlândia (MG) - Perfil Topográfico do transecto sentido Leste-Oeste.....	122
<b>Gráfico 34:</b> Uberlândia (MG) - Perfil Topográfico do transecto sentido Norte-Sul.....	123

## LISTA DE PRANCHAS

<b>Prancha 1:</b> Uberlândia (MG) - Comportamento térmico nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016.....	125
<b>Prancha 2:</b> Uberlândia (MG) - Comportamento higrométrico nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016.....	127
<b>Prancha 3 :</b> Uberlândia (MG) - Comportamento térmico nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017.....	129
<b>Prancha 4:</b> Uberlândia (MG) - Comportamento higrométrico nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017.....	132

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras 1, 2, 3 e 4:</b>	Uberlândia (MG) - Viaduto BR-452 com BR-365 saída para Uberlândia-Araxá.....	70
<b>Figuras 5 e 6:</b>	Uberlândia (MG) - BR-452 entre Trevo BR 365 e Rotatória do Bairro: Alvorada.....	71
<b>Figuras 7 e 8:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua Odilon Alves Martins.....	71
<b>Figuras 9 e 10:</b>	Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira em frente ao Terminal Novo Mundo.....	72
<b>Figuras 11 e 12:</b>	Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira com Rua Minneapolis e Rua Quebec.....	73
<b>Figuras 13 e 14:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira, 4300 em frente ao DMAE.....	73
<b>Figuras 15 e 16:</b>	Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira com Rua Cláudio Bernardes da Silva.....	74
<b>Figuras 17 e 18:</b>	Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira, 3345 com Rua Domingos de Freitas.....	74
<b>Figuras 19,20,21 e 22:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Avenida João Balbino.....	75
<b>Figuras 23 e 24:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua Sebastião Rangel.....	75
<b>Figuras 25, 26, 27 e 28:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua José Carrijo.....	76
<b>Figuras 29 e 30:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua Alberto Alves Cabral.....	76
<b>Figuras 31 e 32:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua Atílio Valentin.....	77
<b>Figuras 33 e 34:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua Euler Lanes Bernardes.....	77
<b>Figuras 35 e 36:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Avenida João Naves de Ávila..	78
<b>Figuras 37 e 38:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida João Naves de Ávila, 1331 Center Shopping.....	78
<b>Figuras 39 e 40:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida João Naves de Ávila com Rua Prata.....	79
<b>Figuras 41 e 42:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida João Naves de Ávila com Avenida Cesário Alvim.....	79
<b>Figuras 43 e 44:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida João Naves de Ávila com Avenida João Pinheiro.....	80
<b>Figuras 45 e 46:</b>	Uberlândia (MG) - Av. Fernando Vilela entre Av. João Pessoa e Rua José Andraus....	80
<b>Figuras 47 e 48:</b>	Uberlândia (MG) - Av. Fernando Vilela, 795 com Rua Vieira Gonçalves.....	81
<b>Figuras 49 e 50:</b>	Uberlândia (MG) - Av. Fernando Vilela, 1314 entre Av. Raulino Cotta Pacheco e Rua Melo Viana.....	81
<b>Figuras 51 e 52:</b>	Uberlândia (MG) - Av. Fernando Vilela, entre Rua Padre Pio e Rua Eng. Azeli.....	82
<b>Figuras 53 e 54:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Fernando Vilela com Rua Lambari.....	82
<b>Figuras 55 e 56:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Fernando Vilela, 2621 entre Rua Itabira e Rua Varginha..	83
<b>Figuras 57, 58, 59 e 60:</b>	Uberlândia (MG) - Av. Brigadeiro Sampaio com Av. Geraldo Motta Batista....	83
<b>Figuras 61 e 62:</b>	Uberlândia (MG) - Av. Brigadeiro Sampaio e Praça Montese .....	84
<b>Figuras 63 e 64:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Imbaúbas com Rua Sargento Rubens Corrêa.....	85
<b>Figuras 65 e 66:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Imbaúbas com Rua do Jornalista.....	85
<b>Figuras 67 e 68:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Imbaúbas rotatória com Rua Dimas Machado.....	86
<b>Figuras 69 e 70:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Imbaúbas com Rua Antônio Domingues.....	86
<b>Figuras 71 e 72:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Rio Mississippi com Rua Jamile Calil Attiê.....	87
<b>Figuras 73 e 74:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Rio Mississippi com Avenida Rio Madeira.....	87
<b>Figuras 75, 76, 77 e 78:</b>	Uberlândia (MG) - Avenida Rio Mississippi com Anel Viário Setor Oeste.....	88
<b>Figuras 79 e 80:</b>	Uberlândia (MG) - Viaduto BR-050 com Anel Viário Norte saída para Araguari-MG..	90
<b>Figuras 81e 82:</b>	Uberlândia (MG) - BR-050 em frente ao Posto Tapajós.....	91

<b>Figuras 83 e 84:</b> Uberlândia (MG) - BR-050 com Rua da Lavoura.....	91
<b>Figuras 85 e 86:</b> Uberlândia (MG) - BR-050 com Rua Monteiro Lobato.....	92
<b>Figuras 87 e 88:</b> Uberlândia (MG) - BR-050 entre Av. José Andraus Gassani e Viaduto sob Ferrovia....	92
<b>Figuras 89 e 90:</b> Uberlândia (MG) - Av. Paulo Roberto Cunha Santos com Rua República do Piratini...	93
<b>Figuras 91 e 92:</b> Uberlândia (MG) - Av. Paulo Roberto Cunha Santos, 1527 entre Ruas Ceara e Rio Grande do Norte.....	93
<b>Figuras 93 e 94:</b> Uberlândia (MG) - Av. Paulo Roberto Cunha Santos com Rua José Alves Garcia.....	94
<b>Figuras 95 e 96:</b> Uberlândia (MG) - Avenida Paulo Roberto Cunha Santos com Rua Rio de Janeiro.....	94
<b>Figuras 97 e 98:</b> Uberlândia (MG) - Av. Paulo Roberto Cunha Santos com Av. Monsenhor Eduardo.....	95
<b>Figuras 99 e 100:</b> Uberlândia (MG) - Avenida Monsenhor Eduardo com Rua Belém.....	95
<b>Figuras 101 e 102:</b> Uberlândia (MG) - Avenida João Pinheiro com Rua Salvador.....	96
<b>Figuras 103 e 104:</b> Uberlândia (MG) - Avenida João Pinheiro com Rua Ivaldo Alves do Nascimento....	96
<b>Figuras 105, 106, 107 e 108:</b> Uberlândia (MG) - Avenida João Pinheiro com Rua Tupaciguara.....	97
<b>Figuras 109 e 110:</b> Uberlândia (MG) - Av. João Pinheiro com Avenida Américo Salvador Tangari.....	97
<b>Figuras 111 e 112:</b> Uberlândia (MG) - Avenida João Pinheiro com Rua Quintino Bocaiúva.....	98
<b>Figuras 113 e 114:</b> Uberlândia (MG) - Avenida João Pinheiro com Rua Olegário Maciel.....	98
<b>Figuras 115, 116, 117 e 118:</b> Uberlândia (MG) - Av. João Pinheiro com Praça Clarimundo Carneiro.....	99
<b>Figuras 119 e 120:</b> Uberlândia (MG) - Avenida General Osório com Rua José Ayube.....	100
<b>Figuras 121 e 122:</b> Uberlândia (MG) - Avenida Francisco Galassi com Avenida Rondon Pacheco.....	100
<b>Figuras 123 e 124:</b> Uberlândia (MG) - Avenida Francisco Galassi com Rua José Humberto Alves.....	101
<b>Figuras 125, 126, 127 e 128:</b> Uberlândia (MG) - Av. Francisco Galassi com Rua Paschoal Cáparelli....	101
<b>Figuras 129 e 130:</b> Uberlândia (MG) - Avenida Francisco Galassi com Rua Durval Carrijo.....	102
<b>Figuras 131 e 132:</b> Uberlândia (MG) -Av. Nicomedes A. dos Santos com R. Dom Almir M. Ferreira..	102
<b>Figuras 133 e 134:</b> Uberlândia (MG) - Av. Nicomedes Alves dos Santos com Av. dos Vinhedos.....	103
<b>Figuras 135 e 136:</b> Uberlândia (MG) - Av. Nicomedes Alves dos Santos com Av. Paulo Gracindo.....	103
<b>Figuras 137 e 138:</b> Uberlândia (MG) - Av. Nicomedes Alves dos Santos com Av. Lindormira Borges do Nascimento.....	104
<b>Figuras 139 e 140:</b> Uberlândia (MG) - Av. Lindormira Borges do Nascimento entre Av. Prof. Olímpio de Freitas e Anel Viário Sul.....	104
<b>Figuras 141 e 142:</b> Uberlândia (MG) - Av. Lindormira Borges do Nascimento com Av. Argemiro Evangelista Ferreira.....	105
<b>Figuras 143 e 144:</b> Uberlândia (MG) - Av. Lindormira Borges do Nascimento, 2201.....	105
<b>Figuras 145 e 146:</b> Uberlândia (MG) - Av. Lindormira Borges do Nascimento Clube Caça Pesca Itororó.....	106
<b>Figura 147:</b> Comportamento da temperatura do ar conforme horário e densidade de ocupação.....	136
<b>Figura 148:</b> Comportamento da temperatura do ar quanto à existência ou não, de praça/parque.....	137
<b>Figura 149:</b> Comportamento da temperatura conforme horário e densidade de ocupação.....	138
<b>Figura 150:</b> Comportamento da umidade relativa nos ambientes com (S) e sem (N) mata ciliar.....	139
<b>Figura 151:</b> Comportamento da umidade relativa, conforme horário e densidade de ocupação.....	140
<b>Figura 152:</b> Comportamento da umidade conforme horário e existência de praça/parque.....	141
<b>Figura 153:</b> Comportamento da umidade conforme permeabilidade e horário de observação.....	142
<b>Figura 154:</b> Comportamento da umidade relativa nos ambientes com (S) e sem (N) mata ciliar, conforme horário de observação.....	143



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABNT** - Agencia Brasileira de Normas Técnicas

**ANA** - Agencia Nacional de Águas

**BR** - Rodovia Federal

**CNPq** - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

**CPTEC** - Centro de Previsão de tempo e Estudos Climáticos

**DEMAE** - Departamento Municipal de Água e Esgoto

**DNMET** - Departamento Nacional de Meteorologia

**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**FAMAT** – Faculdade de Matemática

**GPS** - Global Position System<sup>1</sup>

**Hab./Km<sup>2</sup>** - Habitante por quilômetro quadrado

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**ICU** - Ilha de Calor Urbana

**IDH** - Índice de Desenvolvimento Humano

**IDW** - Inverse Distance Weightd<sup>2</sup>

**IG** - Instituto de Geografia

**INMET** - Instituto Nacional de Meteorologia

**INPE** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**IPCC** - Intergovernmental Panel on Climate Change

**Km** - Quilômetros

**Km/h** - Quilômetros por hora

**L** - Leste

**LCRH** - Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos

**m** - Metros

**m/s** - Metros por segundo

**MAPA** - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**MDE** - Modelo Digital de elevação

**MG** - Minas Gerais

**mm** - Milímetros

**MMA** - Ministério do Meio Ambiente

**N** - Norte

**NOAA** - National Oceanic and Atmospheric Administration

**O** - Oeste

**OMM** - Organização Mundial Meteorológica

**P** - Ponto de coleta de dados

**PIB** - Produto Interno Bruto

**PMU** - Prefeitura Municipal de Uberlândia

**S** - Sul

**SIG** - Sistema de Informações Geográficas

**SCU** - Sistema Clima Urbano

**T °C** - Temperatura em graus Celsius

**TGS** - Teoria Geral dos Sistemas

**UAI** - Unidade de Atendimento Integrado

**UBS** - Unidade Básica de Saúde

**UFU** - Universidade Federal de Uberlândia

**UR%** - Umidade Relativa do ar

**UTC** - Universal Coordinated Time<sup>3</sup>

**UTM** - Universal Transversa de Mercator

**ZCAS** - Zona de Convergência do Atlântico Sul

<sup>1</sup> Sistema de Posicionamento Global

<sup>2</sup> Distância Inversa Ponderada

<sup>3</sup> Tempo Universal Coordenado

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I - REFLEXÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS .....</b>	<b>23</b>
1.1 - CONCEPÇÕES, ABORDAGENS E ESCALA NA ANÁLISE CLIMATOLÓGICA.....	23
1.2 - O CLIMA E AS CIDADES .....	30
1.3 - A ESCALA DE ANÁLISE CLIMÁTICA.....	32
1.4 - O SISTEMA CLIMA URBANO .....	34
1.5 - ILHAS DE CALOR URBANO .....	36
1.6 - ANÁLISE TERMODINÂMICA DA CIDADE .....	39
1.7 - MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS NA PESQUISA.....	40
1.8 - SETORIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE EXPERIMENTO.....	44
1.9 - A COLETA DE DADOS .....	45
1.10 - A ANÁLISE DOS DADOS .....	46
<b>CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....</b>	<b>48</b>
2.1 - CARACTERIZAÇÃO SOCIOESPACIAL DA ÁREA DE ESTUDOS .....	48
2.2 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDOS.....	53
2.2.1 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DO MUNICÍPIO .....	53
2.2.2 - CARACTERIZAÇÃO HIDROGRÁFICA DO MUNICÍPIO .....	54
2.2.3 - CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO MUNICÍPIO .....	55
2.2.4 - CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO DO MUNICÍPIO .....	57
<b>CAPÍTULO III - DINÂMICA TERMO-HIGROMÉTRICA DA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG .....</b>	<b>60</b>
3.1 - CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PONTOS DOS TRANSECTOS MOVEIS.....	68
3.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS - TRANSECTO MÓVEL PERFIL LESTE-OESTE .....	68
3.1.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS - TRANSECTO MÓVEL PERFIL NORTE-SUL.....	88

3.2 - ANÁLISE GRÁFICA DO COMPORTAMENTO DO CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO INVERNO E VERÃO .....	106
3.2.1 - CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO - INVERNO .....	106
3.2.2 - CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO - VERÃO .....	114
3.3 - SÍNTESE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS DADOS DO CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO .....	123
3.3.1 - PRANCHAS COMPILADAS - TRANSECTOS DE INVERNO .....	124
3.3.2 - PRANCHAS COMPILADAS - TRANSECTOS DE VERÃO .....	129
3.4 - RESULTADOS DA ANALISE ESTATÍSTICA EM RELAÇÃO AO USO DO SOLO.....	134
3.4.1 - RESULTADOS DA ANALISE DA TEMPERATURA DO AR .....	135
3.4.2 - RESULTADOS DA ANALISE DA UMIDADE RELATIVA DO AR...	139
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>145</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>148</b>

## INTRODUÇÃO

O clima e o tempo atmosférico sempre fizeram parte do cotidiano humano desde seu surgimento. A variação da temperatura e umidade seja na escala diária ou sazonal influenciou diretamente o deslocamento, tipo de abrigo, vestuário e, até a alimentação desde o homem primitivo. A necessidade de conhecer o clima não mudou, sobretudo nas cidades, que abrigam uma parcela significativa da população mundial.

Os elementos climáticos e fatores geográficos que ocorrem na superfície e na atmosfera caracterizam cada lugar, diferenciando áreas urbanas e rurais. Espaços estes que possuem uma dinâmica própria e estão em constante transformação. Na qual, ainda não podemos definir o ritmo e a intensidade dos sistemas atuantes, talvez pelo fato de não podermos ainda mensurar o quanto as intervenções e alterações causadas pelo homem determinam os componentes do meio.

O aquecimento desigual da superfície é o mecanismo que move a circulação atmosférica em várias escalas. Os elementos geográficos como: a elevação, o relevo, a topografia e a orientação pluvial exercem controle sobre a distribuição de insolação.

Na camada laminar ou de atrito por ser o “contato” ocorrem a maioria das interações que estabelece as condições de equilíbrio dinâmico de todos os geosistemas que compõe a superfície e atmosfera da Terra. A associação dessas condições está expressa no clima, no relevo, na morfologia da superfície e em especial das vertentes, que evolui como resultado da influência exercida pelos processos morfogenéticos na litosfera.

As relações de distribuição espacial desses fatores e fenômenos são melhor compreendidos atualmente com o aprofundamento dos estudos e compreensão da complexidade das organizações socioespaciais, que desencadeiam situações positivas ou negativas dependendo da análise, seja ela espacial ou temporal.

Vale destacar que a relação entre o homem e a natureza se dá pelo modo como a sociedade se organiza para acessar e utilizar os recursos materiais e energéticos disponibilizados nas paisagens, ou seja, a apropriação das paisagens pelo indivíduo se dá por meio da atividade socioeconômica dominante, seja ela contemplativa ou materialmente intervencionista. E isso pode ser analisado de forma relativamente objetiva.

Observa-se que, uma das maiores respostas do meio são as mudanças climáticas, ou seja, nos padrões do balanço térmico e hídrico, que compõe o clima urbano. Porém o

intuito deste trabalho não é entrar diretamente nesta discussão e sim na dinâmica climática de espaços tão diferenciados como as cidades.

As mudanças climáticas vêm promovendo diversos efeitos sobre as populações urbanas em todo planeta. Neste contexto, o desconforto térmico e higrométrico tem se tornado alvo de vários estudos e pesquisas, por estar diretamente ligado ao cotidiano das pessoas e a deterioração da qualidade de vida no espaço urbano.

A ciência geográfica possui um papel especial nesse contexto. A Geografia, como ciência que estuda as relações entre sociedade e natureza, possui grande ênfase no espaço urbano, cujas significativas alterações do meio, originaram um rico mosaico de paisagens e contrastes.

A relação entre o homem e a natureza se dá pelo modo como a sociedade se organiza para acessar e utilizar os recursos materiais e energéticos disponibilizados nas paisagens, ou seja, a apropriação das paisagens pelo indivíduo se dá por meio da atividade socioeconômica dominante, seja ela contemplativa ou materialmente intervencionista. E isso pode ser analisado de forma relativamente objetiva. (FERREIRA, 2010. p. 189).

A paisagem como categoria de análise geográfica deve ser entendida a partir da percepção da realidade, pois sua dinâmica histórica se materializa em sua forma e espacialidade. Segundo Ribeiro (2000, p.1)

A paisagem representa aparência da síntese concreta das relações entre a sociedade e a natureza, em sua estrutura e em sua dinâmica, materializada em sua espacialidade... Entretanto, não basta o entendimento das aparências, ou seja, da dimensão imediata desta realidade. É necessário ir além das aparências e penetrar na essência dos fenômenos para se buscar as causas da própria existência destes.

Neste sentido, faz-se necessário entender conjunto indissociável dos elementos e processos sistêmicos, que são determinados a partir dos aspectos físicos, químicos, biológicos e sociais, associando-os às trocas de massa e energia entre os geossistemas atuantes tanto na gênese quanto na forma atual das paisagens do ambiente urbano.

Assim, compreender a dinâmica climática de um espaço tão alterado é necessário para planejar as atividades e as formas de ocupação e desenvolvimento que pretendemos. Esta ciência possibilita uma relação menos desastrosa com o meio, antecipando aos fatores negativos e planejando melhor aproveitamento dos fatores positivos que o clima oferece.

Esta realidade nos remete ao aprofundamento das investigações climáticas como um recurso valioso, a ser levado em consideração no planejamento e na modelagem das cidades.

À medida que se intensifica o uso desses espaços, estes lugares se tornam propensos a sentir de forma invariavelmente mais acentuada as oscilações de pressão, temperatura, repercutindo em vários segmentos da sociedade, como saúde, trabalho, lazer, habitação, alimentação entre outros, refletindo na qualidade ambiental urbana.

Nas cidades tropicais esse efeito é mais visível, pelo fato do uso e ocupação do solo urbano ter ocorrido de forma mais acelerada e desordenada, para não dizer desastrosa em sua grande maioria, do ponto de vista socioambiental. Este cenário criou condições danosas em termos sócio-ambientais, que gradativamente contribuem para a queda no conforto ambiental e, conseqüentemente, na qualidade de vida cidadina.

O meio ambiente urbano tem sua capacidade de suporte extrapolada a cada dia, consumindo mais energia do que o necessário e gerando mais resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) do que o ambiente pode assimilar, causando extremos térmicos e pluviométricos.

Os constituintes da geomorfologia urbana vertical e horizontal, a impermeabilização do solo, as alterações na concentração dos gases e na temperatura atmosférica, é agravada pela ausência de estruturas que amenizem os efeitos geradores de aquecimentos subsuperficial como árvores, parques e áreas verdes. Fatores que abrem prerrogativas para os estudos e investigações a respeito do comportamento da atmosfera urbana.

É sabido que o clima é um agente influenciador direto da vida do homem e deve ser interpretado de forma dinâmica e interdisciplinar. Seu conhecimento é utilizado como um recurso para obter benefícios a qualidade de vida cidadina.

Em cidades que possuem clima tropical até mesmo pequenas alterações na dinâmica climática local pode promover a alteração nas condições habituais, gerando situações de estresse bioclimáticos, impactando economicamente o trabalho, a saúde, a alimentação, aumentando o consumo de recursos para atenuar o desconforto térmico, sem, no entanto, que o problema seja efetivamente resolvido no sentido de gerar melhoria na qualidade de vida como um todo.

A urbanização altera o clima do espaço ocupado pelas cidades, pois modifica a superfície física do solo com impermeabilização (construções e pavimentações), causando o aumento da produção de calor e a alteração no efeito dos ventos. Os grandes

centros urbanos modificam mais intensamente o comportamento atmosférico, pois este funciona como um sistema aberto, por onde transitam fluxos de energia, porém os processos de absorção e difusão e reflexão de energia são perturbados (CONTI apud GRILO 1993, p. 16).

Neste contexto, as cidades passaram a representar as maiores e mais significativas modificações que o homem faz na superfície do planeta. Apesar de existirem vários estudos sobre elas, é raro que os resultados produzidos por esses estudos sejam aplicados diretamente no planejamento e na sua modelagem, com o desígnio de impedir que as cidades se tornem tão vulneráveis diante de eventos climáticos extremos (MENDES, 2001, p.37).

As mudanças climáticas produzidas nas cidades podem ser notadas quando comparadas com as áreas rurais (LANDSBERG apud AYOADE, 2013, p.300), demonstra que as mudanças climáticas observadas nas cidades podem ser explicadas enquanto referência aos poluentes, radiação, nebulosidade, precipitação, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento.

Essas modificações na atmosfera das áreas urbanas podem ser definidas, de acordo com (MONTEIRO, apud MENDES, 2001, p.42) como Sistema Clima Urbano (SCU), sendo que esse sistema se resume em:

...o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização; o espaço urbanizado[...] o SCU importa energia através do seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente [...] a estrutura interna do SCU não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica, ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas [...] o conjunto-produto do SCU pressupõe vários elementos que caracterizam a participação no desempenho do sistema; a natureza urbana do SCU implica em condições especiais de dinamismo interno, consoante ao processo evolutivo do crescimento e desenvolvimento urbano [...] o SCU é admitido como passível de auto-regulação, função está conferida ao elemento homem urbano que, na medida em que conhece e é capaz de detectar suas disfunções, pode, através do seu poder de decisão, intervir no seu funcionamento e adaptar-se a ele, recorrendo a dispositivos de reciclagem e/ou a circuitos de retro-alimentação capazes de conduzir o seu desenvolvimento e crescimento seguindo metas preestabelecidas. (MENDES, 2001 apud SILVA, 2003, p.07)

Os problemas relacionados à atmosfera urbana tornam-se evidentes por meio da deterioração na qualidade do ar. Um exemplo segundo dados do Intergovernamental Panel on Climate Change (IPCC) é o aumento das temperaturas nos últimos 50 anos, fato este que pode estar associado ao desequilíbrio dos mecanismos de feedback, que



compõe a interface superfície-atmosfera, causando maior aquecimento e/ou pela presença de materiais com maior capacidade de absorção e reflexão da radiação eletromagnética.

Apesar de existirem vários estudos sobre essa temática, é raro que os resultados produzidos por esses estudos sejam aplicados diretamente no planejamento, na gestão e consequentemente na modelagem da cidade, com o desígnio de impedir que se tornem tão vulneráveis diante do aumento significativo das precipitações e até mesmo situações extremas de calor ou frio.

Vulnerabilidade é a medida pela qual uma sociedade é suscetível de sofrer por causas climáticas, podendo variar de acordo com o nível de desenvolvimento, a variabilidade climática regional, a dependência das atividades econômicas, dentre outros fatores como o próprio conhecimento do clima. (AYOADE, p.288, 2010)

A discussão acerca das questões urbanas no universo social é percebida na evolução do pensamento urbanístico abordados por Christian Topalov (1997), onde ele observa que nas últimas décadas há um discurso técnico sobre os problemas urbanos envolvidos por fortes contornos ambientais.

Na consolidação do discurso ambiental, a noção de risco defendida por Beck (2010, p.256), especialmente aqueles produzidos pela própria evolução da técnica, tornou-se um elemento frequentemente considerado para se compreender a sociedade atual, especialmente em relação à gestão e ao planejamento urbano.

A “sociedade de risco”, segundo Beck (2010, p.256), relativiza o papel central que as desigualdades sociais representam na compreensão da sociedade atual, mesmo que esses riscos impactam de forma distinta a população, ao mesmo tempo em que atinge todas as classes sociais já que os riscos da modernização contêm um “efeito bumerangue”.

É nesse sentido portanto que,

A relação do homem com a natureza ao longo da história evoluiu de uma total submissão e aceitação fatalista dos fenômenos da natureza a uma visão equivocada de dominação pela tecnologia. As inundações que ultrapassaram e romperam diques e barragens em New Orleans, por ocasião do Furacão Katrina em 2005, nos Estados Unidos e o terremoto de Kobe no Japão em 1995, com milhares de vítimas e pessoas afetadas, são exemplos que demonstram que muitas vezes os fenômenos naturais surpreendem até mesmo as nações mais bem preparadas para enfrentá-los. (TOMINAGA, 2009, p.13).

Nota-se, a partir desses exemplos, que o modelo de desenvolvimento sustentável previsto pela Conferência de Estocolmo para o Desenvolvimento e Meio Ambiente (1972) não teve sua essência captada. O caminho escolhido é maléfico para o meio ambiente, incluindo aí o próprio homem. O fenômeno Ilha de Calor Urbana pode ser listado como uma das consequências desse caminho.

O processo de ocupação e desenvolvimento nas cidades repercute diretamente no conforto térmico e higrométrico das pessoas que nelas habitam. Quantidades de ar quente se fazem presentes em maior concentração no centro das cidades. Essa condição somada a verticalização das construções, a escassez de áreas verde e impermeabilização do solo, dificulta a evaporação, reduz o poder de dispersão dos poluentes atmosféricos gerados trazendo complicações para a vida no meio urbano.

Vários pesquisadores de renome nacional e internacional estudaram ou ainda estudam esse fenômeno. Dentre estes destacam-se LOMBARDO (1985, p.7), que define ilha de calor urbana como uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que as circunvizinhas; CONTI (1998, p.38), que a conceitua como sendo uma anomalia térmica positiva, que caracteriza a atmosfera das cidades em relação às áreas vizinhas e, por fim AYOADE (1991, p.300), que a resume como um aumento da temperatura em áreas urbanas em índices superiores aos da zona rural circundante.

O maior impacto do homem sobre o clima acontece nas áreas urbanas. O homem tem exercido um impacto tão grande nessas áreas, que o clima urbano é bastante distinto, por suas características, do clima das áreas rurais circundantes. Nas áreas urbanas, altera-se a composição química da atmosfera. As propriedades térmicas e hidrológicas da superfície terrestre, assim como seus parâmetros aerodinâmicos são modificados pelos processos de urbanização e industrialização. Os pântanos são drenados e as superfícies naturais são substituídas por superfícies pavimentadas, ruas e telhados de prédios. Como resultado, a radiação em ondas longas e a de ondas curtas são reduzidas sobre as áreas urbanas. As temperaturas elevam-se, mesmo quando diminui a duração da insolação. A umidade é reduzida, mas há um certo aumento na precipitação e também na quantidade de nebulosidade. Os nevoeiros e neblinas são mais espessos, ocorrendo com mais frequência e persistência, prejudicando a visibilidade. A turbulência cresce. Os ventos fortes são desacelerados e os ventos fracos são acelerados à medida que se movimentam nas áreas urbanas (AYOADE, 2010 p.300).

Os principais fatores que contribuem para sua alteração são: a produção de calor pelos motores dos veículos e pelos equipamentos domésticos e industriais, como máquinas, fornos e fogões; a existência de poucas áreas arborizadas, pois as folhas das árvores consomem o calor da atmosfera para promover a transpiração; a enorme concentração de asfalto e concreto, elementos que absorvem de 98 a 99% da radiação

solar que atinge a superfície; a construção de edifícios que dificultam e até mesmo impedem a circulação do ar.

A cidade de Uberlândia-MG se enquadra neste contexto. Após praticamente ter triplicado sua população e sua área urbana nos últimos 50 anos, ela vem registrando perceptíveis variações na sua temperatura e umidade relativa do ar. Perante essa situação essa pesquisa busca responder as seguintes indagações: Qual é o nível de variação térmica e higrométrica que Uberlândia possui perante seu grau de urbanização? Quais são os fatores e como contribuem para essas variações na cidade? Como as alterações no ambiente urbano têm repercutido nessas variações?

Perante esses questionamentos esse estudo objetiva investigar a variação térmica e higrométrica da cidade de Uberlândia – MG e sua relação com diferentes elementos da paisagem urbana. Esta pesquisa objetiva ainda compreender o comportamento da temperatura, umidade e topografia em áreas com diferentes tipos de uso do solo, bem como analisar e comparar a variação dos mesmos nos pontos de coleta de dados.

Para atingir essas metas, o presente trabalho, foi organizado nos seguintes capítulos:

A “introdução”, a qual está sendo exposta, onde se procurou apresentar o trabalho, seu objeto e objetivos, as razões que levaram à escolha da área e a motivação para o seu desenvolvimento.

O capítulo I, “reflexões teórico-metodológicas”, que buscou apresentar uma revisão bibliográfica referente ao tema proposto, os conceitos e abordagens da climatologia geográfica pertinente ao estudo do clima urbano e os materiais e método utilizados.

O capítulo II, que procurou discutir os aspectos geográficos da área de estudos como localização, características sócias econômicas e ambientais do município.

O capítulo III, que apresentou uma análise da variação térmica e higrométrica da cidade caracterização dos pontos amostragem, espacialização temporal dos dados atmosféricos, análise estatística dos dados relacionados e sua relação com os diferentes usos do solo urbano.

As “considerações finais”, que buscou apresentar o que foi obtido e apreendido com o trabalho, a avaliação da validade do método, as dificuldades encontradas, perspectivas para futuras pesquisas, contribuições para o tema de estudo bem como uma avaliação pessoal sobre este.

## **CAPÍTULO I - REFLEXÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS**

O estudo do clima urbano exige uma estrutura teórica capaz de atingir e abarcar, tanto os fatores mais amplos e complexos como os mais simples e restritos. Assim, a moldura teórica deve ser capaz de orientar a investigação em qualquer cidade do globo, e é extremamente importante.

Assim, esse capítulo expõe análises e reflexões a respeito dos conceitos, concepções e abordagens que envolvem o desenvolvimento da ciência climatológica. Também são apresentados os principais aspectos teóricos e metodológicos que foram utilizados neste trabalho.

### **1.1 - CONCEPÇÕES, ABORDAGENS E ESCALA NA ANÁLISE CLIMATOLÓGICA.**

Desde os primórdios da humanidade o comportamento atmosférico tem sido alvo de inúmeras indagações, análises e proposições. Tanto os sistemas que compõe essa complexa dinâmica de fluxo de matéria e energia, quanto suas características temporais e espaciais revelam anomalias em suas ocorrências, distribuições, frequências e intensidades.

O estudo geográfico do clima deve compreender não apenas a estrutura dinâmica temporal e espacial dos elementos e fenômenos atmosféricos, mas analisar os efeitos destes na esfera socioespacial, ou seja, as peculiaridades climáticas de cada lugar e suas implicações no cotidiano dos grupos sociais existentes, estratificados dentro do mesmo espaço geográfico.

A Climatologia Geográfica surge como um dos ramos da Geografia Física, segundo Pierre Pédelaborde (1970), ela “estuda os caracteres da atmosfera em contato com a superfície terrestre e a distribuição espacial desses caracteres”. Para ele, “o clima, assim como o tempo, resulta de uma combinação de elementos. É a combinação das tendências dominantes e permanentes da atmosfera sobre um lugar” (PÉDELABORDE, 1970, p.19).

Conforme cita, Amorin (2016),

[...] Em nome da natureza, dos fenômenos que ela abrange, a climatologia tira seus recursos essenciais da meteorologia. Certamente ela se apoia também em outras disciplinas da Geografia Física (o relevo, a natureza dos

solos, a hidrografia, exercem influências no clima) e na Geografia Biológica e Geografia Humana (influência do meio vegetal e das cidades). Mas a essência dos fenômenos reside na atmosfera. É uma evidência impossível de não se reconhecer. (PÉDELABORDE, 1970, apud, AMORIM 2016. p. 161).

Apesar da interdependência com várias ciências, ela tem suas bases epistemológicas essencialmente alçadas na Geografia, porém suas práticas teórico-metodológicas baseadas nos princípios da física, química e matemática, conforme pressupõe a Meteorologia, que utiliza instrumentos técnicos para mensuração dos elementos e fenômenos atmosféricos, pois segundo Maximilian Sorre,

[...] a meteorologia se preocupa com a medida desses fenômenos, determina as condições físicas em que são produzidos, investiga a natureza das relações que existem entre eles e os fatores que os condicionam e tenta prever a repetição dos mesmos. Aí está toda a tarefa da meteorologia sob seu duplo aspecto, estático e dinâmico: definição qualitativa dos fenômenos, pesquisa das leis, previsão. Quando estudamos as variações geográficas da lâmina de água precipitada na superfície do solo, quando comparamos as diferenças de ritmo de oscilação térmica de uma região para outra, quando caracterizamos a atmosfera de um lugar pela combinação dos meteoros, quando investigamos a relação entre esses fatos e outros fatos geográficos tais como distribuição dos vegetais, animais ou homens, nós trabalhamos imbuídos de outro espírito. (SORRE, 2006, p. 89).

A Climatologia nasce como um campo do conhecimento científico voltado ao estudo da espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos e sua evolução dinâmica, com propósito de estudo do clima no espaço geográfico, a partir da interação da superfície com atmosfera e conseqüentemente da sociedade com a natureza.

Os estudos climatológicos são estruturados para evidenciar os elementos climáticos e os fatores geográficos. Os principais elementos atmosféricos constitutivos do clima são: a temperatura, a umidade relativa do ar, pressão atmosférica e os ventos. E interagem e variam espacial e temporalmente em decorrência da influência dos fatores geográficos, que correspondem à latitude, a altitude, o relevo, a continentalidade, a vegetação e principalmente as atividades humanas.

Inicialmente o método era apenas descritivo e cartográfico, constituído principalmente de mapas de médias e/ou gráficos que mostravam variações diurnas, sazonais e anuais, ressaltando as diferenças espaciais nos valores médios dos elementos climáticos, de acordo com Ayoade,

[...] A Climatologia Tradicional está fundamentalmente preocupada com as descrições dos padrões de distribuição temporal e espacial dos elementos do tempo, de áreas que vão da extensão de 1 a 2 quilômetros quadrados até a grandeza da Terra [...]. (AYOADE, 2013, p. 5).

As antigas concepções de tempo e clima que nos foram dadas tanto por Julius Hann (1903), quanto por Wladimir Köppen (1948) e foram fundamentadas em “parâmetros estáticos” e “combinações médias” dos estados atmosféricos. Por este motivo pouco puderam auxiliar muito no entendimento e compreensão do papel do clima como atributo natural do processo de construção e produção do espaço geográfico.

Conhecida como Climatologia Clássica ou Climatologia Analítico-separativa, ela tinha suas bases na Meteorologia Tradicional, tornando-se desconexa com a realidade de uma atmosfera dinâmica, que segundo Pierre Pédelaborde,

Esta forma de abordagem, inicialmente desintegra a realidade atmosférica, pois estuda cada um de seus elementos de forma separada e, só depois, tenta reconstruir, laboriosamente, o complexo vivo (ou atmosférico) que a priori destruíra. Já o segundo, o da Meteorologia Dinâmica considera, em conjunto, todos os estados do meio atmosférico (o tempo e as massas de ar) e, desta forma, é possível afirmar que ele é sintético e atende melhor às necessidades da Geografia, ciência que se interessa mais pelas combinações do que por fatos isolados (PÉDELABORDE, 1970, p. 6).

As mudanças teórico-metodológicas no estudo do clima surgiram a partir das críticas a este modelo “analítico separatista”, dentre elas podemos citar as quatro principais, como pontua Ayoade,

[...] a primeira crítica da climatologia refere-se ao fato de ser meramente descritiva e não explicativa [...] composta por mapas de médias dos elementos fugindo a origem de sua distribuição. A segunda crítica à abordagem tradicional se dá porque ela tende a dar impressão de uma atmosfera estática, enquanto a atmosfera é dinâmica e está em constante turbulência. [...] A terceira crítica os métodos de classificação climática, pois as linhas traçadas nos mapas climáticos, que dão a ideia errônea de mudança abrupta do clima o que naturalmente não ocorre, o que existe é uma mudança gradativa de um tipo climático para outro. [...] A quarta crítica, está relacionada à negligência das interações, isto é, os mecanismos de feedback que atuam na atmosfera e se afetam mutuamente numa relação de causa e efeito. [...] Tais mecanismos são vitais na luta constante da atmosfera para manter as trocas de energia e amenizar a ação de eventos extremos e alcançar um estado esquivo de equilíbrio. (ATKINSON, 1972 apud AYOADE, 2013, p. 6).

A metodologia fundamentada nos estados médios dos elementos climáticos mostrou-se insuficiente para o dimensionamento dos problemas relativos à dinâmica atmosférica, onde os processos e inter-relações influenciam o meio socioambiental e as atividades econômicas, conforme aponta Sant’ Anna Neto,

[...] no escopo da Geografia, esses preceitos foram sintetizados por Sorre (1951) que, partindo da crítica aos valores médios e análise separativa dos atributos meteorológicos, propõe uma concepção dinâmica, em que a sucessão dos tipos de tempo e o encadeamento dos sistemas atmosféricos,

principalmente da troposfera (camada de mistura), nos revela as noções de ritmo e gênese [...]. (SANT' ANNA NETO, 2001, p. 122).

De acordo com Mendonça e Dani-Oliveira, “A análise climática embasada nas condições médias revelou-se insatisfatória para o equacionamento dos problemas relativos à produtividade e ao meio ambiente.” (2007, p. 15).

Este método foi superado pela Climatologia Moderna ou Dinâmica, que dá ênfase às explicações sobre a gênese, evolução e distribuição dos fenômenos de forma dinâmica e não apenas uma mera descrição de estados médios, pois sabemos que a atmosfera não estática.

Diante das limitações supracitadas, Sorre (1934) propõe um novo modelo de análise aos estudos climáticos, substituindo as médias pelo ritmo, mudando o paradigma da sucessão dos “estados médios” para as observações das interações de “secessões dinâmicas” dos elementos climáticos associado à circulação atmosférica.

Assim, a Climatologia Dinâmica teve Maximilian Sorre (1934) e Pierre Pédelaborde (1950), como seus principais precursores e idealizadores, em uma mudança de paradigma científico, dando ênfase às explicações sobre a gênese da distribuição dos fenômenos de forma dinâmica.

Os estudos climáticos registraram avanços notáveis a partir do momento que teve origem a análise das dinâmicas de massas de ar, onde evidenciou-se a necessidade do tratamento dos fenômenos atmosféricos que ocorrem de forma eventual ou episódica, por observar que estes são os que causam maior impacto às atividades humanas.

A moderna Climatologia procura explicar e não apenas descrever os fenômenos atmosféricos, esforça-se para compreender os processos dinâmicos, genéticos e rítmicos em suas inter-relações. Atentando à duração e intensidade dos fenômenos, que ocorrem na interface atmosfera-superfície.

Acredita-se que a evolução teórico-metodológica da climatologia também está relacionada aos desafios colocados pelas sociedades e à melhoria técnica nos equipamentos, na coleta e na metodologia de análise e diagnóstico dos dados meteorológicos.

Além das bases meteorológicas, a Climatologia Dinâmica também se apropria de outros ramos da Geografia, como a pedologia, a geomorfologia, a biogeografia, a hidrografia, entre outros. Ela também utiliza as proposições da Geografia humana, para depreender os diferentes contextos socioambientais, que ocorrem na

superfície caracterizam o espaço geográfico em cada lugar e exercem influência direta no clima.

Para Amorin,

[...] a climatologia, além de um campo disciplinar e científico, torna-se um instrumento de síntese, na medida em que para se compreender os fenômenos climáticos integralmente, é necessário recorrer à composição e dinâmica da atmosfera, e também a sua interação com a superfície, o que envolve não apenas as características físicas do meio, mas também os elementos socialmente construídos, as formas de construção, e também o jogo de interesses por traz da forma como as sociedades materializam seu modo de vida no espaço através da técnica. (AMORIM, 2016, p. 161).

Mendonça e Dani-Oliveira apontam que “a Climatologia constitui o estudo científico do clima. Ela trata dos padrões de comportamento da atmosfera em suas interações com as atividades humanas e com a superfície do planeta durante um longo período de tempo”. (MENDONÇA; DANI-OLIVEIRA, 2007, p.15), Caracterizando-se como pressuposto básico para a compreensão das diferentes paisagens e contribuindo para uma intervenção mais consciente no planejamento e organização do espaço urbano.

Mendonça afirma ainda que no Brasil,

Os primeiros estudos surgiram na década de 1960, com investigações sobre as cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo, baseadas em teorias e metodologias internacionais, dentre as quais a de Oke (1972). Concluída em 1975 e publicada em 1976, a tese de livre docência do Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro apresenta pela primeira vez o Sistema Clima Urbano – S.C.U. Após sua proposição, a metodologia teve suas primeiras aplicações na década seguinte, em cidades como Porto Alegre, São Paulo, Salvador e Rio de Janeiro. (MENDONÇA et al. 2012. p.629).

O conhecimento sistemático do clima iniciou-se de forma bastante tardia e precária no Brasil, visando primeiramente à identificação da influência do clima tropical nas atividades produtivas do setor primário como agricultura e pecuária, porém utilizava modelos e equipamentos trazidos por estudiosos ingleses, franceses.

Estes equipamentos eram desenvolvidos para mensurar condições da dinâmica atmosféricas de zonas temperadas e conseqüentemente não se adaptavam as condições de clima tropical, caracterizado como quente e úmido. Resultando em muitos equívocos e imprecisões, o que levou ao descrédito generalizado dos primeiros estudos.

Apesar disso, atualmente o Brasil é um dos poucos países tropicais a apresentar um considerável acervo de dados e documentos sobre a caracterização de sua configuração atmosférica e climática. Embora os estudos sejam considerados muito recentes, pois surgiram com o auge da cafeicultura brasileira que ocorreu nas primeiras décadas do século XX.



Os primeiros dados foram produzidos dentro de uma abordagem quantitativa e estatística, da qual se destacam suas características médias e referentes apenas à porção centro-sul do país. Processo que ocorreu com a instalação das primeiras estações meteorológicas e com a criação de Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET), transformado no atual Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Posteriormente foram publicados trabalhos que adotaram a abordagem do clima segundo a “dinâmica das massas de ar” em 1942, com estudos produzidos por Adalberto Serra e Leonardo Ratisbona. A obra *Massas de ar na América do Sul*, configurou-se como marco inicial para a compreensão da dinâmica atmosférica do continente Sul-Americano.

Este processo que foi impulsionado pela criação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), deslocando as pesquisas para outras regiões como o Nordeste e Centro-Oeste. Elaborando uma tipologia climática baseada nas concepções de Arthur Strahler, que é bastante utilizada nos estudos e pesquisas contemporâneas.

A partir da década de 1960, Carlos Augusto Figueiredo Monteiro começa a liderar a grande maioria dos trabalhos sobre Climatologia no Brasil, desenvolvendo e aprofundando as concepções de Maximilien Sorre e Pierre Pédelaborde, adaptando as compreensões para à circulação dinâmica atmosférica da América do Sul e principalmente do Brasil.

Monteiro propôs uma concepção dinâmica conduzida pelo paradigma do *ritmo de sucessão habitual* dos estados atmosféricos sobre os lugares, o que permite evidenciar os estados repetitivos, mas também aqueles que ocorrem de modo casual, raro ou extremo.

Criando o conceito de análise rítmica em climatologia e introduziu o tratamento do clima conforme a Teoria Geral dos Sistemas de Ludwig Von Bertalanffy (1973), incorporando o paradigma “sistêmico” na análise física geográfica, nos estudos regionais e locais.

Permitindo assim, uma análise genética dos tipos de tempo, pois identifica conforme as interações dos atributos geográficos a circulação atmosférica, auxiliando na predição de desastres naturais e episódios climáticos que fogem muito ao estado habitual do clima em um determinado lugar.

Neste sentido, a apreensão da dinâmica atmosférica constitui o maior desafio para os estudiosos de nosso tempo. A mudança de abordagem estático-estatística do clima para a abordagem dinâmica e sistêmica exigiu muito esforço intelectual. Pois a

análise da dinâmica das massas de ar e das frentes a ela associadas, assim como os tipos de tempo, revelaram irregularidades muitas vezes mais importantes que os estados médios.

A partir de então a climatologia brasileira passou a produzir trabalhos de notável relevância de cunho regional e local. E passa-se a observar a profusão de estudos enfocando a interação do clima (natureza) com as atividades humanas (sociedade). Em um jogo mutuo de influências e causa e efeito não linear, ganhando destaque à Agroclimatologia e Climatologia Urbana, que segundo Mendonça,

[...] se sobressaem a concepção de derivações *antropogênicas* do clima, e primam não somente pelo tratamento detalhado do ambiente climático dos diferentes lugares, mas avançam para o levantamento de diretrizes voltadas ao planejamento urbano, agrícola, regional e ambiental, ressaltando o caráter pragmático do conhecimento do clima [...]. (MENDONÇA; DANI-OLIVEIRA 2007, p.19).

O desenvolvimento do sistema produtivo, a intensificação dos processos de urbanização e a eclosão da questão ambiental, tornaram evidentes os problemas sociais derivados da degradação da qualidade de vida e do meio ambiente. O que levou os climatólogos à fazerem do “homem” parte do equacionamento da problemática, tornando a abordagem do clima sob uma ótica mais holística ou socioambiental climática.

A aplicação de novos equipamentos e tecnologias de sensoriamento remoto e o acesso a imagens de satélites com melhor resolução espacial também promovem avanços consideráveis na climatologia brasileira nos últimos anos.

O aprofundamento nas pesquisas e documentação produzida, mesmo sendo numerosa e de boa qualidade, ainda está longe de permitir uma análise mais detalhada do clima do país como um todo.

Assim, a climatologia brasileira ainda tem muitos desafios a serem superados, tanto no detalhamento da dinâmica atmosférica, quanto à diversidade climática do país. A influência das atividades humanas no clima e vice-versa, constitui um dos melhores campos trabalho e pesquisa no território brasileiro.

As zonas tropicais caracterizam-se pela grande quantidade de energia solar, apresentando uma dinâmica atmosférica muito específica. E devem ser entendidos como consequência das inter-relações entre os quatro domínios globais que correspondem à atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. Nesta perspectiva, os processos geológicos,

geomorfológicos, pedológicos e ecológicos só podem ser devidamente compreendidos tendo como referência o clima predominante atual e pretérito.

Nos trópicos, as estações são definidas fundamentalmente com base na ocorrência de precipitação e consequentemente pela umidade relativa do ar, com base nos totais de precipitação mensal e anual. Os trópicos são divididos em trópicos úmidos, onde a precipitação anual média é maior que 600 mm, e trópicos secos onde ela é menor que 600 mm anuais.

Além disso, os trópicos constituem as áreas mais carentes de desenvolvimento do planeta, sendo habitado em sua maioria por populações que estão em baixo e médio nível de desenvolvimento socioeconômico. O clima tropical constitui então um componente vital do ambiente e deve ser compreendido e levado em consideração em qualquer programa de planejamento, desenvolvimento e gestão, que se tenha por objetivo elevar o padrão e qualidade de vida da sociedade.

Não temos a pretensão de solucionar os problemas relacionados aos fenômenos naturais, mas sim produzir conhecimento necessário ao entendimento dos elementos e fatores que condicionam o clima urbano, e como são determinadas as condições atmosféricas que oferecem riscos à qualidade de vida urbana.

Neste contexto, este trabalho apoia-se nos conceitos de clima urbano no sentido de entender que os fenômenos atmosféricos são potencializados no perímetro urbano, pelas características diferenciadas neste ambiente. O que ocorre com a cidade de Uberlândia-MG, onde observam-se mudanças nos padrões de temperatura e umidade relativa do ar, tornando-se mais suscetível às mudanças climáticas e aos eventos climáticos extremos.

## **1.2 - O CLIMA E AS CIDADES**

Historicamente as cidades sempre representaram o apogeu da organização social e da sofisticação tecnológica das sociedades em diferentes épocas. No mundo antigo, as cidades foram uma resposta, entre outros fatores, à situação de risco e vulnerabilidade frente aos fenômenos naturais e antrópicos.

A vulnerabilidade deve ser entendida, segundo Ayoade, (p.288, 2013) “como a medida pela qual uma sociedade é suscetível de sofrer por causas climáticas”, podendo variar de acordo com o nível de desenvolvimento, a variabilidade climática regional, a

dependência das atividades econômicas, dentre outros fatores como o próprio conhecimento do clima.

As cidades representam as maiores e mais significativas modificações que o homem faz na superfície do planeta e essas alterações influenciam o comportamento atmosférico e aumentam a suscetibilidade aos fenômenos climáticos.

Segundo Mendonça,

O clima das cidades começou a despertar interesse científico a partir de meados do século XIX quando as cidades industrializadas, especialmente na Inglaterra e França, apresentaram ambientes fortemente degradados. O crescimento das cidades, conjuntamente ao das populações urbanas, introduz novos elementos físicos e químicos na atmosfera, alterando as condições naturais precedentes e originando o clima urbano. Os problemas relacionados à atmosfera urbana tornam-se evidentes por meio da precariedade na qualidade do ar, das ilhas de calor e de ilhas de frio, das chuvas ácidas, etc. (LIMA; PINHEIRO; MENDONÇA, 2012. p. 627).

A atmosfera urbana apresenta-se como ponto chave para o entendimento, planejamento e gestão de cidades mais inteligentes, uma vez que ela determina os mecanismos biogeomorfológicos que compõe o ambiente urbano. Embora ainda seja muito negligenciada pela sociedade e poder público, a velocidade das transformações urbanas está diretamente relacionada ao ritmo das alterações superficiais e ao nível de desenvolvimento de cada civilização.

Mendonça, afirma ainda que, “o clima constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental das cidades”, o autor ressalta ainda que,

As condições climáticas destas áreas, entendidas como clima urbano, são derivadas da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, cenário de intensas atividades e apresenta comportamento espectral diferenciado. Para caracterizar o ritmo climático de uma localidade, temos que fazer uma decomposição cronológica dos estados atmosféricos em sua contínua sucessão. (MENDONÇA, 2003, p. 95).

O clima das cidades deriva então do processo de substituição da cobertura original por outra constituída por materiais que apresentam comportamento diferente em relação à radiação solar, normalmente absorvem e refletem mais o calor, que as áreas não construídas ou vegetadas.

De acordo com Varejão-Silva,

A superfície terrestre transfere energia para a atmosfera sob a forma de calor latente e sensível (este por condução e radiação). O calor transferido por condução é responsável pelo desenvolvimento de correntes de ar ascendentes

que transportam energia térmica para níveis atmosféricos bastante afastados da superfície (convecção). (VAREJÃO SILVA, 2006, p. 211-212).

Assim, a maior parte da energia que vem do Sol e entra na atmosfera como radiação de ondas curtas (insolação), chega à superfície da Terra. Parte dela é refletida de volta para o espaço e o resto é absorvido pela superfície que aquece a atmosfera subjacente.

A superfície, além absorver calor e aquecer sua estrutura reflete energia para a atmosfera por meio da radiação eletromagnética de ondas longas, promovendo o aquecimento dos gases e partículas em suspensão que compõe a atmosfera. Gerando impactos diretos na temperatura e na umidade relativa do ar e no deslocamento do ar próximo a superfície e consequentemente na qualidade de vida cidadina.

Segundo Barry e Chorley (2013, p. 234),

A atmosfera e a superfície, juntas irradiam radiação de ondas longas (térmica) de volta ao espaço. Ou seja, a energia liberada pelos objetos que compões a superfície urbana são os verdadeiros causadores do aquecimento do ar subjacente, pois a energia emitida é térmica causando o aquecimento da temperatura do ar, que se estiver poluído.

A poluição e a quantidade de materiais particulados em suspensão na atmosfera urbana caracteriza o aumento de partículas sólidas e gasosas, que absorvem energia de ondas longas e é refletida pela superfície. Promovendo alterações positivas significativas na temperatura e queda na umidade relativa do ar originando o clima urbano.

Neste sentido, torna-se de extrema importância a caracterização e identificação dos elementos que compõe a paisagem e as relações do ambiente urbano. Pois quanto mais detalhado for o conhecimento de sua dinâmica, melhores serão os subsídios para a definição dos agentes causadores e/ou modificadores do clima regional e local, o que possibilitará uma intervenção no ambiente mais inteligente e efetiva, mitigando os fatores negativos que o clima oferece.

### **1.3 - A ESCALA DE ANÁLISE CLIMÁTICA**

A escala é fundamental e deve ser considerado na análise climática, pois qualquer objeto que se queira investigar pressupõe a delimitação de sua dimensão. A escala deve analisar e relacionar a dimensão espaço-temporal dos componentes terrestres, sendo o clima um deles.

A escala climática diz respeito à dimensão ou ordem de grandeza, seja espacial (extensão) ou temporal (duração), sendo empregadas conjuntamente no estudo do comportamento atmosférico.

De acordo com Ribeiro (1993, p. 2).

Os estudos dos fenômenos relacionados com o comportamento da atmosfera são orientados no sentido da compreensão de sua extensão (espaço) e de sua duração (tempo). A definição da intensidade, frequência e, finalmente, de uma tipologia climática dependerá, basicamente, da adequação da abordagem espaço-temporal com o conjunto de técnicas analíticas empregadas no processo da pesquisa e comunicação dos seus resultados.

Assim, escala implica numa ordem hierárquica de grandezas, sendo o microclima inserido no mesoclima, que por sua vez está inserido no macroclima, este que só existe com base nas grandezas inferiores.

O mesmo ocorre com a dimensão temporal da escala, onde o tempo cronológico está inserido no contemporâneo, que está inserido no tempo histórico, que por sua vez está no tempo geológico.

A escala espacial está relacionada à extensão e pode ser entendida como área de ocorrência de um determinado fenômeno, em milhões de Km<sup>2</sup> no caso de macroclimas e dezenas de m<sup>2</sup> no caso de microclimas.

Já a escala temporal está relacionada à época de ocorrência de determinados fenômenos e pode ser dividida como períodos ou eras em tempos distintos como nas escalas geológicas, históricas, contemporâneas ou cronológicas.

As escalas devem ser operadas em conjunto e de forma complementar, e seu discernimento nas etapas iniciais de qualquer pesquisa é relevante para o bom desenvolvimento do trabalho.

O autor completa que,

[...] A escala é uma referência de valor arbitrada segundo critérios que interessam à compreensão de um fenômeno. [...] sua abstração racional exige um referencial escalar com possibilidades metodológicas, isto é, uma escala taxonômica como parte da própria metodologia da pesquisa climatológica. [...] A cada nível escalar deve corresponder uma abordagem específica, no sentido da coerência entre extensão e duração do fenômeno climático com as técnicas analíticas, desde a obtenção dos dados, passando pelo seu tratamento estatístico – matemático, até a sua apresentação gráfica e cartográfica. (RIBEIRO, 1993, p. 1).

Os estudos do clima urbano são estruturados em escala das circulações inferiores a mesoclimática e microclimática, pois o estudo do clima urbano está relacionado à dinâmica atmosférica local,

Ainda segundo,

[...] É sobre as cidades que se dá a maior razão de deterioração da qualidade do ar e do clima, uma vez que se combinam os dois grupos de fatores anteriormente comentados: a extrema artificialização da cobertura do solo (inclusive aumentando a sua rugosidade) associada à emissão de poluentes das mais diversas origens. Daí o clima urbano estar intimamente ligado à escala mesoclimática ou local, desde que a cidade possua tamanho suficiente para se diferenciar do espaço não urbano circundante e atividade poluente significativa. (RIBEIRO 1993, p. 4).

Nestas escalas o clima pode apresentar significativas variações em seu interior devido à ação de determinadas feições geomorfológicas ou antrópicas, que interferem no fluxo energético e na dinâmica das massas de ar da circulação regional e local, diferenciando subsistemas de circulação secundários, que compõe o clima uberlandense.

#### **1.4 - O SISTEMA CLIMA URBANO**

Atualmente, existem acervos extremamente significativos de obras de pesquisadores de diversas nacionalidades relacionadas ao estudo do clima urbano, estudos cuja contribuição para o avanço da ciência climatológica é de suma relevância.

Dentre essa diversidade de trabalhos voltados ao estudo do clima, optou-se por examinar aqueles que, dentro da possibilidade de acesso, apresentaram relação direta e específica com este trabalho. Sob a perspectiva do entendimento das bases teórico-metodológicas e do avanço do conhecimento do clima e da climatologia no Brasil.

A climatologia geográfica brasileira tem na obra de Monteiro suas bases fundamentais. Vários autores destacam suas contribuições, bem como suas possibilidades de aplicação, dentre eles podemos citar: Amorim (2016), Mendonça e Danni-Oliveira (2007), Sant'Anna Neto (2001), Zavattini (1998, 2000), dentre outros.

A partir da década de 1960, Carlos Augusto Figueiredo Monteiro começa a liderar a grande maioria dos trabalhos sobre Climatologia no país, introduziu o tratamento do clima conforme a Teoria de Sistemas T. S., proposta por Ludwig Von Bertalanffy. Monteiro aprofundou as concepções de Maximilian Sorre e Pierre Pédelaborde, adaptando-as aos sistemas de circulação atmosférica tropical.

A teoria elaborada por Monteiro trata o clima urbano como um sistema aberto devido à intensa troca de matéria e energia, entre os ambientes urbanos e o meio ao qual estão inseridos, criando o conceito de Sistema de Clima Urbano SCU, pois segundo ele,

O SCU importa energia através de seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que se pode enquadrar na categoria dos sistemas abertos. [...] As entradas de energia no SCU são de natureza térmica (oriundas da fonte primária de energia da terra – o Sol), implicando componentes dinâmicas inequívocas determinadas pela circulação atmosférica, e decisivas para a componente hídrica englobada nesse conjunto. [...] O conjunto-produto do SCU pressupõe vários elementos que caracterizam a participação urbana no desempenho do sistema. Sendo variada e heterogênea essa produção, faz-se mister uma simplificação classificatória que deve ser constituída através de canais de percepção humana. (MONTEIRO, 1976, p. 96-100).

As alterações higrométricas provocadas pela urbanização potencializam o aquecimento da superfície urbana. Provocando a diminuição da evaporação e da evapotranspiração, o que reduz a perda de energia através da transformação do calor sensível em calor latente.

Em termos gerais, a teoria do “Sistema Clima Urbano” SCU, dividem-se três subsistemas interdependentes, que se articulam e integram, são eles: o termodinâmico, no relativo ao conforto térmico; o hidrodinâmico que reflete o impacto meteórico das precipitações; e o físico-químico, que determinam à qualidade do ar.

No início da década de 1970 Monteiro aprofundou seus estudos e propôs o conceito “análise rítmica dos tipos de tempo”, ou “sucessão dos estados atmosféricos”, sobre um determinado lugar, destacando o estado habitual da atmosfera o que permite evidenciar os estados repetitivos, mas também aqueles que ocorrem de modo raro ou extremo.

Para caracterizar o ritmo climático de uma localidade, temos que fazer uma decomposição cronológica dos estados atmosféricos em sua contínua sucessão, podendo ser observados e analisados com precisão na durabilidade diária e horária, pois segundo Monteiro,

[...] O ritmo climático só poderá ser compreendido por meio da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidade de tempo cronológico pelo menos diária, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo [...]. (MONTEIRO, 1971, p. 9).

Para analisar o ritmo do clima de alguma localidade deve-se construir um gráfico com os seguintes elementos: temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa, precipitação, direção e velocidade dos ventos, cobertura do céu, sistemas atmosféricos predominantes e outros, tornando possível conhecer a evolução horária e diária dos tipos de tempos em curtos médios e longos períodos de análise.



O ritmo representou o novo paradigma conceitual, em substituição ao uso das médias e chegou-se a climatologia dinâmica que tem como propósito entender o clima através das características da realidade, e não mais, através de abstrações matemáticas, que em diversos momentos nortearam as pesquisas climáticas. (AMORIM, 2016. P. 162).

Permitindo assim, uma análise genética dos tipos de tempo, pois identifica conforme as interações dos atributos geográficos locais com a circulação da atmosfera, auxiliando na predição de desastres naturais e episódios climáticos que fogem ao estado habitual do clima em um determinado lugar.

Observa-se, nestas inter-relações sistêmicas que seus mecanismos de retroalimentação, são capazes de intensificar as alterações causadas pela ação humana, conduzindo o SCU a um novo estado de equilíbrio dinâmico, tendo capacidade de interferir na qualidade de vida urbana.

Neste sentido a desenho urbano, os materiais construtivos, a densidade de ocupação e o uso do solo, a verticalização, vão alterar os fluxos normais de reflexão, absorção e armazenamento de energia. Alterando o ritmo habitual de ganho e perda de calor, gerando anomalias térmicas e higrométricas conhecidas como ilhas de calor.

Este trabalho busca o aprofundamento no estudo do clima urbano, contribuindo nas pesquisas e documentação produzida, que mesmo sendo numerosa e de boa qualidade, ainda esta longe de permitir uma análise mais detalhada do clima do país, em especial das cidades.

Neste sentido, este trabalho busca contribuir para conhecimento destinado ao entendimento dos elementos que compõe a relação superfície-atmosfera, neste caso, o comportamento do campo térmico e higrométrico e a formação de ilhas de calor e sua distribuição espacial e temporal na da cidade de Uberlândia.

## **1.5 - ILHAS DE CALOR URBANO**

As Ilhas de Calor são consideradas por muitos autores como “anomalia térmica positiva” e constitui uma das mais notórias expressões do clima urbano. Vários estudos sobre o campo térmico das cidades demonstram as inter-relações entre atmosfera e superfície urbana, que provocam mudanças na circulação e distribuição das temperaturas, elevando-as em relação às áreas rurais circundantes.

Os primeiros estudos sobre este fenômeno atmosférico foram realizados no século XVII, segundo Fialho,

O contraste entre os ambientes urbano e rural, identificado por Evelyn (1661) e Howard (1883) em Londres (MORENO GARCIA, 1999), constatou que a cidade à noite apresentava uma maior temperatura do ar em relação ao seu entorno, utilizando-se para isto estações meteorológicas urbanas e rurais, que muitas são restritas no espaço.

Porém, partir da década de 1920, quando os estudos do clima da cidade ganharam maior projeção, estes ampliaram o número de pontos amostrais, com a utilização de transectos ou por meio de uma rede de monitoramento experimental temporário, possibilitando construir uma configuração espacial da temperatura do ar. (FIALHO, 2012, p. 61).

As ilhas de calor urbano constituem parte do estudo do clima urbano, o fenômeno é resultado das modificações dos parâmetros da superfície-atmosfera (Oke, 1982, p. 12). Elas são fenômenos que associam os elementos decorrentes das ações antrópicas sobre o meio, em termos de uso do solo, os condicionantes do meio físico e seus atributos geoecológicos.

Inicialmente o conceito de Ilha de Calor foi associado às apropriações humanas sobre o espaço geográfico e sua relação com a atmosfera na baixa troposfera. Mesmo assim, ainda não temos clareza sobre qual diferença ideal de temperatura do ar para determinar a existência ou não do fenômeno.

Porém, a distribuição das isotermas em cidade mostra uma tendência para o aumento da temperatura do ar da periferia em direção ao centro e queda da temperatura do ar do centro à periferia.

Segundo Lombardo (1985, p. 24),

A Ilha de Calor Urbana corresponde a uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que das áreas circunvizinhas o que propicia o surgimento de uma circulação local. O efeito das ilhas de calor na cidade ocorre devido à redução da evaporação, ao aumento da rugosidade e das propriedades térmicas das edificações e dos materiais pavimentantes.

Conti 1998, p. 42, à conceitua como sendo uma anomalia térmica positiva, que caracteriza a atmosfera das cidades em relação às áreas vizinhas e, Ayoade (2013, p. 303), à resume como um aumento da temperatura em áreas urbanas em índices superiores aos da zona rural circundante.

Conti acrescenta que,

No processo de urbanização, a remoção da cobertura verde e sua substituição por áreas construídas elevam o índice de albedo e, conseqüentemente, a superfície do solo passa a reter menos quantidade de energia, aumentando a refletância. Sabe-se que, quanto mais elevado é o volume de energia

armazenado, maior é o equilíbrio térmico. Nas cidades, verifica-se, portanto, uma desorganização do mecanismo climático. (CONTI, 1998, p. 43).

O resultado de todas essas alterações é o aumento das temperaturas e queda na umidade relativa do ar nas áreas centrais, em níveis superiores às áreas que as circulam, assim lembrado por Lombardo (1985, p. 23),

Os valores extremos dos parâmetros climáticos nas cidades podem levar à uma situação de pressão bioclimática para o homem [...] O processo de urbanização alcançou proporções significativas de expressão espacial a partir dos meados do século XIX. Com a expansão das cidades, modifica-se substancialmente a paisagem natural. A grande concentração de áreas construídas, parques industriais, adensamento populacional, pavimentação asfáltica, associados à concentração de poluentes, criam condições para alterar o comportamento da baixa troposfera (camada limite), em ambientes urbanos.

Além da formação das Ilhas de Calor Urbana, outras alterações climáticas foram produzidas no espaço urbano, dentre elas, o comportamento anômalo das precipitações. Devido, principalmente, às atividades industriais e domésticas, como máquinas, fornos e fogões, refrigeradores e condicionadores de ar, que têm aumentado, de forma significativa, a quantidade de gases estufa e partículas sólidas em suspensão na atmosfera.

Isto amplia, segundo estudos, as precipitações no espaço urbano, já que as partículas funcionam como núcleos de condensação do vapor d água, segundo Conti (1998, p. 44),

[...] a concentração de poluentes, motivada pela atividade industrial e circulação de veículos, concentra partículas em suspensão, as quais, por sua vez, funcionam como núcleos higroscópicos, isto é, incentivadores do processo de condensação. Essa reação em cadeia conduz ao aumento das precipitações em áreas urbanas de condensação.

Esses processos causam aumento na altura das precipitações, pois o efeito da rugosidade, das construções, faz com que o ar quente suba junto com a poluição sólida e gasosa aumentando a quantidade de núcleos de condensação provocando o acréscimo de 5 a 10% na altura das precipitações.

As ilhas de calor também modificam as correntes de ar concentrando o ar quente e os poluentes na região central, portanto deve ser analisada a estrutura das construções e sítio urbano, que oferecem resistência à circulação atmosférica.

A geometria da superfície influencia a ocorrência de anomalias térmicas e de acordo com Fialho (2012, p.65), “a rugosidade consiste no conjunto de irregularidades

ou desvios geométricos, caracterizado pelas pequenas saliências e reentrâncias presentes em uma superfície de micro relevo”.

Segundo Agência Brasileira de Normas Técnicas ABNT, 4287/2002, a rugosidade se define pelos termos superfícies e perfis, ou seja, superfície geométrica real e efetiva. A rugosidade desempenha um papel importante no comportamento dos componentes atmosféricos, hora facilitando (deslizando), hora interrompendo (resistência) aos fluxos de ar através do atrito e fricção.

Além disso, a superfície é constituída por elementos que absorvem mais radiação solar e refletem energia em forma de calor latente aquecendo o ar à atmosfera, e quando associados à existência de poucas áreas verdes ou arborizadas, potencializam as anomalias de temperatura causando desconforto ambiental.

Assim, o fenômeno da Ilha de Calor Urbana, produz elevação temperaturas e queda na umidade relativa do ar, bem como aumento das precipitações no espaço urbano. Tornando-nos mais vulneráveis e propensos a sentir as mudanças climáticas, que são acentuadas e fazem parte do cotidiano da população citadina.

## **1.6 - ANÁLISE TERMODINÂMICA DA CIDADE**

A alteração da temperatura do ar no perímetro urbano tem sido alvo de inúmeras investigações, tanto pelo fato de influenciar diretamente a qualidade de vida citadina, quanto pelos seus efeitos na própria atmosfera e seus mecanismos de auto regulação.

A análise termodinâmica constitui um rico campo de conhecimento, voltado à compreensão do nível de intervenção da sociedade na atmosfera, ou seja, observar os efeitos das atividades humanas sobre o comportamento da atmosfera e suas inter-relações.

Segundo Varejão-Silva (2006, p. 219)

O estudo do comportamento termodinâmico de processos reais é, em geral, muito difícil, haja vista o grande número de fatores intervenientes. Para analisá-los, às limitações do conhecimento humano impõem a adoção de hipóteses simplificadoras que, se por um lado tornam sua abordagem científica menos complicada, do outro restringem bastante o espectro de aplicabilidade dos modelos obtidos.

De acordo com Amorim (2016, p.165-166),

As modificações no balanço de radiação, geradas pela cidade alteram a inércia térmica urbana, causando sua diminuição se comparada inércia térmica do entorno rural, isso ocorre, principalmente, através da ampliação da densidade de ocupação dos espaços urbanos, pela diferença de calor

específico existente entre os materiais naturais e os materiais construtivos e, principalmente, pela menor capacidade térmica desses materiais.

Assim a cidade sofre influência do calor específico dos objetos que compõe sua cobertura superficial, e relaciona-se com a capacidade térmica que esses objetos tem para elevar sua temperatura.

Amorim firma ainda que,

O calor específico é entendido, como a variação da temperatura de determinado material ao receber determinada quantidade de energia. Ela é constante para cada material em cada um dos três estados físicos da matéria. Portanto, a substituição de materiais naturais com menor calor específico, por materiais construtivos com maior calor específico, certamente, irá gerar maior aquecimento da superfície. (AMORIN, 2016, p.166).

E completa:

A capacidade térmica é entendida, como a quantidade de energia necessária para que determinada material apresente a elevação de um grau em sua temperatura. Assim quanto menor for a capacidade térmica, menor será a quantidade de energia necessária para que a superfície apresente elevação de um grau na sua temperatura. (AMORIN, 2016, p.166).

A exposição e o sombreamento das ruas, a disposição e distribuição das áreas verdes, compõe a complexa gama de relações entre o uso do solo o índice de área construída e espaços livres que compõe as características do espaço urbano.

Assim, o processo de urbanização, as configurações geométricas das edificações, as propriedades físicas e químicas dos materiais constitutivos, bem como as cores das superfícies e sua extensão e a densidade, determinam a dinâmica termodinâmica das cidades de grande, médio e pequeno porte.

## **1.7 - MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS NA PESQUISA**

Os materiais utilizados para a realização deste trabalho foram bem diversificados. E todos foram fundamentais para o desenvolvimento e execução desta pesquisa. Dentre os quais destaca-se os instrumentos meteorológicos e os softwares de geoprocessamento, além dos veículos, GPS, Celular, e outros.

O registro dos dados relativos à localização espacial do trabalho foi realizado em aparelho com sistema de posicionamento global (Global Position System GPS), que foi utilizado tanto para registrar a elevação do terreno, quanto para marcar o trajeto e os pontos percorridos na execução dos transectos móveis.

O GPS utilizado para registrar os dados foi da empresa: Garmin®, modelo: GpsMap 64s, com antena: Glonass. O instrumento foi calibrado em campo e registrou o

trajeto percorrido e a elevação do terreno durante a execução dos transectos e nos possibilitou a elaboração de um gráfico do perfil topográfico nos dois sentidos.

Os registros de temperatura e umidade relativa do ar à superfície foram feitos por quatro (4) termohigrômetros digitais da empresa; ONSET, modelo: HOBO® U14-001, com *data-logger* integrado.

Os instrumentos meteorológicos possuem memória interna não volátil, com velocidade de 64k, e o intervalo de amostra pode ser definido de 1 segundo à 18 horas. A faixa de operação dos aparelhos para temperatura é de -20°C a +50°C, e de umidade relativa é de 0 a 100%, sem condensação. Os termômetros são acoplados a um visor que permite uma leitura digital, do instrumento.

Utilizou-se também seu software livre: HOBOWare®, para extrair e exportar dos instrumento os dados, além de fornecer as estatísticas básicas como máximas médias e mínimas dos dados registrados durante a execução dos transectos móveis.

Para a organização, sistematização e manipulação dos dados coletados primários usou-se softwares do pacote Microsoft Office®. No programa Microsoft Excel 2010, organizou-se os dados em planilhas para facilitar a manipulação, além de produzir os gráficos de temperatura e umidade relativa do ar. E por fim redigir o texto do trabalho usamos o Microsoft Word 2010, em um sistema operacional Windows 10.

Na etapa das análises estatísticas, todas as comparações, bem como o cálculo das estatísticas descritivas, foram realizados com o auxílio do software R (R Core Team®, 2016).

Além disso, utilizou-se o software de processamento digital ArcGis versão 10.1 de 2012, que foi desenvolvido pela empresa Environmental Systems Research Institute (ESRI), para efetuar análises em ambiente de Sistema Informações Geográficas SIG.

As técnicas de geoprocessamento consistem na utilização do processamento digital de dados georreferenciados, que podem ser usados por varias ferramentas de análise espacial. Em processos que englobam diversas tecnologias de tratamento, manipulação e análise de dados espaciais, o que possibilitou elaborar todos os mapas deste trabalho.

Técnicas essas que possibilitaram o processamento do Modelo Digital de Elevação MDE, onde interpolamos em mapas plotados com isolinhas e pode-se espacializar os dados de temperatura e umidade relativa do ar no perímetro urbano.

A ferramenta utilizada foi a interpolação, que interpola os dos dados atmosféricos à superfície no mapa do perímetro urbano. Esta ferramenta interpola uma

superfície de varredura a pontos com mesmo valor (isolinhas), pela distância inversa ponderada (Inverse Distance Weighted – IDW) e permitiu representar as variações do campo termo-higrométrico no espaço geográfico.

As imagens dos pontos de coleta de dados foram feitas por câmera de celular da fabricante Samsung®, modelo Galaxy J5 Metal, com câmera: SM-J510MN, com resolução de 4128x 3096 pixels. Em alguns pontos que as imagens do celular ficaram ruins utilizou-se imagens do Google Earth Pro, no modo Street View, Image © 2017 Digital Globe da Google Inc.

Assim, os dados de temperatura e umidade relativa do ar à superfície foram obtidos e registrados por termohigrômetros digitais, instrumentos meteorológicos com registradores automáticos internos. Capaz de aferir e registrar dos dados atmosféricos em intervalos de tempo pré-programados.

Com eles, captou-se variações significativas no comportamento da temperatura e umidade relativa do ar intraurbano, nas escalas temporais horárias e diurnas.

O termo “temperatura do ar à superfície” é utilizado em meteorologia para traduzir a temperatura reinante em um ponto da atmosfera próximo à superfície da Terra. Já os termômetros são instrumentos destinados à determinação direta da temperatura e fornecem o valor instantâneo dessa variável.

Os quatro termohigrômetros foram distribuídos em dois (2) veículos, para serem utilizados simultaneamente por 2 equipes de campo, nos dois perfis longitudinais. Os instrumentos foram posicionados fora do veículo a uma altura que varia entre 1,25 à 1,50 metros do solo, em local à sombra, aberto bem ventilado.

Isto pois, de acordo com a metodologia de Varejão-Silva (2001, p.67), “para propósito de análise sinótica dos estados da atmosfera, as observações da temperatura e umidade relativa do ar à superfície devem ser efetuadas de 1,25 a 2,00 m acima do terreno”.

Segundo Varejão-Silva (2006, p. 71):

A temperatura do ar normalmente apresenta acentuadas variações temporais, mesmo quando são considerados intervalos de tempo relativamente pequenos. As variações quase instantâneas da temperatura do ar à superfície são atribuídas à passagem de turbilhões (redemoinhos ou vórtices) convectivos.

Para que um termômetro possa funcionar adequadamente, é preciso que esteja em equilíbrio térmico com o ambiente, cuja temperatura se deseja conhecer, quando

submetido à temperatura muito diferente, suas leituras vão se aproximando gradualmente, do valor real.

Os quatro instrumentos ou miniestações foram cobertos com abrigos de papelão, que possuem propriedades isolantes, para que não houvesse contato direto da estrutura dos aparelhos e dos sensores com a radiação solar.

Impedindo assim, que sofram interferência térmica por incidência direta e indireta de radiação ou mesmo influência das condições do interior dos veículos, o que poderia prejudicar a aferição e registro dos dados primários.

Os quatro instrumentos meteorológicos utilizados foram configurados para capturar a temperatura e a umidade relativa do ar a cada 1 minuto e registra-los na memória interna de seu *data-logger*.

Este intervalo apesar de pequeno respeita o intervalo de tempo necessário para os sensores adaptar-se às novas condições de um ponto a outro. O que é chamado de tempo de resposta do instrumento, que no nosso caso é de aproximadamente 30 segundos.

O “tempo de resposta” ou tempo gasto pelo aparelho para responder à mudança de temperatura, deve ser 30 à 60 segundos, conforme metodologia de Varejão-Silva (2006, p.71):

O intervalo de tempo necessário para que um instrumento acuse 63% de uma mudança brusca da variável à qual é sensível, chama-se coeficiente de retardamento. Em termômetros usados para observar a temperatura do ar, recomenda-se um coeficiente de retardamento entre 30 e 60 segundos, sob um fluxo de ar de 5m/s.

Além disso, escreveram-se manualmente os dados atmosféricos a cada 500 metros em uma tabela, onde registrou-se a temperatura e umidade relativa do ar em cada ponto percorrido de acordo com os instrumentos. As características dos pontos também foram anotadas como: localização, altitude, relevo, cobertura e densidade de uso do solo e a existência de vegetação no entorno.

Os valores de temperatura do ar obtidos em diferentes locais foram plotados sobre o mapa do perímetro urbano, possibilitando a representação cartográfica da espacialização da temperatura e umidade relativa do ar.

Com um número suficiente de locais com dados foi possível interpolar linhas que unem pontos com igual característica e são chamadas isolinhas, É uma técnica



utilizada para conhecer a distribuição espacial da temperatura e/ou umidade relativa do ar em uma determinada secção horizontal ou vertical.

As isotermas, por exemplo, traduzem a configuração espacial do comportamento da temperatura. A componente horizontal do gradiente de temperatura do ar à superfície é perpendicular às isotermas e aponta da menor para a maior temperatura.

Os mapas elaborados servirão de base para as análises de anomalias térmicas positivas e a formação das ilhas de calor urbana, possibilitando assim, a proposição de medidas mitigadoras voltadas a melhoria da qualidade socioambiental da cidade de Uberlândia-MG.

## **1.8 - SETORIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE EXPERIMENTO**

Para a execução deste trabalho foi delimitado o limite do perímetro urbano. Para tanto, foram consideradas a infraestrutura e os serviços urbanos oferecidos como: loteamentos, pavimentação das vias (asfaltamento), iluminação pública, fornecimento de água, rede de esgoto, transporte público, coleta e destinação de resíduos.

Para delimitar o perímetro urbano foram utilizadas técnicas de fotointerpretação de imagens de satélite, através do software Google Earth Pro 7.3.0, © 2017 Google Inc., onde delimitou-se o perímetro urbano, observando os critérios mencionados anteriormente.

Para facilitar a elaboração e representação dos mapas com isolinhas, as duas secções transversais também foram divididas em pontos fixos para coleta e registro de dados primários. Assim os pontos foram alocados em intervalos de aproximadamente de 500 metros de equidistância, o que dividiu o perímetro urbano em dois trajetos distintos.

O trajeto sentido Leste-Oeste possui aproximadamente 19 km, foi dividido em 39 pontos de coleta de dados. Já o trajeto sentido Norte-Sul possui aproximadamente 17 km de extensão, e foi dividido em 31 pontos de coleta de dados.

Apesar desta divisão os pontos não ficaram alocados à uma distancia exata de 500 metro um do outro, pois o desenho urbano não permite que as equipes estacionem os veículos em qualquer ponto da cidade, para a estabilização dos instrumentos, portanto, alguns pontos foram deslocados alguns metros para frente ou para traz.

Os pontos foram percorridos simultaneamente por duas equipes em dois veículos que não puderam manter uma velocidade constante, em função do trânsito principalmente nos horários de maior movimento.

Após esta distribuição dos pontos de coleta de dados os pontos foram caracterizados e ilustrados para facilitar a análise e compreensão dos usos e ocupações do solo no perímetro urbano, para posteriormente relacioná-los ao comportamento do campo térmico e higrométrico da atmosfera urbana de Uberlândia-MG.

## **1.9 - A COLETA DE DADOS**

A coleta de dados ocorreu em trabalhos de campo realizados na cidade de Uberlândia-MG, através da execução técnica de transectos móveis, nos sentidos Leste-Oeste e Norte-Sul do perímetro urbano. O trabalho foi executado em horários predeterminados, para que pudessemos posteriormente compilar, organizar, analisar e espacializar os dados dentro do mesmo intervalo temporal.

“Os transectos móveis permitem aprofundar a relação espacial do clima urbano com as características da superfície, ganhando riqueza de detalhes quando se constroem rotas que contemplem unidades espaciais bastante diversificadas”, segundo AMORIM, (2016, p. 170).

A escolha das datas para a execução dos transectos móveis ocorreu em função das características das condições médias climáticas das estações de inverno e verão na região. Com isto, observou-se diferentes comportamentos, principalmente em relação à umidade relativa do ar e à amplitude térmica horária e diária.

Neste sentido os transectos móveis foram realizados em estações climáticas distintas, o primeiro na estação de inverno, setembro de 2016 e o segundo no verão, fevereiro de 2017 respectivamente. Os trajetos foram percorridos por duas equipes nas duas seções transversais simultaneamente, com o intuito de espacializar o comportamento térmico e higrométrico do espaço urbano.

As oscilações horárias diárias de temperatura e umidade relativa do ar apresentam um ciclo, passando por um máximo e por um mínimo. Em situações normais, o valor máximo ocorre cerca de duas horas depois da culminação do Sol; o mínimo acontece pouco antes do nascer do Sol.

Os transectos móveis foram realizados nos seguintes intervalos horários das 06:00 as 07:00, das 10:00 as 11:00, das 14:00 as 15:00 e das 21:00 as 22:00 horas. E os horários escolhidos para coleta de dados também foram significativos em termos de comportamento atmosférico, características termodinâmicas as quais passamos a discorrer:

O primeiro transecto foi realizado no intervalo das 06:00 às 07:00 horas, período que temos a menor temperatura registrada no dia, permitindo a comparação com outros horários. Neste intervalo horário pode-se observar que a radiação solar produz alterações significativas em relação ao comportamento térmico e higrométrico intraurbano já nas primeiras horas do dia.

O segundo transecto foi realizado no intervalo das 10:00 às 11:00 horas, representando o período em que há o aquecimento da superfície e o aumento da temperatura e queda na umidade relativa do ar nas primeiras horas do dia. Neste intervalo horário pode-se observar que a radiação solar de já aquece a superfície, porém a superfície ainda não altera significativamente a temperatura e umidade relativa do ar no período da manhã.

O terceiro transecto foi realizado no intervalo das 14:00 às 15:00 horas, representando o período mais quente do dia, e apresentou as maiores temperaturas e queda na umidade relativa do ar à superfície. Neste intervalo observou-se grande variação do comportamento térmico e higrométrico e aumento significativo no balanço de absorção e reflexão de radiação térmica na relação superfície-atmosfera.

O quarto e ultimo foi realizado no intervalo das 21:00 às 22:00 horas, representando o período noturno para identificar se as anomalias termo-higrométricas persistem à noite. Neste intervalo, observou-se temperaturas mais amenas, porém registrou-se a maior amplitude térmica e higrométrica horária intraurbana. Além de registrar anomalias térmicas positivas caracterizando a formação de ilhas de calor também no período noturno.

## **1.10 - A ANÁLISE DOS DADOS**

Para a execução deste trabalho os dados coletados foram analisados em quatro etapas distintas, das quais passamos a discorrer:

A primeira etapa, corresponde à caracterização geográfica urbana dos pontos de coleta de dados percorridos durante a execução dos transectos móveis, onde procede-se uma identificação visual, através de figuras (imagens) das principais características de uso e ocupação do solo urbano

A segunda etapa corresponde à análise de gráficos de temperatura e umidade relativa do ar, que expressam na componente vertical as variações do campo termo-higrométrico de um ponto de coleta a outro. Os gráficos também possibilitaram a relação das variações com o perfil topográfico dos perfis Leste-Oeste e Norte-Sul.

A terceira etapa consiste na síntese espacial do comportamento do campo térmico e higrométrico do espaço urbano. E deu-se através elaboração de mapas isométricos compilados em pranchas, que representam a dimensão horizontal da temperatura e a umidade relativa do ar em relação à superfície.

A quarta e ultima etapa corresponde a uma análise estatística dos dados obtidos e que foram associados os tipos de uso do solo urbano. Uso este que foi classificado, em 4 grupos, de acordo características de densidade de uso, permeabilidade do solo, presença de vegetação e/ou mata ciliar.

Na análise estatística metodologia utilizada distingue os grupos diversos ou categorias de classificação dos dados, e foram comparados por meio do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney (Triola; 2008) ou do teste de Kruskal-Wallis (Triola; 2008). O primeiro teste é utilizado para comparação de dois grupos independentes enquanto o segundo é utilizado para compara três ou mais.

Estes dois testes são alternativas ao teste t de Student e à análise de variância quando as pressuposições exigidas para a aplicação destes, não são atendidas.

## **CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS**

Neste capítulo são abordados os aspectos geográficos da área de estudos, com destaque para os aspectos sócio espaciais e também físicos que compõe as inter-relações da sociedade como a natureza.

### **2.1 - CARACTERIZAÇÃO SOCIOESPACIAL DA ÁREA DE ESTUDOS**

A ocupação do Triângulo está ligada ao ciclo do ouro no Brasil, a escassez dos minérios nas regiões auríferas de Minas Gerais, provocou a dispersão populacional para estas áreas. Nos tempos de colônia, a área do Triângulo, se configurava como fornecedora marginal de metais e ponto de apoio aos núcleos mineratórios para o Centro-Oeste, suprindo-os, também, de gêneros alimentícios.

A cidade de Uberlândia foi fundada a partir do desbravamento do Sertão da Farinha Podre, no século XIX, em terras do município de Uberaba, sendo elevada à categoria de município em 31 de agosto de 1888. Além das atividades agropecuárias, a cidade voltou-se para interesses comerciais e industriais.

Este espaço dinâmico e complexo compõe a síntese das relações do meio ambiente, face ao desenvolvimento das atividades econômicas, políticas e sociais e seus modos de organização e produção espacial ao longo da história.

De acordo com Soares (1995, p. 112):

Esse processo iniciou-se nos últimos 40 anos, quando transformações significativas começaram a ocorrer, principalmente após a transferência da capital federal para o Planalto Central, e, a partir dos anos 70, a modernização do campo, a industrialização e a diversificação/expansão do setor comercial fizeram com que Uberlândia se tornasse um dos quatro maiores centros urbanos de Minas Gerais.

Uberlândia possui uma localização geográfica estrategicamente privilegiada, pois está situada em área central do território, entre as regiões Sudeste e Centro-oeste, com uma malha rodoviária e ferroviária que ligam a cidade aos principais mercados fornecedores e consumidores do país.

O que lhe confere uma vantagem logística na distribuição de produtos e serviços, funcionando como um entreposto logístico e comercial entre as varias regiões do território nacional.

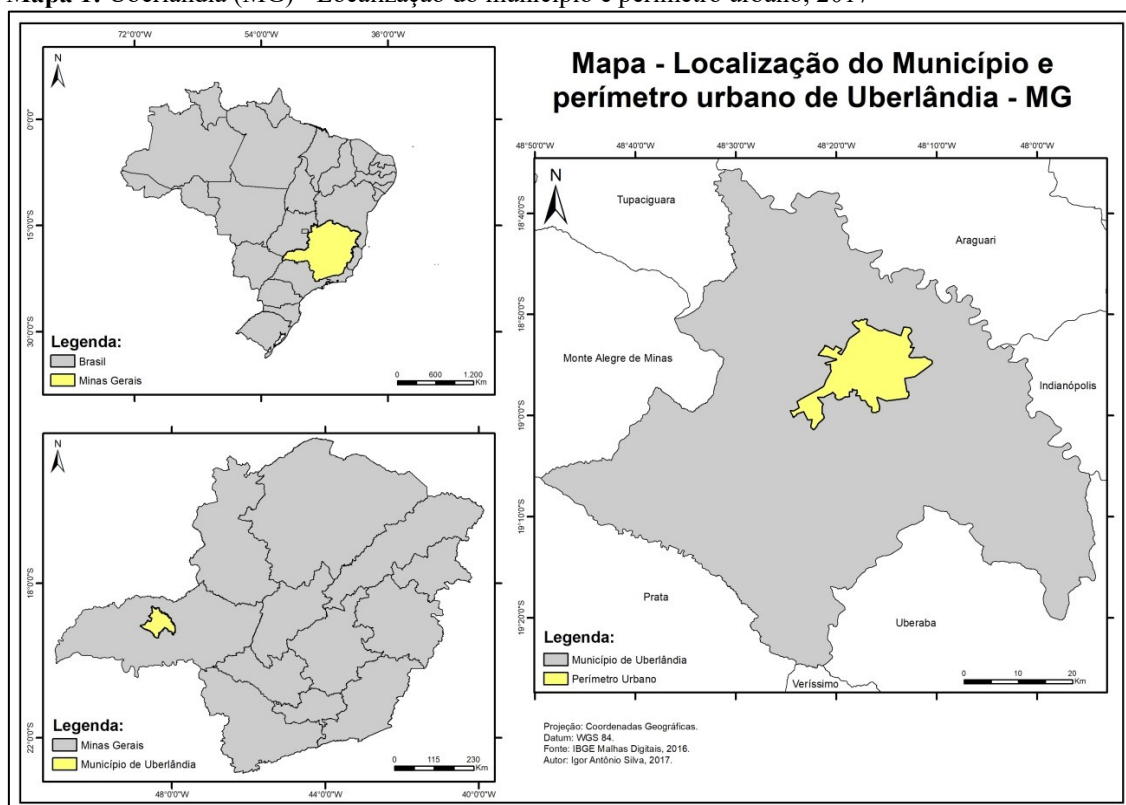
Neste contexto, a cidade consolida-se como um centro polarizador econômico da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, sendo capaz de atrair pessoas, serviços e investimentos externos, tornando-se atualmente a maior cidade do interior do estado de Minas Gerais.

A economia municipal baseia-se nas atividades comerciais e prestação de serviços, mas possui uma agropecuária de ponta, com vários complexos agropecuários. Na agricultura possui destaque na produção de abacaxi, alho, batata-inglesa, café, cana de açúcar, feijão, laranja, limão, girassol, mandioca, manga, milho, soja, sorgo, tomate e trigo. Na pecuária destaca-se na produção de avicultura, bovinos, e suínos respectivamente.

O município de Uberlândia possui área total de 4.115,206 km<sup>2</sup>, está localizado na Região Sudeste do país, a Oeste no Estado de Minas Gerais (MG), inserido na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e na Microrregião de Uberlândia.

A Microrregião de Uberlândia é composta pelas seguintes cidades: Araguari, Araporã, Cascalho Rico, Centralina, Monte Alegre de Minas, Tupaciguara, Prata e Uberlândia. Além disso, o município conta ainda com mais quatro distritos: Cruzeiro dos Peixotos, Martinésia, Murapiranga e Tapuira.

**Mapa 1:** Uberlândia (MG) - Localização do município e perímetro urbano, 2017



**Fonte:** SILVA I. A., 2017.

Localizado a uma distância de 543 km da capital Belo Horizonte, o município de Uberlândia faz fronteira com os seguintes municípios: Araguari, Indianópolis, Monte Alegre de Minas, Tupaciguara, Prata, Uberaba e Verissimo conforme mapa 1.

A cidade interliga-se a outros centros urbanos através de 5 rodovias federais: BR-050 Brasília/Uberlândia/São Paulo, BR-365: Montes Claros/Uberlândia/São Simão (GO), BR-452 Rio Verde (GO) /Uberlândia/Araxá, BR-455 Uberlândia/Campo Florido/Planura e BR-497 Uberlândia/Iturama/Paranaíba.

Além da intensa malha rodoviária, o município conta também com a uma estrada de ferro, Ferrovia Centro Atlântica, que corta o Triângulo Mineiro interligando-o aos estados de São Paulo e Goiás na direção norte-sul.

Assim, Uberlândia destaca-se nos serviços de transporte e comércio atacadista, que distribui produtos industrializados para várias regiões do país. O município possui o Porto Seco do Cerrado, que possibilita a importação de cargas e o desembarço aduaneiro de produtos na região. E conta ainda, com o primeiro projeto de Aeroporto Multimodal, ou seja, possui terminal de cargas multimodal (aero-rodo-ferroviário) de distribuição do interior do país.

Esta condição permite que a cidade sirva como um ponto de passagem e contato com diversos centros comerciais e consumidores do país, como São Paulo, Belo Horizonte, Brasília e Goiânia, dentre outros.

Segundo Soares (1995, p.70):

Uberlândia cresceu e desenvolveu-se sob o signo das estradas de rodagem. E, nesse processo, é preciso destacar o papel exercido pelos comerciantes locais, pelos motoristas de caminhão, conhecidos, então, como *chauffeurs*, e pelas transportadoras de cargas, que diversificaram a atividade comercial da cidade, a partir dos anos 30, devido à intensificação das relações entre os Estados de Mato Grosso e Goiás, fundamentalmente.

O desenvolvimento dos transportes, principalmente o terrestre, foi fundamental no ordenamento e modelagem urbana e determinou o predomínio do uso das linhas geométricas na arquitetura atual dos componentes urbanos.

Houve uma padronização dos processos produtivos em escala mundial, impondo novos ritmos ao espaço geográfico, conseqüentemente novas formas ao seu desenho urbano, criando cidades mais retilíneas, práticas e objetivas, que propiciam a melhor circulação de automóveis, bens, produtos e serviços.

A população estimada para 2017 é de 676.613 habitantes, de um total de 219.125 domicílios segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE no

Censo Demográfico realizado em 2010. O município tinha nesta época uma densidade demográfica de 146,78 habitantes por quilômetro quadrado (Hab./km<sup>2</sup>).

A população urbana corresponde a 97% do total em 2010, onde havia 587.266 habitantes recenseados como população urbana, residentes na sede do município; e 16.747 recenseados como população rural. Sendo que em relação ao gênero havia 285.611 homens e 301.655 mulheres caracterizando a seguinte estrutura:

**Tabela 1:** Uberlândia (MG) -População residente, por situação do domicílio e sexo - 2010.

População	Urbana	Rural
<b>Mulheres</b>	301.655	7.444
<b>Homens</b>	285.611	9.303
Total	587.266	16.747

**Fonte:** IBGE, Censo demográfico - 2010. Org. SILVA, I. A.

Em relação aos aspectos socioeconômicos a cidade apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) elevado em relação ao estado, e superior à média nacional, conforme os dados da tabela 2 e os dados do IBGE no Censo Demográfico de 2010.

**Tabela 2:** Uberlândia (MG) -Índice de Desenvolvimento Humano IDH - 2010.

Brasil	0,727
Minas Gerais	0,731
Uberlândia	0,789

**Fonte:** IBGE, Censo demográfico - 2010.

Um dos fatores que impulsionaram a melhoria no IDH é a melhoria nas condições de saúde da população que ocorre graças à existência de hospitais de excelência como o Hospital de Clínicas da Universidade Federal Uberlândia, Hospital Municipal de Uberlândia, Hospital do Câncer.

Conta ainda, com Unidades de Atendimento Intensivo (UAIs), Unidades Básicas de Saúde (UBSs) distribuídas em vários setores da cidade, totalizando 108 estabelecimentos de saúde do Sistema Único de Saúde SUS, além de vários hospitais particulares.

Outro fator importante para a elevação do IDH é o saneamento básico e a cidade de Uberlândia possui um dos melhores índices do país, com 98,2% de taxa de esgotamento sanitário, em 2016, e possui ainda serviço de coleta seletiva e destinação adequada dos resíduos sólidos.



A evolução dos processos de industrialização e urbanização ocorridos após a década de 1960 e 1970 elevaram as condições de vida da população. Nos últimos 20 anos, houve melhoria significativa nas condições de vida da população urbana, conforme pode-se destacar no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal IDHM, apresentado na tabela 3.

**Tabela 3:** Uberlândia (MG) - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 1991 – 2010.

IDHM 1991	0,577
IDHM 2000	0,702
IDHM 2010	0,789

**Fonte:** Atlas Brasil 2013 Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

Em relação aos aspectos econômicos a cidade também se destaca, pois tem sua economia bem diversificada, contando com os três principais segmentos da economia (agropecuária, indústria e serviços), conforme destaca a tabela 4 do Produto Interno Bruto, com destaque na indústria e prestação de serviços.

**Tabela 4:** Uberlândia (MG) - Produto Interno Bruto PIB - 2010 (valor adicionado).

Variável	Uberlândia	Minas Gerais	Brasil
<b>Agropecuária</b>	439.266	15.568.048	105.163.000
<b>Indústria</b>	6.333.651	54.306.183	539.315.998
<b>Serviços</b>	11.536.659	97.398.820	1.197.774.001

**Fonte:** IBGE, Censo demográfico - 2010.

Neste contexto, a cidade de Uberlândia possui grande importância econômica e política no Estado de Minas Gerais e no Brasil. Sua participação no PIB do estado foi de 31,5% na receita bruta do total de riquezas geradas em todo estado em 2015. (Uberlândia, p. 23, 2015)

**Tabela 5:** Uberlândia (MG) -Posição de Uberlândia quanto à arrecadação ranking 2016.

Uberlândia	Colocação
Brasil com Capitais	21º
Brasil sem Capitais	9º
Minas Gerais	2º

**Fonte:** Sistema Informatizado da Receita Federal Brasileira.

Em relação à economia ela ocupava em 2016, a 21º colocação no ranking nacional de arrecadação incluindo as capitais federais. E 9º lugar no ranking excluindo as capitais federais e 2º colocação no estado de Minas Gerais. (Uberlândia, p. 25, 2015).

Apesar disso, o desenvolvimento econômico ocorrido sob a ótica da dinâmica capitalista impôs novos usos e valores pecuniários ao uso do solo urbano, como no caso da especulação imobiliária. Processo que cria vazios demográficos, pois obriga uma parcela da população, menos favorecida socioeconomicamente a ocuparem áreas com menor valor pecuniário.

Deste modelo de consumo especulativo do espaço urbano originam as periferias, que localizam-se distantes das áreas centrais com boa infraestrutura de serviços ou em locais impróprios à ocupação ou que oferecem algum tipo de risco, como as áreas com declividade acentuadas em encostas íngremes ou fundos de vales, tornando-os vulneráveis do ponto de vista socioambiental.

## **2.2 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDOS**

Nesta parte do trabalho são destacadas as características dos aspectos físicos da área de estudos. Dentre as quais são elencadas as propriedades climáticas, hidrográficas, geomorfológicas e de vegetação do município de Uberlândia-MG.

### **2.2.1 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DO MUNICÍPIO**

No que tange aos aspectos climáticos, Uberlândia é caracterizado segundo o IBGE (2002), no Mapa de Climas do Brasil, como Clima Tropical Brasil Central, Sub-quente com média de temperaturas mínimas anuais que variam entre 15 e 18° C em pelo menos 1 mês do ano. É classificado como Semiúmido, pois possui 4 a 6 meses secos durante o período anual, constituindo um ecótono de transição do clima quente-úmido para o clima quente-seco, com temperaturas mínimas com média superior a 18°C na maior parte do ano.

De modo geral, tem-se as seguintes características na Região Sudeste: período da primavera/verão mais chuvoso e quente; outono/inverno mais seco e com temperaturas mais amenas. O período chuvoso concentra-se principalmente entre os meses de outubro a março, quando ocorrem cerca de 80% do total anual de precipitações.

Segundo a classificação de Koppen (1948) o clima regional é mesotérmico-úmido e/ou sub-úmido que é representado pela simbologia Aw: Quente, inverno seco,

verão quente. Sendo uma classificação essencialmente descritiva sem muita preocupação com a gênese climática, que generaliza os mecanismos de circulação bem como as paisagens fitogeográficas.

A classificação de Arthur Strahler, que leva em consideração principalmente a natureza e ação das massas de ar, diz que Uberlândia está inserida no grupo climático Tropical Semi-úmido, caracterizado por duas estações definidas, sendo o verão marcado por temperaturas elevadas e chuvas intensas e o inverno com temperaturas amenas e baixos índices ou, até mesmo, inexistência de precipitação (AYOADE, 2013, p.286 ).

A característica climática mais marcante nessa região é a distribuição espacial e temporal das precipitações, que ocorre no período chuvoso, em geral, estão associadas à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e seu choque com às frentes frias da Massa Polar.

As ZCASs constituem uma banda de nebulosidade persistente, e as frentes são definidas como uma zona intermediária entre duas massas de ar de diferentes densidades e temperaturas.

As frentes frias são perturbações mais rápidas, que afetam a região por um ou dois dias, enquanto que a ZCASs são sistemas quase-estacionários que permanecem sobre grande parte do sudeste brasileiro por, em média, mais de três dias.

O período chuvoso começa mais cedo no Sul da região Sudeste em decorrência de frentes frias. Na região norte, observa-se um atraso da estação chuvosa de dois a três meses em relação ao sul, coincidindo com a atuação da ZCAS em dezembro.

Os registros meteorológicos provenientes do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos LCRH, do Instituto de Geografia IG da Universidade Federal de Uberlândia UFU, indicam que a precipitação e temperatura médias dos últimos 30 anos foram, respectivamente, 22,2°C e 1.596 mm anuais.

As temperaturas médias mensais mais elevadas foram registradas no mês de outubro, com médias de 23,8°C. As menores médias mensais foram registradas nos meses de junho e julho, com 19,2°C. Sobre a altura das precipitações, os maiores índices foram totalizados no mês de dezembro, com média de 327 mm acumulados. Já o mês mais seco foi o de julho com precipitação média acumulada inferior a 10 mm mensais.

### **2.2.2 - CARACTERIZAÇÃO HIDROGRÁFICA DO MUNICÍPIO**

O município de Uberlândia está inserido na Região Hidrográfica do Paraná, que

ocupa 10% do território brasileiro, abrangendo sete estados: São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Distrito Federal. É a região mais populosa e de maior desenvolvimento econômico do país.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), nossa área de estudos está inserida na Bacia do rio Uberabinha, que está inserida na Bacia do rio Araguari que por sua vez está inserida na Bacia Hidrográfica do Paranaíba.

Em relação à hidrografia tem-se vários cursos d'água permanentes que drenam a área do município, com destaque para os seguintes rios: Araguari, Uberabinha, Tijuco, das Pedras, além dos ribeirões: Douradinho, Estiva e Panga.

A cidade é abastecida pelas águas do rio Uberabinha, o que é feito por dois sistemas de captação de água: o sistema Sucupira, que capta água do Uberabinha e o sistema Bom Jardim, que capta água do ribeirão Bom Jardim, que também é um afluente do rio Uberabinha.

O Rio Uberabinha é o principal canal fluvial da cidade, e sua bacia abrange quase todo o perímetro urbano, suas águas são utilizadas para o consumo e abastecimento da população e também para o descarte dos resíduos do esgoto urbano residencial e industrial.

No perímetro urbano de Uberlândia existem várias sub-bacias, que formam uma rede pluvial muito rica, que drena quase todas as áreas da cidade, conduzindo as águas para o rio Uberabinha.

Das redes de drenagens localizadas dentro do perímetro urbano, algumas se encontram canalizadas, dentre elas destacam-se: o Córrego Cajubá, onde se localiza atualmente a Av. Getúlio Vargas, o Córrego Taboca, onde se localiza a Av. Minervina Cândida de Oliveira e a BR-365 e, por fim, o Córrego São Pedro, onde se localiza a Av. Rondon Pacheco.

Neste sentido, torna-se de extrema importância o estudo climatológico do comportamento do campo térmico e higrométrico, já que todos os sistemas são interdependentes à dinâmica hídrica atmosférica, que abastece os rios, através do regime anual de precipitações.

### **2.2.3 - CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO MUNICÍPIO**

As características geomorfológicas, também sofrem influência direta dos elementos climáticos e dos fatores geográficos como relevo, topografia e altitude.

Imprimindo na paisagem e estrutura superficial as feições que são resultado dos processos mútuos de interação superfície-atmosfera.

A morfologia do município apresenta extensas áreas com superfícies aplainadas, formadas por rochas sedimentares que fazem parte dos domínios dos chapadões, comumente limitados por vertentes erosivas de pouca declividade.

As vertentes são resultantes dos processos de erosões pluviais e principalmente fluviais, chegam a expor derrames basálticos nos fundos de vale, como os do rio Uberabinha e rio Araguari, e sua altitude variam de 600 a 900m acima do nível do mar.

Em relação ao relevo, segundo AB'SABER (2007, p.79 ) a região do Triângulo Mineiro está inserida em um grande conjunto do relevo brasileiro conhecido como Chapadões Tropicais do Brasil Central. Uma área que foi denominada, pelo projeto RADAMBRASIL (1983), Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná.

Segundo AB'SABER (2007, p. 117) Uberlândia está localizado no Domínio Morfoclimático dos Cerrados penetrados por florestas galerias onde predominam a o Bioma Cerrado.

A formação litológica apresenta rochas do Grupo Bauru, bem como as formações Uberaba, Marília e Adamantina, sotopostas às rochas basálticas da Formação Serra Geral do Grupo São Bento. Acima das rochas do Grupo Bauru, encontram-se os Sedimentos Cenozoicos inconsolidados, formando os terrenos de maiores altitudes.

Segundo Baccaro (1998, p.6)

Esse planalto constitui-se no mais elevado compartimento de relevo da área, correspondendo ao que BACCARO (1991), chamou de “áreas elevadas de cimeira entre 950 e 1050 m, com topos planos, amplos e largos”. Corresponde também aos chapadões de Uberaba-Uberlândia e Araguari, drenados principalmente pelos alto cursos dos rios Uberabinha, Bom Jardim e Tijuco. Esse conjunto do relevo é mantido pela Formação Marília que, por sua vez é recoberta por sedimentos inconsolidados do Cenozóico, originando latossolos vermelho-escuro e vermelho-amarelo de texturas argilosas. Trata-se do compartimento do relevo mais conservado da região, tendo em vista a direção oeste-leste que a erosão remontante, efetivada pelas principais drenagens regionais.

A litologia é basicamente constituída por rochas do Grupo Araxá e da Formação Serra Geral. Os tipos pedológicos mais expressivos são: Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho, Gleissolo, Argissolo Vermelho Amarelo e Cambissolo. Com predomínio de Latossolos Vermelho-Escuro Álico, associados aos sedimentos do Grupo Bauru e Latossolo Roxo Eutrófico e Distrófico restritos aos vales dos rios Uberabinha, Prata e Tijuco.

Segundo Carrijo e Baccaro (2000, p. 7),

Os solos são ácidos e pouco férteis, tipo latossolo vermelho-amarelo, argiloso-arenoso. A geologia do município está relacionada aos derrames basálticos da Formação Serra Geral do Grupo São Bento e rochas do Grupo Araxá, nas proximidades do município de Araguari, recobertos pelos arenitos das Formações Marília, Adamantina e Uberaba, do Grupo Bauru, e, ainda, arenitos da formação Botucatu, do Grupo São Bento.

Por ser uma unidade com formas muito dissecadas, os vales são bem entalhados e a densidade da drenagem é alta. Apesar de ser encontrado predominantemente em relevo plano e suave-ondulado, apresenta uma fragilidade alta, em relação a processos de degradação, por processos de ravina e erosão.

A estrutura pedogenética está relacionada a esse pacote sedimentar da Bacia do Paraná na região do Triângulo Mineiro, encontra-se sobreposto as rochas Pré-Cambrianas do Grupo Araxá que, do mesmo modo que os Grupos Bambuí e Canastra, que ocorrem no lado oriental da área de estudo, a região do Alto Paranaíba.

#### **2.2.4 - CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO DO MUNICÍPIO**

A cobertura vegetal nativa do município é condicionada à existência de duas estações bem definidas, ao tipo de solo e às características topográficas. Originalmente composta por cerrado, apresentando características fisionômicas que englobam formações florestais e savânicas, sendo que seus principais tipos fisionômicos são: Veredas, Campos Limpos, Campos Sujos, Cerrado, Cerradão, Matas de Várzea, Matas Galeria ou Ciliar e Mata Mesofítica.

Segundo o IBGE no Mapa de Biomas do Brasil, publicado em 2004, o município de Uberlândia está localizado em uma área de ecótono biogeográfico, ou seja, uma transição entre os biomas: Mata Atlântica e Cerrado. Áreas onde existe contato da Savana com Floresta Estacional, apesar do predomínio do Cerrado, existem resquícios de Floresta Atlântica nas áreas ciliares, mais férteis e úmidas, como os fundos de vale das vertentes da região.

A distribuição do Cerrado também está relacionada aos tipos de solo, que são na maioria profundos férro/álidos e distróficos, arenosos, bem lixiviados ou litólicos.

A fitofisiologia da vegetação é caracterizada pela adaptação à falta de precipitação durante estação seca do ano, e se desenvolve através uma série de

adaptações morfológicas ao clima regional, que condiciona sua biodiversidade à oferta de água e nutrientes no solo.

A vegetação em geral apresentam dois extratos distintos um arbóreo-lenhoso, xeromorfo, formado por arvores de pequeno e médio porte, trocos e galhos tortuosos (escleromorfismo oligotrófico), folhas coriáceas e brilhantes ou revestidas com densa camada de pelos e raízes axiais ou pivotante (profundas).

O outro estrato é gramíneo-lenhoso composto predominantemente por caméfitas e hemicriptófitas. Apresenta variedade estrutural alta, com grandes diferenças de porte e densidade, influenciadas inclusive pela ação antrópica, ou seja, as que resistem melhor as queimadas e se regeneram mais rápido.

As formações florestais concentram-se nos interflúvios, e algumas manchas de solos de maior fertilidade, com a denominação, neste ambiente, de Mata Seca Decídua e Semidecídua e Cerradão.

A formação campestre no município, caracterizada pelo predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, era encontrada, principalmente, sobre solos de baixa fertilidade, localizados nas rampas coluvionadas de solos areno-argiloso avermelhados das áreas de relevo dissecado e topo plano. No fundo de vale, essa formação estava relacionada à ocorrência de afloramento do lençol freático e, ainda, margeando a Mata de Galeria.

As formações savânicas cobriam a maior parte do município, com árvores e arbustos espalhados de maneira esparsa sobre um estrato gramíneos, sem a formação de um dossel contínuo.

Estando originalmente concentradas, principalmente, no interflúvio localizado entre os rios Uberabinha e Tijuco, tiveram sua vegetação drasticamente reduzida a pequenos remanescentes, em função da necessidade do aproveitamento do solo dessas áreas para as atividades agropecuárias.

O uso do solo do espaço rural do município apresenta uma grande variedade de atividades, e produz significativas alterações na cobertura vegetal original, restringindo-a, comumente, a pequenos refúgios de vegetação em Áreas de Preservação Permanente APP e Reserva Legal RL, que apresentam diferentes níveis de alterações.

Imagens de satélite e fotografias aéreas do município demonstram a ocorrência desses remanescentes em meio às áreas de pastagens e cultivos. Utilizando essas imagens como indicador de comparação da cobertura vegetal precedente. Brito (2005, p. 152), afirma que atualmente a vegetação original corresponde a uma área de apenas

17,7% do município.

A vegetação de cerrado foi quase totalmente alterada e degradada, substituída por pastagens e por culturas de grãos, principalmente a soja e cana de açúcar o que, rompeu o estado de equilíbrio de extensas áreas, que são ocupadas principalmente por agricultura e pastagens.



### **CAPITULO III - DINÂMICA TERMO-HIGROMÉTRICA DA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG**

Neste capítulo, organizou-se e sistematizaram-se as análises em quatro etapas distintas, os dados meteorológicos do campo térmico e higrométrico da atmosfera urbana de Uberlândia-MG. Esses dados foram obtidos em *in-loco*, através da execução de transectos móveis, nos sentidos Leste-Oeste e Norte-Sul do perímetro urbano.

É sabido que o aquecimento desigual da superfície é o mecanismo que move a circulação atmosférica nas escalas inferiores meso e microclimática. E quando associados aos elementos geográficos como: o relevo, a topografia e à cobertura da superfície. E percebeu-se claramente que exercem controle sobre a temperatura e umidade relativa do ar, influenciando os padrões de comportamento atmosférico gerando o clima urbano.

O olhar geográfico nos possibilita uma visão espacial das relações físicas e humanas implícitas na paisagem. Isto com a missão de criar as condições para o equacionamento das particularidades socioambientais, buscando a manutenção do desenvolvimento associado ao uso consciente dos sistemas naturais, do qual somos dependentes.

A análise geográfica da paisagem nos permite entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos pretéritos e atuais. As relações morfodinâmicas resultantes da relação superfície-atmosfera, dando ênfase ao uso e ocupação do modelado urbano enquanto interface de forças dialéticas.

Além das propriedades físicas do espaço urbano, características socioambientais foram observadas como: o tipo de uso do solo, a estrutura e verticalização das edificações, a permeabilidade e a existência de vegetação entre outros.

O uso do solo urbano foi classificado de acordo com alguns parâmetros como densidade de uso e ocupação e atributos físicos como: altitude, relevo, declividade, também foram mensurados, mas principalmente os tipos de cobertura quanto à permeabilidade e a existência de vegetação como árvores isoladas, áreas verdes, mata ciliar, praças e parques.

As características geométricas das edificações também foram levadas em consideração, pois favorece o aumento da temperatura do ar, condição que dificulta a circulação e evapotranspiração, reduz o poder de dispersão dos poluentes atmosféricos, causando desconforto térmico e comprometendo a saúde e a qualidade de vida cidadina.

Para aferir e registrar os dados atmosféricos utilizou-se termohigrômetros digitais, instrumentos meteorológicos com *data-logger*, que foram programados para registrar dados de temperatura e umidade relativa do ar, em intervalos predeterminados. Isto com o intuito de espacializar o comportamento termo-higrométrico horário e identificar anomalias térmicas e higrométricas, como a formação de ilhas de calor urbana.

Os dados registrados permitiram espacializar as diferenças significativas nas variações horárias e diurnas de temperatura e umidade relativa do ar, diferenças que representou-se com mapas isotérmicos e higrométricos. Os mapas gerados foram compilados em 4 pranchas para facilitar a visualização e análise.

As pranchas apresentam mapas com a espacialização horizontal da temperatura e da umidade relativa do ar separadamente, representam os dados registrados na execução dos transectos nas estações inverno e verão.

A prancha 1 apresenta a distribuição da temperatura do ar, já a prancha 2 apresenta distribuição da umidade relativa do ar no perímetro urbano, ambas representam o dia 07/09/2016, nos quatro transectos realizados na data.

A prancha 3 apresenta a distribuição espacial da temperatura do ar, enquanto a prancha 4, apresenta a distribuição da umidade relativa do ar no perímetro urbano, porém em outro período, o verão, no dia 14/02/2017, nos quatro transectos realizados na data.

Nestes mapas especializou-se a temperatura e umidade relativa do ar diferenciando por cores e tons as isolinhas. Sendo as cores quentes (vermelho) representando as maiores temperaturas às cores frias (verde) representando as menores temperaturas. Para representar a distribuição da umidade relativa do ar diferenciaram-se as isolinhas por tons, que variam do azul escuro (áreas mais úmidas) ao azul claro (áreas mais secas), especializando as diferenças no comportamento termo-higrométrico.

Posteriormente associou-se os dados do campo termo-higrométrico aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo urbano, classificando e agrupando os espaços por características semelhantes, para o posterior tratamento estatístico dos dados, para inferir qual tipo de uso tem maior resposta no comportamento do campo térmico e higrométrico.

Em nossa região os períodos de inverno e verão possuem comportamentos completamente distintos, o inverno é frio e seco, enquanto o verão é habitualmente quente e úmido. E o equilíbrio destes geossistemas depende desse balanço térmico e

hídrico, que é determinado pelas características do regime pluviométrico, que promove alterações significativas em todos os outros sistemas socioambientais interdependentes.

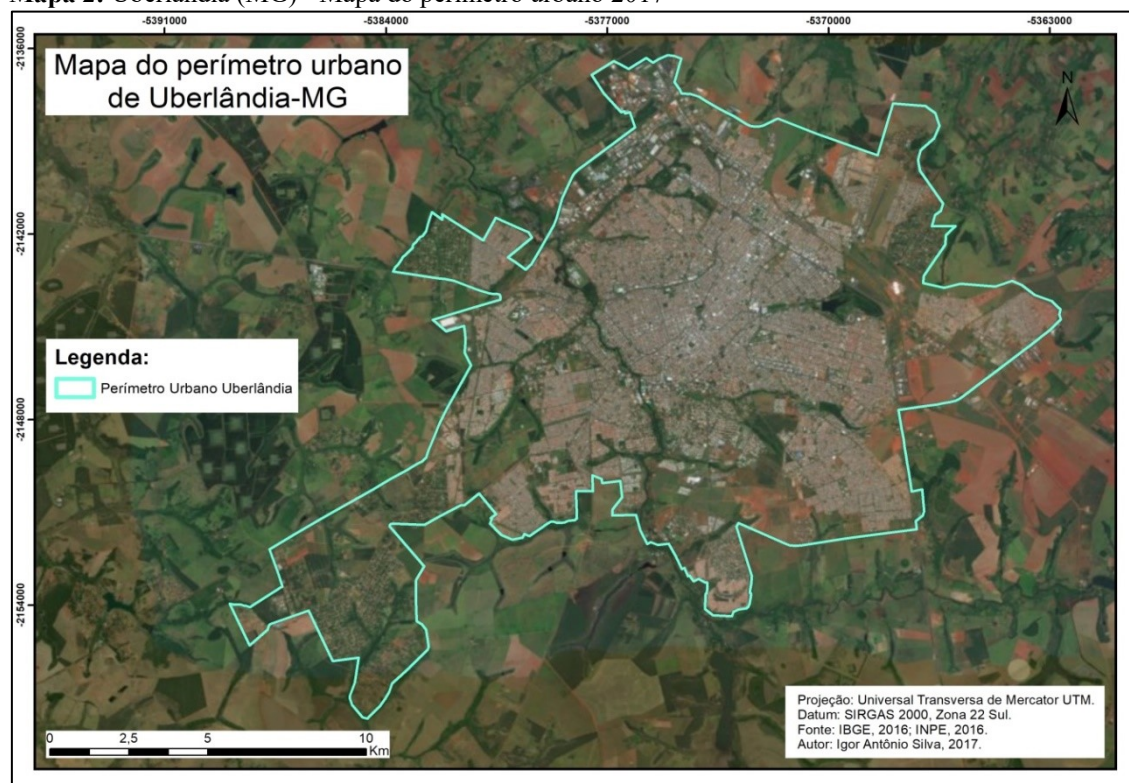
Neste sentido, a execução dos transectos móveis ocorreu em datas significativas em termos climáticos, pois o objetivo é representar bem as principais características das estações de inverno e verão respectivamente.

Na estação seca escolheu-se o mês de setembro, dia 07 do ano de 2016, que representa as condições médias de inverno na região. Já na estação úmida escolheu-se o mês de fevereiro dia 14, do ano de 2017, que apresenta características de verão, para relacionar os dados obtidos aos usos do solo urbano.

Para a execução deste trabalho delimitou-se o limite do perímetro urbano, para tanto observou-se a infraestrutura e os serviços urbanos oferecidos como: loteamentos, pavimentação das vias (asfaltamento), iluminação pública, fornecimento de água, rede de esgoto, transporte público, coleta e destinação de resíduos.

Utilizando técnicas de fotointerpretação de imagens de satélite, obtidas pelo software Google Earth Pro 7.3.0, © 2017 Google Inc., delimitou-se o perímetro urbano, observando os critérios mencionados anteriormente e o resultado foi o mapa 2 que representa o contorno do perímetro urbano.

**Mapa 2:** Uberlândia (MG) - Mapa do perímetro urbano 2017



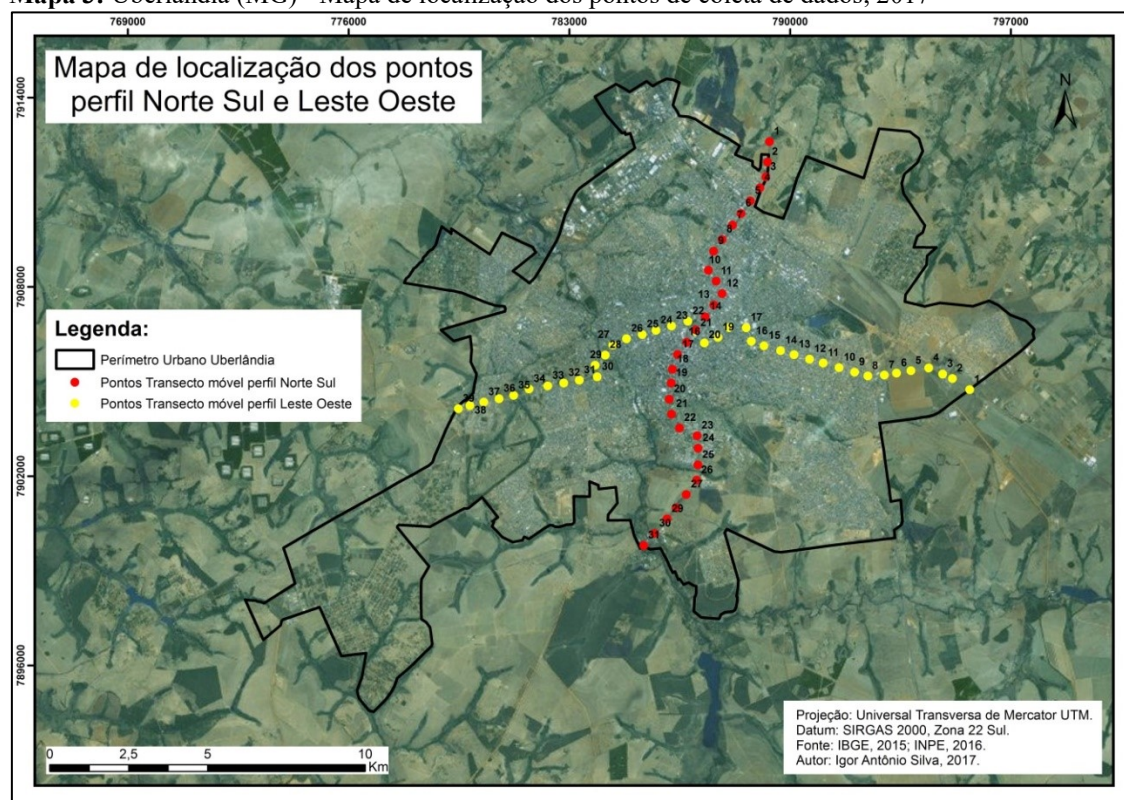
Fonte: SILVA, I. A. 2017.

Após delimitar o perímetro urbano, dividiu-se o mesmo em 2 sessões transversais à serem percorridos durante a execução dos transectos móveis, um no sentido Norte-Sul e outro no sentido Leste-Oeste, trajetos esses que foram percorridos simultaneamente por 2 equipes de campo.

Posteriormente estes dois trajetos também foram divididos em pontos fixos para a coleta de dados, para facilitar a espacialização e representação das isolinhas nos mapas. Os pontos foram alocados em intervalos de aproximadamente de 500 metros de equidistância, o que dividiu o perímetro urbano em dois perfis urbanos distintos, conforme o mapa 3.

Os pontos não estão alocados à uma distancia exata de 500 metro um do outro, isto porque o modelado urbano não permite que os veículos estacionem em qualquer ponto da cidade, e por isso alguns pontos foram deslocados alguns metros para frente ou para traz.

**Mapa 3:** Uberlândia (MG) - Mapa de localização dos pontos de coleta de dados, 2017



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O mapa 3 mostra a espacialização dos pontos de coleta de dados, que foram alocados no perímetro urbano. O trajeto Norte-Sul representado pelos pontos vermelhos no mapa, que possui aproximadamente 17 km de extensão, e foi dividido em 31 pontos



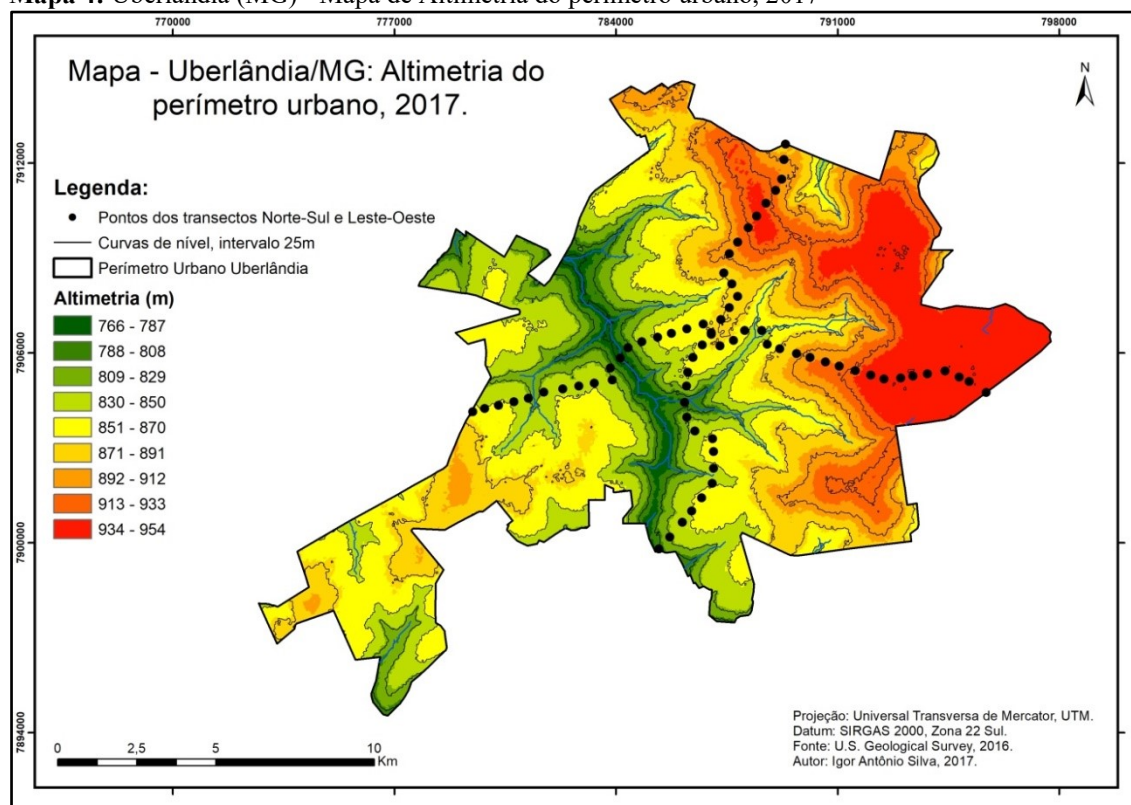
de coleta de dados. Ao passo que o trajeto Leste-Oeste representados pelos pontos amarelos no mapa, que possui aproximadamente 19 km, foi dividido em 39 pontos de coleta de dados.

Destacam-se a seguir alguns parâmetros que foram utilizados na análise do uso e ocupação do solo urbano, possibilitando caracterizar e correlacionar o comportamento dos elementos atmosféricos como produto de seu contato com a superfície.

A altitude e a orientação das vertentes foram observadas, na morfologia superficial, porém não demonstraram estatisticamente uma relação direta à variação térmica e higrométrica. O que pode ser entendido pela baixa amplitude na variação de altitude no perímetro urbano, que foi de apenas 178 metros, do ponto mais elevado com 954 m, ao ponto mais baixo do relevo com 766 m de altitude conforme a legenda no de altimetria.

O mapa altimétrico do perímetro urbano foi confeccionado utilizando o software ArcGis 10.1, através do geoprocessamento do Modelo Digital de Elevação MDE, adquirido no site do Serviço Geológico Norte Americano em 2016, utilizando ferramentas de processamento digital de imagens georreferenciadas, em ambiente SIG.

**Mapa 4:** Uberlândia (MG) - Mapa de Altimetria do perímetro urbano, 2017



**Fonte:** U.S. Geological Survey 2016. Elaborado: SILVA, I. A. (2017).

O mapa 4 mostra a variação altimétrica do perímetro urbano, através da variação de cores que vão do verde ao vermelho. As cores verdes representam as áreas mais baixas do relevo, e as cores vermelhas as áreas mais altas do relevo.

Apesar da altitude não apresentar por si só uma relação direta com a variação da temperatura e umidade relativa do ar, ela apresenta grande importância termodinâmica, pois as áreas planas recebem mais radiação solar perpendicular e são mais quentes e as áreas com maior declividade recebem menos radiação perpendicular, caracterizando áreas com menor temperatura do ar.

A geomorfologia é um conhecimento específico, sistematizado, que tem por objetivo analisar as formas do relevo. E constitui importante subsídio para a apropriação racional do relevo, como recurso ou suporte, considerando a conversão das propriedades geocológicas em análises socioespaciais.

A análise geomorfológica representa a capacidade de síntese do desenvolvimento do relevo, e pode ser interpretada e decomposta pela apreensão dos processos que ordenam a gênese e dão origem as formas atuais. Assim, as paisagens nos revelam os processos morfogenéticos atuais e pretéritos, através de sua organização espacial e temporal.

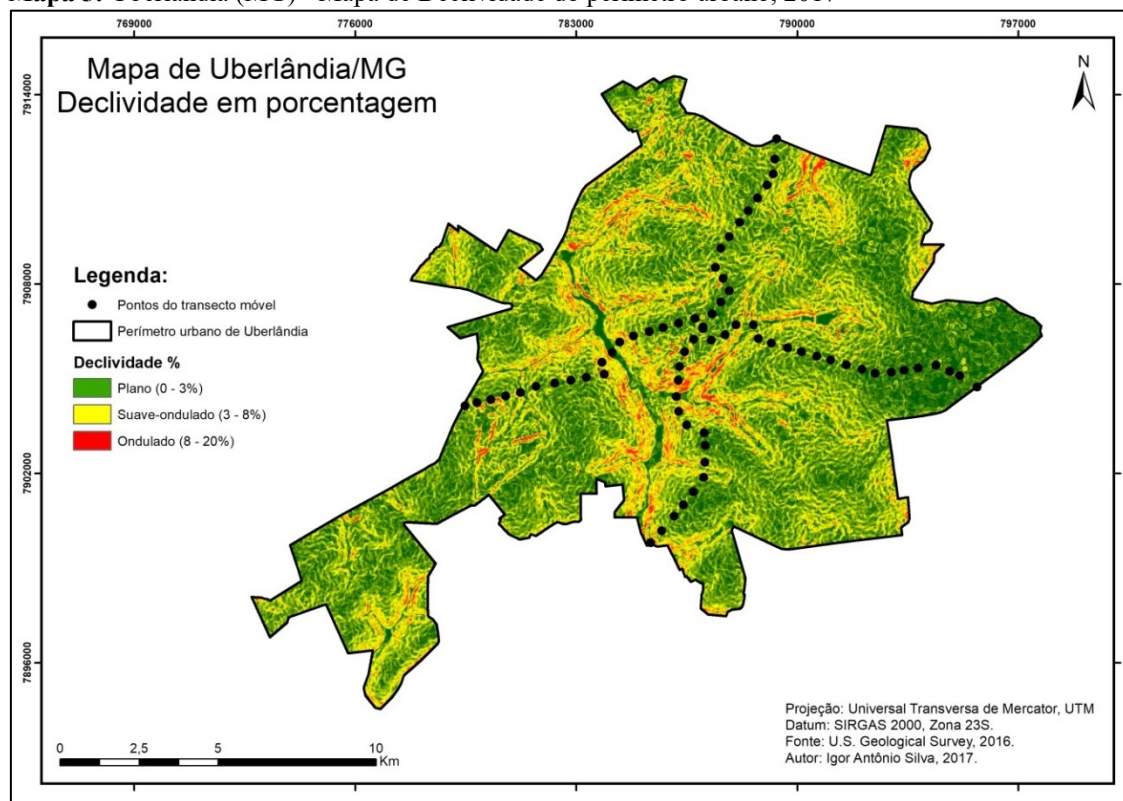
O relevo terrestre é uma expressão resultante do conjunto de forças e processos associados às dinâmicas internas (geologia) e externas (clima) da Terra que atuam na superfície ao longo do tempo geológico, modelando as formas que observa-se nas paisagens contemporâneas.

A região apresenta formas de planaltos e planícies sedimentares resultado de processos erosivos de desgaste e maciços geológicos antigos, que formaram bacias sedimentares de diferentes feições, que condicionam a geomorfologia e a pedologia da região em interação contínua com circulação meso e microclimáticas regionais e locais.

Além disso, o relevo determina o tipo de uso do solo, pois as áreas mais planas são mais valorizadas que as áreas com maior declividade, e dependendo do grau de inclinação alguns locais são considerados áreas de risco, conforme pode-se observar no mapa 5 de declividade do perímetro urbano.

O mapa 5 é resultado do processamento digital do Modelo Digital de Elevação MDE, através de ferramentas do software ArcGIS 10.1, que demonstrou que a declividade do perímetro urbano é baixa na maior parte do relevo, sendo classificada como plano na cor verde e suave-ondulado na cor amarela e ondulado na cor vermelha, com inclinação que varia de 0 a 16%.

**Mapa 5:** Uberlândia (MG) - Mapa de Declividade do perímetro urbano, 2017



**Fonte:** SILVA, I. A. (2017).

De acordo com a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, (EMBRAPA, 1979) nossa área de estudos abrange apenas 3 das 6 classes existentes no território brasileiro, ou seja, a inclinação varia entre os intervalos de 0 à 3% cor verde; de 3 à 8% cor amarelo; e de 8 à 20% cor vermelho, conforme a legenda do mapa 5.

Para nossa análise os solos também são muito importantes, em sua maioria são profundos, conhecidos como latossolos, esse tipo de solo representa a maior parte da área urbana, apresentando coloração variando do vermelho ao amarelo, em função da presença de ferro e alumínio.

O solo exposto tem capacidade térmica menor e calor específico maior do que os observados nos materiais construtivos. Assim, áreas de solo exposto têm a capacidade de causar maior aquecimento da superfície se comparada a outras áreas, ou seja, a mesma quantidade de energia causar maior aquecimento na superfície urbana.

A permeabilidade do solo é imprescindível ao entendimento da dinâmica atmosférica, pois ele influencia o comportamento da atmosfera nas escalas mesoclimática e microclimática e têm relação direta no contato da superfície-atmosfera através do balanço hídrico e balanço de radiação.

A permeabilidade determina a entrada e saída de água no solo e subsolo e consequentemente altera ciclo hidrológico, tanto em áreas de solo exposto, quanto em áreas verdes e vegetadas, onde a umidade relativa do ar é maior durante todo o ano.

O aquecimento e o resfriamento diário dos componentes da superfície causam a elevação da temperatura do ar e queda na umidade relativa do ar, alterando os processos de balanço hídrico e térmico, intensificando a perda de umidade do solo e das plantas para a atmosfera, principalmente no período seco.

Ao analisar o gráfico da média do balanço hídrico da região na série histórica de 1961 a 2010, fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), observou-se que durante quase metade do ano (4 à 6 meses) a região apresenta déficit hídrico.

E finalmente analisou-se a vegetação na área urbana, embora seja relativamente inexistente, se considerar-se a necessidade da mesma como principal fator que contribui para a qualidade do ar em relação à temperatura e umidade relativa do ar. Além de ser o principal agente atenuador dos processos de meteorização da superfície pelos elementos atmosféricos.

Além da retenção do carbono, a vegetação urbana é responsável por manter a umidade relativa do ar, pois ela perde água para atmosfera constantemente, dando continuidade dos fluxos de matéria e energia dos vários ciclos que compõem o sistema geoecológico do sítio urbano.

A perda de umidade da superfície para a atmosfera é outro fator importante na dinâmica de circulação atmosférica e nos sistemas que compõe as paisagens, pois é sabido que, a umidade relativa na atmosfera age como um catalizador diminuindo os extremos de temperatura do ar. A atmosfera necessita de mais energia térmica para aquecer ou resfriar o ar com alta umidade relativa, o que influencia na amplitude térmica diária e interfere nas taxas de evapotranspiração superficial e na temperatura do ar.

Observou-se que a retirada sistemática da vegetação tem promovido o aumento significativo da temperatura do ar, tanto pela queda na umidade relativa do ar, quanto pelas características físicas dos materiais utilizados na cobertura do solo.

O que altera os padrões de comportamento da atmosfera e consequentemente dos elementos que compõe os sistemas geoclimáticos, provocando desconforto térmico, alterando os ecossistemas precedentes.



### 3.1 - CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PONTOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS

Nesta etapa, procedeu-se a caracterização geográfica urbana dos pontos de coleta de dados percorridos durante a execução dos transectos móveis, tanto no perfil Leste-Oeste, quanto no perfil Norte-Sul respectivamente.

O objetivo desta etapa é permitir ao interlocutor uma identificação visual, através de figuras (imagens) das principais características de uso e ocupação do solo, nos pontos percorridos nos transectos móveis no perímetro urbano de Uberlândia-MG.

#### 3.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS - TRANSECTO MÓVEL PERFIL LESTE-OESTE

Nesta etapa, realizou-se uma caracterização dos pontos de coleta de dados, sua localização urbana, coordenadas geográficas, altitude e ilustrou-se posteriormente os principais pontos de acordo com as características geográficas de cada área, que foram observadas durante a realização dos transectos móveis no perfil transversal Leste-Oeste.

**Quadro 1:** Uberlândia (MG) - Logradouro, coordenadas e altitude dos pontos perfil Leste-Oeste, 2017

Pontos	Logradouro	Coordenadas	Altitude (m)
P1	Viaduto BR-452 sobre BR-365, saída de Uberlândia para Araxá-MG (área rural).	18°55'42.35"S 48°11'33.61"O	954
P2	BR-452 entre o Viaduto BR-365 e a Rotatória do Bairro Alvorada.	18°55'32.90"S 48°11'47.90"O	949
P3	Avenida Segismundo Pereira com Rua Odilon Alves Martins.	18°55'26.51"S 48°12'03.07"O	947
P4	Avenida Segismundo Pereira em frente ao Terminal Rodoviário Novo Mundo.	18°55'20.79"S 48°12'18.78"O	948
P5	Avenida Segismundo Pereira com Rua Minneapolis.	18°55'23.85"S 48°12'37.61"O	948
P6	Avenida Segismundo Pereira com Rua Quebec.	18°55'26.45"S 48°12'52.83"O	949
P7	Avenida Segismundo Pereira, 4300 em frente a Subestação do DMAE.	18°55'28.85"S 48°13'06.85"O	949
P8	Avenida Segismundo Pereira com Rua Cláudio Bernardes da Silva.	18°55'30.12"S 48°13'24.03"O	947
P9	Avenida Segismundo Pereira, 3345 com Rua Domingos de Freitas.	18°55'26.22"S 48°13'38.68"O	943
P10	Avenida Segismundo Pereira com Avenida João Balbino.	18°55'21.78"S 48°13'55.09"O	930
P11	Avenida Segismundo Pereira com Rua Sebastião Rangel.	18°55'17.25"S 48°14'12.75"O	918
P12	Avenida Segismundo Pereira com Rua José Carrijo.	18°55'13.41"S 48°14'27.51"O	913
P13	Avenida Segismundo Pereira com Rua Alberto Alves Cabral.	18°55'09.09"S 48°14'44.10"O	909

P14	Avenida Segismundo Pereira com Rua Atílio Valentin.	18°55'05.25"S 48°14'59.02"O	894
P15	Avenida Segismundo Pereira com Rua Euler Lanes Bernardes.	18°55'00.82"S 48°15'15.97"O	879
P16	Avenida Segismundo Pereira com Avenida João Naves de Ávila.	18°54'56.30"S 48°15'30.76"O	858
P17	Avenida João Naves de Ávila, 1331 Center Shopping (Estação 4 Shopping).	18°54'42.32"S 48°15'36.35"O	847
P18	Avenida João Naves de Ávila com Rua Prata (Estação 3: SESC).	18°54'42.26"S 48°15'55.02"O	860
P19	Avenida João Naves de Ávila com Rua Roosevelt de Oliveira (Estação 2: Pereiras).	18°54'52.45"S 48°16'06.73"O	866
P20	Avenida João Naves de Ávila com Avenida Cesário Alvim (Estação 1: Cesário Alvim).	18°54'58.51"S 48°16'21.71"O	874
P21	Avenida João Naves de Ávila com Avenida João Pinheiro.	18°54'46.20"S 48°16'31.13"O	872
P22	Avenida Fernando Vilela, 220 entre Avenida João Pessoa e Rua José Andraus.	18°54'36.53"S 48°16'40.81"O	869
P23	Avenida Fernando Vilela, 795 entre Rua Vieira Gonçalves e Rua Carmo Gifoni.	18°54'41.51"S 48°16'57.45"O	865
P24	Avenida Fernando Vilela, 1314 entre Av. Raulino Cotta Pacheco e Rua Melo Viana.	18°54'46.20"S 48°17'13.95"O	861
P25	Avenida Fernando Vilela, 1754 entre Rua Padre Pio e Rua Engenheiro Azeli.	18°54'51.08"S 48°17'29.96"O	851
P26	Avenida Fernando Vilela com Rua Lambari em frente ao Cemitério São Pedro.	18°54'55.46"S 48°17'45.79"O	835
P27	Avenida Fernando Vilela, 2621 entre Rua Itabira e Rua Varginha.	18°55'02.44"S 48°18'01.24"O	791
P28	Avenida Brigadeiro Sampaio rotatória com Avenida Geraldo Motta Batista.	18°55'12.60"S 48°18'08.88"O	777
P29	Avenida Brigadeiro Sampaio com Rua das Seringueiras e Praça Montese.	18°55'23.23"S 48°18'19.42"O	812
P30	Avenida Imbaúbas com Rua Sargento Rubens Corrêa.	18°55'35.07"S 48°18'16.86"O	830
P31	Avenida Imbaúbas com Rua do Jornalista.	18°55'38.75"S 48°18'35.85"O	845
P32	Avenida Imbaúbas com Rua Francisco Rodrigues Serralha.	18°55'42.02"S 48°18'53.02"O	842
P33	Avenida Imbaúbas rotatória com Rua Dimas Machado.	18°55'45.49"S 48°19'12.02"O	847
P34	Avenida Imbaúbas com Rua Antônio Domingues.	18°55'48.78"S 48°19'30.52"O	836
P35	Avenida Rio Mississipi com Rua Jamile Calil Attiê.	18°55'55.18"S 48°19'46.20"O	826
P36	Avenida Rio Mississipi com Rua Ismael Carvalho Espíndola.	18°55'55.20"S 48°19'45.65"O	847
P37	Avenida Rio Mississipi com Avenida Rio Madeira.	18°56'02.93"S 48°20'19.52"O	858
P38	Avenida Rio Mississipi com Avenida Jaguari.	18°56'06.53"S 48°20'34.41"O	850
P39	Avenida Rio Mississipi com Anel Viário Setor Oeste Uberlândia.	18°56'10.08"S 48°20'46.73"O	865

Fonte: SILVA, I. A. 2017.

A seguir, apresentar-se-á caracterização visual dos pontos e do trajeto percorridos durante a realização dos transectos móveis no sentido Leste-Oeste, possibilitando a distinção de vários tipos de uso e ocupação do solo urbano.

Os pontos foram percorridos simultaneamente por dois veículos que não puderam manter uma velocidade constante, em função do trânsito principalmente nos horários de maior movimento.

O que nos fez estabelecer pontos fixos para a coleta de dados. Desta forma dividiu-se o percurso dos transectos em intervalos de aproximadamente 500 metros, para que se-pudesse espacializar corretamente os dados obtidos e registrados pelos instrumentos meteorológicos.

As imagens a seguir foram feitas por câmera de celular da fabricante Samsung®, modelo J5, câmera: SM-J510MN, com resolução de 4128x 3096 pixels, e em alguns pontos que as imagens do celular ficaram ruins utilizou-se imagens do Google Earth Pro, no modo Street View, Image © 2017 Digital Globe da Google Inc.

#### **PONTO 1: Viaduto BR-452 com BR-365 saída para Uberlândia-Araxá-MG**

**Figuras 1, 2, 3 e 4:** Uberlândia (MG) - Viaduto BR-452 com BR-365 saída para Uberlândia-Araxá, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 1 está localizado na borda Leste do perímetro urbano na parte mais alta e plana da cidade, possui características atmosféricas de área rural, é cercado por áreas

permeáveis onde predomina agricultura e possui umidade relativa mais alta e temperaturas mais baixas em relação as áreas centrais.

A principal atividade econômica é a agricultura mecanizada de alta tecnologia, solo fica exposto durante o manejo de entressafra e apresenta áreas de solo removido para a construção do Viaduto e da malha viária das rodovias: BR 365 e BR 452.

### **PONTO 2: BR-452 entre Trevo BR 365 e Rotatória do Bairro: Alvorada.**

**Figuras 5 e 6:** Uberlândia (MG) - BR-452 entre Trevo BR 365 e Rotatória do Bairro: Alvorada, 2017



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 2 está localizado dentro do perímetro urbano, na BR 452 entre o bairro Alvorada e o Trevo da BR 365, possui ainda características de área rural, por estar próximo a borda Leste, porém sofre interferência do bairro Alvorada.

Área plana de ocupação recente entre vazios demográficos a serviço da especulação imobiliária e apresenta algumas árvores isoladas, áreas permeáveis com gramíneas e solo exposto com predomínio de práticas agropecuárias.

### **PONTO 3: Avenida Segismundo Pereira com Rua Odilon Alves Martins.**

**Figuras 7 e 8:** Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua Odilon Alves Martins, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.



O ponto 3 está entre o Terminal Novo Mundo e bairro Alvorada, em uma área periférica, predominantemente residencial com pequeno comércio local cercado por vazios urbanos, apresenta áreas planas, permeáveis com gramíneas e solo exposto ou agricultura, com terrenos especulando para futuro loteamentos.

O relevo é plano de topo de chapada, a densidade demográfica é baixa. O ponto se localiza as margens da BR 452 na periferia leste da cidade, dividindo o bairro Alvorada.

**PONTO 4:** Avenida Segismundo Pereira em frente ao Terminal Novo Mundo.

**Figuras 9 e 10:** Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira em frente ao Terminal Novo Mundo, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 4 está localizado em frente ao Terminal Novo Mundo, se encontra em área residencial com vazio demográfico, porém com a presença de loteamentos recentes, e baixa densidade populacional.

O local possui relevo plano com inclinação que varia de 0 e 2,0% de topo de chapada e sofre influência do solo exposto e áreas agrícolas. Observou-se também existência de bolsões para o armazenamento de água pluvial.

**PONTO 5 e 6:** Avenida Segismundo Pereira com Rua Minneapolis e Rua Quebec.

**Figuras 11 e 12:** Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira com Rua Minneapolis e Rua Quebec, 2017.



Fonte: SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 5 e 6 são localizados no Loteamento Novo Mundo, áreas de vazios urbanos e ocupação recente com a densidade populacional baixa, o relevo é plano com áreas permeáveis, com pouca declividade, característico de topo de chapada, com a presença de gramíneas e ausência indivíduos arbóreos e áreas verdes.

**PONTO 7:** Avenida Segismundo Pereira, 4300 em frente ao Departamento Municipal de Água e Esgoto DMAE.

**Figuras 13 e 14:** Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira, 4300 em frente ao DMAE, 2017.



Fonte: SILVA I. A. (2017).

O ponto 7 está localizado ainda na parte alta da cidade próximo ao trevo urbano da BR 365 e da Ferrovia Centro Atlântica, apresenta uma densidade populacional baixa, porém maior que os pontos anteriores, apesar da influência da rodovia e da ferrovia. Possui áreas para futuros loteamentos, permeáveis com gramíneas e solo exposto, com presença de árvores isoladas, e áreas impermeáveis, pavimentadas como na Central de Abastecimento de Uberlândia CEASA e uma estação de armazenamento de água do Departamento Municipal de Água e Esgoto DMAE.

**PONTO 8:** Avenida Segismundo Pereira com Rua Cláudio Bernardes da Silva.

**Figuras 15 e 16:** Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira com Rua Cláudio Bernardes da Silva, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 8 está no localizado na zona leste e marca o início de uma densidade populacional mais elevada com ocupação consolidada no bairro Segismundo Pereira. Apresenta características de espaço urbanas com uso residencial e comercial, grande fluxo de automóveis, pessoas e serviços alterando a cobertura da superfície e consequentemente o comportamento atmosférico adjacente.

**PONTO 9:** Avenida Segismundo Pereira, 3345 com Rua Domingos de Freitas.

**Figuras 17 e 18:** Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira, 3345 com Rua Domingos de Freitas, 2017.



**Fonte:** SILVA I. A. 2017.



**PONTO 10: Avenida Segismundo Pereira com Avenida João Balbino.**

**Figuras 19, 20, 21 e 22: Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira com Av. João Balbino, 2017.**



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 11: Avenida Segismundo Pereira com Rua Sebastião Rangel.**

**Figuras 23 e 24: Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua Sebastião Rangel. 2017.**



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.



**PONTO 12: Avenida Segismundo Pereira com Rua José Carrijo.**

**Figuras 25,26,27 e 28:** Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua José Carrijo, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 13: Avenida Segismundo Pereira com Rua Alberto Alves Cabral.**

**Figuras 29 e 30:** Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua Alberto Alves Cabral, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.



**PONTO 14:** Avenida Segismundo Pereira com Rua Atílio Valentin (Praça Luiz Finotti).

**Figuras 31 e 32:** Uberlândia (MG) - Avenida Segismundo Pereira com Rua Atílio Valentin, 2017.



Fonte: SILVA I. A. 2017.

Os pontos 9,10,11,12,13 e 14 estão localizados nos bairros Segismundo Pereira e Santa Mônica possuem características semelhantes e por isso foram agrupados, possuem um relevo plano a suave-ondulado que varia de 2 a 5,4% de inclinação a medida que se aproxima do fundo de vale. É uma área de ocupação densa, apresenta áreas residenciais, porém com predomínio de comércios, voltadas para setor universitário.

Nos pontos 12 e 14 tem-se a presença de praças bem arborizada o que pode interferir na temperatura do ar, pois as áreas verdes conservam umidade e diminuem a refletância de radiação pela superfície, causando conforto térmico atenuando a temperatura do ar.

**PONTO 15:** Avenida Segismundo Pereira com Rua Euler Lanes Bernardes.

**Figuras 33 e 34:** Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira com Rua Euler Lanes Bernardes, 2017.



Fonte: SILVA, I. A. 2017.

O ponto 15 está localizado em frente à Universidade Federal de Uberlândia e apresenta um relevo plano a suave-ondulado e uma densidade populacional alta, com

residências e estabelecimentos comerciais com grande fluxo de pessoas serviços e veículos.

Apesar da proximidade da área central, sofre influência da arborização do canteiro central da via e principalmente da Universidade Federal de Uberlândia que é bem arborizada e possui áreas verdes e permeáveis no entorno de suas edificações.

**PONTO 16:** Avenida Segismundo Pereira com Avenida João Naves de Ávila.

**Figuras 35 e 36:** Uberlândia (MG) - Av. Segismundo Pereira com Av. João Naves de Ávila, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 16 está localizado na parte média da vertente com relevo plano a suavemente ondulado e constitui uma área de grande fluxo de veículos e de pessoas, possui densidade populacional alta, tanto para ocupações residenciais quanto para atividades comerciais. O ponto apresenta predomínio de áreas impermeabilizadas com alguns canteiros centrais e árvores isoladas e apresenta edificações verticalizadas características de áreas centrais.

**PONTO 17:** Avenida João Naves de Ávila, 1331 Center Shopping (Estação 4 Shopping).

**Figuras 37 e 38:** Uberlândia (MG) - Av. João Naves de Ávila, 1331 em frente ao Center Shopping, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.



O ponto 17 está localizado no entroncamento de duas importantes avenidas da cidade com alto fluxo de veículos, uma área bastante pavimentada e edificação vertical intensa. O relevo corresponde a parte baixa da vertente, com solos hidromórficos e áreas de afloramento de lençol freático, que foram drenados para a pavimentação das vias, impermeabilizado pelo uso do solo, é uma área plana a suave-ondulada com inclinação que varia de 2 a 5,5% de declividade.

**PONTO 18:** Avenida João Naves de Ávila com Rua Prata (Estação 3 SESC).

**Figuras 39 e 40:** Uberlândia (MG) - Avenida João Naves de Ávila com Rua Prata, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 19:** Avenida João Naves de Ávila com Rua Roosevelt de Oliveira (Estação 2 - Pereiras).

**PONTO 20:** Avenida João Naves de Ávila com Avenida Cesário Alvim (Estação 1 - Cesário Alvim).

**Figuras 41 e 42:** Uberlândia (MG) - Avenida João Naves de Ávila com Avenida Cesário Alvim, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 18,19 e 20 já estão localizados na área central com alta densidade populacional, apresenta uso residencial, comercial e serviços. O relevo possui uma inclinação suave-ondulado de 1,9 a 5,4% de declividade. É uma área de ocupação antiga e muito impermeabilizada apesar de média verticalização das edificações.

**PONTO 21:** Avenida João Naves de Ávila com Avenida João Pinheiro.

**Figuras 43 e 44:** Uberlândia (MG) - Avenida João Naves de Ávila com Avenida João Pinheiro, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 21 está localizado no centro geográfico da cidade, próximo ao Terminal Central e a Praça Sérgio Pacheco, possui alto fluxo de pessoas e com tráfego pesado veículos. É uma área localizada na parte alta da vertente. O relevo é classificado como plano a suave-ondulado apesar da alta impermeabilização do solo a temperatura atmosférica sofre influência da área verde da praça.

**PONTO 22:** Avenida Fernando Vilela, 220 entre Avenida João Pessoa e Rua José Andraus.

**Figuras 45 e 46:** Uberlândia (MG) - Av. Fernando Vilela, 220 entre Av. João Pessoa e Rua José Andraus, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.



O ponto 22 localizado no bairro Martins, está próximo da Praça Sergio Pacheco e preserva características de área central da cidade, possui estabelecimentos residências e comerciais, é uma área de ocupação antiga e muito impermeabilizada. O relevo possui uma inclinação plana de 0 a 1,9 % de declividade e é classificado como plano segundo a EMBRAPA 1979.

**PONTO 23:** Avenida Fernando Vilela, 795 entre Rua Vieira Gonçalves e Rua Carmo Gifoni.

**Figuras 47 e 48:** Uberlândia (MG) - Av. Fernando Vilela, 795 entre Ruas Vieira Gonçalves e Carmo Gifoni, 2017.



Fonte: SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 24:** Avenida Fernando Vilela, 1314 entre Avenida Raulino Cotta Pacheco e Rua Melo Viana.

**Figuras 49 e 50:** Uberlândia (MG) - Av. Fernando Vilela, 1314 entre Av. Raulino Cotta Pacheco e Rua Melo Viana, 2017.



Fonte: SILVA, I. A. 2017.

Uma região considerada área central com relevo plano à suavemente ondulado, uma área com alta densidade demográfica, de ocupação antiga, situada no bairro Martins, que foi um dos primeiros bairros da cidade concentrando atividades comerciais e de serviços nas vias principais e residências antigas nas demais áreas.

**PONTO 25:** Avenida Fernando Vilela, 1754 entre Rua Padre Pio e Rua Engenheiro Azeli.

**Figuras 51 e 52:** Uberlândia (MG) - Av. Fernando Vilela, 1754 entre Rua Padre Pio e Rua Engenheiro Azeli, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 23, 24 e 25 estão localizados no bairro Martins no setor central da cidade, consiste em uma área de ocupação antiga, a densidade populacional é média, uma área com pouca vegetação. A superfície é muito impermeável e as principais atividades econômicas são comércio e serviços.

A densidade de ocupação é alta, com pouca vegetação apresenta grande fluxo de carros, pessoas e mercadorias. O relevo é plano, pois esses pontos estão localizados no interflúvio entre duas sub-bacia do Rio Uberabinha.

**PONTO 26:** Avenida Fernando Vilela com Rua Lambari (Cemitério São Pedro)

**Figuras 53 e 54:** Uberlândia (MG) - Avenida Fernando Vilela com Rua Lambari, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Neste ponto é possível observar que saímos de um relevo plano de 0 a 3% de declividade para um em direção a fundo de vale com declividade de 8 a 20, que é considerado ondulado segundo a classificação de declividade EMBRAPA 1979.



Observa-se uma densidade demográfica média com predomínio de uso residencial. Há ausência de vegetação em ambos os lados da via e ao lado direito de existe o cemitério chamado São Pedro um dos mais antigos da cidade.

**PONTO 27:** Avenida Fernando Vilela, 2621 entre Rua Itabira e Rua Varginha

**Figuras 55 e 56:** Uberlândia (MG) - Avenida Fernando Vilela, 2621 entre Rua Itabira e Varginha, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 27 está em uma área de relevo que varia de suave-ondulado à ondulado inclinação de 8 a 20% de declividade, sentido fundo de vale, apresentam impermeabilização alta, apesar de densidade populacional média, em função da presença do cemitério São Pedro. Há o predomínio ocupação residencial, possui baixa arborização e alguns terrenos com áreas permeáveis próximos ao fundo de vale.

**PONTO 28:** Avenida Brigadeiro Sampaio com Avenida Geraldo Motta Batista.

**Figuras 57, 58, 59 e 60:** Uberlândia (MG) - Av. Brigadeiro Sampaio com Av. Geraldo Motta Batista, 2017.







**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 28 está localizado as margens do Rio Uberabinha dentro do perímetro urbano da cidade, o ponto está situado a 60 metros do curso do rio que possui o Parque Linear do Uberabinha que possui mata ciliar, vegetação arbórea densa e áreas permeáveis com corpo hídrico e solo hidromórficos com o afloramentos basálticos, A densidade de ocupação é considerada baixa com predomínio de residências.

**PONTO 29:** Avenida Brigadeiro Sampaio com Rua das Seringueiras e Praça Montese.

**Figuras 61 e 62:** Uberlândia (MG) - Av. Brigadeiro Sampaio com Rua das Seringueiras e Praça Montese, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 29 está localizado na parte média da vertente esquerda do Rio Uberabinha e sofre influência da Praça Montese, do Rio Uberabinha e do 36º Batalhão Infantaria Motorizado que possui áreas permeáveis, embora com pouca presença de vegetação arbórea no ultimo caso. A densidade demográfica é média e possui uma pavimentação elevada com vias largas.

**PONTO 30:** Avenida Imbaúbas com Rua Sargento Rubens Corrêa.

**Figuras 63 e 64:** Uberlândia (MG) - Avenida Imbaúbas com Rua Sargento Rubens Corrêa, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 31:** Avenida Imbaúbas com Rua do Jornalista.

**Figuras 65 e 66:** Uberlândia (MG) - Avenida Imbaúbas com Rua do Jornalista, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 30 e 31 estão localizados ao lado do 36º Batalhão Infantaria Motorizado de Uberlândia, apesar da média densidade demográfica, de um lado da via o ar sofre influência das áreas verdes presentes na área do Batalhão. É uma área residencial com relevo que varia de plano à suave-ondulado.

**PONTO 32:** Avenida Imbaúbas com Rua Francisco Rodrigues Serralha.



**PONTO 33: Avenida Imbaúbas rotatória com Rua Dimas Machado.**

**Figuras 67 e 68:** Uberlândia (MG) - Avenida Imbaúbas rotatória com Rua Dimas Machado, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 32 e 33 estão localizados no bairro Planalto no setor Oeste da cidade, na parte alta da vertente, embora possua áreas de solo permeáveis, a ocupação é média pois existem vários condomínios verticais. O relevo possui inclinação de 1 a 3% de declividade, e é considerado plano.

**PONTO 34: Avenida Imbaúbas com Rua Antônio Domingues.**

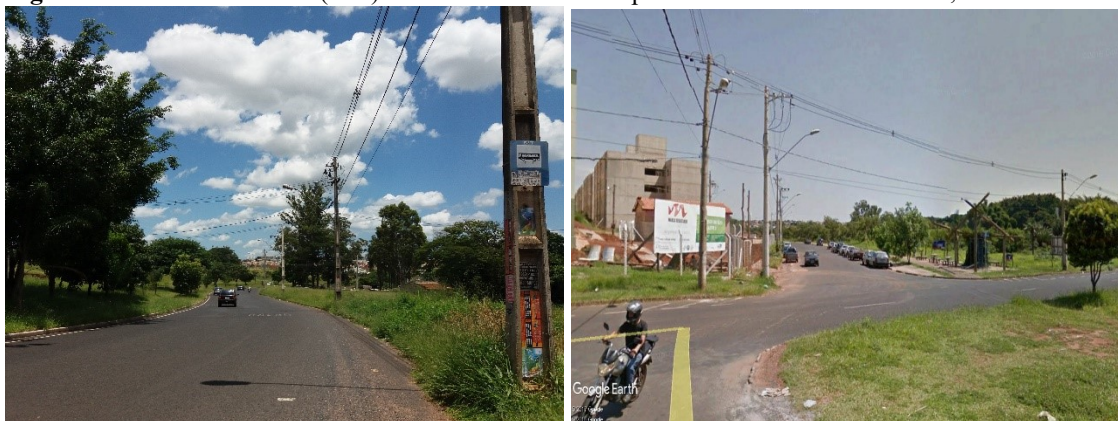
**Figuras 69 e 70:** Uberlândia (MG) - Avenida Imbaúbas com Rua Antônio Domingues, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 35:** Avenida Rio Mississippi com Rua Jamile Calil Attiê.

**Figuras 71 e 72:** Uberlândia (MG) - Avenida Rio Mississippi com Rua Jamile Calil Attiê, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 34 e 35 estão localizados em área periférica, uma área de relevo plano, com a presença de vegetação arbórea e gramíneas no canteiro central e alguns terrenos. É uma área residencial com condomínios verticais populares e de ocupação recente.

**PONTO 36:** Avenida Rio Mississippi com Rua Ismael Carvalho Espíndola.

**PONTO 37:** Avenida Rio Mississippi com Avenida Rio Madeira.

**PONTO 38:** Avenida Rio Mississippi com Avenida Jaguari.

**Figuras 73 e 74:** Uberlândia (MG) - Avenida Rio Mississippi com Avenida Rio Madeira, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 36, 37 e 38 estão localizados no bairro Mansour e Jardim Europa no setor oeste de Uberlândia parte alta do relevo, possui ocupação recente com predomínio



de casas populares e terrenos para especulação imobiliária. O relevo é plano a suave-ondulado e apresenta inclinação de 2 a 5% de declividade, possui elevada área permeável com a densidade populacional baixa e vegetação arbórea no canteiro central da via.

**PONTO 39: Avenida Rio Mississippi com Anel Viário Setor Oeste Uberlândia.**

**Figuras 75,76,77 e 78:** Uberlândia (MG) - Avenida Rio Mississippi com Anel Viário Setor Oeste, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 39 está localizado na borda oeste do perímetro urbano da cidade próximo ao Anel Viário Oeste e possui características atmosféricas do espaço rural, a densidade populacional é baixa e as áreas circunvizinhas tem predomínio de agricultura, apresenta um relevo classificado como plano a suave-ondulado que varia de 1,5 a 5,4% de inclinação.

### **3.1.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS - TRANSECTO MÓVEL PERFIL NORTE-SUL**

Nesta etapa, realizou-se uma caracterização dos pontos de coleta de dados, sua localização urbana, coordenadas geográficas, altitude e ilustrou-se posteriormente os

principais pontos de acordo com as características geográficas de cada área, que foram observadas durante a realização dos transectos móveis no perfil transversal Norte-Sul.

**Quadro 2:** Uberlândia (MG) - Logradouro, coordenadas e altitude dos pontos perfil Norte-Sul, 2017

Pontos	Localização	Coordenadas	Altitude (m)
P1	Viaduto BR-050 com Anel Viário Norte de Uberlândia a Araguari-MG	18°51'30.26"S 48°15'14.23"O	887
P2	BR-050 em frente ao Posto Tapajós.	18°51'46.87"S 48°15'15.64"O	903
P3	BR-050 com Rua da Lavoura.	18°52'03.46"S 48°15'16.69"O	911
P4	BR-050 com Rua Monteiro Lobato.	18°52'17.73"S 48°15'23.91"O	918
P5	BR-050 entre Avenida José Andraus Gassani e Viaduto sobre Ferrovia.	18°52'31.24"S 48°15'34.16"O	933
P6	Avenida Paulo Roberto Cunha Santos com Rua República do Piratini.	18°52'44.44"S 48°15'43.92"O	937
P7	Avenida Paulo Roberto Cunha Santos, 1527 entre Rua Ceara e Rua Rio Grande do Norte.	18°52'56.83"S 48°15'53.18"O	927
P8	Avenida Paulo Roberto Cunha Santos com Rua José Alves Garcia.	18°53'11.45"S 48°16'04.01"O	914
P9	Avenida Paulo Roberto Cunha Santos com Rua Rio de Janeiro.	18°53'23.67"S 48°16'12.96"O	906
P10	Avenida Paulo Roberto Cunha Santos com Viaduto de Avenida Monsenhor Eduardo.	18°53'42.86"S 48°16'18.31"O	876
P11	Avenida Monsenhor Eduardo com Rua Belém.	18°53'54.52"S 48°16'10.00"O	881
P12	Avenida João Pinheiro com Rua Salvador.	18°54'07.15"S 48°16'02.95"O	883
P13	Avenida João Pinheiro com Rua Ivaldo Alves do Nascimento.	18°54'19.18"S 48°16'11.85"O	886
P14	Avenida João Pinheiro com Rua Tupaciguara.	18°54'31.54"S 48°16'20.96"O	879
P15	Avenida João Pinheiro com Avenida Américo Salvador Tangari.	18°54'45.64"S 48°16'31.37"O	875
P16	Avenida João Pinheiro com Rua Quintino Bocaiúva.	18°54'58.09"S 48°16'40.56"O	872
P17	Avenida João Pinheiro com Rua Olegário Maciel.	18°55'10.81"S 48°16'50.20"O	864
P18	Avenida João Pinheiro com Praça Clarimundo Carneiro.	18°55'24.32"S 48°16'55.65"O	856
P19	Avenida General Osório com Rua José Ayube.	18°55'40.02"S 48°16'56.76"O	835
P20	Avenida Francisco Galassi com Avenida Rondon Pacheco.	18°55'56.53"S 48°16'58.50"O	790
P21	Avenida Francisco Galassi com Rua José Humberto Alves.	18°56'12.46"S 48°16'55.67"O	822
P22	Avenida Francisco Galassi com Rua Paschoal Cáparelli.	18°56'26.63"S 48°16'46.54"O	836
P23	Avenida Francisco Galassi com Rua Durval Carrijo.	18°56'33.30"S 48°16'30.19"O	855
P24	Avenida Nicomedes Alves dos Santos com Rua Dom Almir Marques Ferreira.	18°56'47.67"S 48°16'25.97"O	858
P25	Avenida Nicomedes Alves dos Santos com Avenida dos Vinhedos.	18°57'04.98"S 48°16'26.02"O	842
P26	Avenida Nicomedes Alves dos Santos com Avenida Paulo Gracindo.	18°57'19.60"S 48°16'27.37"O	848

P27	Avenida Nicomedes Alves dos Santos com Avenida Lindormira Borges do Nascimento.	18°57'34.85"S 48°16'38.52"O	857
P28	Avenida Lindormira Borges do Nascimento entre Avenida Prof. Olímpio de Freitas	18°57'47.82"S 48°16'48.36"O	852
P29	Avenida Lindormira Borges do Nascimento com Avenida Argemiro Evangelista Ferreira.	18°58'00.66"S 48°16'59.32"O	844
P30	Avenida Lindormira Borges do Nascimento, 2201 Clube Vila Olímpica	18°58'14.68"S 48°17'11.34"O	829
P31	Avenida Lindormira Borges do Nascimento Clube Caça Pesca Itororó.	18°58'28.37"S 48°17'24.16"O	795

**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

A seguir apresentar-se-á caracterização visual dos pontos de coleta de dados no perfil Norte-Sul, apresentando o uso e ocupação do solo urbano de acordo com o tipo de cobertura e as atividades predominantes em alguns pontos, para entender a dinâmica citadina e sua influência no comportamento térmico higrométrico.

#### **PONTO 1:** Viaduto BR-050 com Anel Viário Norte de Uberlândia para Araguari-MG

**Figuras 79 e 80:** Uberlândia (MG) - Viaduto BR-050 com Anel Viário Norte saída para Araguari, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 1 está localizado na borda do perímetro urbano da cidade e possui características atmosféricas do ambiente rural. É uma área com o predomínio de agricultura e indústrias, e possui algumas reservas florestais nas proximidades.

No perfil Norte-Sul iniciou-se os transectos à uma altitude aproximadamente de 895 metros, a superfície apresenta permeabilidade alta, o relevo é classificado como plano à suave-ondulado.

A densidade demográfica é baixa com predomínio de usos residenciais e industriais, Um fator que pode influenciar o comportamento atmosférico bem como a pavimentação da rodovia e do trevo com o Anel Viário Norte.



## **PONTO 2: BR-050 em frente ao Posto Tapajós.**

**Figuras 81e 82:** Uberlândia (MG) - BR-050 em frente ao Posto Tapajós, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 2 está localizado dentro do perímetro urbano de Uberlândia na região periférica da cidade, observou-se área de agricultura intensiva com a presença de um posto de combustível e algumas residências. A cobertura do solo é permeável e possui um relevo plano com declividade de 0 a 3% de inclinação.

## **PONTO 3: BR-050 com Rua da Lavoura.**

**Figuras 83 e 84:** Uberlândia (MG) - BR-050 com Rua da Lavoura, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 3 situado na BR 050, próximo ao bairro Minas Gerais no setor norte na periferia da cidade, apresenta um relevo plano com declividade de 0 a 3% de inclinação. A vegetação predominante é de gramíneas.



#### **PONTO 4: BR-050 com Rua Monteiro Lobato.**

**Figuras 85 e 86:** Uberlândia (MG) - BR-050 com Rua Monteiro Lobato, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 4 está localizado na BR 050 no bairro Minas Gerais no setor norte da cidade, possui uma densidade populacional baixa e ocupação recente, o uso do solo é prioritariamente residencial com comércio as margens da rodovia. Além disso, o relevo é plano, pois esta na parte alta da vertente.

#### **PONTO 5: BR-050 entre Avenida José Andraus Gassani e Viaduto sobre Ferrovia.**

**Figuras 87 e 88:** Uberlândia (MG) - BR-050 entre Av. José Andraus Gassani e Viaduto sobre Ferrovia, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 5 está localizado na BR 050 em uma região que o uso do solo é predominantemente industrial e comercial, está localizado próximo a Ferrovia Centro Atlântica, e encontra-se na parte mais elevada do relevo, há o predomínio de áreas permeáveis apesar da pavimentação das vias e pátios das empresas. A densidade populacional é baixa e o tráfego intenso de veículos automotores.

**PONTO 6:** Avenida Paulo Roberto Cunha Santos com Rua República do Piratini.

**Figuras 89 e 90:** Uberlândia (MG) - Av. Paulo Roberto Cunha Santos com Rua República do Piratini, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 7:** Avenida Paulo Roberto Cunha Santos, 1527 entre Rua Ceara e Rua Rio Grande do Norte.

**Figuras 91 e 92:** Uberlândia (MG) - A. Paulo Roberto Cunha Santos, 1527 entre Ruas Ceara e Rio Grande do Norte, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 6 e 7 estão situados entre os bairros Umuarama e Marta Helena no setor norte da cidade, possui um relevo plano, apesar de localizado entre dois bairros residenciais, apresenta uma transição entre o setor industrial e residencial da cidade. Apresenta uma densidade populacional média e índice de vegetação baixo e solo pouco permeável.



**PONTO 8: Avenida Paulo Roberto Cunha Santos com Rua José Alves Garcia.**

**Figuras 93 e 94:** Uberlândia (MG) - Av. Paulo Roberto Cunha Santos com Rua José Alves Garcia, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 9: Avenida Paulo Roberto Cunha Santos com Rua Rio de Janeiro.**

**Figuras 95 e 96:** Uberlândia (MG) - Av. Paulo Roberto Cunha Santos com Rua Rio de Janeiro, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 8 e 9 estão localizados entre os bairros Liberdade e Brasil. O bairro Liberdade possui uma Unidade de Conservação denominada Parque Municipal Victorio Siquierolli, que pode influenciar no comportamento atmosférico na região, em contrapartida, o bairro Brasil está inserido no setor central da cidade.

O relevo é plano e está situada na área alta da vertente. A densidade populacional é média com o uso do solo residencial e comercial. Apresenta poucas áreas permeáveis e vegetação apenas em praças e canteiros centrais.

**PONTO 10:** Avenida Paulo Roberto Cunha Santos com Viaduto de Avenida Monsenhor Eduardo.

**Figuras 97 e 98:** Uberlândia (MG) - Av. Paulo Roberto Cunha Santos com Av. Monsenhor Eduardo, 2017.

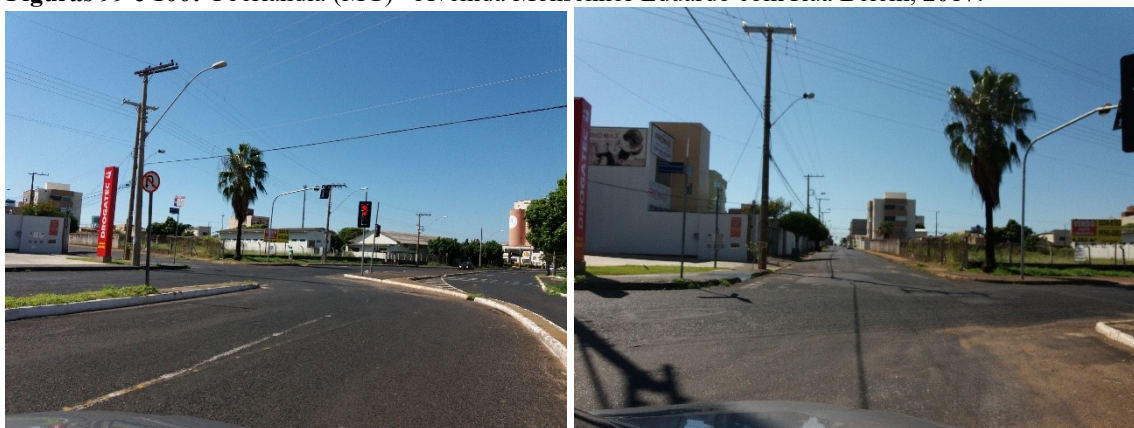


**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

No ponto 10 está localizado em uma região de transição do setor norte para o setor central da cidade, com a existência de atividades comerciais e industriais, resquício de uma ocupação pretérita que margeava a Ferrovia Mogiana. O relevo é plano a suave-ondulado, existem áreas permeáveis nas proximidades do viaduto, com densidade populacional baixa.

**PONTO 11:** Avenida Monsenhor Eduardo com Rua Belém.

**Figuras 99 e 100:** Uberlândia (MG) - Avenida Monsenhor Eduardo com Rua Belém, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 11 está situado no início do setor central da cidade entre os bairros Brasil e Nossa Senhora Aparecida, apresenta o relevo plano, área pouco permeável, com



uma densidade populacional média, predomínio de residências e apresenta pouca vegetação.

**PONTO 12:** Avenida João Pinheiro com Rua Salvador.

**Figuras 101 e 102:** Uberlândia (MG) - Avenida João Pinheiro com Rua Salvador, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 13:** Avenida João Pinheiro com Rua Ivaldo Alves do Nascimento.

**Figuras 103 e 104:** Uberlândia (MG) - Av. João Pinheiro com Rua Ivaldo Alves do Nascimento, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 14: Avenida João Pinheiro com Rua Tupaciguara.**

**Figuras 105, 106, 107 e 108: Uberlândia (MG) - Avenida João Pinheiro com Rua Tupaciguara, 2017.**



**Fonte:** SILVA, I. A. (2017).

Os pontos 12, 13 e 14 estão localizados na parte alta do setor central da cidade, onde identificou-se edificações verticalizadas, com o predomínio de atividades comerciais e intenso fluxo de automóveis e pessoas. A densidade populacional é alta, o relevo é plano e pouco permeável.

**PONTO 15: Avenida João Pinheiro com Avenida Américo Salvador Tangari.**

**Figuras 109 e 110: Uberlândia (MG) - Av. João Pinheiro com Av. Américo Salvador Tangari, 2017.**



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.



O ponto 15 está localizado no centro geográfico do perímetro urbano da cidade, no entroncamento de avenidas importantes para a distribuição de fluxo de pessoas e veículos na região central. Apesar de estar contida da área central, a atmosfera da região sofre influência da Praça Sérgio Pacheco, com árvores isoladas alto índice de permeabilidade. É uma área com predomínio de centros comerciais e media densidade populacional.

**PONTO 16: Avenida João Pinheiro com Rua Quintino Bocaiúva.**

**Figuras 111 e 112:** Uberlândia (MG) - Avenida João Pinheiro com Rua Quintino Bocaiúva, 2017.



Fonte: SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 17: Avenida João Pinheiro com Rua Olegário Maciel.**

**Figuras 113 e 114:** Uberlândia (MG) - Avenida João Pinheiro com Rua Olegário Maciel, 2017.



Fonte: SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 18: Avenida João Pinheiro com Praça Clarimundo Carneiro.**

**Figuras 115, 116, 117 e 118:** Uberlândia (MG) - Avenida João Pinheiro com Praça Clarimundo Carneiro, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 16, 17 e 18 estão localizados no centro comercial da cidade possuem alto índice de edifícios verticalizados e áreas impermeáveis. Apresenta uma densidade de ocupação alta em área antiga, concentrando o comércio e os serviços, com elevado fluxo de pessoas e veículos,

O relevo é classificado como plano e a vegetação existente apenas em praças e algumas árvores isoladas. A Praça Clarimundo Carneiro possui baixa permeabilidade, pois é pavimentada até no seu interior.



**PONTO 19: Avenida General Osório com Rua José Ayube.**

**Figuras 119 e 120:** Uberlândia (MG) - Avenida General Osório com Rua José Ayube, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 19 está situado entre os bairros Fundinho e Tabajaras no setor central da cidade, possui o relevo ondulado no sentido de fundo de vale da Avenida Rondon Pacheco, variando entre 8 a 16% de inclinação. A área é basicamente residencial de ocupação antiga, com média densidade populacional, existem algumas áreas permeáveis e algumas árvores isoladas de grande porte.

**PONTO 20: Avenida Francisco Galassi com Avenida Rondon Pacheco.**

**Figuras 121 e 122:** Uberlândia (MG) - Avenida Francisco Galassi com Avenida Rondon Pacheco, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 20 corresponde ao ponto mais baixo do perfil Norte-Sul, variando de 0 a 1,8% de inclinação, o relevo é plano com a presença de áreas permeáveis e áreas verdes no canteiro central. A densidade de ocupação é baixa e o uso do solo apresenta estabelecimentos residenciais de alto padrão.



**PONTO 21:** Avenida Francisco Galassi com Rua José Humberto Alves.

**Figuras 123 e 124:** Uberlândia (MG) - Avenida Francisco Galassi com Rua José Humberto Alves, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. (2017).

**PONTO 22:** Avenida Francisco Galassi com Rua Paschoal Cáparelli.

**Figuras 125, 126, 127 e 128:** Uberlândia (MG) - Av. Francisco Galassi com Rua Paschoal Cáparelli, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 21 e 22 estão localizados entre os bairros Patrimônio e Altamira no setor sul da cidade, com predomínio de residências e a densidade de ocupação é média, o relevo é plano à suavemente ondulado, variando entre 3 a 5/5 de inclinação, possui bastante áreas permeáveis.



**PONTO 23:** Avenida Francisco Galassi com Rua Durval Carrijo.

**Figuras 129 e 130:** Uberlândia (MG) - Avenida Francisco Galassi com Rua Durval Carrijo, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 23 está situado na área residencial do setor sul da cidade, área de topo de chapada, plana e bem permeável. A região possui condomínios de alto padrão com áreas permeáveis, existência de vegetação e a densidade de ocupação é baixa.

**PONTO 24:** Avenida Nicomedes Alves dos Santos com Rua Dom Almir Marques Ferreira.

**Figuras 131 e 132:** Uberlândia (MG) - Av. Nicomedes A. dos Santos com Rua Dom Almir M. Ferreira, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 25:** Avenida Nicomedes Alves dos Santos com Avenida dos Vinhedos.

**Figuras 133 e 134:** Uberlândia (MG) - Av. Nicomedes Alves dos Santos com Av. dos Vinhedos 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 24 e 25 estão localizados na parte média da vertente, com relevo plano à suave-ondulado, com a presença de áreas permeáveis e terrenos com solo exposto. A densidade populacional é baixa, com casas e condomínios de alto padrão e uma área de ocupação recente, com lotes reservados para especulação imobiliária.

**PONTO 26:** Avenida Nicomedes Alves dos Santos com Avenida Paulo Gracindo.

**Figuras 135 e 136:** Uberlândia (MG) - Av. Nicomedes Alves dos Santos com Av. Paulo Gracindo, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Entre os pontos 25 e 26 tem-se uma área de vazio demográfico apresenta alta permeabilidade com predomínio de vegetação gramínea, arbórea e arbustiva, com solo exposto que eleva o teor de umidade do ar. Existe a presença de terrenos para futuros loteamentos, possui um vazio demográfico, baixa densidade populacional e o uso do solo prioritariamente residencial.



**PONTO 27:** Avenida Nicomedes Alves dos Santos com Avenida Lindormira Borges do Nascimento.

**Figuras 137 e 138:** Uberlândia (MG) - Av. Nicomedes Alves dos Santos com Av. Lindormira Borges do Nascimento, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

**PONTO 28:** Avenida Lindormira Borges do Nascimento entre Avenida Prof. Olímpio de Freitas e Anel Viário Sul.

**Figuras 139 e 140:** Uberlândia (MG) - Av. Lindormira Borges do Nascimento entre Av. Prof. Olímpio de Freitas e Anel Viário Sul, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os pontos 27 e 28 estão situados na parte alta da vertente, onde o relevo é plano, e características de área rural, com áreas de pastagem para criação de gado. Além disso, possui a densidade demográfica baixa e com a presença de condomínios residenciais populares e vazios demográficos.

**PONTO 29:** Avenida Lindormira Borges do Nascimento com Avenida Argemiro Evangelista Ferreira.

**Figuras 141 e 142:** Uberlândia (MG) - Av. Lindormira Borges do Nascimento com Av. Argemiro Evangelista Ferreira, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 29 está localizado em área de vazio demográfico na periferia do setor sul com loteamentos recentes, a densidade populacional é baixa com residências populares e condomínios de alto padrão. O relevo é basicamente plano a suave-ondulado, variando de 2 a 3,5% de inclinação, a região possui muita área permeável, mas a vegetação arbórea quase inexistente.

**PONTO 30:** Avenida Lindormira Borges do Nascimento, 2201 em frente ao Clube Vila Olímpica.

**Figuras 143 e 144:** Uberlândia (MG) - Av. Lindormira Borges do Nascimento, 2201, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 30 está localizado no setor de clubes, condomínios e chácaras do setor do sul da cidade, possui características de área rural com solo permeável e áreas verdes e vegetação arbórea. O relevo é suave-ondulado, há um grande vazio urbano e a ocupação é baixa densidade.



**PONTO 31:** Avenida Lindormira Borges do Nascimento em frente ao Clube Caça Pesca Itororó.

**Figuras 145 e 146:** Uberlândia (MG) - Avenida Lindormira Borges do Nascimento em frente ao Clube Caça Pesca Itororó, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O ponto 31 está localizado a 50 metros do Rio Uberabinha, é o extremo sul do perímetro urbano da cidade. A avenida termina na portaria do Clube Caça e Pesca Itororó, situada num fundo de vale com corpo hídrico e vegetação de mata ciliar, arbórea com características de mata galeria. O relevo classificado como suave-ondulado, com bastante áreas permeáveis. A densidade populacional e ocupacional é baixa, possui características similares à área rural.

### **3.2 - ANÁLISE GRÁFICA DO COMPORTAMENTO DO CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO INVERNO E VERÃO**

Nesta etapa realizou-se a análise gráfica do comportamento térmico e higrométrico do perímetro urbano, nas estações de inverno e verão respectivamente. Apresentando as variações registradas pelos instrumentos meteorológicos durante a execução dos transectos móveis nos perfis Leste-Oeste e Norte-Sul.

#### **3.2.1 - CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO - INVERNO**

Apresenta-se em forma de gráficos, o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar, no período de inverno no dia 7 de setembro de 2016. Os registros correspondem aos dados atmosféricos coletados nos pontos percorridos durante a execução dos transectos móveis, no sentido Leste-Oeste e Norte-Sul, no perímetro urbano de Uberlândia-MG.

De acordo com AMORIM, (2016, p.171),

Parte-se do princípio que qualquer representação gráfica, é mais eficiente na transmissão de informações do que a linguagem escrita. A leitura de um gráfico demanda menos esforço do leitor do que toda a tabela que o deu origem. Quando o objeto da representação gráfica possui um componente espacial, trata-se de uma representação cartográfica.

Os transectos móveis foram realizados na estação de inverno no dia 07/09/2016, e ocorreram nos seguintes intervalos horários das 06:00 as 07:00, das 10:00 as 11:00, das 14:00 as 15:00 e das 21:00 as 22:00 horas.

Os registros de temperatura e umidade relativa do ar à superfície, foram registrados por quatro (4) termohigrômetros digitais da fabricante ONSET, modelo: HOBO® U14-001, com *data-logger* integrado. E utilizou-se também seu software livre HOBOWare® para obter as estatísticas básicas dos dados registrados durante a realização dos transectos móveis.

Os quatro termohigrômetros foram distribuídos em dois (2) veículos, para serem utilizados simultaneamente pelas 2 equipes de campo nos dois perfis. Os instrumentos foram posicionados fora do veículo a uma altura entre 1,25 à 1,50 metros do solo, em local à sombra, aberto bem ventilado.

Os quatro instrumentos meteorológicos utilizados foram configurados para capturar a temperatura e a umidade relativa do ar a cada 1 minuto e registra-los na memória interna de seu *data-logger*.

Isso respeitando o intervalo de tempo necessário para os sensores adaptar-se às novas condições de um ponto a outro. O que é chamado de tempo de resposta do instrumento, que no nosso caso é de aproximadamente 30 segundos.

Os instrumentos possuem memória não volátil, com velocidade de 64k e o intervalo de amostra pode ser definido de 1 segundo à 18 horas. A faixa de operação de temperatura é de -20°C a +50°C, e de umidade relativa é de 0 a 100%, sem condensação.

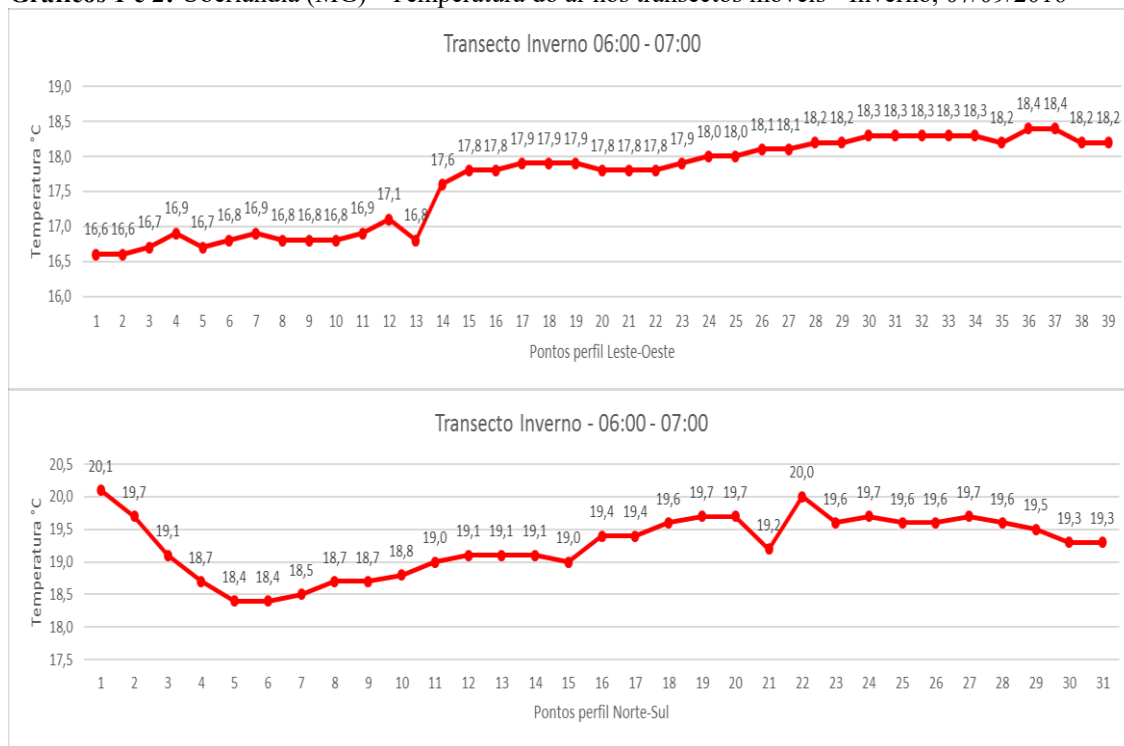
Além disso, registrou-se manualmente os dados atmosféricos a cada 500 metros em uma tabela, onde anotou-se a temperatura e umidade relativa do ar em cada ponto percorrido. As características dos pontos também foram anotadas como: altitude, relevo, cobertura e uso do solo e a existência de vegetação no entorno.

Ao analisar os gráficos de temperatura do ar registrado durante a execução dos transectos móveis do período de inverno, realizado no dia 07/09/2016, observou-se em



geral um aumento na temperatura do ar da área central às extremidades do perímetro urbano, conforme pode-se observar nos gráficos a seguir.

**Gráficos 1 e 2:** Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016

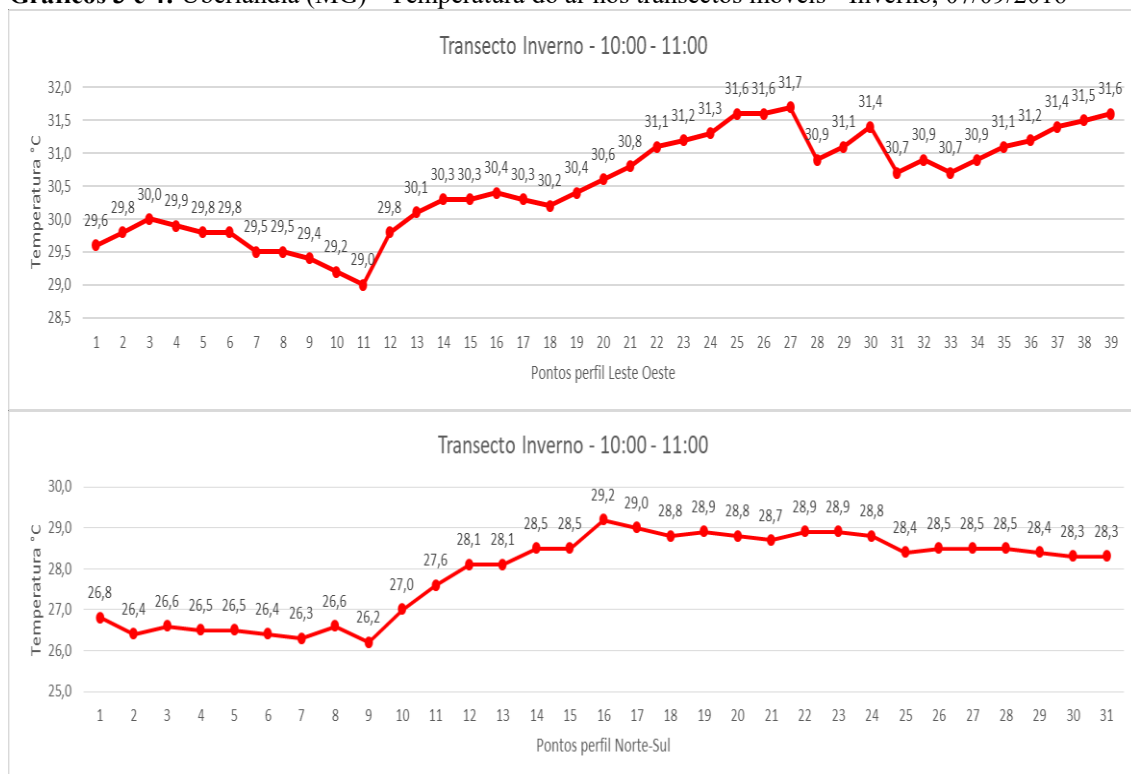


**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os graficos 1 e 2 apresentam a temeratura minima de 16,6°C e maxima de 20,0°C, com uma amplitude térmica de 3,4°C, distribuidas no percurso do ponto inicial ao ponto final do transecto. Uma variação alta se considerar o intervalo horário que foi realizado, ou seja, nas primeiras horas do fotoperíodo, onde ainda não tem-se o aquecimento da superficie pela radiação solar.

Os dois primeiros gráficos apresentam uma elevação da temperatura discreta que característica do comportamento habitual local. Já o terceiro e quarto gráficos realizado nos intervalos mais quentes do dia, mostram uma elevação superior a 4,5°C de diferença da área central em relação à extremidade do perímetro urbano.

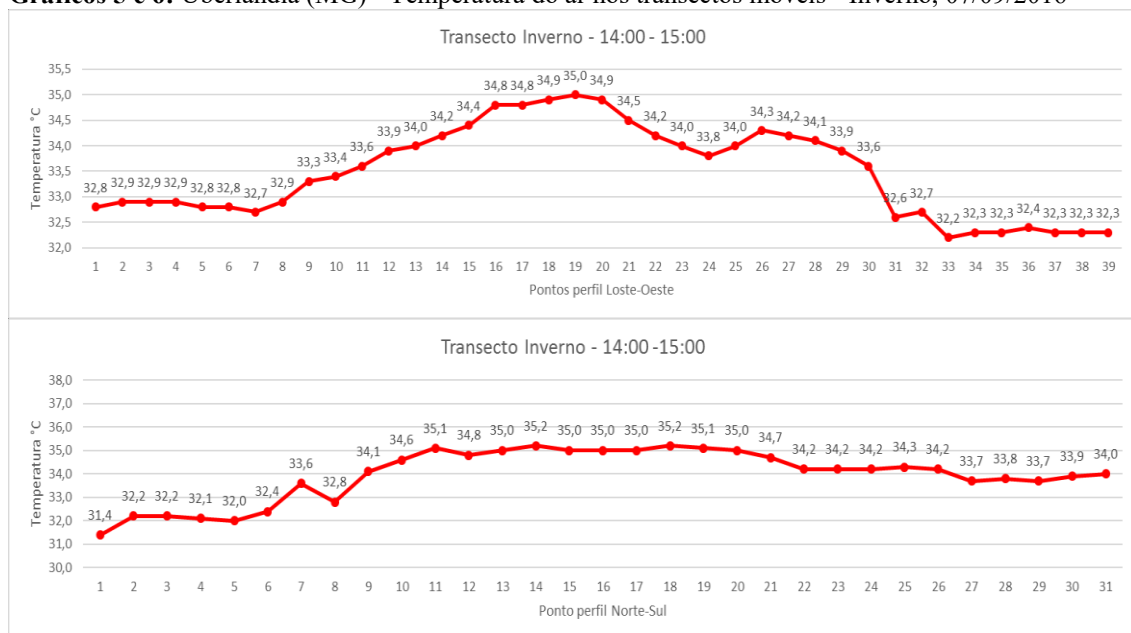
**Gráficos 3 e 4: Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016**



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 3 e 4 apresentam temperatura mínima de 26,8°C na borda do perímetro urbano e máxima de 31,7°C na área central, com uma amplitude térmica de 4,9°C nos transectos. O que demonstra uma variação alta se considerar que a máxima e mínimas ocorreram no interior do perímetro urbano em um curto intervalo de tempo.

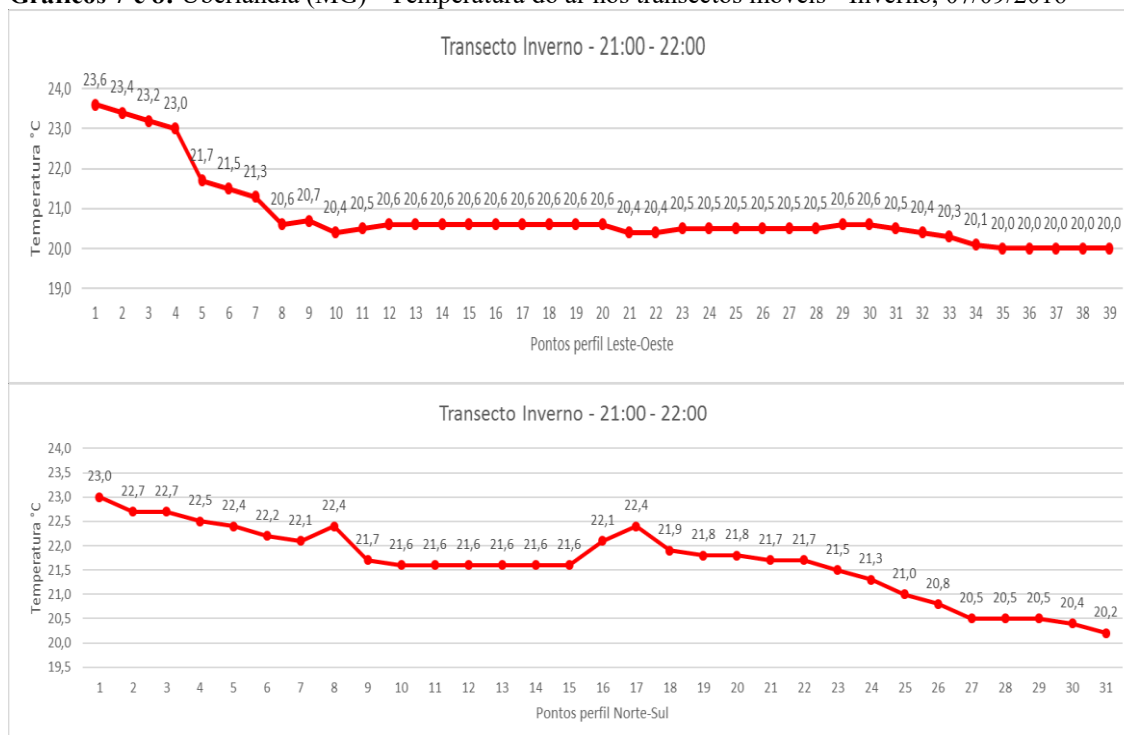
**Gráficos 5 e 6: Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016**



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 5 e 6 apresentam uma variação térmica, maior em relação a temperatura máxima que foi 35,2°C e mínima de 31,4 registradas perfazendo 3,8°C de amplitude horária. O que indica a ocorrência de anomalia térmica positiva, em relação às áreas periféricas e centrais, caracterizando a existência do fenômeno ilha de calor urbana no período analisado.

**Gráficos 7 e 8:** Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

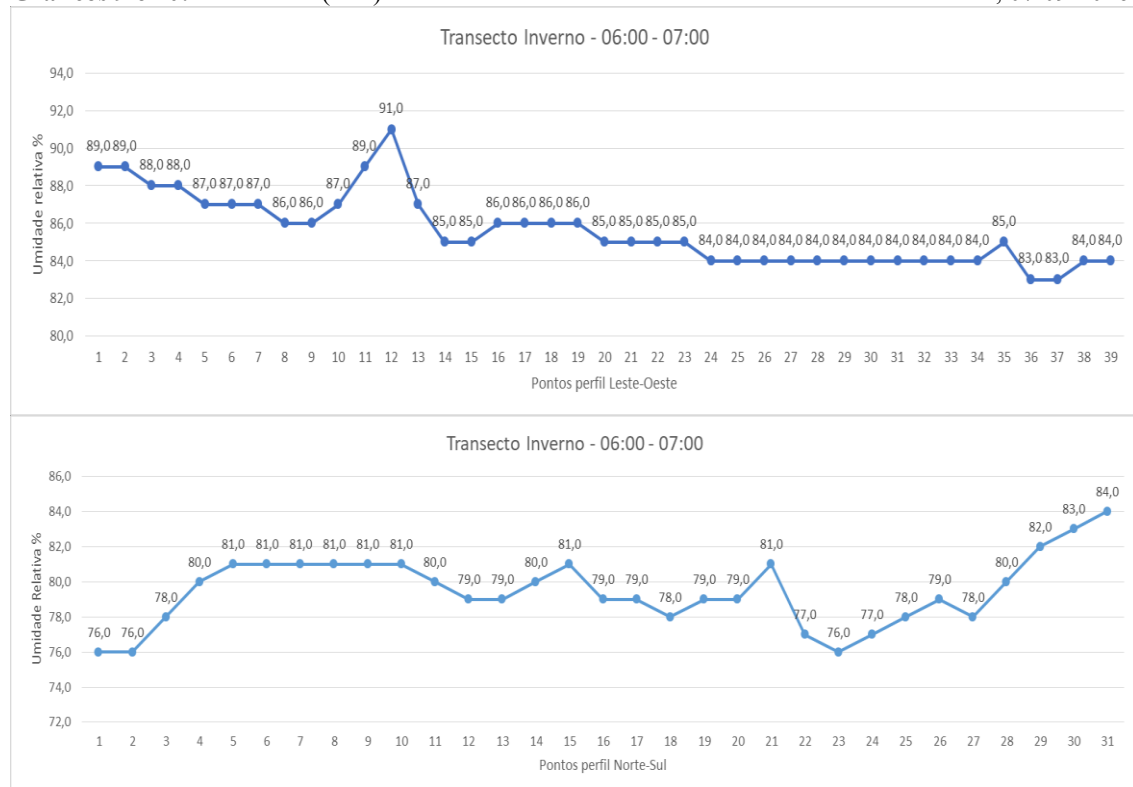
Os gráficos 7 e 8 apresentam variação térmica intraurbana menor que os gráficos anteriores, o que pode ser explicado pela variação habitual prevista para o intervalo de tempo, percorrido do início ao fim do trajeto. A temperatura máxima registrada foi 23,6°C e a mínima foi 20,0, perfazendo uma amplitude térmica horária de 3,6°C. O acredita-se ter relação com a diminuição da energia térmica emitida pela superfície durante a noite.

Os gráficos de temperatura do ar no transecto de inverno realizado no dia 07/09/2016 demonstraram, em geral um aumento significativo das temperaturas do perímetro urbano durante a execução dos transectos, exceto no ultimo transecto. Onde as extremidades do perímetro urbano registraram temperaturas menores, ou seja, no período noturno o quadro se inverte e a temperatura na extremidade diminuiu.

É possível, identificar através da variação de temperatura registrada pelos aparelhos meteorológicos a anomalia climática positiva, característica de espaços urbanos. Porém não pode-se ainda precisar quanto o aumento é relativo às alterações superficiais e quanto é relativo á normal do gradiente térmico horário, também deve-se levar em consideração o tempo gasto durante o deslocamento para a realização do transecto.

Ao analisar-se a temperatura do ar com as variações topográficas observa-se queda na temperatura nas regiões mais baixas do relevo, o que pode estar associado a presença de vegetação e/ou corpos hídricos.

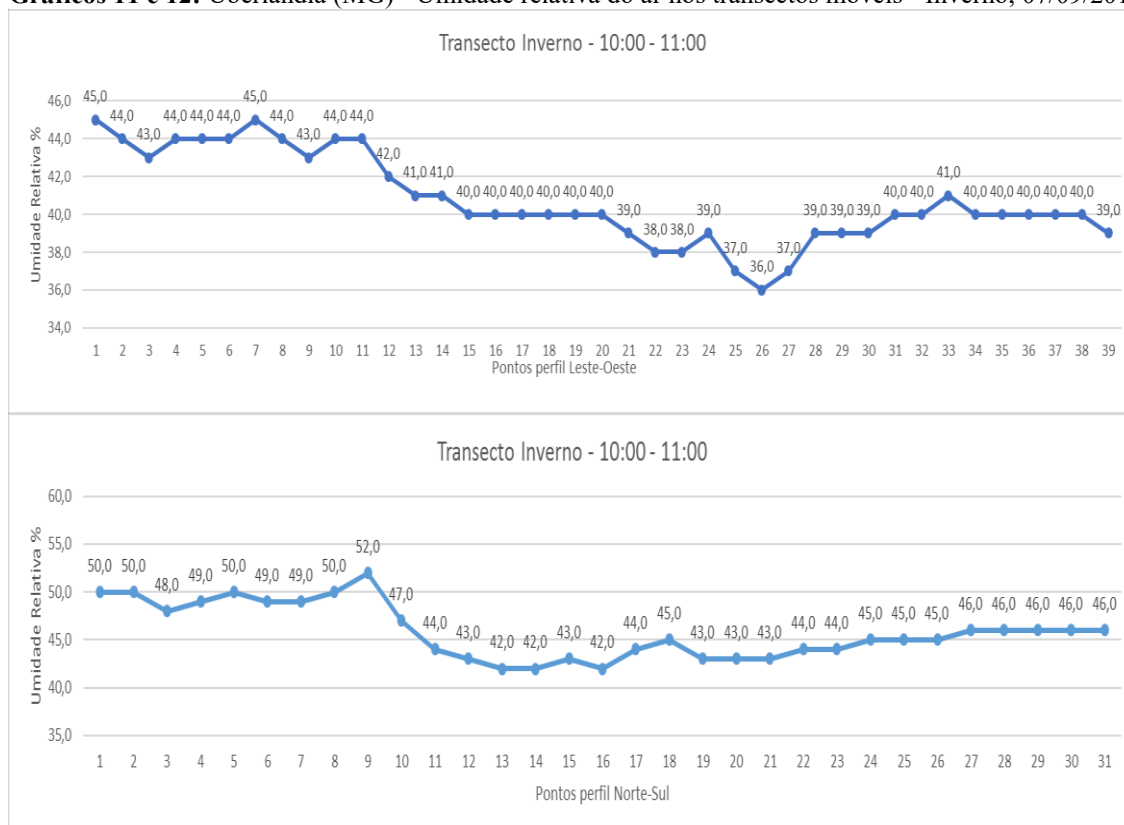
**Gráficos 9 e 10:** Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 9 e 10 apresentam a variação da umidade relativa do ar durante a execução do transecto móvel de inverno. Observa-se uma amplitude térmica horária de 15% considerando os dois trajetos. A menor umidade relativa foi 76% e a maior foi 91%, registrada próxima ao ponto 12 que corresponde a uma praça no bairro Santa Mônica, o que explica a queda na temperatura e aumento na umidade relativa do ar.

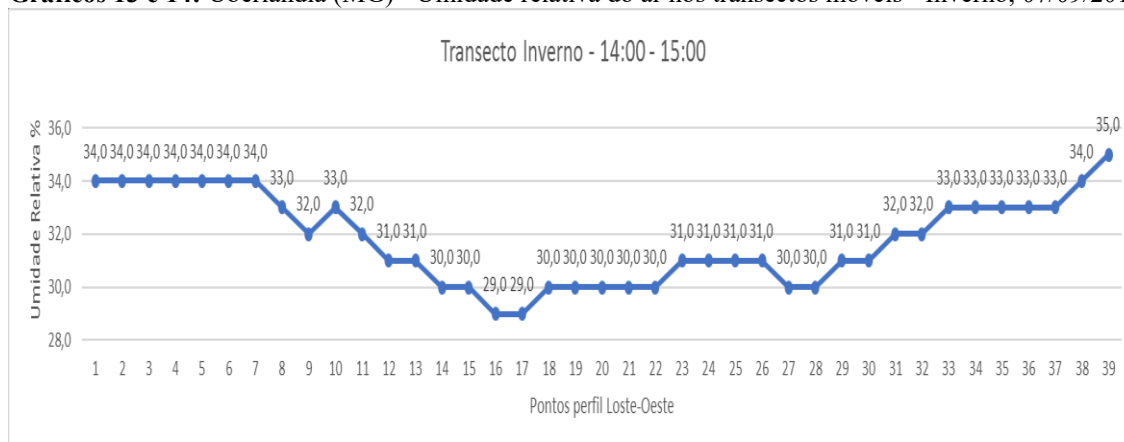
**Gráficos 11 e 12: Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016**

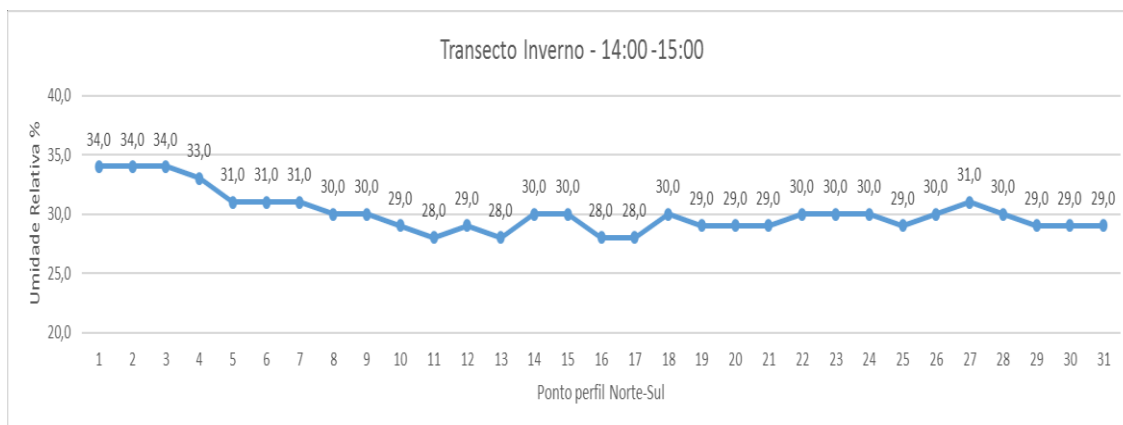


**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 11 e 12 apresentam variação maior da umidade relativa do ar intraurbano, com máxima de 52% e mínima de 36% próximo ao rio Uberabinha, perfazendo uma amplitude higrométrica de 16%. Uma amplitude alta, porém um comportamento esperado diante da relação inversamente proporcional à variação térmica positiva registrada no mesmo período.

**Gráficos 13 e 14: Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016**



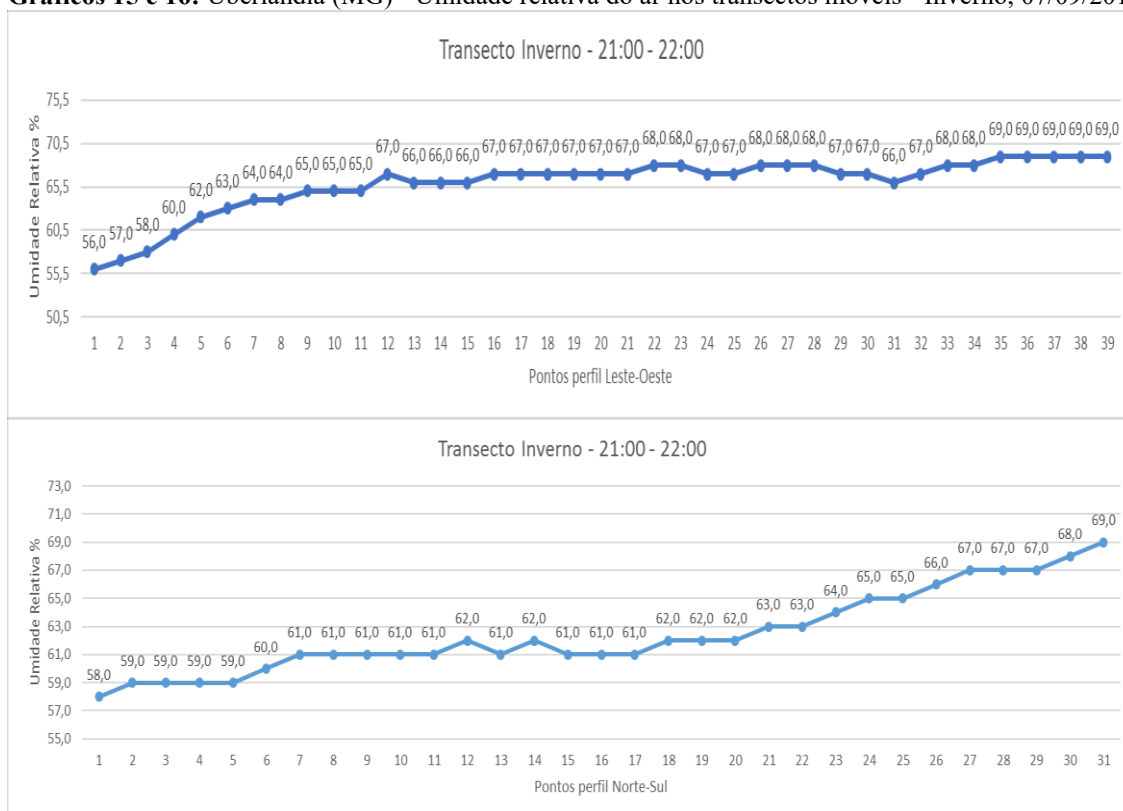


**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 13 e 14 apresentam uma variação higrométrica pouco significativa dentro do perímetro urbano, com máxima de 35,0% e mínima de 28,0%, com uma amplitude higrométrica de 7%, se considerarem-se os dois transectos simultaneamente.

Os gráficos apresentam as maiores variações ocorrerem na relação periferia centro e centro periferia, principalmente no perfil Leste-Oeste, no perfil Norte-Sul as variações intraurbana foram menores.

**Gráficos 15 e 16:** Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 15 e 16 apresentam comportamento mais regular em relação a variação higrométrica intraurbana, porém uma amplitude de 13% considerada alta, onde



a umidade relativa máxima foi 69,0% e a mínima foi 56,0%. Um comportamento esperado pelo tempo gasto durante o trajeto e pela atuação dinâmica das massas de ar predominantes no período noturno.

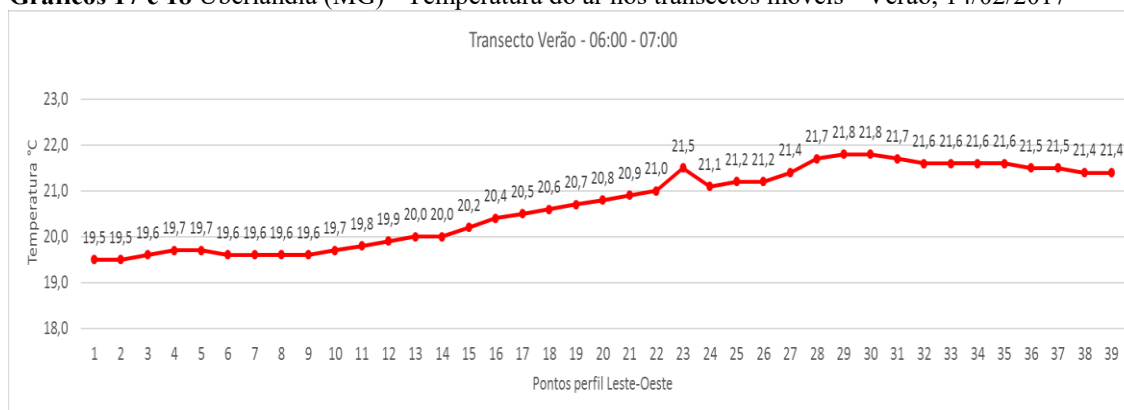
Em relação à umidade relativa do ar os gráficos apresentam variação diretamente inversa ao aumento da temperatura do ar. As médias mais elevadas da umidade relativa do ar foram registradas durante as menores temperaturas aferidas, em pontos que localizam-se próximas a ocorrência de vegetação ou fundos de vale com corpos hídricos e mata ciliar.

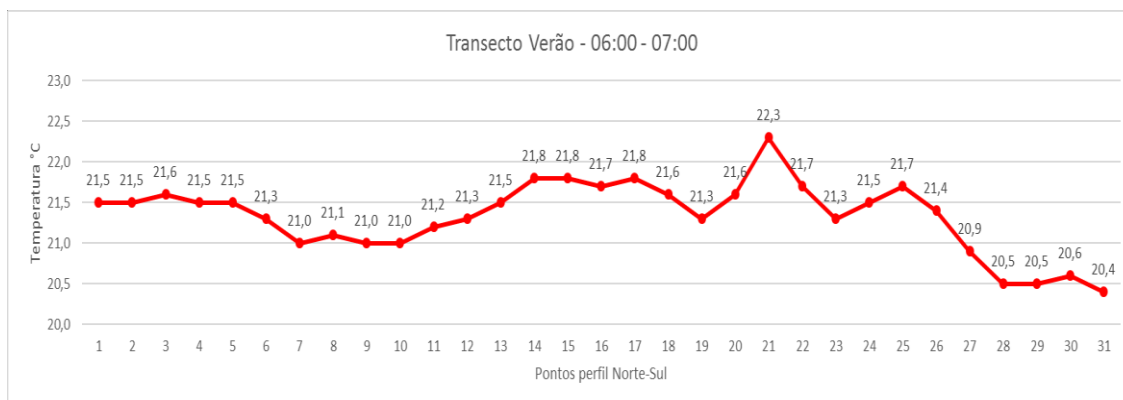
### 3.2.2 - CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO - VERÃO

Apresenta-se em forma de gráficos, o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar, no período de verão, dia 14 de fevereiro de 2017. Os registros correspondem aos dados atmosféricos coletados nos pontos percorridos durante a execução dos transectos móveis, no sentido Leste-Oeste e Norte-Sul, no perímetro urbano de Uberlândia-MG.

Os transectos foram realizados na estação de verão no dia 14/02/2017, e ocorreram nos seguintes intervalos horários das 06:00 as 07:00, das 10:00 as 11:00, das 14:00 as 15:00 e das 21:00 as 22:00 horas.

**Gráficos 17 e 18** Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017





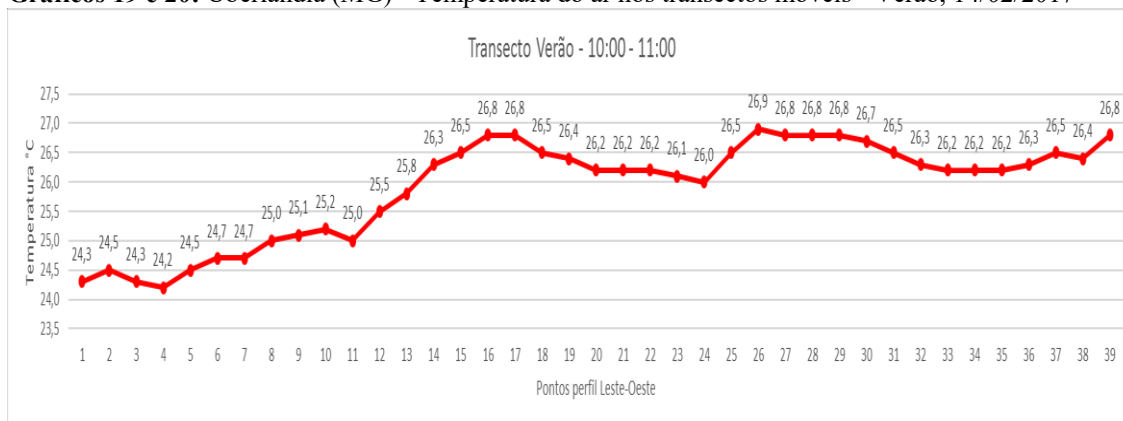
**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

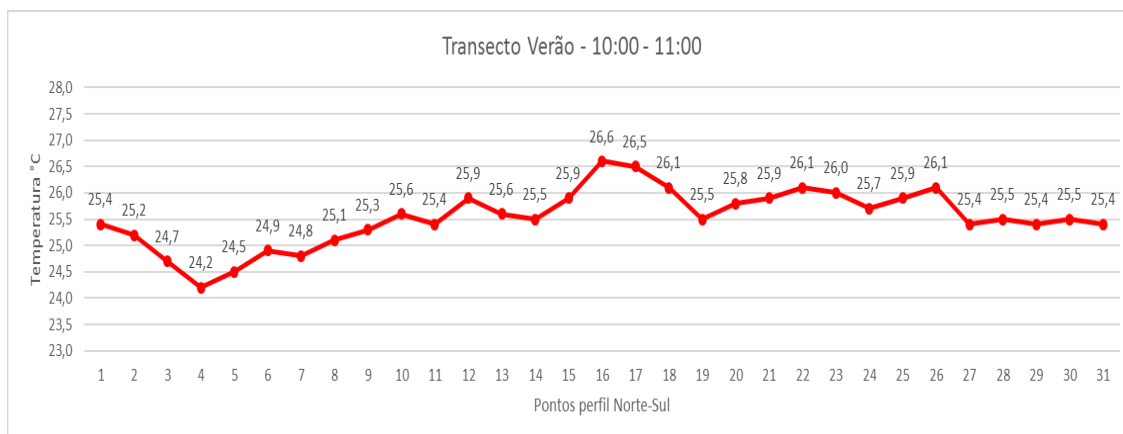
Os gráficos 17 e 18 apresentaram comportamentos distintos entre os perfis Leste-Oeste e Norte-Sul. No sentido Leste-Oeste a temperatura mínima foi 19,5, e a máxima registrada foi 21,8°C com apenas 2,3°C de amplitude térmica.

Já no sentido Norte-Sul a temperatura mínima foi 20,4°C, e a máxima registrada foi 22,3°C apresentando uma amplitude de 1,9°C, variando no máximo 2,8°C se contar ambos os sentidos. O que por si só não configura uma anomalia positiva significativa em termos horários.

A esta diferença de comportamento térmico atribui-se o fato de que no perfil Norte-Sul os primeiros pontos percorridos não estão localizados na parte mais alta do relevo, como ocorre no perfil Leste-Oeste e por isso tem-se comportamento térmico um pouco diferentes.

**Gráficos 19 e 20:** Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017

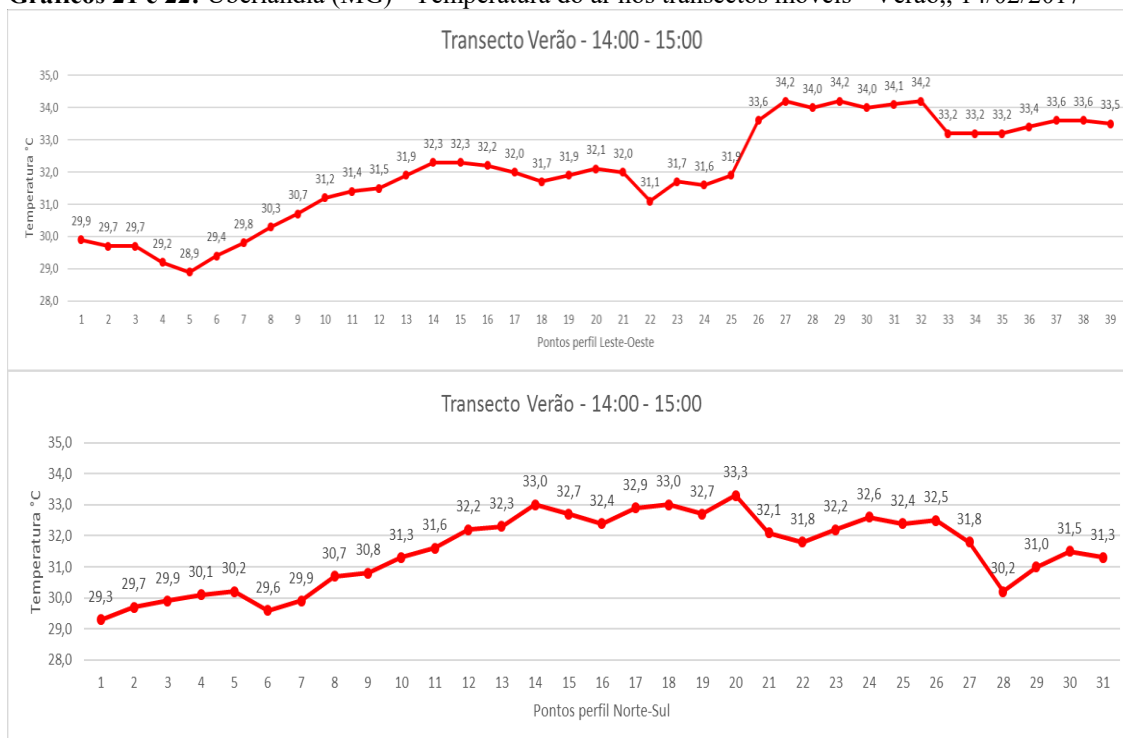




Fonte: SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 19 e 20 apresentam comportamentos parecidos com as temperaturas mínimas de 24,2°C e a máxima registrada de 26,9 com uma amplitude térmica de 2,7°C que é considerada média, porém já configura uma anomalia positiva significativa. O que caracteriza o início da formação de ilhas de calor urbana já no período matutino.

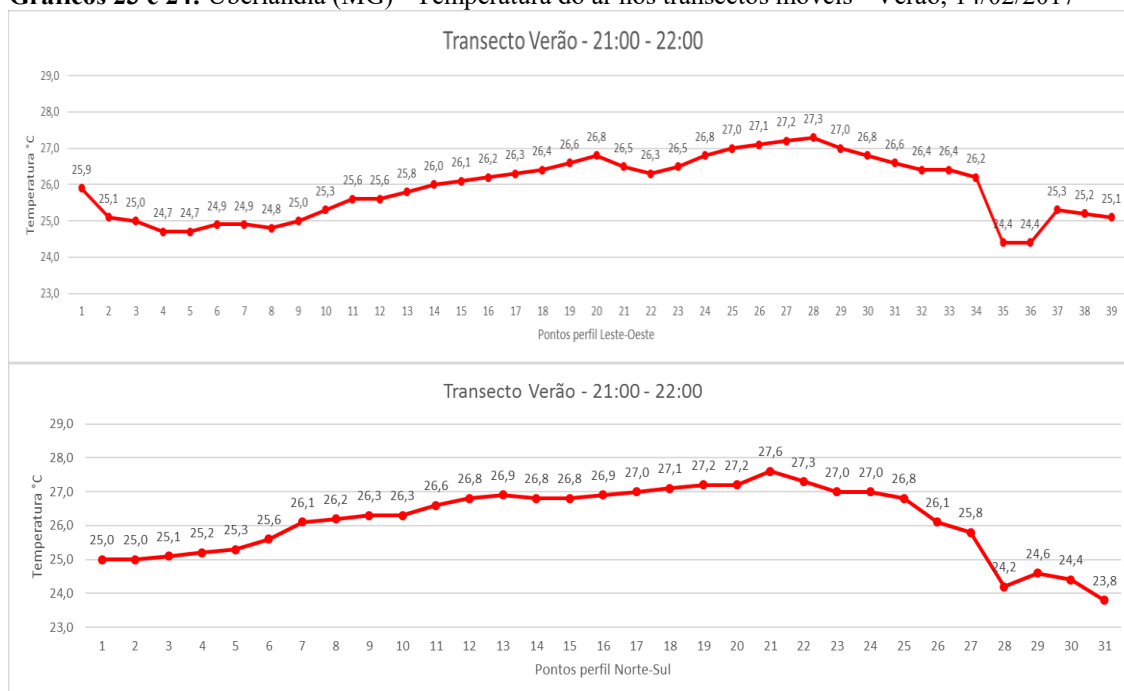
Gráficos 21 e 22: Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Verão,, 14/02/2017



Fonte: SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 21 e 22 apresentam comportamento parecidos ao transecto anterior, com temperatura do ar mínima de 28,9°C e máxima registrada de 34,2°C, perfazendo uma amplitude térmica de 5,3°C, uma variação alta se considerar a estação de verão, onde a amplitude térmica diária e horária é menor que no inverno. O que também caracteriza a existência de anomalias térmicas positivas no espaço urbano.

**Gráficos 23 e 24: Uberlândia (MG) - Temperatura do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017**



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 23 e 24 apresentam comportamentos parecidos, com temperatura mínima de 23,8 sendo que a máxima registrada foi 27,6, caracterizando uma amplitude térmica horária de 3,8°C. O que indica uma variação maior que a variação horária normal para o período.

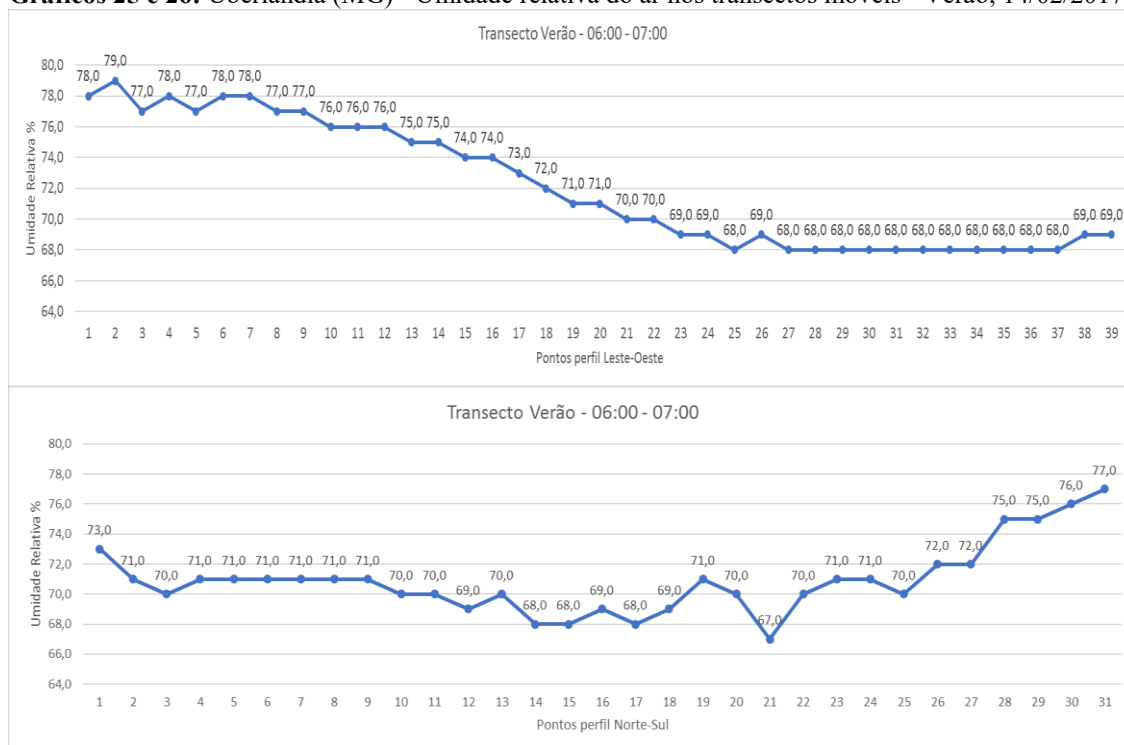
Observou-se que a temperatura apresenta variações mais significativas nas horas mais quentes do dia, assim como nas áreas centrais.

Ao analisar estas variações deve-se considerar o tempo gasto na execução dos transectos. Já que o tempo gasto para a execução do perfil Norte-Sul é menor que o tempo gasto no perfil Leste-Oeste, pois as distâncias percorridas são diferentes.

Nos transectos de verão observou-se um comportamento térmico higrométrico parecido com o ocorrido no inverno, porém as temperaturas foram mais amenas, fato que esta relacionado ao aumento da umidade relativa do ar na estação de verão.

No inverno a temperatura mínima foi 16,6 enquanto no verão a mínima registrada foi 19,5, uma diferença de 2,9°C. Em relação às maiores temperaturas no inverno a máxima foi 35,2°C e no verão a máxima registrada foi 34,2 uma diferença de 1,0°C. O que corresponde à queda da amplitude térmica diária no verão em condições climáticas normais.

**Gráficos 25 e 26: Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017**

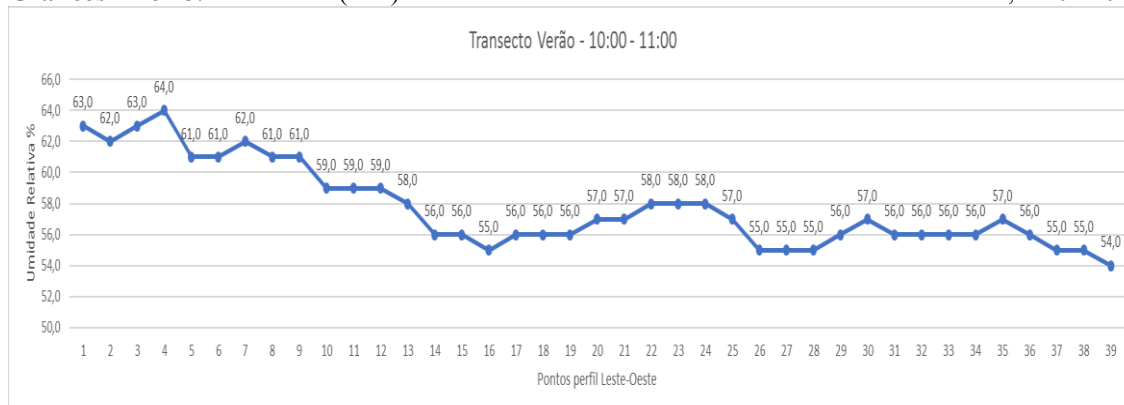


**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

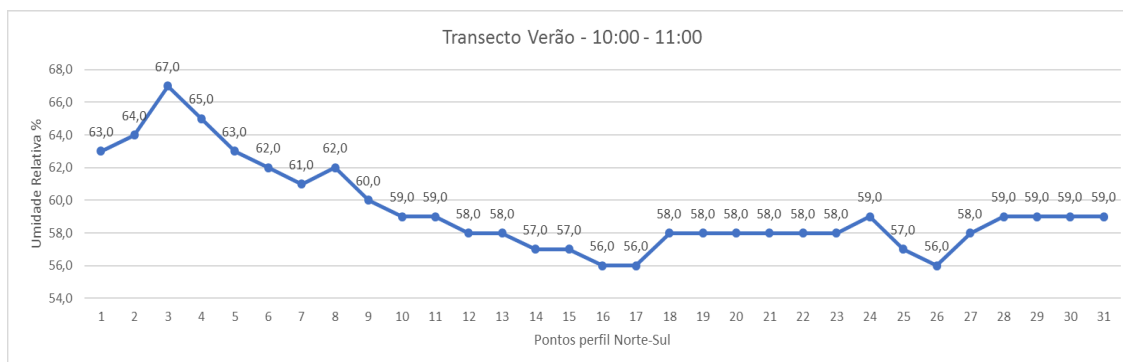
Os gráficos 25 e 26 apresentam, assim como nos gráficos de temperatura, comportamentos distintos. No perfil Leste-Oeste a umidade relativa mínima foi 68% enquanto a máxima foi 79%, uma diferença de 11%, ou seja, a umidade relativa do ar diminuiu.

No perfil Norte-Sul a umidade relativa mínima foi 67% e a máxima foi 77% apresentando uma diferença de 10%, ou seja, a umidade relativa aumentou. O que considerou-se estar relacionado com o perfil topográfico diferente nos dois transectos e ao comportamento atmosférico habitual para o período matutino.

**Gráficos 27 e 28: Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017**





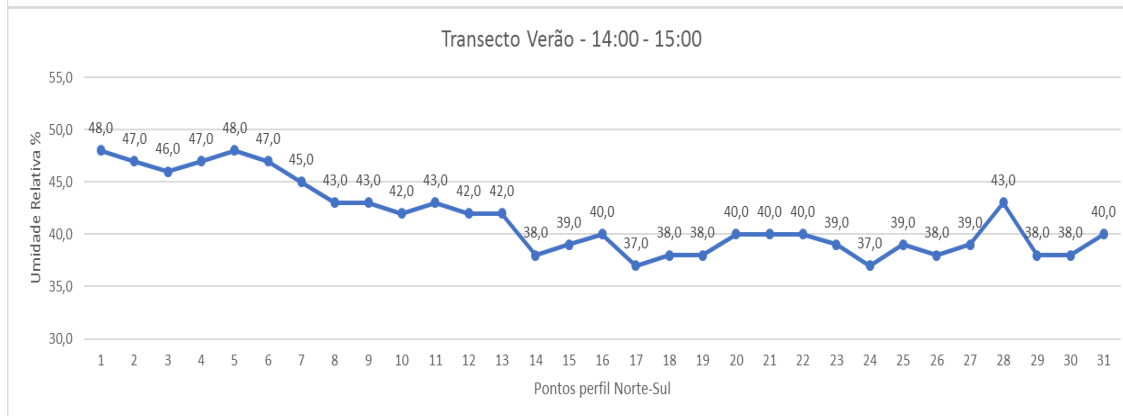
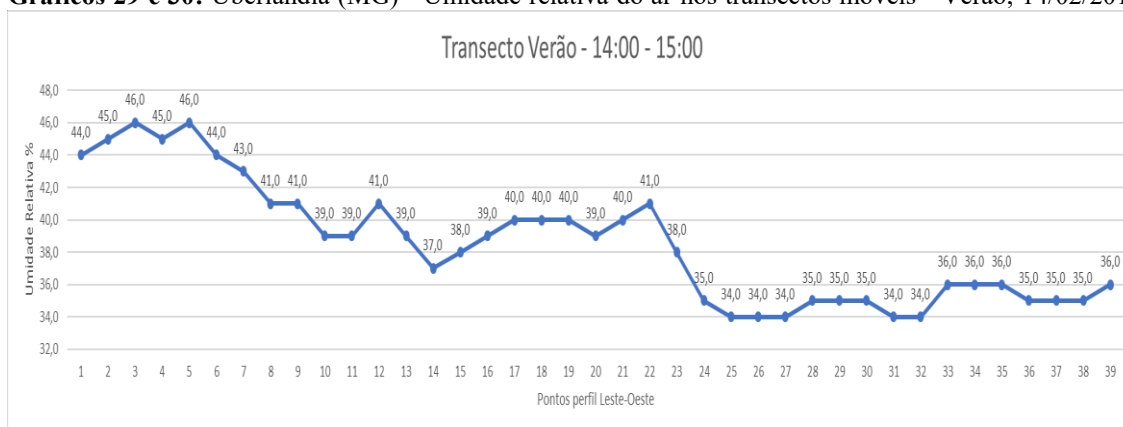


**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 27 e 28 apresentam queda da umidade relativa do ponto inicial ao ponto final em ambos os perfis. No transecto Leste-Oeste a umidade relativa do ar mínima foi 54% e a máxima registrada foi 64% no início do trajeto, perfazendo uma amplitude de 10%.

No transecto Norte-Sul a umidade relativa mínima foi 56% e a máxima registrada foi 67% também no início do trajeto, apresentando uma amplitude de 11%. Se considerar-se a amplitude total nos dois transectos realizados simultaneamente temos uma amplitude de 13%, considerada alta para o intervalo horário.

**Gráficos 29 e 30:** Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

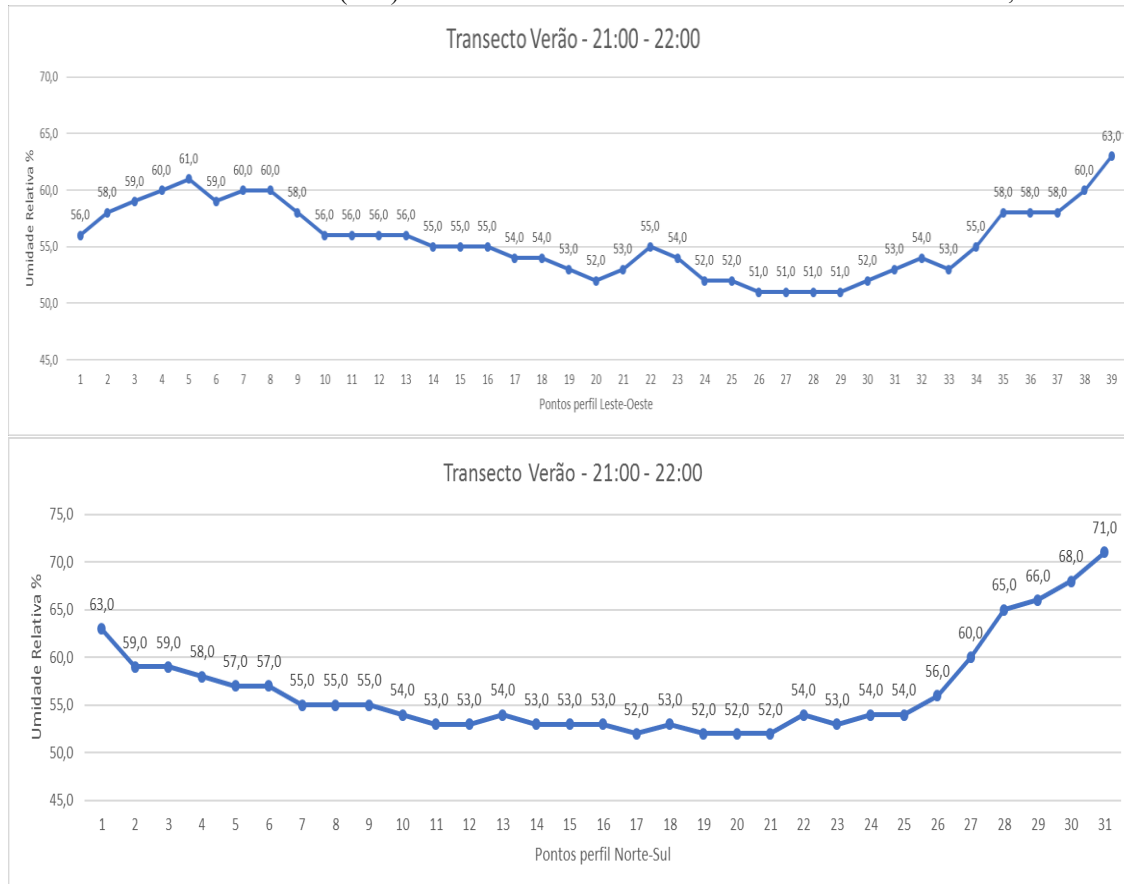
Os gráficos 29 e 30 também apresentam queda na umidade relativa do ar do ponto inicial ao ponto final em ambos os perfis, porém a amplitude das variações higrometrias foram maiores da periferia em relação as áreas centrais.

No perfil Leste-Oeste a umidade relativa mínima foi 34% e a máxima registrada foi 46, acumulando uma amplitude de 12%.

No perfil Norte-Sul a umidade relativa mínima foi 37% e a máxima registrada foi 48%, perfazendo uma amplitude de 11%.

Se considerar-se os dois transectos tem-se uma amplitude térmica horária de 14%, uma amplitude considerada alta, porém um comportamento inversamente proporcional à variação térmica registrada no mesmo período, onde identificou-se anomalias térmicas positivas caracterizando a formação de ilhas de calor urbana.

**Gráficos 31 e 32:** Uberlândia (MG) - Umidade relativa do ar nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Os gráficos 31 e 32 não apresentam queda significativa do ponto inicial ao ponto final dos transectos em ambos os perfis, ou seja, uma amplitude menor que os transectos executados durante o dia. Porém a amplitude das áreas periféricas em relação a áreas centrais foi mais alta que nos transectos diurnos.

No Perfil Leste-Oeste a umidade relativa do ar mínima foi 51% e a máxima registrada foi 63% acumulando uma diferença higrométrica de 12%, uma variação considerada alta para o período noturno.

No perfil Norte-Sul a umidade relativa do ar mínima foi 52% e a máxima registrada foi 71% perfazendo uma amplitude de 19%, uma variação também considerada alta para o período noturno onde não existe a incidência de direta radiação solar e há somente a radiação emitida pela superfície.

Os gráficos apresentam um comportamento diferente dos demais, porém confirmam a hipótese levantada neste trabalho sobre a existência de ilhas de calor urbana até mesmo no período noturno. Pois apesar de ter sido realizado no à noite as áreas centrais continuam com a umidade relativa do ar mais baixa que as áreas periféricas.

Nos perfis Leste-Oeste e Norte-Sul observou-se no geral o aumento da temperatura nos os transectos realizados durante o período mais quente do dia. As maiores alterações positivas foram registradas da periferia ao centro e do centro à periferia, o que está associado à dinâmica atmosférica urbana.

Os transectos noturnos apresentaram resultados diferentes, pois no inverno seco, houve queda de 3°C, no gradiente térmico do ponto inicial ao ponto final. No verão houve queda de 1,2°C, porém durante a execução do transecto, houve maior variação térmica das áreas centrais em relação às áreas periféricas.

A maior diferença apresentada em relação transecto de inverno e verão ocorre no horário das 21:00 as 22:00 horas, onde observou-se que a área central continua com a temperatura mais elevada, mantendo as características diurnas de temperatura e umidade relativa do ar.

As temperaturas mais baixas foram observadas nos fundos de vale ou áreas não edificadas, fato recorrente tanto no perfil Leste-Oeste quanto no perfil Norte-Sul, vale destacar que as diferenças de relevo também influenciam o comportamento do gradiente térmico.

No perfil norte-sul a umidade relativa apresentou queda significativa nos três primeiros transectos, no último transecto, a mesma variou de 55% a 63%, demonstrando gradiente positivo durante a execução do transecto.

Outro ponto que deve ser destacado é a queda de 10 a 16% da umidade relativa do ar nas áreas centrais, que apresentam maior grau de impermeabilização do solo. Um

fenômeno que ocorre inversamente proporcional ao aumento da temperatura, e é afetado pelo deslocamento das massas de ar das escalas inferiores da circulação urbana.

A umidade relativa apresentou aumento durante o primeiro e o último transecto, o que pode ser explicado pela presença de áreas permeáveis como no setor de clubes e vegetação ciliar do rio Uberabinha.

Nos dois transectos mais quentes do dia a umidade relativa apresenta uma queda significativa, o que é claramente explicado pelo aumento da temperatura intraurbana.

Com esta análise, observou-se uma relação direta entre o comportamento da temperatura e umidade relativa com a presença ou não da vegetação, maior do que as alterações observadas no relevo, na topografia e na altitude. Em todos os pontos de coleta com presença de vegetação foi observado temperaturas inferiores e umidade relativas do ar superior.

Outro fato que deve ser considerado é que os valores mais significativos ocorrem na região central e durante o período mais quente do dia, onde tem-se a absorção e reflexão da energia solar em forma de calor específico.

Apresenta-se a seguir um perfil topográfico do trajeto Leste-Oeste e Norte-Sul, com base nas altitudes registradas por aparelho GPS. Isto para relacionar as variações do comportamento térmico e higrométrico com a altitude e perfil topográfico do relevo urbano.

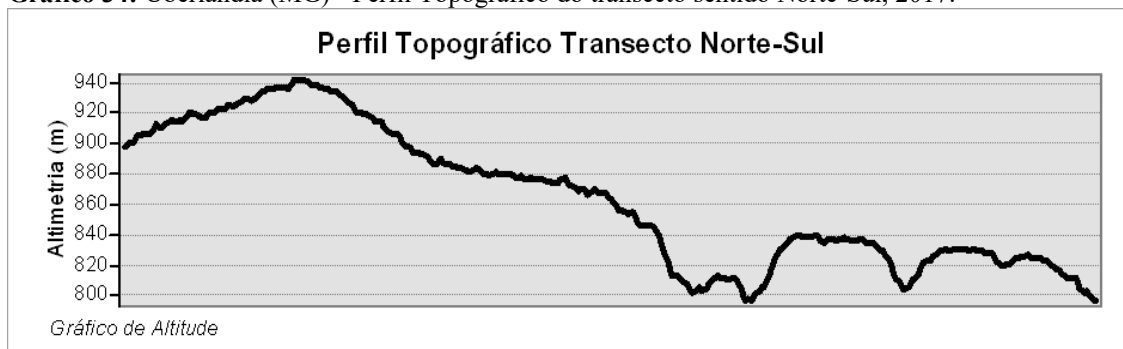
**Gráfico 33:** Uberlândia (MG) - Perfil Topográfico do transecto sentido Leste-Oeste, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

O GPS utilizado no registro dos dados foi da fabricante Garmin®, modelo: Gpsmap 64s com antena: Glonass. O instrumento foi calibrado e registrou a elevação do terreno durante a execução dos trajetos e nos possibilitou a elaboração de um gráfico do perfil topográfico, entre os pontos iniciais e finais dos transectos Leste-Oeste e Norte-Sul.

**Gráfico 34:** Uberlândia (MG) - Perfil Topográfico do transecto sentido Norte-Sul, 2017.



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

Ao analisar os gráficos 33 e 34 e relaciona-los estatisticamente aos dados de temperatura e umidade relativa do ar registrados, observou-se que não há uma relação direta com o perfil topográfico. O que ocorre em relação a presença de vegetação ou em áreas situadas em fundo de vale com corpos hídricos. Nesses casos o perfil topográfico apresenta relação discreta com o comportamento térmico-higrométrico, mas e serve de subsidio para analises a cerca do uso do solo urbano da área de estudos.

### **3.3 - SÍNTESE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS DADOS DO CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO**

Nesta etapa, realizou-se uma síntese da distribuição nas escalas espacial e temporal, através de pranchas de mapas isotérmicos e isohigrométricos compilados, que representam horizontalmente as estrutura das variações no comportamento do campo térmico e higrométrico da cidade de Uberlândia-MG.

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar obtidos em diferentes pontos foram processados e plotados em mapas isotérmicos e isohigrométricos do perímetro urbano. Com número suficiente de pontos de coleta de dados foi possível interpolar linhas que se unem à pontos com igual temperatura ou umidade relativa e são chamadas isolinhas.

As isolinhas espacializam o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar, com o componente horizontal do espaço. O gradiente de temperatura do ar à superfície é representado perpendicular às isothermas e aponta da menor para a maior temperatura através cores.



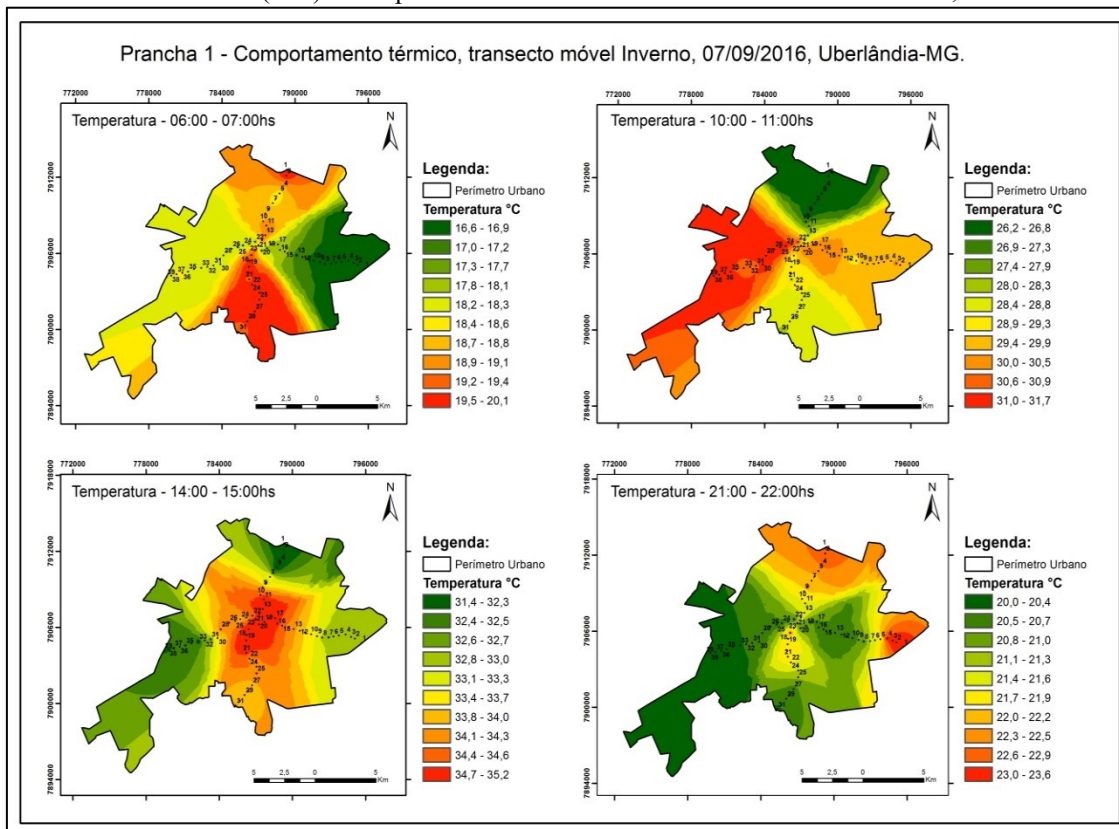
A técnica utilizada para conhecer a distribuição espacial da temperatura e umidade relativa do ar foi a interpolação. Uma técnica de geoprocessamento que utiliza uma ferramenta do software ArcGIS 10.1 que interpola uma superfície de varredura de pontos usando uma técnica de distância inversa ponderada (IDW) e esta descrita nos aportes teórico-metodológicos.

### **3.3.1 - PRANCHAS COMPILADAS - TRANSECTOS DE INVERNO**

Nesta etapa, apresentar-se-á análise da distribuição da temperatura e umidade relativa do ar, através mapas isotérmicos e higrométricos, onde utilizou-se de técnicas de interpolação dos dados, com isolinhas que espacializam o comportamento do campo térmico e higrométrico da atmosfera urbana, com dados obtidos e registrados durante a execução dos transectos móveis nos sentidos Leste-Oeste e Norte-Sul simultaneamente.

A prancha 1, mostra o comportamento da temperatura do ar durante os quatro transectos Norte-Sul, realizados no dia 07/09/2016, representando o período seco, da estação de inverno. A distribuição espacial das temperaturas está representada através da variação de cores em dégradé, que vão do verde com as menores temperaturas ao vermelho representando as maiores temperaturas, entre os dados registrados no percurso do perímetro urbano de Uberlândia.

**Prancha 1:** Uberlândia (MG) - Comportamento térmico nos transectos móveis - Inverno, 07/09/2016



Fonte: SILVA, I. A. 2017.

No primeiro transecto realizado no intervalo das 06:00 as 07:00 horas, a amplitude da variação térmica foi a mais baixa registrada no dia, ficando entre 16,6 a 20,1°C. É possível observar que, a temperatura é menor, 16,6°C, no limite do perímetro urbano e nas áreas mais altas e planas, característico do setor Leste da cidade, onde foram observadas as menores temperaturas do transecto. Não descartando a influência do deslocamento do ar e o efeito de borda na extremidade do perímetro.

A maior temperatura, 20,1°C, registrada ocorreu no setor Sul, o que pode estar associado a maior umidade relativa do ar, pois trata-se de uma região com a existência de vegetação e áreas de solo permeável, indicando um possível retardamento na alteração positiva da temperatura pela presença de umidade.

No segundo transecto realizado no intervalo das 10:00 as 11:00 horas, a menor temperatura, 26,2°C foi registrada no setor Norte da cidade, indicando a influência na mudança na direção da massa de ar com características rurais, ou seja, o fato de o setor Norte possuir a menor temperatura pode estar associado ao deslocamento do ar da direção norte, sentido centro da cidade. A maior temperatura registrada foi no setor oeste, 31,7°C, porém não pode-se descartar que o tempo do deslocamento intraurbano representa um aumento gradual na temperatura durante a realização do transecto.

No terceiro transecto realizado no intervalo das 14:00 as 15:00 horas, pode-se observar claramente a diferença na temperatura do ar do limite do perímetro urbano à região central da cidade, ocorrendo o aquecimento diferencial da região central em relação à periferia. A menor temperatura 31,4°C foi registrada no setor Norte e Oeste, indicando um possível deslocamento do ar no sentido noroeste em relação ao centro da cidade.

A área central apresentou a maior temperatura registrada 35,2°C, o que pode estar associado à densidade da ocupação, emissão de poluentes pelo grande fluxo de automóveis, a densidade da impermeabilização do solo, a verticalização das edificações, ausência de áreas verdes, ou seja, toda a configuração espacial da estrutura superficial da área central. Fatores estes que influenciam o deslocamento do ar.

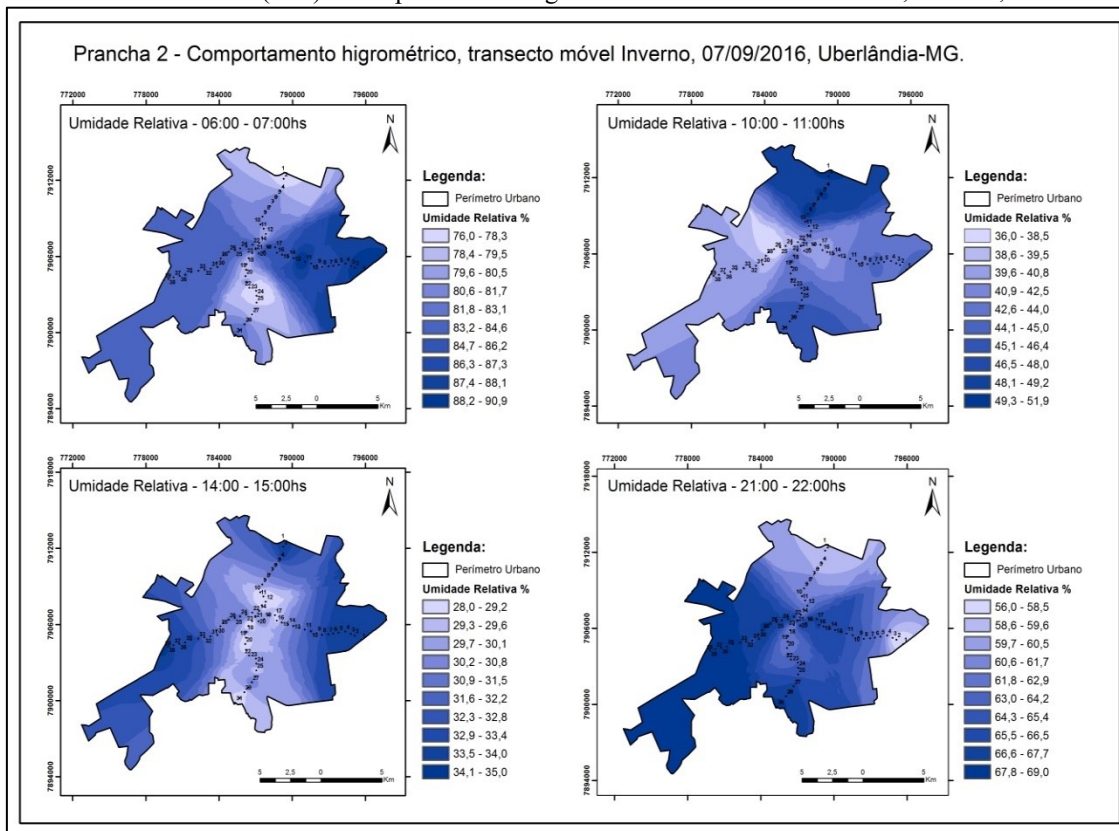
A variação do campo térmico aferida pelos instrumentos meteorológicos indica o aquecimento maior da área central em relação às áreas circunvizinhas caracterizando a ocorrência do fenômeno Ilha de Calor Urbano, fato que comprova a existência da anomalia térmica positiva no perímetro urbano.

O quarto transecto realizado no intervalo das 21:00 as 22:00 horas, a menor temperatura registrada foi 20,0°C, no setor Oeste do perímetro urbano, o que pode estar associado ao deslocamento do ar da direção nordeste em relação ao centro da cidade. Observou-se que neste horário, a superfície ainda apresenta temperatura elevada na área central, 22,2°C. Entretanto, a uma dissipação do ar quente para o setor sul o que pode estar associado a dinâmica da massa de ar.

A maior temperatura registrada, 23,6°C ocorreu nos setores Norte e Leste, processo que pode estar associado ao deslocamento do ar com maior umidade relativa e ao tempo gasto no deslocamento durante a realização do transecto móvel com duração de aproximadamente 52 à 60 minutos em ambos os perfis transversais.

A prancha 2, mostra o comportamento da umidade relativa do ar durante os quatro transectos realizados no dia 07/09/2016, representando o período seco, da estação de inverno. A distribuição espacial da umidade relativa do ar está representada através da variação de cores em dégradé azul, que vão do azul claro para as áreas com as menores porcentagens de umidade relativa e o azul escuro representando as maiores porcentagens entre os dados registrados no percurso do perímetro urbano de Uberlândia-MG.

**Prancha 2:** Uberlândia (MG) - Comportamento higrométrico nos transectos móveis, Inverno, 07/09/2016



Fonte: SILVA, I. A. 2017.

No primeiro transecto realizado no intervalo das 06:00 as 07:00 horas, a maior umidade relativa registrada, 90,9% ocorreu no setor Leste, o que pode ser explicado pela quantidade de áreas permeáveis existência de vegetação e orvalho condensado, que precede as primeiras horas incidência de radiação solar na superfície.

A menor umidade relativa foi 76%, registrada entre a área central e no setor Sul, o que pode estar relacionado ao deslocamento do ar, pois sabe-se que as áreas centrais concentram as menores porcentagens de umidade, e deve-se considerar a influência da velocidade e direção do deslocamento das massas de ar na região.

Além disso, a diferença no campo higrométrico da cidade apresentou uma amplitude elevada, 14,9%, se considerar o período seco característico da estação de inverno na região.

No segundo transecto realizado no intervalo das 10:00 as 11:00 horas, a maior umidade relativa registrada ocorreu no setor Norte, 51,9%, fato que pode estar associado ao deslocamento das massas de ar nas escalas meso e microclimática.

A menor umidade relativa do ar registrada ocorreu entre a região central e o setor Oeste, 36,0%, apresentando um comportamento de diminuição da umidade da

periferia ao centro. A amplitude da umidade relativa foi de 15,9%, indicando uma relação direta do uso do solo e com a distribuição espacial da temperatura do ar.

No terceiro transecto realizado no intervalo das 14:00 as 15:00 horas, a maior taxa de umidade relativa foi 35%, registrada nas extremidades do transecto, caracterizando a redução gradual da umidade da periferia a área central como era esperado pela variação positiva da temperatura auferida no mesmo intervalo horário.

A menor umidade relativa foi registrada na região central, 28%, o que está relacionado com a mudança na densidade do uso e na estrutura da superficial da camada laminar, bem como, os materiais constitutivos dessas áreas.

Apesar da diminuição da umidade relativa do ar a variação da amplitude durante o transecto foi de apenas 7%, relativamente baixa em relação aos outros transectos, indicando que o aumento da temperatura causa uma queda acentuada na umidade relativa no período mais quente do dia.

O quarto transecto realizado no intervalo das 21:00 as 22:00 horas, a maior a umidade relativa registrada 69%, que ocorreu no setor Oeste, o que acredita-se estar associado ao tempo de deslocamento do transecto móvel e a dispersão da umidade pelo deslocamento das massas de ar no perímetro urbano.

A menor umidade relativa aferida pelos instrumentos foi 56% e ocorreu no setor Leste e setor Norte, indicando que no início do transecto as áreas com menor densidade de ocupação preservam por mais tempo as características atmosféricas adquiridas durante o dia.

A amplitude horária da umidade relativa do ar foi de 13%, o que acredita-se estar relacionado com a diminuição da temperatura pela queda na refletividade de energia térmica e o resfriamento da superfície.

À medida que a variação horária de umidade relativa diminui durante o dia observa-se sua relação direta com altura das temperaturas, uso do solo, a existência de vegetação e áreas permeáveis, característicos do espaço urbano.

Neste contexto, observaram-se diferenças significativas do campo térmico e higrométrico no perímetro urbano, identificando um aumento gradual da temperatura e queda na umidade relativa do ar da periferia em relação ao centro. Com isso, estabeleceu-se uma relação direta dos elementos atmosféricos com a superfície, resultando em anomalias térmicas positivas no espaço urbano.

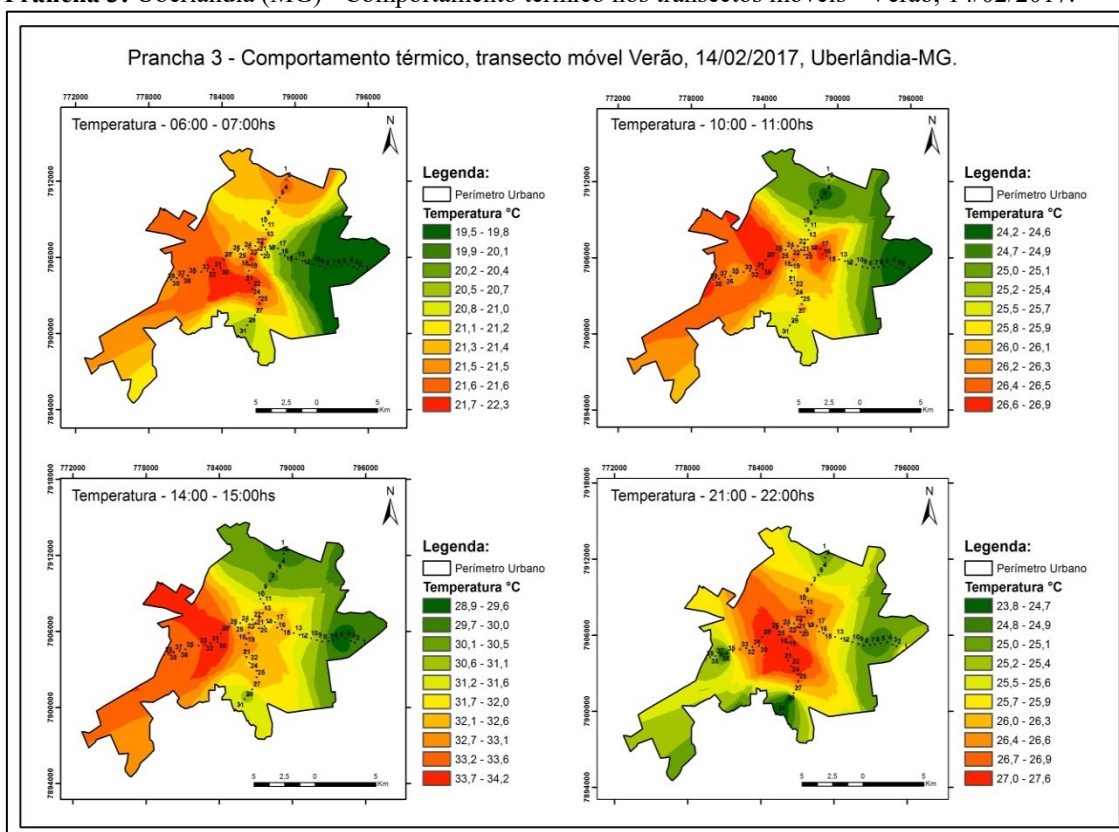


### 3.3.2 - PRANCHAS COMPILADAS - TRANSECTOS DE VERÃO

Na prancha 3 seguindo a mesma metodologia da prancha 1, observou-se o comportamento da temperatura do ar durante os quatro transectos realizados no dia 14/02/2017, representando o período chuvoso, da estação de verão.

A distribuição espacial das temperaturas está representada através da variação de cores em dégradé, que vão do verde com as menores temperaturas ao vermelho representando as maiores temperaturas entre os dados registrados no percurso do perímetro urbano de Uberlândia-MG.

**Prancha 3:** Uberlândia (MG) - Comportamento térmico nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017.



Fonte: SILVA, I. A. 2017.

No primeiro transecto realizado no intervalo das 06:00 as 07:00 horas, a amplitude térmica oscilou em 2,8°C, um pouco abaixo da amplitude térmica registrada no inverno. Em geral, apresentando temperaturas mais elevadas, o que indica maior incidência de radiação solar, aumentando o albedo superficial que intensificada as anomalias térmicas da atmosfera urbana.

A menor temperatura registrada foi 19,5°C, no primeiro transecto e ocorreu no setor Leste, e foi 2,9°C superior a mínima registrada no inverno, em uma área que

apresenta a altitude mais elevada e plana do perímetro urbano, favorecendo o deslocamento do ar, pois trata-se de uma área com pouca rugosidade superficial e densidade de uso e ocupação baixa.

A maior temperatura registrada, 22,3°C e apresenta uma relação direta com o uso do solo do espaço urbano, pois as maiores temperaturas concentram-se na área central, com o deslocamento de massa de ar no sentido sudoeste.

Observou-se no primeiro transecto um aumento positivo do campo térmico de 2,8°C da periferia em direção ao centro, caracterizando também uma anomalia positiva e a existência do fenômeno Ilha de calor urbana, processo que se acentua nos demais transectos realizados no mesmo dia.

No segundo transecto realizado no intervalo das 10:00 as 11:00 horas, a maior a temperatura do ar registrada foi 26,9°C, ocorreu deslocada do centro nos sentido Leste e Oeste, indicando o deslocamento do ar no sentido nordeste.

A menor temperatura registrada foi 24,2°C e ocorreu no setor Leste e no setor Norte, o que pode ser associado ao deslocamento do ar com característica do espaço rural, considerando ainda, o tempo de deslocamento gasto no percurso da secção transversal no perímetro urbano.

A amplitude térmica de 2,7°C, registrada durante a execução do transecto móvel foi menor se comparada à estação seca, fato que pode estar associado à maior umidade relativa do ar. Porém não se deve desconsiderar o aquecimento diferencial de superfície com o deslocamento das massas de ar nas escalas meso e microclimáticas.

No terceiro transecto realizado no intervalo das 14:00 as 15:00 horas, a menor temperatura foi 28,9°C registradas no setor Norte e Leste, caracterizando também um aumento positivo do gradiente de variação da temperatura do ar da periferia para à região central da cidade.

A maior temperatura registrada 34,2°C e ocorreu entre os setores Oeste e Sul, caracterizando um deslocamento da massa de ar quente do centro em direção à periferia no sentido sudoeste, o que condiz com o predomínio do deslocamento das massas de ar nas escalas inferiores.

A amplitude térmica de 5,3°C, aferido no período mais quente do dia, foi a maior registrada durante os transectos de verão, o que pode estar relacionado à queda considerável na umidade relativa do ar.

A mesma sofre influência da densidade de uso e ocupação do solo urbano, ao mesmo tempo, que está associada às trocas de energia do sistema superfície-atmosfera caracterizando a anomalia térmica positiva e a formação de ilha de calor urbana.

O quarto transecto realizado no intervalo das 21:00 as 22:00 horas, que apesar de ser realizado no período noturno conservou as características semelhantes às apresentadas nos transectos anteriores, mostrando claramente que a superfície continua a refletir calor para a atmosfera durante o período noturno.

A menor temperatura 23,8°C foi registrada nas extremidades do perímetro urbano, em áreas que possuem características do espaço rural, aumentando positivamente o gradiente térmico à medida que se aproxima da área central.

A maior temperatura foi 27,6°C, registrada na área central com deslocamento do ar sentido sudoeste em relação ao perímetro urbano, o que pode estar associado ao deslocamento das massas de ar nas escalas meso e microclimáticas.

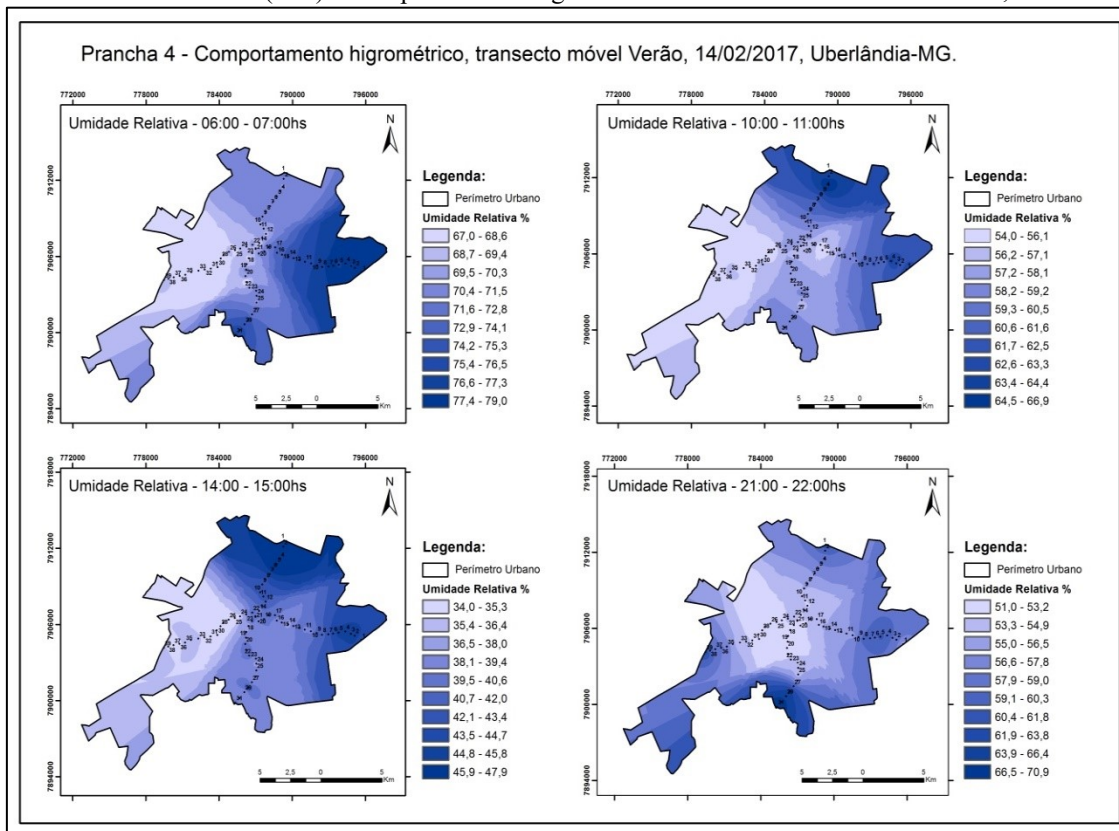
A amplitude térmica registrada de 3,8°C, demonstrou que a hipótese inicial proposta pelo presente estudo, pode ser confirmada pelo registro positivo na temperatura do ar, caracterizando a existência da Ilha de Calor Urbano.

Neste sentido, a distribuição espacial da temperatura do transecto de verão ao transecto de inverno são distintas, porém entende-se que as maiores variações do campo térmico são diretamente influenciadas pela dinâmica de um espaço tão diferenciado e alterado quanto às cidades.

As alterações climáticas produzidas pelos sistemas que compõem a interface geoclimática local e regional estão ligadas ao comportamento das escalas superiores, porém observou-se que as maiores diferenças podem ser associadas reflexão de energia térmica e à interrupção do ciclo hídrico pelo topo de revestimento da superfície urbana.

A prancha 4 mostra o comportamento da umidade relativa do ar durante os quatro transectos realizados no dia 14/02/2017, representando o período chuvoso, da estação de verão. A distribuição espacial da umidade relativa do ar está representada através da variação de cores em dégradé azul, que vão do azul claro para as áreas com as menores porcentagens de umidade relativa e o azul escuro, representando as maiores porcentagens entre os dados registrados no percurso do perímetro urbano de Uberlândia-MG.

**Prancha 4:** Uberlândia (MG) - Comportamento higrométrico nos transectos móveis - Verão, 14/02/2017



**Fonte:** SILVA, I. A. 2017.

No primeiro transecto realizado no intervalo das 06:00 as 07:00 horas, apesar de ter sido realizado quase no fim do período chuvoso, a umidade relativa ainda foi superior às médias registrada no período seco, perfazendo uma amplitude de 12% na umidade relativa do ar registrada durante a execução do transecto móvel.

A maior umidade relativa registrada foi 79,0%, e ocorreu no setor Leste, fato que pode ser associado à presença de áreas permeáveis e a existência de vegetação, que armazenam a água condensada quando atinge o ponto de orvalho, e evapora com os primeiros raios de sol.

A menor umidade relativa registrada foi de 67,0%, da área central ao setor Oeste, fato que pode estar associado ao tempo gasto durante a execução do transecto móvel e ao deslocamento do ar em função das características térmicas e topográficas.

No segundo transecto realizado no intervalo das 10:00 as 11:00 horas, a maior umidade relativa registrada, 66,9%, ocorreu nas áreas periurbanas Norte e Leste diminuindo gradativamente a medida em que nos deslocamos para a área central.

A menor umidade relativa do ar registrada foi 54,0% e ocorreu no setor Oeste, entre a área central e o limite do perímetro urbano, caracterizando uma relação direta

com a diferença térmica positiva, com o deslocamento do vento na direção predominante para o período.

A diferença entre a maior e a menor umidade relativa registrada foi elevada, 12,9%, o que corresponde às alterações positivas na temperatura do ar próxima a superfície. Pois sabe-se que a queda de umidade atmosférica é inversamente proporcional ao aumento da temperatura que responde ao comportamento da refletância eletromagnética dos materiais que compõem a cobertura superficial.

O terceiro transecto realizado no intervalo das 14:00 as 15:00 horas, apresentou uma umidade relativa do ar de 47,9%, nos setores Norte e Leste, fato que acredita-se estar relacionado com o deslocamento das massas de ar nas camadas inferiores, pois os índices elevados de umidade relativa obedecem a direção nordeste que é predominante no período na região.

A menor umidade relativa registrada foi 34,0% e ocorreu no setor Oeste, o que demonstra a hipótese levantada anteriormente, onde o deslocamento do ar transporta as massas de ar com menor umidade relativa no sentido centro-periferia, preservando as características adquiridas na área central da cidade.

A amplitude da umidade relativa do ar registrada foi 13,9%, o que indica uma amplitude térmica elevada, pois a taxa de perda de umidade relativa durante o transecto foi elevada.

O quarto transecto realizado no intervalo das 21:00 as 22:00 horas, apresentou maior a umidade relativa registrada, 70,9%, ocorreu no setor Sul, indicando a presença de áreas verdes, permeáveis e mata ciliar próximo rio Uberabinha, e também pode estar associado, a uma mudança na direção do vento, sem desconsiderar a influência do tempo gasto na execução do transecto.

A menor umidade relativa do ar registrada foi 51,0% e ocorreu na área central, deslocando-se no sentido sudoeste em relação ao perímetro urbano, indicando a maior perda de umidade das áreas centrais em relação às periféricas, processo característico de Ilha de Calor Urbana.

A amplitude horária da umidade relativa do ar foi 19,9%, a maior registrada em todos os transectos executados, e pode estar associada à conservação das características diurnas, acentuadas pela refletância eletromagnética da superfície que continua no período noturno.



### **3.4 - RESULTADOS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA EM RELAÇÃO AO USO DO SOLO**

Nesta etapa, realizou-se análise estatística dos dados do comportamento do campo térmico e higrométrico da atmosfera urbana de Uberlândia-MG. Os dados obtidos foram sistematizados e organizados de forma que pudessem ser analisados estatisticamente e colaborar com os resultados deste trabalho.

Para organizar e sistematizar a análise classificou-se as características da superfície e separou-se em grupos de uso do solo, isto para determinar quais características fariam mais diferença em relação às alterações de temperatura e umidade relativas do ar no perímetro urbano.

Assim os resultados obtidos com a realização dos transectos móveis foram associados ao tipo de cobertura da superfície como consequência dos variados usos do solo urbano. Para tanto classificou-se o uso de solo nos seguintes grupos:

1. Densidade de ocupação (quanto à quantidade de edificações verticais e horizontais, central ou periférico, residencial ou comercial);
2. Permeabilidade (quanto à permeabilidade do solo com distinção entre áreas permeáveis e não permeáveis);
3. Praças, Parques e áreas verdes (quanto à proximidade com áreas verdes que produzem ilhas de frescor);
4. Mata Ciliar (quanto à presença ou não de mata ciliar e corpos hídricos no perímetro urbano).

Esta análise foi possível graças à colaboração do professor Dr. José Waldemar da Silva do Curso de Estatística da Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, que se prontificou a realizar as análises utilizando diferentes testes estatísticos.

A metodologia utilizada por ele distingue os grupos diversos ou categorias de classificação dos dados, e foram comparados por meio do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney (Triola, 2008) ou do teste de Kruskal-Wallis (Triola, 2008). O primeiro teste é utilizado para comparação de dois grupos independentes enquanto o segundo é utilizado para compara três ou mais.

Estes dois testes são alternativas ao teste t de Student e à análise de variância quando a pressuposições exigidas para a aplicação destes, não são atendidas. Todas as

comparações, bem como o cálculo das estatísticas descritivas, foram realizados com o auxílio do software R (R Core Team, 2016).

### 3.4.1 - RESULTADOS DA ANALISE DA TEMPERATURA DO AR

Nesta parte do trabalho, buscou-se relacionar o comportamento térmico com o uso e ocupação do solo urbano da cidade de Uberlândia. Neste sentido, classificou-se a densidade de ocupação como densidade (alta, média e baixa); a permeabilidade (permeável e impermeável) e existência de praças/parques (sim e não) e mata ciliar (sim e não), de acordo com as características de cada ponto, nos intervalos horários da execução dos transectos móveis.

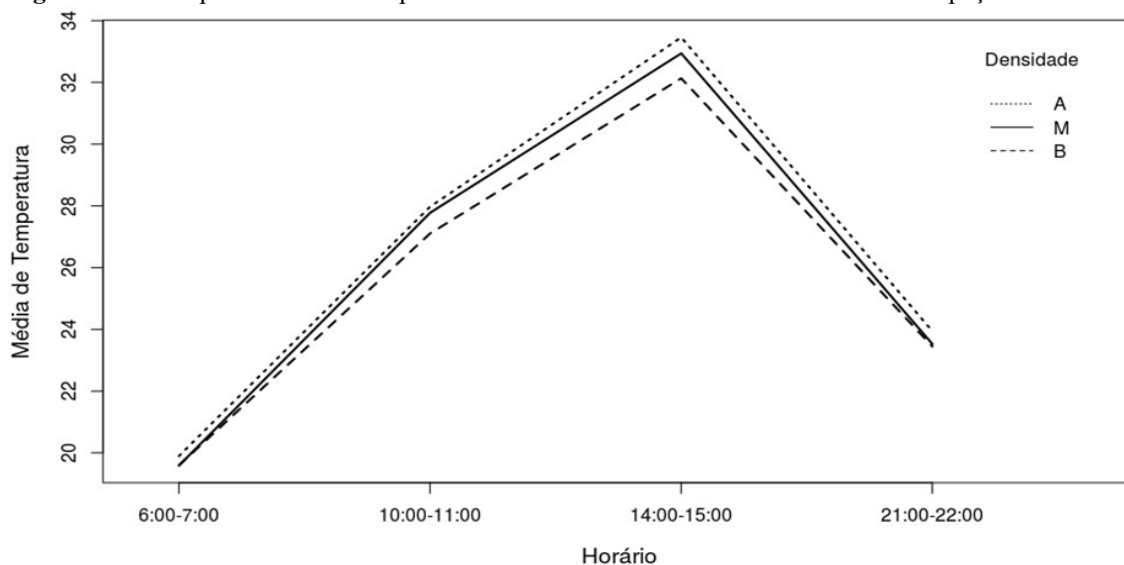
**Tabela 6:** Uberlândia (MG) - Medidas resumo para temperatura do ar, por categoria de densidade de ocupação em cada horário e p-valores para o teste de Kruskal-Wallis, 2017.

Horários	Densidade de Ocupação	Estatística			p-valor
		Média	Mediana	Desvio Padrão	
1º: 06:00 as 07:00	Alta	19,90	20,10 a	1,49	0,824
	Media	19,59	19,70 a	1,64	
	Baixa	19,60	19,60 a	1,58	
2º: 10:00 as 11:00	Alta	27,97	27,45 a	2,05	0,082
	Media	27,77	26,80 ab	2,24	
	Baixa	27,11	26,50 b	2,19	
3º: 14:00 as 15:00	Alta	33,46	33,40 a	1,38	0,001
	Media	32,94	33,25 a	1,29	
	Baixa	32,13	32,35 b	1,67	
4º: 21:00 as 22:00	Alta	23,94	24,35 a	2,89	0,351
	Media	23,52	23,40 a	2,79	
	Baixa	23,45	23,70 a	2,22	

(\*) Medianas seguidas de mesma letra não diferem quanto ao teste de Kruskal-Wallis a 10% de significância.

Conforme apresentado na tabela 6, verifica-se que a temperatura apresenta comportamento dependente da densidade de ocupação nos horários das 10:00 às 11:00 horas e no horário das 14:00 às 15:00 horas. Nos demais horários, a densidade de ocupação não exerce efeito significativo sobre a temperatura. Este comportamento e principalmente o efeito do horário sobre esta variável é apresentado na figura 147.

**Figura 147:** Comportamento da temperatura do ar conforme horário e densidade de ocupação.



**Fonte:** SILVA, J. W. 2017.

A figura 147 mostra que as maiores respostas a densidade de ocupação ocorreu nos transectos realizados nos períodos mais quentes do dia, das 10:00 as 11:00 e das 14:00 as 15:00 horas. Deixando clara a relação da temperatura do ar com a densidade de ocupação do solo urbano.

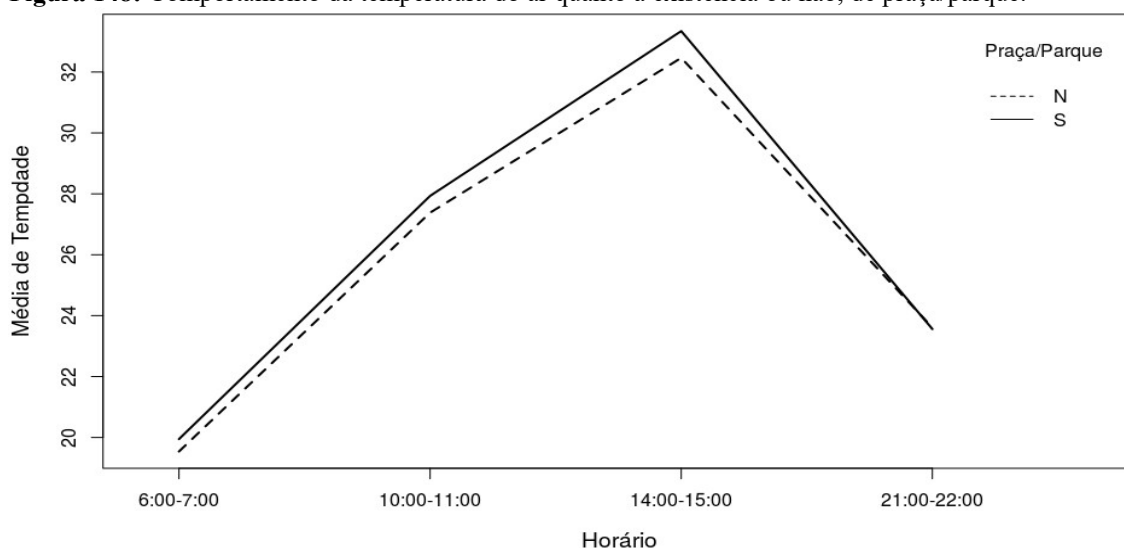
A partir da tabela 7 verifica-se, o efeito de praça/parque sobre a temperatura do ar, quanto à existência ou não, que foi significativo apenas nos horário das 14:00 às 15:00 horas intervalo mais quente do dia.

**Tabela 7:** Uberlândia (MG) - Medidas resumo para temperatura do ar, quanto à existência ou não, de praça/parque cada horário e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, 2017.

Horários	Praça/Parque	Estatística			p-valor
		Média	Mediana	Desvio Padrão	
1º: 06:00 as 07:00	Não	19,54	19,60 a	1,58	0,155
	Sim	19,95	19,80 a	1,54	
2º: 10:00 as 11:00	Não	27,38	26,55 a	2,23	0,145
	Sim	27,93	26,80 a	2,10	
3º: 14:00 as 15:00	Não	32,47	32,50 a	1,64	0,003
	Sim	33,35	33,40 a	1,18	
4º: 21:00 as 22:00	Não	23,61	23,90 a	2,48	0,945
	Sim	23,56	23,10 a	2,86	

(\*) Medianas seguidas de mesma letra não diferem quanto ao teste de Kruskal-Wallis a 10% de significância.

**Figura 148:** Comportamento da temperatura do ar quanto à existência ou não, de praça/parque.



**Fonte:** SILVA, J. W. 2017.

A figura 148, mostra uma variação embora pequena, da temperatura do ar em relação a existência de praças e parques, nos intervalos horários mais quentes do período diurno.

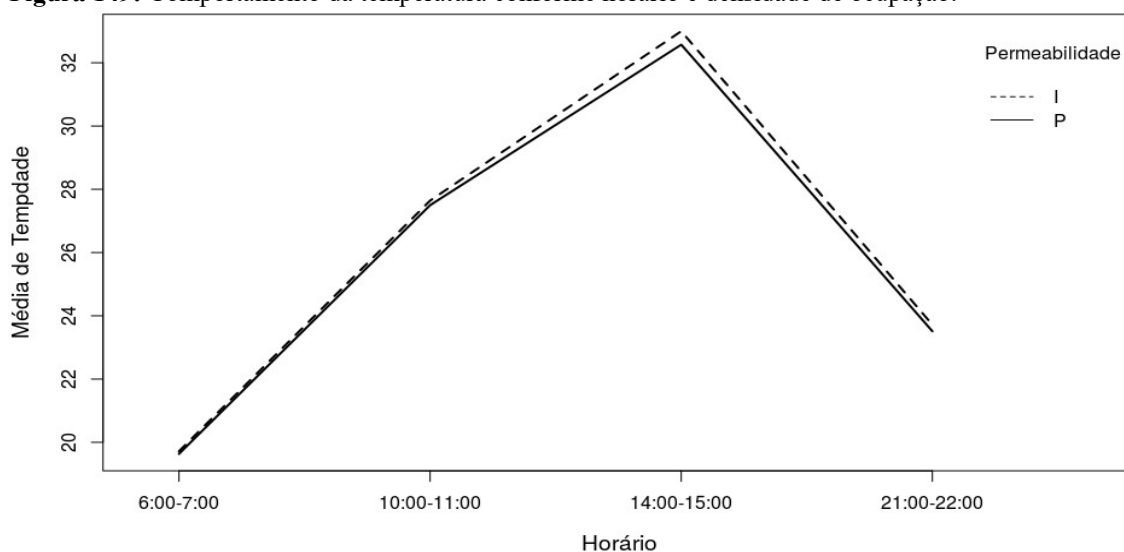
**Tabela 8:** Uberlândia (MG) - Medidas resumo para temperatura do ar, nos ambientes permeável e impermeável em cada horários e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, 2017.

Horários	Permeabilidade	Estatística			p-valor
		Média	Mediana	Desvio Padrão	
1º: 06:00 as 07:00	Impermeável	19,72	19,65 a	6,48	0,951
	Permeável	19,63	19,65 a	6,55	
2º: 10:00 as 11:00	Impermeável	27,64	26,55 a	8,49	0,580
	Permeável	27,50	26,80 a	8,37	
3º: 14:00 as 15:00	Impermeável	33,00	32,95 a	5,34	0,202
	Permeável	32,57	32,75 a	5,35	
4º: 21:00 as 22:00	Impermeável	23,72	23,40 a	5,93	0,460
	Permeável	23,51	23,70 a	5,47	

(\*) Medianas seguidas de mesma letra não diferem quanto ao teste de Kruskal-Wallis a 10% de significância.

Observa-se na tabela 8 que o efeito do tipo de solo não foi muito significativo sobre para temperatura ( $p\text{-valor} > 0,10$ ). Este comportamento além do efeito expressivo do horário sobre esta variável pode ser verificado também por meio da figura 149.

**Figura 149:** Comportamento da temperatura conforme horário e densidade de ocupação.



**Fonte:** SILVA, J. W. 2017.

**Tabela 9:** Uberlândia (MG) - Medidas resumo para temperatura do ar, nos ambientes com e sem mata ciliar em cada horário e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, 2017.

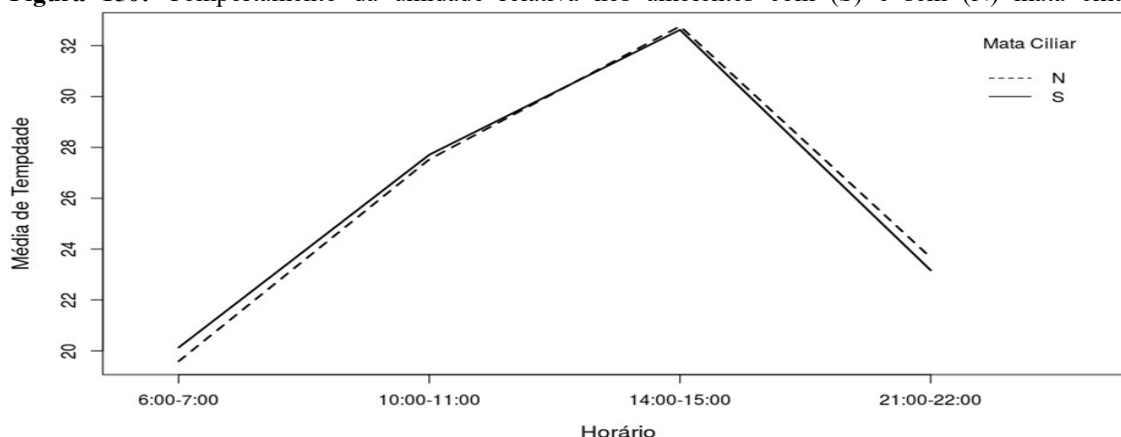
Horários	Mata Ciliar	Estatística			p-valor
		Média	Mediana	Desvio Padrão	
1º: 06:00 as 07:00	Não	19,59	19,60 a	1,59	0,148
	Sim	20,13	20,25 a	1,45	
2º: 10:00 as 11:00	Não	27,53	26,60a	2,19	0,627
	Sim	27,71	26,80a	2,28	
3º: 14:00 as 15:00	Não	32,76	32,80 a	1,60	0,634
	Sim	32,62	32,45 a	1,35	
4º: 21:00 as 22:00	Não	23,67	23,90 a	2,59	0,239
	Sim	23,17	23,40 a	2,64	

(\*) Medianas seguidas de mesma letra não diferem quanto ao teste de Kruskal-Wallis a 10% de significância.

Observa-se na tabela 9 que o efeito da mata ciliar não foi significativo sobre para temperatura (p- valor > 0,10). Este comportamento além do efeito expressivo do horário sobre esta variável pode ser verificado também por meio da Figura 150.



**Figura 150:** Comportamento da umidade relativa nos ambientes com (S) e sem (N) mata ciliar.



Fonte: SILVA, J. W. 2017.

### 3.4.2 - RESULTADOS DA ANALISE DA UMIDADE RELATIVA DO AR

Nesta parte do trabalho, buscou-se relacionar o comportamento higrométrico com o uso e ocupação do solo urbano da cidade de Uberlândia. Neste sentido, classificou-se a densidade de ocupação como densidade (alta, média e baixa); a permeabilidade (permeável e impermeável) e existência de praças/parques (sim e não) e mata ciliar (sim e não), de acordo com as características de cada ponto, nos intervalos horários da execução dos transectos móveis.

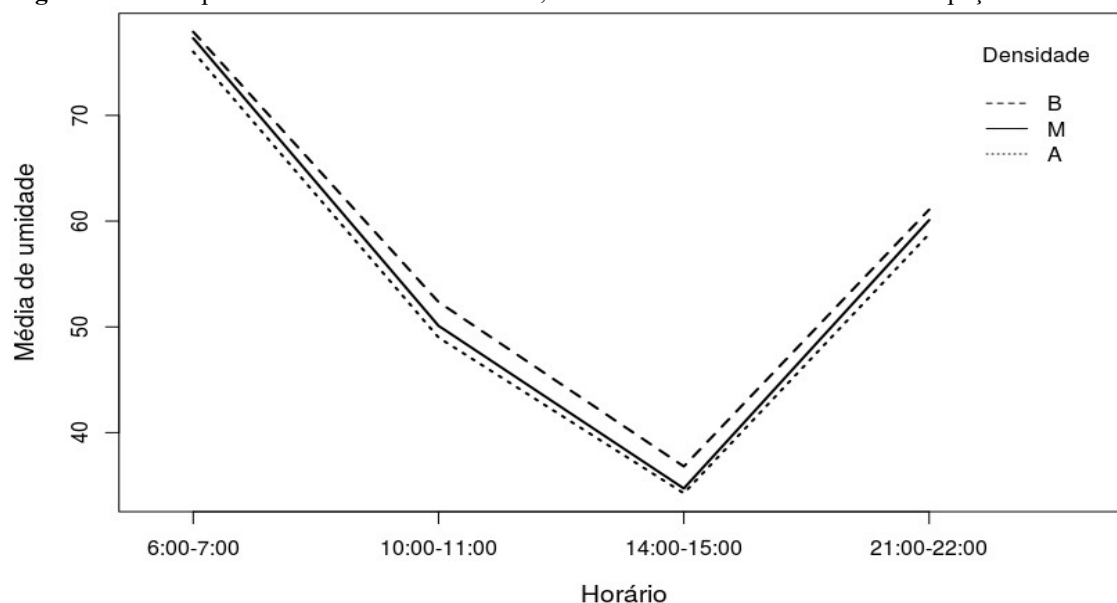
**Tabela 10:** Uberlândia (MG) - Medidas resumo para umidade relativa do ar, por categoria de densidade de ocupação em cada horário e p-valores para o teste de Kruskal-Wallis, 2017.

Horários	Densidade de Ocupação	Estatística			p-valor
		Média	Mediana	Desvio Padrão	
1º: 06:00 as 07:00	Alta	76,03	75,5 a	6,86	0,501
	Media	77,30	76,5 a	6,18	
	Baixa	77,91	78,0 a	7,06	
2º: 10:00 as 11:00	Alta	49,00	50,5 a	8,42	0,035
	Media	50,10	53,5 ab	8,35	
	Baixa	52,36	52,0 b	8,31	
3º: 14:00 as 15:00	Alta	34,26	32,5 a	4,97	0,089
	Media	34,72	33,5 ab	5,96	
	Baixa	36,80	34,5 b	4,60	
4º: 21:00 as 22:00	Alta	58,79	58,0 a	6,21	0,166
	Media	60,10	59,0 a	4,91	
	Baixa	61,09	60,0 a	6,01	

(\*) Medianas seguidas de mesma letra não diferem quanto ao teste de Kruskal-Wallis a 10% de significância.

Conforme resultados apresentados na tabela 10, verifica-se que todos as densidades de ocupação diferem significativamente apenas no horário 2 ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) e nos horários 2 e 3, para  $p$ -valores menores que 0,10. Observa-se assim, que as diferentes densidades de ocupação apresentam comportamento dependente do horário quanto à umidade relativa do ar. A partir da figura 151, observa-se também o forte efeito do horário sobre a variável umidade relativa do ar.

**Figura 151:** Comportamento da umidade relativa, conforme horário e densidade de ocupação.



Fonte: SILVA, J. W. 2017.

**Tabela 11:** Uberlândia (MG) - Medidas resumo para umidade relativa do ar, quanto à existência ou não, de praça/parque cada horário e  $p$ -valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, 2017.

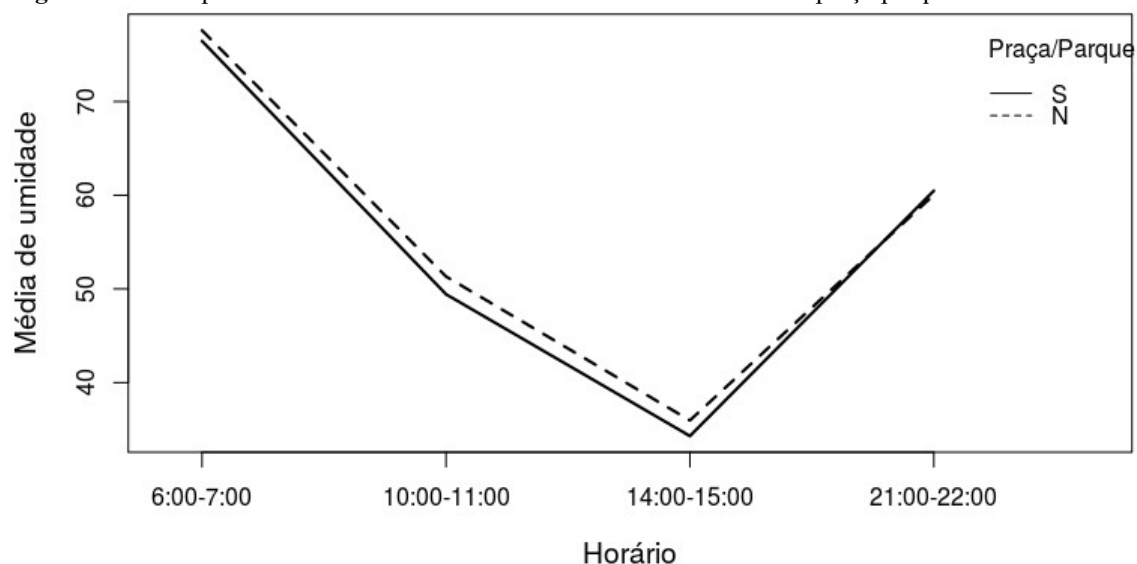
Horários	Praça/Parque	Estatística			p-valor
		Média	Mediana	Desvio Padrão	
1º: 06:00 as 07:00	Não	77,59	77,5 a	6,48	0,260
	Sim	76,45	77,5 a	7,06	
2º: 10:00 as 11:00	Não	51,33	52,5 a	8,61	0,077
	Sim	49,43	53,0 a	7,88	
3º: 14:00 as 15:00	Não	35,97	34,0 a	5,70	0,151
	Sim	34,30	34,5 a	4,32	
4º: 21:00 as 22:00	Não	60,04	60,0 a	5,32	0,646
	Sim	60,48	61,0 a	6,44	

(\*) Medianas seguidas de mesma letra não diferem quanto ao teste de Kruskal-Wallis a 10% de significância.

Na tabela 11, estão apresentados os resultados de algumas estatísticas para a variável umidade relativa do ar, conforme a existência de praça/parque ou não e horários de coleta dos dados bem como, os p-valores para o teste Wilcoxon-Mann-Whitney para a comparação dos dois ambientes em cada horário. Não foi verificada diferença significativa ( $p\text{-valor} > 0,05$ ) entre os ambientes em nenhum dos horários observados.

Por meio da Figura 152, verifica-se também a ausência de diferenças expressivas para umidade relativa do ar em cada ambiente (presença de praça/parque – S ou ausência – N), por horário observado.

**Figura 152:** Comportamento da umidade conforme horário e existência de praça/parque.



Fonte: SILVA, J. W. 2017.

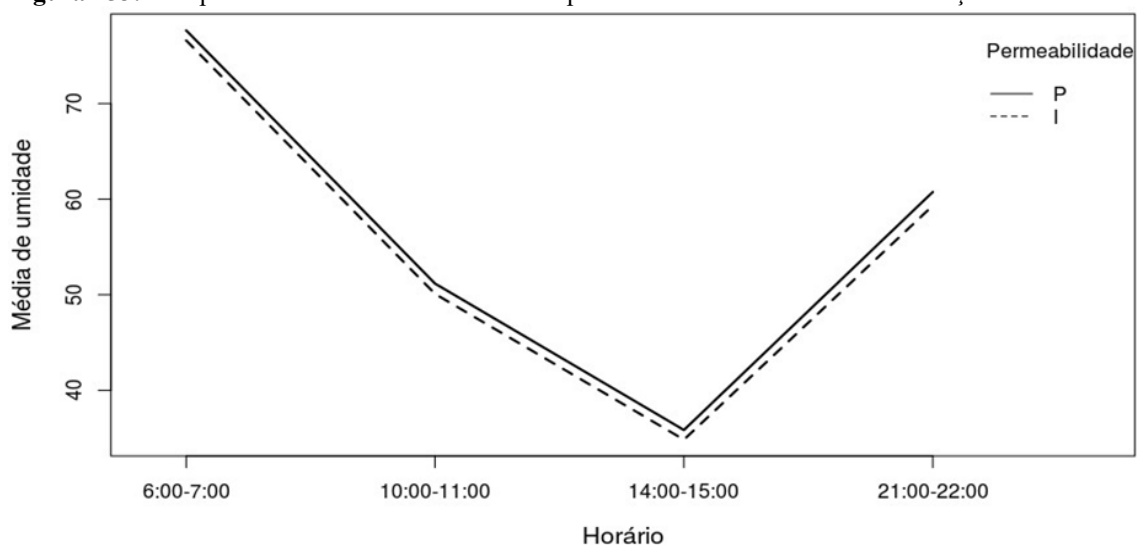
**Tabela 12:** Uberlândia (MG) - Medidas resumo para umidade relativa do ar, nos ambientes permeável e impermeável em cada horários e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, 2017.

Horários	Permeabilidade	Estatística			p-valor
		Média	Mediana	Desvio Padrão	
1º: 06:00 as 07:00	Impermeável	76,61	78,0 a	6,48	0,432
	Permeável	77,65	77,5 a	6,55	
2º: 10:00 as 11:00	Impermeável	50,09	53,5 a	8,49	0,259
	Permeável	51,17	52,0 a	8,37	
3º: 14:00 as 15:00	Impermeável	34,84	33,5 a	5,34	0,279
	Permeável	35,85	34,5 a	5,35	
4º: 21:00 as 22:00	Impermeável	59,32	58,5 a	5,93	0,15
	Permeável	60,75	60,0 a	5,47	

(\*) Medianas seguidas de mesma letra não diferem quanto ao teste de Kruskal-Wallis a 10% de significância.

Na tabela 12, são apresentadas as comparações dos ambientes permeável e impermeável por horário de observação dos dados e observou-se que não houve diferença significativa destes, quanto à umidade ( $p\text{-valor} > 0,05$ ). Um resumo da umidade por ambiente em cada horário bem como a apresentação visual do comportamento desta variável também por ambiente e horário pode ser observando na tabela 12 e figura 153.

**Figura 153:** Comportamento da umidade conforme permeabilidade e horário de observação.



Fonte: SILVA, J. W. 2017.

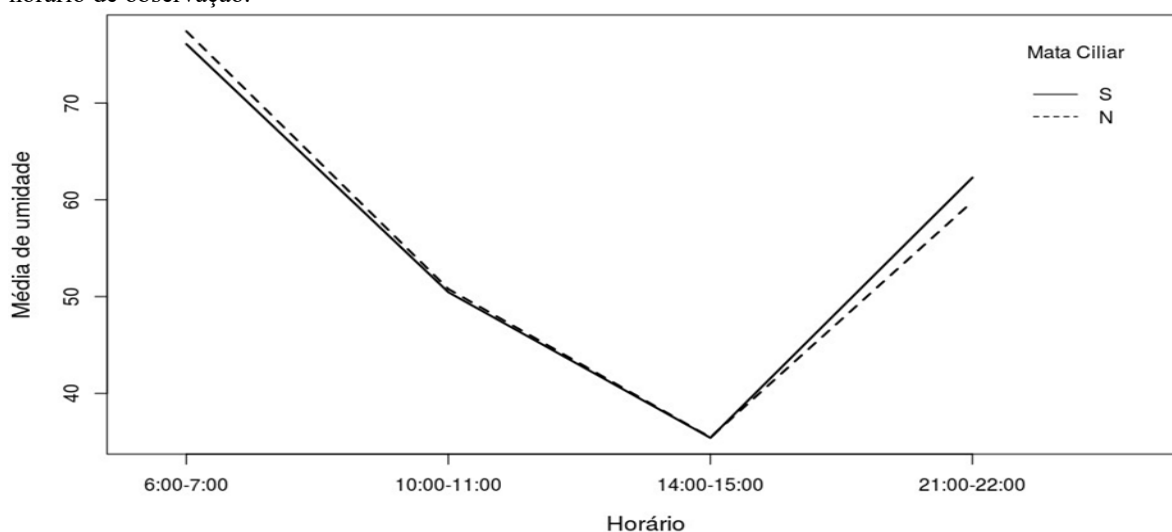
**Tabela 13:** Uberlândia (MG) - Medidas resumo para umidade relativa do ar, nos ambientes com e sem mata ciliar em cada horário e p-valores para o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, 2017.

Horários	Mata Ciliar	Estatística			p-valor
		Média	Mediana	Desvio Padrão	
1º: 06:00 as 07:00	Não	77,43	78,0 a	6,69	0,368
	Sim	76,10	76,5 a	6,55	
2º: 10:00 as 11:00	Não	50,78	53,5 a	8,48	0,657
	Sim	50,45	52,0 a	8,14	
3º: 14:00 as 15:00	Não	35,45	34,0 a	5,38	0,976
	Sim	35,40	35,0 a	5,33	
4º: 21:00 as 22:00	Não	59,83	60,0 a	5,54	0,06
	Sim	62,30	63,0 a	6,18	

(\*) Medianas seguidas de mesma letra não diferem quanto ao teste de Kruskal-Wallis a 10% de significância.

Na tabela 13, são apresentadas as comparações dos ambientes com e sem mata ciliar, por horário de observação dos dados e para este caso também, observou-se que não houve diferença significativa destes, quanto à umidade ( $p\text{-valor} > 0,05$ ). Na figura 154 observa-se o efeito expressivo do horário de observação, mas o mesmo não ocorre para mata ciliar.

**Figura 154:** Comportamento da umidade relativa nos ambientes com (S) e sem (N) mata ciliar, conforme horário de observação.



**Fonte:** SILVA, J. W. 2017.

Análise estatística da umidade relativa do ar demonstrou uma relação inversamente proporcional ao comportamento da temperatura do ar à superfície. Porém as melhores respostas obtidas ocorreram na relação do comportamento térmico e higrométrico com a presença de vegetação tanto em praças e parques quanto em mata ciliar com corpos hídricos.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Uberlândia atualmente se enquadra no contexto das cidades médias, o alto índice de urbanização impôs um novo desenho ao espaço urbano e uma nova dinâmica ao tempo atmosférico. As transformações causadas pelos mais variados tipos de uso do solo urbano, introduz novos elementos, alterando o comportamento dos geossistemas e consequentemente a qualidade socioambiental.

O conhecimento climatológico tem se tornado extremamente importante a medida que a superfície terrestre é alterada, pelas sociedades, sob o discurso capitalista, que cada vez mais emprega o meio técnico-científico e informacional na de apropriação dos recursos naturais. Pois é sabido que o grau de degradação dos ecossistemas está diretamente relacionado ao nível de desenvolvimento de cada população.

A proposta inicial deste trabalho foi identificar a existência de anomalias térmicas e higrométricas na cidade em relação às áreas periféricas dentro do contexto do clima urbano. Para tanto, foram realizados vários estudos correlatos e executou-se dois trabalhos de campo que representassem duas situações atmosféricas distintas, uma de inverno e outra de verão respectivamente.

A metodologia escolhida para a coleta de dados foi o transecto móvel com o intuito de registrar de maneira simultânea as variações da temperatura e umidade relativa do ar acima da superfície (1,25 à 1,5 m do solo). Sendo considerada também a influência dos ventos na temperatura e da umidade relativa do ar.

Neste sentido, durante o desenvolvimento desse trabalho foram surgindo desafios tanto no campo teórico, quanto na aplicação metodológica dos conceitos e modelos para obtenção, organização e interpretação dos dados, afim obter resultados satisfatórios, e que sejam condizentes com a realidade da cidade.

Buscou-se entender as limitações técnicas presentes no deslocamento dentro do sítio urbano, adaptando à coleta, organização e sistematização dos dados de forma que pudessem ser geoprocessadas. E representassem fidedignamente distribuição espacial e temporal dos dados de temperatura e umidade relativa do ar.

Observou-se durante a execução dos trajetos que a temperatura e umidade relativa do ar respondem diretamente ao tipo de cobertura superficial, Constatou-se que os materiais constitutivos do espaço urbano alteram a circulação meso e microclimática, criando um clima regional e local ao qual nos dedicamos a compreender melhor.

Este trabalho possibilitou a identificação dos sistemas atmosféricos urbanos bem como sua estrutura espacial e temporal, baseada na produção e interpretação de material cartográfico, que possibilitou identificar as diferentes formas e intensidades de anomalias térmicas e higrométricas.

Os resultados obtidos através da técnica de interpolação representaram satisfatoriamente a distribuição espacial dos dados do campo térmico-higrométrico do perímetro urbano. E indicaram o aumento significativo da temperatura do ar à superfície das áreas centrais em relação às áreas periféricas.

Apesar de se tratar de um estudo preliminar com uma quantidade limitada de dados, identificou-se com a execução dos transectos móveis nos períodos vespertino e noturno um aumento positivo superior a 4°C no campo térmico da atmosfera urbana em relação às áreas circunvizinhas tanto no inverno quanto no verão.

A umidade relativa do ar também apresentou amplitudes significativas ao longo dos transectos, sendo variações máximas de 12% no verão e 16% no inverno. Uma variação higrométrica muito significativa diante do curto espaço de tempo gasto no trajeto e a distância percorrida.

Os resultados mostraram que o gradiente de variação térmico e higrométrico das áreas centrais em relação às áreas periféricas, caracterizam anomalias térmicas positivas e conseqüentemente à ocorrência do fenômeno Ilhas de Calor Urbana ICU, respondendo positivamente à hipótese levantada inicialmente e que motivou esta investigação.

Após a espacialização dos dados de temperatura e umidade relativa do ar, percebeu-se a necessidade do tratamento estatístico dos mesmos, a fim de estabelecer relações entre os tipos de uso do solo urbano, ou seja, entender a resposta da atmosfera em relação às alterações do ambiente.

Análise e o tratamento estatístico dos dados coletados possibilitou concluir que a temperatura e a umidade relativa do ar, respondem melhor as variáveis relativas ao tipo de cobertura do solo, do que propriamente as variações do relevo, topografia e altitude. Pois quando comparou-se separadamente demonstraram pouca ou nenhuma correlação com a variação do campo térmico-higrométrico.

As variáveis que tiveram melhor resposta às diferenças termo-higrométricas foram as associadas à permeabilidade do solo e presença de áreas verde como: praças, parques e principalmente mata ciliar com elevados índices de arborização, normalmente localizadas nos fundos de vale com presença de corpos hídricos.

As áreas vegetadas apresentaram maior influência na altura das temperaturas diurnas e noturnas aumentando a umidade relativa do ar, melhorando o conforto térmico e higrométrico local, deixando clara a importância da existência de áreas verdes e vegetação em áreas urbanas.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N.; **Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados**. São Paulo: EDUSP, 1972. p.97-105.
- AB'SABER, A. N.; **Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo. Ateliê Editorial. 2007. 277p.
- AMORIM, M. C. C. T.; NETO, J. L. S.; DUBREUIL, V; Estrutura térmica identificada por transectos móveis e canal termal do Landsat 7 EM cidade tropical. **In: Revista de Geografia Norte Grande**. nº 43. 2009. p: 65-80.
- AMORIM, M. C. C. T.; JÚNIOR, J. C. U.; Estudo do Clima Urbano de Jales- SP através do transecto móvel. **In: Revista Geonorte**. Edição Especial 2, V.2,N.5, 2012. p: 365-377.
- \_\_\_\_\_; Reflexões acerca do Sistema Clima Urbano e sua aplicabilidade: Pressupostos Teórico-Metodológicos e Inovações Técnicas. **In: Revista do Departamento de Geografia**. Volume Especial. 2016. p. 160-173.
- AMORIM, M. C. C. T.; SANTANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (org). Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudo de caso. São Paulo. **In: Outras Expressões**, 2013. 274p.
- AYOADE, J. O.; **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 17ed. 2013. 332p.
- BACCARO. C. A. D.; **Estudos geomorfológicos do Município de Uberlândia**. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.1, n.1, 1989, p. 9-6.
- BALKESTAHL, L. C.; Estrutura espaciotemporal da Ilha de Calor Urbano (Porto). **In: Cadernos Curso de Doutorado em Geografia**. 2009. p: 1-22.
- BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A.; Bases Conceituais em Climatologia Geográfica. **In: Mercator – Revista de Geografia da UFC**. Ano 8. Nº 16. 2009. p: 255-261. <https://doi.org/10.4215/RM2009.0816.0019>.
- BARRY, R. G; CHORLEY, R. J.; **Atmosfera, tempo e clima**. 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 528p.
- BECK, U.; **Sociedade de risco. Rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2010. 384p.
- BRITO, J. L. S.; PRUDENTE, T. D.; Mapeamento do uso da Terra e cobertura vegetal do município de Uberlândia – MG utilizando imagens CCD/CBERS 2. **In: Caminhos de Geografia**. V. 13. 2005. p. 144-153.
- CARRIJO, B. R.; BACCARO, C. A. D.; Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **In: Caminhos de Geografia**. 2000. p: 70-83.
- CASTRO, F.S.; **Clima Urbano sob o olhar das pequenas cidades: influência dos fatores geográficos nas variações climáticas em Lagoa Formosa (MG)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás. Regional Catalão. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Catalão. 2016. 139p.
- CONTI, J. B. **A circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região Lesnordeste Paulista**. São Paulo: Atual, 1975. 82p.

- CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. São Paulo: Atual, (Série Meio Ambiente). 1998. 96p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Implicações Geográficas Relacionadas com as Mudanças Climáticas Globais**. Boletim de Geografia Teórica, Rio Claro, n.45-46, v.23, 1993. p. 18-31,
- DEL GROSSI, S. R. **De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza - Contribuição ao estudo da geomorfologia urbana**. Tese de Doutorado. São Paulo, 1991.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Classe de Declividade**. Súmula 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro. 1979. 83p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) .**Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2011.
- FERREIRA, V. O. **A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados**. In Revista GeoTextos, vol. 6, n. 2, dez. 2010, p. 187-208.
- FILHO, A. P. A. **Episódios pluviais intensos na região metropolitana de São Paulo: uma avaliação no decênio 1982-1991**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências. USP. 1996. 323p.
- \_\_\_\_\_. **Ilha de Calor: Reflexões acerca de um conceito**. In: ACTA Geográfica. Edição Especial. Climatologia Geográfica. 2012. p.61-76.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Plataforma: cidades@**. <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=317020>, acesso em 19 de julho de 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico: 2000**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 de ago. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Climas no Brasil: 2002**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. (INMET) Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em Jun 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISAS ESPACIAIS. (INPE) **In: Cartas sinóticas**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 01 de dez. de 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISAS ESPACIAIS. (INPE). Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA). **In: Acervo de Imagens**. Disponível em: <[http://www.satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic](http://www.satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes/formulario.logic)>. Acesso em: 01 de dez. de 2016.
- INTERGOVERNAMENTAL PAINEL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **In: Relatórios Especiais**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>. Acesso em: 01 de fev. 2017.

- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.
- LANDSBERG, H.E. **The climate of towns**. In THOMAS, W. E., ec. *Mans role in changing the face of earth*. p. 584-606.
- LIMA, N. R.; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA, F.; *Clima Urbano no Brasil: Análise e Contribuição da Metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro*. In: **Revista Geonorte**. Especial Especial 2. V.2,N.5, 2012. p. 626-638.
- LOMBARDO, M. A.; **Ilhas de Calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. Editora: Hucitec. 1985. 244p.
- MACIEL, S. A.; OLIVEIRA, L. A.; *Avaliação dos valores gerados de temperatura de superfície dos sensores TIRs do satélite Landsat 8 aplicados ao perímetro urbano do município de Uberlândia –MG*. In: **Anais I Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias**. Uberaba. 2015. p. 1-10.
- MAGALHÃES FILHO, L. C. A.; **Ilha de Calor Urbana, metodologia para mensuração: Belo Horizonte, uma análise exploratória**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Tratamento da Informação Espacial. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2006. 145p.
- MENDES, P. C. **Gênese e Estrutura Espacial das chuvas na cidade de Uberlândia – MG**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós Graduação em Geografia. Uberlândia. 2001. 279p.
- MENDONÇA F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; *Climatologia: noções básicas e climas no Brasil*. São Paulo. In: **Oficina de Textos**. 2007. 206p.
- MENDONÇA, F. de A. **O Clima e o Planejamento Urbano das Cidades de Porte Médio e Pequeno: Proposições Metodológicas para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR**. 1994. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994. 300p.
- MENDONÇA, F de A. *Clima e Planejamento Urbano em Londrina: Proposição Metodológica e de Intervenção Urbana a partir do Estudo do Campo Termo-Higrométrico*. In: MONTEIRO, C. A. F. e MENDONÇA, F. (org).: *Clima Urbano*. São Paulo. Contexto. 2003. p: 93 – 120.
- MENDONÇA, F; FIGUEIREDO, C. A.; (Org.) **Clima urbano**. São Paulo: Contexto. 2 ed. 2015. 192p.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Edanee S.A., 1976. 181p.
- MONTEIRO, C. A. F. *A análise rítmica em climatologia: problemas de atualidade em São Paulo e achegas para um programa de trabalho*. In: **Climatologia**, São Paulo, n.1, 1971. p. 1-21.
- MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo** (Estudo geográfico em forma de Atlas). São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1973. 129p.
- MONTEIRO, C. A. F. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada Sul-oriental do Brasil**. São Paulo: Edanae S.A., 1969. 68p.
- MONTEIRO, C. A. F. **Da necessidade de um caráter genético à classificação climática: algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional**. *Revista Geográfica*, Rio de Janeiro, v. 31, n.57. 1962. p.29-44.



MONTEIRO, C. A. F. **Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste brasileiro.** Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v.13, n.1, 1951. p.3-46.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **In: Serviço Nacional de Meteorologia.** Disponível em: <<http://www.noaa.gov/news/2017-was-one-of-three-warmest-years-on-record-international-report-confirms>> Acesso em: 01 de fev. 2017.

OKE, T. R.; **The energetic basis of the urban heat island.** Quart. Journ.Roy. Met. Soc., 108. 1982. p.1-24.  
<https://doi.org/10.1002/qj.49710845502>

\_\_\_\_\_; The Heat Island Characteristics of the Urban Boundary Layer: Characteristics, Causes and Effects. **In: Cermak, J. E. et al. (Eds.) Wind climate in cities,** Kluwer Academic: 1995. p.81-107.  
<https://doi.org/10.1007/978-94-017-3686-2>

PÉDÈLABORDE, P.; **Introduction a l'étude scientifique du clima.** Paris: SEDES, 1970. 248p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA ( PMU). **Banco de Dados Integrados.** Volume 1. 2015. 83p.

R CORE TEAM R.; A language and environment for statistical computing. Software: **R Foundation for Statistical Computing,** Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. 2016.

RADAMBRASIL. Ministério de Minas e Energia. Levantamento de recursos naturais. Brasília, 1983. 655p.

RIBEIRO, A. G.; As escalas do clima. **In: Boletim de Geografia Teorética.** 23. 1993. p. 288-294.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A.; **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas.** Maringá: Eduem, 2000. p: 95-119.

SANT'ANNA NETO, J. L. **O Clima Urbano como Construção Social: Da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis,** In: Revista Brasileira de Climatologia. Ano 7.V. 8. 2001. p. 45 – 60.

SANTOS, M.; **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** 4 ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. 260p.

SANTOS, F. M. M.; et. al.; Análise do clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil por meio de transectos móveis. **Anais XII Encontro Nacional e VIII Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído.** 2013. p: 45- 53.

SAYDELLES, A. P.; **Estudo do Campo Térmico e das Ilhas de Calor Urbano em Santa Maria – RS.** - Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. 2005. 239p.

SOARES, B. R.; **Uberlândia: da Cidade Jardim ao Portal do Cerrado – Imagens e Representações no Triângulo Mineiro.** Tese de Doutorado. Departamento de Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. 1995. 366p.

SORRE, M.; Objeto e Método da Climatologia. **In: Revista de Departamento de Geografia.** nº18. 2006. p. 89-94.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R.; **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico. 2009. 196p.

TRIOLA, M. F. **Introdução a estatística**. LTC, 2008. 740p.

TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B.; **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. Porto Alegre: ABRH, 2003. 348p.

UBERLÂNDIA, PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Secretária Municipal de Planejamento Urbano. **Banco de Dados Integrados**. Ano base 2015. Volume I, II e III. Disponível em: <<http://www.uberlandia.mg.gov.br/2014/secretaria-pagina/56/514/secretaria.html>>. Acesso em 13 de julho de 2016.

VAREJÃO-SILVA, M. A.; **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: INMET. Gráfica e Editora Pax. 2006. 463p.

VITAL, L. A. B.; **Diferenças termohigrométricas entre espaços urbanos: paisagens em transectos como comparações**. - Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. 2013. 99p.