

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Rafael de Souza Alves

O CAMPO TÉRMICO DE ALVINÓPOLIS-MG EM SITUAÇÃO SAZONAL
DE VERÃO E INVERNO: UMA CONTRIBUIÇÃO AOS ESTUDOS DE
CLIMA URBANO EM CIDADES DE PEQUENO PORTE

Juiz de Fora-MG
2019

RAFAEL DE SOUZA ALVES

**O CAMPO TÉRMICO DE ALVINÓPOLIS-MG EM SITUAÇÃO SAZONAL DE
VERÃO E INVERNO: UMA CONTRIBUIÇÃO AOS ESTUDOS DE CLIMA
URBANO EM CIDADES DE PEQUENO PORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, área de concentração Espaço e Ambiente, linha de pesquisa Dinâmicas Sócio-Ambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Cássia de Castro Martins Ferreira

Juiz de Fora-MG
2019

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Alves, Rafael de Souza.

O campo térmico de Alvinópolis-MG em situação sazonal de verão e inverno : uma contribuição aos estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte / Rafael de Souza Alves. -- 2019.
246 f. : il.

Orientadora: Cássia de Castro Martins Ferreira

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós Graduação em Geografia, 2019.

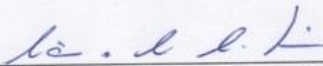
1. Alvinópolis-MG. 2. Transectos móveis intermitentes. 3. Pontos fixos. 4. Campo térmico. 5. Ilha de calor. I. Ferreira, Cássia de Castro Martins, orient. II. Título.

RAFAEL DE SOUZA ALVES

**O CAMPO TÉRMICO DE ALVINÓPOLIS-MG EM SITUAÇÃO SAZONAL
DE VERÃO E INVERNO: UMA CONTRIBUIÇÃO AOS ESTUDOS DE
CLIMA URBANO EM CIDADES DE PEQUENO PORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal de Juiz de Fora
como requisito parcial à obtenção do grau
de Mestre em Geografia.

Dissertação defendida e aprovada em 29 de março de 2019.



Prof^a. Dr^a. Cássia de Castro Martins Ferreira
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Fábio de Oliveira Sanches
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. José Carlos Ugeda Junior
Universidade Federal de Mato Grosso

Dedico este trabalho aos meus pais (Celso e Maria/“Nem”), aos meus irmãos (Adriano e Renato), à minha companheira (Bruna), aos parentes e amigos que me apoiaram e à cidade de Alvinópolis-MG.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai (Celso), pelo auxílio na fase de aquisição dos dados. Com o seu empenho, criatividade e habilidades a metodologia tornou-se viável. Agradeço ainda pelos esforços desmedidos para que meus irmãos e eu pudéssemos estudar. Na adolescência, lhe acompanhando no caminhão experiencie territórios, regiões, paisagens, lugares, mesmo sem ainda os traduzir em conceitos. Talvez daí venha minha escolha pela Geografia.

À minha querida mãe (“Nem”), esteio da família, por me propiciar tudo que a palavra “mãe” comporta! Sem o seu amor e exemplo de coragem e fé tudo seria mais difícil. Carrego em mim a esperança de um dia ter o seu conhecimento e força.

Aos meus irmãos Adriano e Renato, pessoas em quem tanto me espelho. Agradeço por toda a convivência, apoio, incentivos, momentos de descontração e auxílio na realização dos transectos móveis.

À professora Cássia de Castro Martins Ferreira, pelas orientações e ensinamentos ao longo de todo o percurso do mestrado. Sempre criteriosa, ética, compreensível e presente na consubstanciação deste trabalho. Verdadeiro exemplo de profissionalismo!

Ao professor Fábio de Oliveira Saches, pelos valiosos apontamentos nos exames de qualificação e defesa. Todas as observações proferidas foram sempre no propósito de lapidar e motivar o trabalho, imantadas de respeito e invejável conduta profissional.

Ao professor José Carlos Ugeda Junior, pelas caras observações e contribuições destiladas no exame de defesa, com base numa leitura minuciosa do trabalho e largo conhecimento sobre a Climatologia Urbana. Além de muito contribuir para a melhoria da obra, me instigou a realizar pesquisas futuras, dada a abrangência e magnitude das análises proferidas.

Ao professor Edson Soares Fialho, pelas contribuições dadas no exame de qualificação, bem como ao longo da minha formação profissional desde a graduação.

Ao professor Wagner Batella – por meio de quem estendo meus agradecimentos a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFJF –, pelo incentivo, apoio (e também da sua esposa, Tatiane) e diálogos enriquecedores desde a primeira fase de seleção do mestrado.

Ao geógrafo Yan Carlos Gomes Viana – por meio de quem estendo meus agradecimentos a todos do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental da UFJF –, pelo auxílio com os equipamentos necessários à pesquisa.

À minha noiva, Bruna. Fonte de paz, conforto e amor! Lhe agradeço por todo apoio, parceria e amizade incessante ao longo desta trajetória. Também pela paciência e compreensão nos momentos de turbulência. Essa conquista é nossa!

À minha cunhada Marcella, pelo apoio, acolhidas em Juiz de Fora, testes iniciais com os termômetros de mercúrio e verificação da viabilidade dos transectos móveis.

Ao amigo Robson Rodrigues Quina – por meio de quem estendo meus agradecimentos a todos do Laboratório de Geoprocessamento Aplicado (LGA) da UFJF –, pelos auxílios na elaboração dos produtos cartográficos, juntamente com o parceiro Rômulo Montan Costa. Também pela ajuda com os transectos móveis, apoio incondicional, incentivo, sinceridade nas críticas e, ainda, pelos momentos de descontração. Sua natureza bem-humorada tornou a travessia menos árdua.

À colega, conterrânea, Jéssica Mára, por ter viabilizado meu acesso indireto à biblioteca da UFMG para obtenção de bibliografia da área de estudo.

Não poderia deixar de lembrar dos amigos e amigas que estiveram ao meu lado no decorrer desta empreitada, como Higor Mozart, Lucilene, Denise e Fernando Rufino. Obrigado pelos momentos de desabafo e descontração.

Ao meu tio Leonardo, pelo empréstimo do segundo fusca, me confiando o veículo por tempo indeterminado. Também meu primo Darlan, pelo auxílio nos transectos móveis, atuando como motorista.

Aos tios Elias e Jackeline, pelo auxílio no levantamento atualizado dos nomes das ruas do bairro Vila Manoel Antônio Puig.

A todas as pessoas/famílias que gentilmente permitiram a fixação dos equipamentos em suas propriedades, bem como zelar pela integridade dos mesmos. Sem o apoio de vocês não seria possível realizar as medições por pontos fixos.

Agradeço, por fim, a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e seu Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), por viabilizar meu aperfeiçoamento profissional e bolsa de estudo, através dos quais amplio meus agradecimentos a toda população que lhe sustenta.

*“Um dia me disseram
Que as nuvens não eram de algodão
Um dia me disseram que os ventos às vezes erram a direção
E tudo ficou tão claro [...]”!*

Música: Somos Quem Podemos Ser
Composição: Humberto Gessinger
Banda: Engenheiros do Hawaii

RESUMO

Verificar na cidade de Alvinópolis-MG a existência ou inexistência de um campo térmico característico em relação ao campo, bem como possíveis diferenças de temperatura do ar na escala intraurbana e os fatores geoambientais e geourbanos associados, conformam o fito da pesquisa. Mesmo que Alvinópolis-MG não tenha apresentado nos últimos anos indícios de acelerado crescimento urbano nas dimensões horizontal e vertical, que não possua grandes complexos industriais e larga frota de veículos (variáveis com potencial de degradação ambiental), os esforços investigativos anunciados são relevantes por buscarem compreender o nível de derivações térmicas locais produzidas pelo homem em uma realidade socioambiental particularizada. Alvinópolis-MG é uma cidade de pequeno porte da região Sudeste do Brasil, na borda leste da mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros Florestados, submetida a sistemas atmosféricos produtores de tempo tropicais e polares. Residem no município 15.261 habitantes, sendo 11.433 moradores da área urbana. Em termos metodológicos, foram elaborados mapas do potencial térmico da malha urbana (Geoambiental e Geoambiental-Geourbano), com aplicação da Análise Multicritério e emprego da técnica da Combinação Linear Ponderada (WLC). Os dados de temperatura do ar por transectos móveis intermitentes foram obtidos às 07, 10, 16 e 21 horas em três dias na estação de verão (janeiro de 2018), às 06, 09, 15 e 21 horas em quatro dias da estação de inverno (julho de 2018), ao longo de dois percursos (sudoeste-norte e leste-oeste) e com utilização de termômetros convencionais de mercúrio da marca Incoterm. Os dados de temperatura do ar por pontos fixos foram obtidos em intervalos de uma hora, nas estações de verão (março de 2018) e inverno (julho de 2018, concomitante aos registros por transectos móveis), com utilização de nove termômetros com datalogger da marca Hobo, envolvidos por abrigos de isopor e fixados em campo a 1,20 metros do chão. O uso e ocupação da terra em Alvinópolis-MG contribui para intensificar as diferenças térmicas entre o campo e a cidade e elevar a carga térmica do espaço relativo à malha urbana. O campo térmico não é exatamente igual em todos os períodos do dia e estações do ano. Ele está associado à relação entre o sítio e o movimento aparente do Sol, densidade de edificações, espaços verdes, curso d'água, “efeito sombra”, formas de coleta dos dados. As temperaturas do ar na malha urbana se diferenciam em relação àquelas do campo circundante com mais singularidade às 15:00/16:00 horas no verão, e às 21:00 horas no inverno. Nestes horários, ambas as técnicas de registros utilizadas foram absolutamente concordantes quanto ao predomínio de maiores temperaturas do ar no interior da cidade em relação ao campo. As maiores variações de temperatura do ar ocorreram entre pontos da malha urbana, e não entre o campo e a cidade, nas duas estações do ano e segundo as duas técnicas empregadas, de modo predominante. Foram identificadas ilhas de calor de fraca e moderada intensidade, de pico máximo no inverno, perante os transectos móveis (3,3°C às 15h) e os pontos fixos (3,7°C às 6h e 21h).

Palavras-chave: Alvinópolis-MG; Transectos Móveis Intermitentes; Pontos Fixos; Campo Térmico; Ilha de Calor.

ABSTRACT

Verifying in the city of Alvinópolis-MG the existence or not of a characteristic thermal field connected to the countryside as well as the possible air temperature differences in the intraurban scale and the associated geo-environmental and geo-urban factors, conform the regard of the research. Even though Alvinópolis-MG has not presented in the last few years indication of rapid urban growth neither horizontal nor vertical, doesn't have grand industrial complexes and large number of vehicles (variables with potential for environment degradation), the announced investigative efforts are relevant for they aim at understanding the level of local thermal derivations produced by man in a socio-environmental particularized reality. Alvinópolis-MG is a small city in the Southeast of Brazil, on the east border of the metropolitan mesoregion of Belo Horizonte, within the Morphoclimatic Dominion of the Forested "Mar de Morros" (a large Mountain Range Spread), submitted to atmospheric systems that produce tropical and polar weather. 15.261 inhabitants live in the town being 11.433 dwellers of the urban area. In methodological terms maps of the thermal potential of the urban mesh were elaborated (Geo-environmental and Geo-Environmental – Geo-Urban), with the application of the Multicriteria Analysis and the using of the Weighted Linear Combination (WLC). The air temperature data by intermittent moving transects were obtained at 7am, 10am, 4pm and 9pm in three days in the summer (January 2018), at 6am, 9am, 3pm and 9pm in four days of the winter (July 2018) along two routes (southeast-north and east-west) using conventional mercury thermometers of the Incoterm brand. The air temperature data in steady points were obtained within one hour breaks, in summer (March 2018) and winter (July 2018, concomitant to the moving transects registries), using nine datalogger thermometers from the Hobo brand, wrapped in Styrofoam shelters and fixed on field at 1,20 meters from the ground. The use and occupation of land in Alvinópolis-MG contributes to the intensification of the thermal differences between the countryside and the city and increases the thermal load in the space connected to the urban mesh. The thermal field is not exactly the same in all periods of the day or seasons. It is associated to the relation between the site and the apparent movement of the sun, density of the buildings, green areas, water courses, "shadow effect", ways of collecting data. Air temperature in the urban mesh differ in relation to those of the countryside with more regularity surrounding 3pm/4pm in summer, and at 9pm in winter. At these times both registry techniques used were absolutely agreeing concerning the predomination of higher air temperature in the interior of the city in connection to the countryside. The biggest variation in air temperature occurred among points of the urban mesh, and not between the countryside and the city, in both seasons of the year and according to the two techniques used, predominantly. Heat islands were identified from weak to moderate intensity, with maximum peak in the winter, before the moving transects (3,3°C at 3pm) and the steady points (3,7° at 6am and 9pm).

Keywords: Alvinópolis-MG; Intermittent Moving Transects; Steady Points; Thermal Field; Heat Island.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Camada Limite Urbana (Urban Boundary Layers - UBL) e Camada de Cobertura Urbana (Urban Canopy Layer - UCL) propostas por Oke (1978).....	19
Figura 2. Tipos de sítios sobre os quais a cidade possa vir a se desenvolver.....	24
Figura 3. Representação de um sítio convergente e divergente.	25
Figura 4. Modelo hipotético da interação entre "ventos geostróficos" e atmosfera urbana, durante a noite (a) e durante o dia (b).....	26
Figura 5. Nota atribuída a cada classe dos mapas de entrada da Análise Multicritério feita por Machado e Assis (2017).	62
Figura 6. Localização geográfica do município de Alvinópolis-MG.....	64
Figura 7. Localização geográfica da malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG e seu entorno.	66
Figura 8. Croqui do Arraial de Paulo Moreira por volta de 1880.	68
Figura 9. Identificação dos bairros (entre aspas as denominações usadas no cotidiano local) e algumas estruturas urbanas de referência para a caracterização da área de estudo.	69
Figura 10. Inundação no bairro Souza e carta sinótica das 21 horas (horário de Brasília) do dia 03 de abril de 2018.	73
Figura 11. Subtipos climáticos da região Sudeste do Brasil, segundo o IBGE.....	76
Figura 12. Posição sazonal do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (letra A), direção (vetores) e intensidade dos ventos (m/s em cores) a 10 metros de altura.	79
Figura 13. Imagem do satélite GOES 13, canal Vapor, com detecção de uma ZCAS.....	82
Figura 14. Precipitação média sazonal (estações de verão e inverno) e anual em Minas Gerais no período de 1998 a 2012.	83
Figura 15. Temperatura (°C) média sazonal em Minas Gerais no período de 1998 a 2012.....	84
Figura 16. Classificação climática para Minas Gerais referente ao período de 1998 a 2012...	85
Figura 17. Modelo Digital do Terreno (MDT) das variações altimétricas na malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG e seu entorno.	89
Figura 18. Face de exposição das vertentes e incidência da radiação solar no mês de julho de 2018.	90
Figura 19. Curso d'água existente no interior da malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG.	91
Figura 20. Fragmentos vegetais e áreas verdes na malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG.	92
Figura 21. Lagoas artificiais, bem como edificações e terrenos com terra exposta na malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG.....	92
Figura 22. Vias urbanas na cidade de Alvinópolis-MG e tipos de calçamento.....	93
Figura 23. Câmera térmica pontual utilizada para obter a temperatura de superfície.	96
Figura 24. Termômetro de mercúrio Incoterm.	105
Figura 25. Leitura adequada do termômetro convencional de mercúrio e erros de paralaxe.	105
Figura 26. Abrigos de isopor para os termômetros convencionais de mercúrio.	106
Figura 27. Testes realizados com os abrigos de isopor.	107
Figura 28. Percursos e distribuição espacial dos pontos de registro da temperatura do ar (°C) por transecto móvel intermitente.	108
Figura 29. Veículos equipados com suportes para colocar os abrigos de isopor com os termômetros de mercúrio.....	113
Figura 30. Termômetro com datalogger da marca Hobo, abrigo de isopor e suporte para fixação em campo.....	117
Figura 31. Distribuição espacial da localização dos pontos fixos de registro da temperatura do ar (°C).	118

Figura 32. Conformação espacial do potencial térmico segundo os fatores geoambientais. .	125
Figura 33. Conformação espacial do potencial térmico segundo os fatores geoambientais e geourbanos.....	127
Figura 34. Campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 17/01/2018, às 7:00 horas.	130
Figura 35. Campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 18/01/2018, às 7:00 horas.	131
Figura 36. Campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 19/01/2018, às 7:00 horas.	132
Figura 37. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 17/01/2018, às 10:00 horas.	136
Figura 38. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 18/01/2018, às 10:00 horas.	138
Figura 39. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 19/01/2018, às 10:00 horas.	139
Figura 40. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 17/01/2018, às 16:00 horas.	143
Figura 41. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 18/01/2018, às 16:00 horas.	144
Figura 42. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 19/01/2018, às 16:00 horas.	146
Figura 43. Faces de exposição e variações altimétricas do relevo e pontos de medição dos transectos móveis intermitentes, respectivamente.....	148
Figura 44. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 17/01/2018, às 22:00 horas.	150
Figura 45. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 18/01/2018, às 22:00 horas.	151
Figura 46. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 19/01/2018, às 22:00 horas.	153
Figura 47. Campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dias 18 e 19/03/2018, às 6:00 horas.	157
Figura 48. Campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 20/03/2018, às 6:00 horas.	158
Figura 49. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 18/03/2018, às 9:00 horas.	160
Figura 50. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 19/03/2018, às 9:00 horas.	161
Figura 51. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 20/03/2018, às 9:00 horas.	162
Figura 52. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 18/03/2018, às 15:00 horas.	165
Figura 53. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 19/03/2018, às 15:00 horas.	166
Figura 54. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 20/03/2018, às 15:00 horas.	168
Figura 55. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 18/03/2018, às 21:00 horas.	170
Figura 56. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 19/03/2018, às 21:00 horas.	171

Figura 57. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 20/03/2018, às 21:00 horas.	173
Figura 58. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 23/07/2018, às 6:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	177
Figura 59. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 24/07/2018, às 6:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	179
Figura 60. Vista parcial do fundo de vale e encosta norte do bairro Vila Manoel Antônio Puig, dia 24/07/2018, cerca das 6:25 horas.	180
Figura 61. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 25/07/2018, às 6:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	181
Figura 62. Nevoeiro na área de estudo no dia 24/07/2018, aproximadamente às 6:20 horas, sobre o bairro Souza (A) e sobre a praça São Sebastião (B).	182
Figura 63. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 26/07/2018, às 6:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	184
Figura 64. Carta sinótica da América do Sul do dia 23 de julho de 2018, às 9h local.	189
Figura 65. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 23/07/2018, às 9:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	190
Figura 66. Carta sinótica da América do Sul do dia 24 de julho de 2018, às 9h local.	191
Figura 67. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 24/07/2018, às 9:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	193
Figura 68. Carta sinótica da América do Sul do dia 25 de julho de 2018, às 9h local.	194
Figura 69. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 25/07/2018, às 9:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	196
Figura 70. Carta sinótica da América do Sul do dia 26 de julho de 2018, às 9h local.	198
Figura 71. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 26/07/2018, às 9:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	200
Figura 72. Carta sinótica da América do Sul do dia 23 de julho de 2018, às 15h local.	205
Figura 73. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 23/07/2018, às 15:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	207
Figura 74. Carta sinótica da América do Sul do dia 24 de julho de 2018, às 15h local.	208
Figura 75. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 24/07/2018, às 15:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	210
Figura 76. Carta sinótica da América do Sul do dia 25 de julho de 2018, às 15h local.	211
Figura 77. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 25/07/2018, às 15:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	212
Figura 78. Carta sinótica da América do Sul do dia 26 de julho de 2018, às 15h local.	213
Figura 79. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 26/07/2018, às 15:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	216
Figura 80. Carta sinótica da América do Sul do dia 23 de julho de 2018, às 21h local.	220
Figura 81. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 23/07/2018, às 21:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	221
Figura 82. Carta sinótica da América do Sul do dia 24 de julho de 2018, às 21h local.	222
Figura 83. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 24/07/2018, às 21:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	223
Figura 84. Carta sinótica da América do Sul do dia 25 de julho de 2018, às 21h local.	224
Figura 85. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 25/07/2018, às 21:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	225
Figura 86. Carta sinótica da América do Sul do dia 26 de julho de 2018, às 21h local.	226
Figura 87. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 26/07/2018, às 21:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.	227

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Síntese dos diferentes tipos de ilha de calor.....	33
Quadro 2. Síntese comparativa dos estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte. ...	57
Quadro 3. Quantitativo populacional de Alvinópolis-MG.....	67
Quadro 4. Participação percentual das atividades econômicas no PIB do município de Alvinópolis-MG.	74
Quadro 5. Aspectos demográficos e econômico do Brasil por região.....	75
Quadro 6. Determinação dos fatores geoambientais e geourbanos analisados.	87
Quadro 7. Notas atribuídas às classes dos planos de informação.....	94
Quadro 8. Temperatura de superfície de ruas pavimentadas com asfalto, bloquete de cimento e pedra fincada.....	97
Quadro 9. Vantagens e desvantagens das técnicas registro de parâmetros climáticos, pontos fixos e transectos móveis.....	102
Quadro 10. Temperaturas do ar (°C) obtidas no teste com os abrigos de isopor.	107
Quadro 11. Localização, características gerais e ilustração dos pontos de registro por transecto móvel intermitente.....	109
Quadro 12. Exemplo da correção de simultaneidade.	115
Quadro 13. Localização, características gerais e ilustração dos pontos fixos de registro da temperatura do ar (°C).	118
Quadro 14. Potencial térmico dos fatores geoambientais em metros quadrados e porcentagem.	126
Quadro 15. Potencial térmico dos fatores geoambientais e geourbanos em metros quadrados e porcentagem.....	128
Quadro 16. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 7:00h, episódios de verão, janeiro de 2018.....	132
Quadro 17. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 10:00h, episódios de verão, janeiro de 2018.....	140
Quadro 18. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 16:00h, episódios de verão, janeiro de 2018.....	146
Quadro 19. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 22:00h, episódios de verão, janeiro de 2018.....	153
Quadro 20. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 6:00h, episódios de verão, março de 2018.	158
Quadro 21. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 9:00h, episódios de verão, março de 2018.	163
Quadro 22. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 15:00h, episódios de verão, março de 2018.	168
Quadro 23. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 21:00h, episódios de verão, março de 2018.	173
Quadro 24. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 6:00h, episódios de inverno, julho de 2018.	185
Quadro 25. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 6:00h, episódios de inverno, julho de 2018.	185
Quadro 26. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 9:00h, episódios de inverno, julho de 2018.	200
Quadro 27. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 9:00h, episódios de inverno, julho de 2018.	201
Quadro 28. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 15:00h, episódios de inverno, julho de 2018.	216

Quadro 29. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 15:00h, episódios de inverno, julho de 2018.	217
Quadro 30. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 21:00h, episódios de inverno, julho de 2018.	227
Quadro 31. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 21:00h, episódios de inverno, julho de 2018.	228

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1. JUSTIFICATIVAS E HIPÓTESE.....	3
2. OBJETIVOS	8
2.1. Geral	8
2.2. Específicos.....	8
3. ASPECTOS TEÓRICOS	9
3.1. Contribuições de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro à Climatologia Urbana Brasileira e Encaminhamentos.....	9
3.2. Fundamentos do Clima Urbano	16
3.2.1. Que Clima é Esse!	16
3.2.2. Sítio e Clima Urbano	21
3.2.3. O Balanço de Energia no Campo e na Cidade.....	28
3.2.4. Ilha de Calor	32
3.3. Considerações Sobre as Cidades de Pequeno Porte	38
3.4. Estudos de Clima Urbano em Cidades de Pequeno Porte	42
3.5. Análise Multicritério e Técnica da Combinação Linear Ponderada	60
4. “BAMBAS DO GASPAR ESTÃO NA RUA, PEDEM LICENÇA PARA [...]” SE APRESENTAR	64
4.1. Alvinópolis-MG: Localização Geográfica e Considerações Geoambientais	64
4.2. Alvinópolis-MG: Caracterização Histórica, Urbano-Populacional e Socioeconômica	66
4.3. Características Climáticas da Região Sudeste do Brasil e do Estado de Minas Gerais	75
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	86
5.1. Elaboração dos Mapas de Potencial Térmico	87
5.2. Obtenção da Temperatura do Ar.....	97
5.2.1. Por Transectos Móveis Intermitentes	104
5.2.2. Por Pontos Fixos.....	117
5.3. Espacialização da Temperatura do Ar e Análise dos Dados	121
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	124
6.1. O Campo Térmico em Alvinópolis-MG a Partir do Potencial Térmico dos Fatores Geoambientais e Geourbanos	124
6.2. O Campo Térmico em Alvinópolis-MG nos Episódios de Verão de 2018.....	129
6.2.1. Por Transectos Móveis Intermitentes às 7:00 Horas	129
6.2.2. Por Transectos Móveis Intermitentes às 10:00 Horas	135

6.2.3. Por Transectos Móveis Intermitentes às 16:00 Horas	142
6.2.4. Por Transectos Móveis Intermitentes às 22:00 Horas	149
6.2.5. Por Pontos Fixos às 6:00 Horas	156
6.2.6. Por Pontos Fixos às 9:00 Horas	159
6.2.7. Por Pontos Fixos às 15:00 Horas	165
6.2.8. Por Pontos Fixos às 21:00 Horas	170
6.3. O Campo Térmico em Alvinópolis-MG nos Episódios de Inverno de 2018	176
6.3.1. Por Transectos Móveis Intermitentes e Pontos Fixos às 6:00 Horas	176
6.3.2. Por Transectos Móveis Intermitentes e Pontos Fixos às 9:00 Horas	188
6.3.3. Por Transectos Móveis Intermitentes e Pontos Fixos às 15:00 Horas	205
6.3.4. Por Transectos Móveis Intermitentes e Pontos Fixos às 21:00 Horas	219
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	233
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	239

INTRODUÇÃO

Verificar na cidade de Alvinópolis-MG a existência ou inexistência de variações nas temperaturas do ar específicas em relação as áreas circunvizinhas não urbanizadas, bem como analisar possíveis variações da mesma na escala intraurbana e os fatores associados, conformam o fito desta obra. Isso porque parte-se do pressuposto que as ações antrópicas de artificialização e dinamização do espaço são capazes de influenciar o clima local.

O presente trabalho está vinculado ao campo do conhecimento científico da Climatologia Geográfica, mais especificamente à esfera da Climatologia Urbana.

A Climatologia Geográfica – e, por conseguinte a Climatologia Urbana – busca aglutinar e correlacionar dados físicos e humanos na produção de um conhecimento que transcende a descrição espacial dos atributos do clima, por isso, tem potencial de subsidiar o planejamento urbano adequado ao meio geográfico que está inserido (UGEDA JUNIOR, 2012). Possibilita, ainda, avaliar as condições ambientais de determinada localidade por via das interações entre sociedade e atmosfera.

O estudo do clima pode ser concebido como um instrumento de síntese. Para entender os fenômenos climáticos de maneira ampla – sobretudo os que se manifestam mais próximo à superfície da terra – é preciso recorrer não somente à composição e dinâmica da atmosfera, mas também a sua interação com os entes bióticos e abióticos constituintes do meio. Da mesma forma, recorrer ao modo como as sociedades arquitetam e dinamizam o espaço através das técnicas (UGEDA JUNIOR, 2012).

No intuito de melhor expor o encadeamento das ideias, as páginas a seguir encontram-se organizadas em capítulos e subcapítulos que se articulam e interpenetram.

Em “Justificativas e Hipótese” foi enfatizado a recorrência dos estudos de clima urbano, não sendo eles menos importantes quando feitos em cidades de pequeno porte. Nos últimos parágrafos encontra-se a hipótese da existência de temperaturas do ar diferentes entre as áreas relativas ao campo e a cidade, bem como intraurbanas, devido a influência de fatores geoambientais e geourbanos.

Em “Objetivos” estão os anseios com a pesquisa e a delimitação de suas arestas, pautados no fato urbano adentrado e no tempo disponível para realização do trabalho.

Em “Aspectos Teóricos” há sistematizado uma gama de conhecimentos produzidos ao longo dos anos por diferentes pesquisadores(as), cujas ideias e resultados encontrados em suas

investigações convergem ao tema aqui abordado, por isso ofertam sustentação argumentativa e instrumentalização analítica.

A caracterização da área de estudo encontra-se no capítulo intitulado ““Bambas do Gaspar Estão na Rua, Pedem Licença Para [...]’ se Apresentar”. A redação do mesmo foi guiada pelo intento de reportar o leitor à cidade de Alvinópolis-MG; um convite a imaginar a realidade socioambiental vigente, bem como a refletir a maneira como a malha urbana foi se expandindo e galgando o atual sítio urbano. Ainda neste capítulo, encontra-se uma discussão acerca da circulação atmosférica e das características climáticas do Sudeste brasileiro e de Minas Gerais, relacionando-a a Alvinópolis-MG sempre que oportuno.

Em “Procedimentos Metodológicos” estão presentes os instrumentos e as condutas seguidas para realização da pesquisa, por isso, sempre articulado aos objetivos delineados. Foi apontado os fatores geoambientais e geourbanos considerados. Fez-se as devidas considerações sobre o uso das técnicas transecto móvel intermitente e pontos fixos, bem como sobre os tratamentos aos dados de temperatura do ar e suas limitações. Neste capítulo, ao lado da apresentação das condutas investigativas tomadas, foi realizado discussões sobre as mesmas com base na bibliografia, sempre em prol de embasamento. Logo, os relatos das experiências de vários(as) pesquisadores(ras) da área – presentes na literatura – e o diálogo com a comunidade acadêmica em eventos da Geografia (ALVES e FERREIRA, 2017), foram valiosos na estruturação do mesmo.

Em “Resultados e Discussões” buscou-se apresentar e analisar os dados produzidos em ambiente computacional e coletados em campo, dispostos em produtos cartográficos, sobretudo. Sempre que oportuno, fez-se diálogos com os pensamentos e os resultados alcançados por outros(as) pesquisadores(ras) em estudos de clima urbano feitos em demais cidades.

Por último, em “Considerações Finais”, tal como Armani (2009), foram dispendidos esforço para articular pontos e observações que possam ter permanecidos isolados ou muito pulverizados durante a análise dos resultados. Nota-se a busca pela síntese, balizada pelos objetivos. É retomada a hipótese anunciada nas primeiras páginas e apontado perspectivas doravante.

1. JUSTIFICATIVAS E HIPÓTESE

A “densificação” do meio técnico-científico-informacional contribui para tornar os espaços mais aptos aos fluxos, logo, dinâmicos. Em hipótese, mesmo que as cidades de pequeno porte não tenham a mesma dinamicidade e grau de tecnificação do território que as cidades médias e grandes, elas não deixam ser atrativas a parcelas da população e ainda, como lembra Bacelar (2010), interessantes do ponto de vista do capital¹.

O crescimento das cidades propicia processos de transformações do quadro natural dessas localidades. Acidentes topográficos são alterados ou eliminados para viabilizar o acesso, aterros e desaterros são realizados para expansão da malha urbana, pavimentação de vias são implementadas para tornar o deslocamento eficiente, edificações verticalizadas tornam-se mais expressivas na paisagem urbana para suprir as novas demandas socioeconômicas, gerando rugosidades na superfície que modificam a circulação do ar. Ações como essas têm como palco o sítio, base física sobre a qual a cidade se materializa.

Mendonça (2003a) afirma que a degradação ambiental nas cidades brasileiras, sobretudo as de grande porte, foi significadamente intensificada durante a década de 1960 devido a fatores como a industrialização e a migração campo-cidade, que propiciaram um acelerado crescimento das áreas urbanas balizado por uma lógica alheia às questões ambientais e carente de planejamento. Não fortuitamente – segundo Villaça (2004) – nessa década, centenas de Planos Diretores foram criados no Brasil a fim de solucionar problemas ligados à cidade, ao meio urbano em expansão. No entanto, a grande maioria deles não atingiu os objetivos a que se propuseram, limitando-se a fazer diagnósticos técnicos de autoria de equipes multidisciplinares, posteriormente abandonados.

O clima local tende a se modificar na medida em o quadro natural é alterado, uma vez que ele é um de seus componentes. Logo, o ar nas cidades comprometido com o organismo urbano tende a se modificar e constituir um “clima urbano” (MONTEIRO, 1990a; UGEDA JUNIOR, 2012).

A realização de estudos de clima urbano não é restrita às cidades de médio e grande porte. A dimensão espacial da cidade e o seu contingente populacional não determinam o grau

¹ Em tese, por contarem com menor organização sindical; menor fiscalização de normas federais, estaduais e municipais; mão de obra menos custosa (sem vale transporte, vale alimentação, etc); terrenos e impostos mais baratos. Muitas, como Alvinópolis-MG, estão situadas próximo da capital do estado (cerca de 170 km, de Alvinópolis à BH) e de outras cidades populosas (potenciais mercados consumidores), bem como rodeadas de universidades onde é possível encontrar mão de obra qualificada.

de transformação da atmosfera que lhes envolvem, conforme propalam Landsberg (2006)² e Monteiro (2003).

Landsberg (2006, p. 95), ao discutir o clima das cidades, relata as dificuldades em estabelecer de maneira objetiva a partir de que densidade populacional e edificações mínimas faça notar alguma influência sobre o clima, haja vista que qualquer alteração na cobertura natural da superfície do terreno pode acarretar mudanças nos microclimas pré-existentes. Além do mais, em certos casos, o próprio local onde muitas cidades foram construídas se diferenciam climaticamente do entorno – como as áreas de fundo de vale e topo de encostas – independente das interferências propiciadas pela urbanização. Sendo assim, “[...] o desenvolvimento das cidades pode tender a acentuar ou eliminar estas diferenças causadas pela posição ou topografia”.

Monteiro (2003, p. 19), também nessa esteira, aponta que o clima urbano é “[...] um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Segundo o autor, de maneira proposital, é evitado a conceituação em termos rígidos, pois não cabe “[...] precisar a partir de que grau de urbanização e de que características geocológicas locais se poderia usar o termo clima urbano”. Além do que, como assinala, um pequeno núcleo urbano situado no fundo de um vale, a contar com uma indústria petroquímica, pode apresentar maiores peculiaridades climáticas em comparação ao entorno não urbanizado do que uma cidade de porte maior, implantada em um sítio de morfologia diferente e com funções outras.

Como se observa, a existência de um clima urbano singular aos climas das abrangências geográficas próximas está ligada às condições geoambientais do sítio, às funções e atividades sociais que arrolam nos núcleos habitados, e não determinado por seu porte.

Sobre o assunto, Ugeda Junior e Amorim (2016) explicam que tal clima está nitidamente relacionado a forma como se dão os processos de urbanização. Explicam ainda que uma cidade pode minimizar ou evitar as alterações climáticas indesejáveis caso se desenvolva de modo condizente ao meio em que está inserida, com observância aos padrões de densidade de edificações, disposição de áreas verdes intraurbanas, controle da emissão de poluentes. Pode também caminhar sentido a produção de um clima urbano específico, por não considerar as características ambientais do sítio urbano, mesmo sendo uma cidade de pequeno porte.

Os vínculos entre a qualidade ambiental das cidades e as características dos componentes climáticos que encerram é fato irrefutável desde o início da década de 1970

²Publicado originalmente em 1956, em língua inglesa. Traduzido para o português por Tarik Rezende de Azevedo (FFLCH-USP) com revisão de Maria Elisa Siqueira Silva (FFLCH-USP).

(MONTEIRO, 1990b). Logo, enquanto componente da condição ambiental e contribuinte da qualidade de vida no meio urbano, é significativo que o clima urbano seja abordado no mundo moderno. Abordagem esta que se mostra difícil, pois busca-se no estudo do clima da cidade uma conduta de investigação apartada do antagonismo entre homem e natureza, mas que o conceba como produto de uma coparticipação (MONTEIRO, 2003).

Embora pareça ser de longa data a importância de estudar o clima das cidades, Minaki (2014) diz ser evidente a escassa lucidez sobre o assunto entre a população, que na maioria das vezes, não o associa a um dos componentes da qualidade ambiental. Afirma ainda que esse hiato não é fortuito, dado a incorporação de padrões arquitetônicos desvairada à realidade climática tropical vigente, e a marginalidade com que esta abordagem é tratada pelas legislações municipais. Sendo assim, o clima urbano não é ainda uma temática presente no conhecimento popular e amplamente discutida pelos gestores dos espaços públicos das cidades.

Ugeda Junior (2012) alega que as áreas urbanas, caracterizadas pela concentração espacial de pessoas, embora ocupe relativamente pequena parcela territorial, são nelas que ocorrem as maiores degradações ambientais. Na visão de Minaki (2014), em linhas gerais, o grau de transformação ambiental nos núcleos urbanos equaliza-se com seu crescimento populacional. Sendo assim, infere-se que as questões ambientais nas cidades de pequeno porte acabam, por vezes, passando despercebidas aos olhos de seus habitantes e gestores do espaço urbano, seja pela falta de debate e interesse acerca dos mesmos, ou pela pouca notoriedade que possuem, dada a sua escala.

Acerca do assunto Mendonça (2003b) afirma que as cidades de pequeno e médio porte, embora em nível inferior ao das grandes cidades e regiões metropolitanas, atestam graves problemas ambientais. Por isso, é substancial que os estudos de clima urbano contemplem essas localidades para contribuir no apontamento e equacionamento de tais problemas.

Segundo Kegler (2016), nas cidades pequenas os estudos de clima urbano possuem fortemente um caráter informativo e preventivo, com intuito de diagnosticar e propor alternativas aos “desequilíbrios” decorrentes do uso e ocupação da terra – já existentes ou que anunciam vir a existir – percebíveis na atmosfera urbana.

O processo de urbanização em marcha implica cada vez mais na artificialização de áreas antes naturais. As formas urbanas, substitutas das componentes primitivas da paisagem, resultam em vários impactos no ambiente, tanto positivos quanto negativos à qualidade de vida, que podem ser avaliados por diversos indicadores. A temperatura do ar está entre esses indicadores, cujas interferências em seu comportamento em função da existência da cidade,

podem resultar na formação de áreas mais aquecidas denominadas “ilhas de calor” e contribuir para azeitar o excedente de calor nas áreas tropicais (MACHADO e JARDIM, 2014).

Dessa forma, a constatação de um expressivo clima urbano peculiar aos dos espaços circunvizinhos não urbanizados leva o pesquisador a considerar a possível existência de problemas ambientais em voga (MINAKI, 2014). Por exemplo, excesso de poluentes no ar, enchentes, deslizamento de encostas, desconforto térmico, baixa umidade relativa do ar. Estes inconvenientes de cunho ambiental podem estar aliados a questões “assistidas” nos estudos de clima urbano, como existência de áreas verdes, fontes potenciais de poluição e geração de calor, uso e ocupação da terra inapropriados as condições ambientais, densidade e verticalização das edificações, canalização de cursos d’água, etc.

Embora o estudo do clima urbano realizado em Alvinópolis-MG seja conduzido pelo viés da temperatura do ar, o clima não resume à mesma. A temperatura do ar é um dos elementos constituintes do clima, ao lado da umidade do ar e da pressão atmosférica indutora dos ventos, dentre outros elementos condicionados pela influência exercida pelos fatores do clima.

A escolha pela análise do campo térmico advém do fato das implicações termodinâmicas repercutirem decisivamente nos demais aspectos do clima urbano, como o Físico-Químico e o Hidrometeorológico, por isso, sendo mais urgente num primeiro momento, conforme explica Monteiro (1990b; 1990c). O calor, ao lado da ventilação e da umidade, coloca-se como insumo principal do clima urbano, encarado na perspectiva sistêmica (MONTEIRO, 2003).

Com base no que foi discutido, valendo-se da literatura específica do assunto, afirma-se que o campo térmico de Alvinópolis-MG é merecedor de investigação por ser um dos elementos constituintes do clima e componente da qualidade ambiental da cidade, bem como, produto de uma coparticipação entre homem e natureza.

Mesmo que a cidade de Alvinópolis não tenha apresentado nos últimos anos indícios de acelerado crescimento nas dimensões horizontal e vertical (o que poderia advertir o despontar de uma cidade de médio ou grande porte num futuro próximo, e as questões ambientais que normalmente lhes cercam), que não possua grandes complexos industriais e larga frota de veículos (capazes de incrementar fluxos, poluentes e calor na atmosfera urbana em proporções alarmantes), os esforços investigativos aqui anunciados são relevantes por buscarem

compreender o nível de derivações climáticas locais produzidas pelo homem em uma realidade socioambiental particularizada³.

Tomando por empréstimo o pensamento de Minaki (2014), a contemporaneidade dessa temática se justifica na crescente preocupação com o grau de interferência das atividades humanas na dinâmica da natureza, com vista às possíveis inconveniências resultantes dessa relação.

Ao plano do estado da arte, este trabalho se justifica pelo parco conhecimento das características do clima urbano em cidades de pequeno porte (ALVES, 2017; ALLOCCA, 2018).

A hipótese levada a cabo na presente pesquisa é que a temperatura do ar no interior da cidade de Alvinópolis-MG se diferencia da existente nas áreas não urbanizadas do entorno imediato, em decorrência das características geoambientais do sítio e do uso e ocupação da terra que se faz na cidade e no campo.

Nos horizontes desta pesquisa, mesmo com uma malha urbana⁴ pouco expressiva (dimensão horizontal) e verticalizada, fluxos de atividades socioeconômicas menos intenso em comparação às cidades de médio e grande porte, o campo térmico da cidade de Alvinópolis-MG é singular em relação ao seu entorno, o campo. E ainda, apresenta diferenças na escala intraurbana, induzidas por fatores geoambientais do sítio (variação de altitude, face de exposição das encostas e incidência da radiação solar) e geourbanos, ligados ao uso e ocupação da terra.

Considerando os postulados de Geiger (1961), o ar atmosférico na cidade de Alvinópolis-MG apresentaria diferenças térmicas em relação ao campo inerente à influência da cidade, devido ao sítio repleto de vales e morros. Logo, emerge a questão se o uso e ocupação da terra vigente já contribui (e como contribui) para tais diferenças.

³Trata-se de uma realidade socioespacial particularizada porque o processo de urbanização, a dinâmica urbana, o modo de uso e ocupação da terra, o grau de adensamento e verticalização das edificações, a predominância de material construtivo, as funções desempenhadas, a existência de superfícies hídras e vegetadas, bem como outros aspectos do meio, se imbricam de modo singular em cada cidade. Notadamente, também entre os bairros de uma mesma cidade.

⁴A malha urbana ou tecido urbano permite estimar a dimensão espacial da cidade. É “[...] configurado pelo sistema viário, pelo padrão do parcelamento do solo, pela aglomeração e pelo isolamento das edificações assim como pelos espaços livres. (...) é dado pelas edificações, ruas, quadras e lotes, parques, praças e monumentos, nos seus mais variados arranjos”. Está em constante atividade e transformação ao longo do tempo, no que tange ao traçado das vias, padrão de uso da terra (residencial, comercial, industrial, serviços) e suporte físico (topografia, vegetação, hidrografia), conforme Rego e Meneguetti (2011, p. 125) e Amorim (2015). Ximenes (2016) discute o conceito e exalta ser ele representado pelo sistema viário e espaços delimitados pelas vias.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Compreender a conformação do campo térmico da cidade de Alvinópolis-MG, a partir das características geoambientais do sítio ao qual está inserida e das características geourbanas de uso e ocupação da terra, em episódios de verão e inverno do ano de 2018.

2.2. Específicos

- Avaliar o potencial térmico da área relativa à malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG, segundo a integração dos fatores geourbanos e geoambientais especificados, valendo-se do Geoprocessamento.
- Caracterizar as condições sinóticas predominantes no período de realização dos registros da temperatura do ar.
- Verificar e analisar a existência de variações térmicas entre o campo e a cidade, bem como entre locais no interior da cidade, nas estações de verão e inverno do ano de 2018.
- Verificar a possibilidade de ocorrência de ilhas de calor atmosférica e analisa-las segundo os fatores geourbanos intervenientes, nas estações de verão e inverno do ano de 2018.
- Comparar a conformação do campo térmico e da ilha de calor atmosférica (caso identificada) a partir de duas metodologias diferentes de registro da temperatura do ar, transectos móveis intermitentes e pontos fixos, nas estações de verão e inverno do ano de 2018.

3. ASPECTOS TEÓRICOS

3.1. Contribuições de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro à Climatologia Urbana Brasileira e Encaminhamentos

O propósito de dialogar sobre as contribuições do ilustre Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro à Climatologia Urbana Brasileira justifica-se pela capilaridade dos seus pressupostos teóricos e metodológicos, ainda vigentes, como demonstraram Ugeda Junior e Amorim (2016). Para analisar tais contribuições, faz-se necessário destacar (brevemente) os “caminhos” trilhados por Monteiro até o início de suas investigações do clima das cidades.

Embora a pesquisa desenvolvida em Alvinópolis-MG não abarque todos os pressupostos teórico-metodológicos sugeridos por Monteiro para estudos de clima urbano, eivada está das suas contribuições, sejam elas diretas (a partir da leitura de suas obras) ou indiretas (a partir das teses, dissertações e artigos de clima urbano influenciados por seus postulados). Logo, a estrutura conceitual, argumentativa e analítica aqui empregada guarda estreitas relações com os ensinamentos difundidos por ele.

Em outro plano, ressalta-se que o propósito desta tímida empreitada se faz notar nos dizeres de Sant’Anna Neto (2002). Segundo o mesmo, recorrer ao processo no qual cada área do conhecimento foi se construindo ao longo do tempo, estabelecendo suas bases e seu recorte analítico, implica num elo permanente que conecta e explica o estado da arte com seu momento histórico.

Na busca de estudar a atmosfera na sua dinamicidade, à luz do conceito de clima de Max Sorre⁵, e também partindo da crítica da obra de Pierre Pédélaborde⁶, Monteiro propôs no

⁵A Climatologia Clássica apoiava-se no conceito de clima de Julius Hann, do final do século XIX (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; BARROS e ZAVATTINI, 2009), sendo ele “[...] o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera em cada lugar da Terra”. Este, foi majoritariamente adotada até meados do século XX (SORRE, 2006, p. 90). Para Sorre (2006) o referido conceito, a rigor, era insuficiente. Não expressava o caráter dinâmico-temporal da atmosfera e ofuscava a ocorrência de eventos extremos, porém, habituais. Sendo assim, propôs uma revisão crítica do conceito, conferindo-lhe caráter abrangente, dinâmico e integrador dos parâmetros atmosféricos, preconizado como: “[...] a série de estados atmosféricos sobre determinado lugar em sua sucessão habitual” (SORRE, 2006, p. 90). Entretanto, Sorre (2006) não propôs um referencial técnico e metodológico para os estudos de clima na perspectiva dinâmica, no qual os pesquisadores pudessem se ancorar. No Brasil o hiato foi preenchido por Monteiro (UGEDA JUNIOR e AMORIM, 2016).

⁶As propostas de Max Sorre influenciaram substancialmente os trabalhos de Monteiro e do francês Pédélaborde. Embora tenham por base o mesmo entendimento conceitual de clima, eles divergem nas concepções metodológicas, partindo daí as críticas de Monteiro. Enquanto a Pédélaborde interessava o levantamento da totalidade dos tipos de tempo no estudo o clima da Bacia Parisiense, a Monteiro interessava o encadeamento sequencial desses mesmos tipos de tempo (projeção temporal dos estados atmosféricos) com atenção para as suas

final da década de 1960 e início da de 1970 o “ritmo” enquanto paradigma conceitual da Escola de Climatologia Geográfica Brasileira, em alternativa ao uso das médias, tornando-se o mais influente na Climatologia do Brasil por liderar a grande maioria das publicações (SANT’ANNA NETO, 2002; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; UGEDA JUNIOR, 2012).

Por “ritmo” compreende-se o “[...] encadeamento, sucessivo e contínuo, dos estados atmosféricos e suas articulações no sentido de retorno aos mesmos estados”. Preocupado com a ação integrada dos elementos climáticos, seu ritmo de sucessão habitual e classificação de sua gênese, Monteiro propôs a “análise rítmica” (BARROS e ZAVATTINI, 2009, p. 258); um recurso metodológico para estudos de clima na perspectiva da Climatologia Dinâmica.

A análise rítmica do clima – anterior às ideias de Monteiro sobre clima urbano – consiste em um gráfico no qual devem ser representados, simultaneamente, os elementos do clima em sua variação horária/diária e o sistema atmosférico atuante. Quanto mais detalhado forem os registros, melhor será a análise dos tipos de tempo e sua compreensão (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O uso da análise rítmica é considerado por Barros e Zavattini (2009) apropriada para o estudo do clima numa perspectiva geográfica, uma vez que permite acompanhar e representar a variação temporal dos elementos atmosféricos num dado local, na escala diária. Isso porque possibilita identificar e compreender as oscilações dos elementos do clima em consonância aos sistemas atmosféricos produtores de tempo derivados dos mecanismos da circulação regional.

Ainda sobre o emprego da análise rítmica e o potencial explicativo que oferta, Mendonça e Danni-Oliveira (2007) destacam a possibilidade de se chegar a uma análise genética dos tipos de tempo, uma vez que eles são identificados conforme a interação dos fatores geográficos locais com a circulação atmosférica terciária. Revela-se, segundo os autores, útil aos estudos da interação das cidades com o clima local, planejamento urbano-regional, desastres naturais e tipos de tempo associados, identificação de episódios climáticos que fogem dos padrões habituais (eventos extremos) e suas repercussões diversas.

A excelência das contribuições de Monteiro acabou por criar não somente uma “Escola de Climatologia Dinâmica Brasileira”, mas também uma “Escola de Climatologia Urbana Brasileira” (UGEDA JUNIOR e AMORIM, 2016), tendo o “ritmo” como expressão maior de identidade.

irregularidades inerentes, que não se revelam episódios excepcionais, mas constituintes da dinâmica climática local engendrada pela circulação secundária, logo, habituais (ZAVATTINI, 2005).

Em 1975 Monteiro lançava a proposta teórica para conduzir pesquisas sobre os climas das cidades brasileiras, intitulada Teoria e Clima Urbano, no qual define o Sistema Clima Urbano (S.C.U.). Segundo ele, a obra resultava de reflexões provenientes da implantação da disciplina “Climatologia Urbana”, instituída no curso de Pós-Graduação em Geografia Física na USP (MONTEIRO, 1990c; 2003). Na ótica de Jardim (2007), trata-se de um dos trabalhos mais antigos na área de Climatologia Urbana desenvolvidos no Brasil.

A referida proposta não se restringia a contemplar apenas certos níveis escalares, por ser apropriada a enquadrar realidades urbanas desde as mais amplas e complexas até as mais simples e restritas. A elasticidade têmporo-espacial que encerrava tornava-lhe capaz de orientar a investigação do clima urbano de qualquer cidade, seja de grande, médio ou pequeno porte, brasileira ou não. Logo, mantinha a conjunção entre o nomotético (dada a sua estrutura teórica moldável, de preocupação geral) e o idiográfico (por expressar resultados advindos de realidades urbanas específicas) (MONTEIRO, 2003).

O lançamento de tal proposta insere-se num contexto de significativas transformações que marcaram a virada dos anos de 1960 para os de 1970. No segmento temporal de 1968 e 1973 – proeminente para Monteiro – destaca-se a chegada do homem à Lua (1969), símbolo de enormes avanços tecnológicos; a Conferência de Estocolmo em 1972, marco primeiro da abertura da discussão ambiental, reforçada pela crise do petróleo em 1973. No Brasil, por sua vez, confere-se um processo de implosão demográfica no campo concomitante ao exacerbado processo de urbanização pouco planejado, com maior efervescência nas capitais, culminando na geração de regiões metropolitanas. Desta maneira, os estudos dos fatos urbanos ganharam relevo no Brasil, principalmente os de cunho econômico e social, enquanto os aspectos ambientais (agravados pelo crescimento desordenado) foram negligenciados (MONTEIRO, 2003).

Na Geografia Física, neste cenário apresentado, notava-se maior empenho nos estudos dos sítios urbanos, cujas transformações alavancadas pelo adensamento populacional desorientado, produzia impactos ambientais e acelerava processos erosivos. Em suma, é neste contexto que Monteiro direciona seus estudos de Climatologia para o ambiente intraurbano (MONTEIRO, 2003).

Além do contexto histórico-social-científico mencionado, as proposições teóricas para estudos do clima das cidades brasileiras, oferecidas por Monteiro, foram também catalisadas pela própria concepção básica de “clima urbano” que chegava ao Brasil, advindas dos países centrais. Os desígnios teóricos elaborados nos centros produtores de conhecimento não

atendiam às especificidades climáticas e urbanas brasileiras, logo, não lhe satisfaziam (MONTEIRO, 1990b).

A proposta teórica e técnica do S.C.U. foi conduzida pela Teoria Geral dos Sistemas, de L. von Bertalanffy, publicada em 1950. Tal preferência paradigmática, segundo Monteiro, se deu pela argumentação ligada a Biologia e pela capilaridade que ela alcançou no meio científico da época, adotada nos variados campos do conhecimento. Por estar associada às ciências biológicas, a Teoria Geral dos Sistemas (e por conseguinte, a proposição do clima urbano como um sistema) coloca-se sob a perspectiva orgânica, com vista a compreender o funcionamento, o desempenho, a organização do ente em estudo. No contexto em que foi elaborada, mostrava-se como uma reação contrária às visões mecanicistas predominantes (MONTEIRO, 2003).

Monteiro (2003) advoga que as principais peculiaridades do clima das cidades são a poluição do ar, a ilha de calor e as inundações, que de acordo com a teoria do S.C.U. podem ser notados através dos três canais de percepção (humana) do clima urbano, sendo eles a “Qualidade do Ar”, o “Conforto Térmico” e os “Meteoros do Impacto”. Cada canal perceptivo encontra-se associado a um subsistema do S.C.U., tais como o Físico-Químico, o Termodinâmico e o Hidrometeorológico, respectivamente.

O primeiro filtro perceptivo do clima urbano engloba a poluição da atmosfera, uma das mais decisivas na qualidade ambiental urbana. O segundo filtro perceptivo engloba as componentes termodinâmicas que se expressam por meio do calor, da ventilação e da umidade. Afeta todos os seres vivos constituintes do sistema e suas investigações são crescentes, seja na Climatologia Médica ou na tecnologia habitacional. Já o terceiro filtro perceptivo engloba diferentes tipos de precipitações, descargas elétricas, rajadas de ventos (ciclones, brisas, etc), que quando ocorrem de maneira mais intensa, são capazes de gerar impactos na organização, circulação, prestações de serviços na cidade, bem como na vida dos cidadãos (MONTEIRO, 2003).

Destaca-se que a pesquisa desenvolvida em Alvinópolis-MG é uma expressão parcial do segundo filtro perceptivo do S.C.U., que para Monteiro (1990b) é o mais necessário num primeiro momento, não só por suas implicações no conforto térmico e na qualidade ambiental associada, como também por repercutir decisivamente nos demais canais.

Faz-se mister admitir que os canais de percepção do clima urbano não se dissociam completamente, “[...] tanto na essência atmosférica quanto na percepção do cidadão”. Trata-se, por vias de fato, de um artifício analítico na busca da compreensão do todo, conforme explica Monteiro (2003, p. 43).

Os primeiros estudos de clima urbano desenvolvidos por Monteiro na década 1970 foram na seara do canal dos “Meteoros do Impacto”, mais especificamente voltados à compreensão do impacto pluvial concentrado e a desorganização do espaço metropolitano em São Paulo. Este rumo inicial foi induzido pelas limitações do capital humano e técnico-instrumental existentes naquele contexto, embora fosse de interesse e prioridade maior as investigações do campo térmico, “asfixiado” também pela grandiosidade e complexidade do organismo urbano da metrópole que impunha dificuldades operacionais (MONTEIRO, 1990b).

Ciente das dificuldades impostas pelas parcas condições técnico-instrumentais e orçamentárias da sua época, Monteiro advogava em favor da necessidade de recorrer a equipamentos singelos e discretos de observação e mensuração dos atributos do clima necessários à análise climática urbana. Acreditava que a singeleza instrumental poderia ser compensada pela multiplicação de pontos amostrais, rigor técnico e lógico no ato da investigação e cuidados especiais na avaliação dos resultados. Com otimismo, alegava que, em último caso, poder-se-ia obter um acervo de informações introdutórias e levantamento de hipóteses (MONTEIRO, 1990b).

Em suma, Monteiro propôs com o S.C.U. um modelo teórico⁷ e abriu perspectivas de estudo do clima das cidades brasileiras, propondo entendê-lo como um ente sistêmico, complexo, aberto, adaptativo, que recebe, distribui e emana energia por meio das interações entre os subsistemas que lhe formam. A partir dele, os estudos de clima urbano nas cidades brasileiras se multiplicaram em decorrência da possibilidade teórica-metodológica concreta de fazê-los, como destaca Minaki (2014).

A opulência e espessura das suas contribuições vão para além da capilaridade do arcabouço teórico e metodológico produzido. Perpassa a ousadia dos esforços de investigar o clima das cidades tropicais à luz de reflexões teóricas provenientes não apenas dos países centrais, cujas realidades climáticas e urbanas destoam das brasileiras. Perpassa também os estímulos dados aos pesquisadores, diante da falta de recursos e infraestrutura tecnológica necessárias à efetivação das pesquisas do clima urbano, em sentido contrário a um possível complexo de inferioridade (MONTEIRO, 1990b).

Ugeda Junior e Amorim (2016) realizaram reflexões sobre os desígnios teóricos e metodológicos do S.C.U. após 40 anos de sua publicação, sua aplicabilidade na Climatologia Geográfica Brasileira e os avanços técnicos alcançados nos últimos anos que têm influenciado os trabalhos atuais.

⁷ Embora ele prefere assim não se referir, para não transparecer uma “receita” (MONTEIRO, 1990b).

As ilações que se podem extrair após cerca de 40 anos da publicação do S.C.U. é que, do ponto de vista teórico-metodológico, praticamente não houve significativas alterações do que foi preconizado por Monteiro. Já do ponto de vista técnico e das representações espaciais dos atributos climáticos investigados, diversas alterações ocorreram. Isso se deve à evolução e popularização dos instrumentos de coleta de dados (como os registradores automáticos), além dos avanços no sensoriamento remoto, cujas técnicas vêm sendo apropriadas pelos pesquisadores da Climatologia Urbana (UGEDA JUNIOR e AMORIM, 2016).

Mendonça (2003a) lembra que a partir da década de 1990 as estações meteorológicas automáticas, as imagens de satélite e os sensores eletrônicos passaram a ser mais largamente empregados nos estudos de clima urbano no Brasil.

Ressalta-se junto aos autores citados que os registradores automáticos, e o maior acesso a eles, possibilitaram a obtenção de parâmetros climáticos em locais de difícil acesso e permanência do pesquisador, em áreas urbanas (UGEDA JUNIOR, 2012; QUINA, 2016) e não urbanas (ARMANI, 2009; LIMA et al., 2011; UGEDA JUNIOR, 2012; ALVES, 2015), a partir da fixação e constância dos equipamentos em campo sem a necessidade de uma pessoa ao lado dos mesmos para operá-los.

Ainda sobre os registradores automáticos, Ugeda Junior e Amorim (2016) sublinham que eles permitiram um salto qualitativo na compreensão dos climas urbanos, uma vez que possibilitou a redução no intervalo de tempo entre uma leitura e outra (na fração de minutos) e obtenção de registros ao longo de 24 horas do dia. A ampliação da produção de dados primários em diferentes pontos de coleta e a possibilidade de acompanhar a miúde a variação e duração dos tipos de tempo, têm possibilitado melhores compreensões acerca das repostas climáticas dos espaços.

O uso de informações obtidas pela técnica do sensoriamento remoto por satélites artificiais e por “Veículos Aéreos Não Tripulados” (VANTs) tem possibilitado significativos avanços nos estudos de clima urbano. As imagens termiais de alta resolução espacial estão contribuindo para a melhor compreensão do comportamento térmico da superfície, sobretudo em grandes áreas, numa perspectiva panorâmica. Além disso, os produtos do sensoriamento remoto vêm colaborando para o entendimento da complexidade do espaço urbano, por auxiliar na classificação do uso e ocupação da terra, identificação de áreas verdes, classificação dos materiais construtivos e suas respostas espectrais (UGEDA JUNIOR e AMORIM, 2016).

A evolução dos *softwares* dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tem possibilitado o processamento conjunto de uma gama de dados climatológicos, contribuindo,

dessa maneira, para o entendimento holístico dos fatos a partir de distintas variáveis associadas, tais como incidência da radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar, variações altimétricas do relevo, exposição e declividade de vertentes, rugosidade das edificações, albedo, porções de áreas livres e verdes, fluxo de automóveis, largura das vias.

A importância da incorporação das novas tecnologias nos estudos de clima no Brasil, nas áreas urbanas e não urbanas, é alarmada por Sant'Anna Neto já em 2002. Segundo ele, observava naquela época, sobretudo por parte dos seguidores das propostas de Monteiro, determinada dificuldade de incorporar as novas tecnologias derivadas, por exemplo, da Meteorologia. Isso, assinala o autor, até mesmo porque certos pesquisadores subestimam o papel que tais tecnologias desempenham no aperfeiçoamento do instrumental climatológico (SANT'ANNA NETO, 2002).

Infere-se que as provocações de Sant'Anna Neto (2002) no que tange à relevância da apropriação das novas tecnologias seja no sentido abordado por Souch e Grimmond (2006)⁸. Ou seja, trata-se da possibilidade de ampliar os horizontes explicativos dos fenômenos climáticos de interesse social contemporâneo a partir dos modernos instrumentos e técnicas de análise.

Ainda sobre o assunto, faz-se necessário destacar que não se trata de uma fé cega nas novas técnicas e aparelhagem em detrimento do arcabouço teórico e instrumental tradicional, quanto às possibilidades de compreensão que ofertam aos estudos do clima das cidades. Afinal, como se observa em Assis et al. (2016), o uso de instrumentos tradicionais pode se revelar mais apropriado no emprego de certas técnicas e obtenção fidedigna de dados climatológicos do que os modernos. Trata-se, antes sim, de não permanecer à deriva do conhecimento produzido em outros campos do saber, com pena de entrar em um processo de estagnação, como alerta Sant'Anna Neto (2002).

As análises recentes de Ugeda Junior e Amorim (2016) na esfera da Climatologia Urbana, no que tange a seus avanços, parecem confortar os anseios de Sant'Anna Neto (2002), mesmo que parcialmente.

⁸Com base em trabalhos de clima urbano publicados em língua inglesa entre os anos de 2004 e 2005, destacam as novas possibilidades de análises e compreensões que estão emergindo a partir do uso das novas tecnologias. Segundo eles, a exemplo, observa-se nos últimos anos o retorno do interesse em discutir a umidade relativa do ar e a precipitação nas áreas urbanas. O fato é motivado pelas novas tecnologias de quantificação da chuva por radares, que permitem a precipitação – altamente variável no espaço – ser mais facilmente mensurada e interpretada, dado à abrangência espacial e precisão das novas tecnologias. Atentos a essa advertência, os autores reiteram a relevância do enfoque emergente, uma vez que praticamente todas as atividades humanas envolvem geração de umidade e calor, como observa-se nos sistemas de refrigeração, queimada de combustíveis fósseis, irrigação da vegetação urbana (principalmente em bairros residenciais e parques para lazer).

Tendo em vista as discussões realizadas, observa-se que a Climatologia Urbana Brasileira avança numa cadência bipartida. Do ponto de vista teórico nota-se que seus avanços se dão em ritmos mais lentos⁹, afinal, encontra-se majoritariamente circunscrito ao que foi preconizado por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. Já do ponto de vista metodológico-instrumental, na esfera do fazer, observa-se que os avanços se dão em ritmos mais dinâmicos, em decorrência da incorporação das novas tecnologias e instrumentos de coletas de dados às análises realizadas.

Uma vez analisado o despontar da Escola de Climatologia Urbana Brasileira e o fastígio de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro no âmago da sua estruturação, bem como o cenário que se encontra – eivado por seus postulados –, faz-se mister avançar na compreensão dos fundamentos do clima urbano, a fim de melhor compreender “que clima é esse”.

3.2. Fundamentos do Clima Urbano

3.2.1. Que Clima é Esse!

Na perspectiva de Mendonça (2003b) o clima urbano é a condição climática da cidade, fruto das modificações na paisagem natural em decorrência da implantação de um ambiente construído pelo homem, palco das suas atividades.

Landsberg (2006, p. 96), em sua síntese sobre o clima urbano, considera que as mudanças climáticas locais induzidas pela urbanização ocorrem por três causas básicas, sendo elas: “alteração na superfície” (drenagem de lagos e pântanos; retirada da cobertura vegetal; introdução de pedras, tijolos e concreto; dotação de estruturas que servem de obstáculos à passagem dos ventos), “produção de calor pela própria cidade” (metabolismo de massa de animais e seres humanos; calor liberado por indústrias, casas e veículos) e “alteração da composição atmosférica” (adição de gases e material sólido no ar).

Monteiro (1990c) explica que o clima urbano é fruto do fenômeno de transformação de energia, na relação integrada e dinâmica entre o ar atmosférico e o ambiente urbano edificado pelo homem. As comparações das diferenças (produzidas) entre o “ar comprometido” com a

⁹ Não se afirma aqui haver uma inércia, pois, tal afirmação demandaria revisões mais abrangentes do estado da arte, o que extrapola as arestas desta pesquisa.

dinâmica e o tecido urbano e aquele considerado “ar livre”, são cruciais para a compreensão e entendimento da intensidade desse fenômeno.

A relação integrada e dinâmica referida anteriormente ocorre porque “[...] a atmosfera não está simplesmente sobreposta à superfície terrestre”. Há uma verdadeira interação entre os dois e uma das consequências disso é a participação de ambos nas características dos atributos do clima na baixa troposfera (JARDIM, 2007, p. 8).

Voltando a Monteiro (1990a, p. 75; 2003, p. 9), e como dito nas páginas anteriores desta obra, para ele, o clima urbano é definido como “[...] um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”.

A definição de Monteiro está amalgamada à preocupação de assumir o clima urbano como um sistema aberto, passível de mobilidade espacial e temporal. Ao se referir a urbanização, que para Monteiro é “[...] o processo de implantação humana concentrada sobre um dado lugar – quer-se chamar a atenção para a mobilidade do fato urbano” (MONTEIRO, 1990c, p. 75).

O sistema aberto clima urbano é constituído pela atmosfera e tudo que não é atmosférico, mas que se concretiza no espaço urbano, incluindo o homem e demais seres vivos. Não se confundi com a cidade em si mesma, que também pode ser considerada um sistema aberto em toda a sua complexidade urbana (MONTEIRO, 2003).

O clima urbano é um sistema aberto devido à constante troca de matéria e energia da cidade com o ambiente ao qual está inserida, nunca estando em perfeito estado de equilíbrio. É influenciado pelos fluxos de entrada de energia provenientes do ambiente, e também o influencia, por meio de saídas energéticas. No entanto, as alterações de energia provocadas pelo sistema podem retornar ao próprio sistema através da retroalimentação. Dessa forma, as ações sociais que agregam energia e matéria ao ambiente podem retornar à própria sociedade, uma vez que a sociedade é parte integrante do sistema (UGEDA JUNIOR e AMORIM, 2016).

Enquanto sistema aberto, o clima urbano é alimentado pela energia térmica oriunda da fonte primária de energia da Terra, o Sol. Essa energia é assimilada e redimensionada no interior do sistema pelos elementos e as dinâmicas que caracterizam a cidade, através das diferentes formas de uso e ocupação da terra, grau de verticalização das edificações, fluxos de pessoas e veículos que passam a influenciar na reflexão e absorção da energia, dissipação de calor por atrito do vento e na produção de calor. Sendo assim, o homem, enquanto elemento formador desse sistema, tem papel preponderante na sua constituição, dado aos padrões de comportamento dos habitantes da cidade e implementação de componentes físicos no espaço

urbano por eles engendrados, expressões da realidade socioeconômica local (MONTEIRO, 2003).

Essa é, aliás, a visão de Ugeda Junior (2012) sobre esse mesmo assunto. Segundo ele, o clima urbano surge da própria organização sociocultural vigente nas cidades, na qual o homem elege certas premissas econômicas em detrimento da qualidade ambiental.

O espaço urbano criado pelo homem, que assimila, redimensiona e libera energia e matéria ao ambiente que está inserido (MONTEIRO, 1990b; 2003), altera o clima local antes existente e, segundo Oke (1978), dá origem a dois níveis (estratos) atmosféricos sobre a cidade: a Camada Limite Urbana (*Urban Boundary Layer – UBL*) e a Camada de Cobertura Urbana (*Urban Canopy Layer – UCL*), como pode ser visto na Figura 1.

A Camada Limite Urbana (*UBL*) e a Camada de Cobertura Urbana (*UCL*) se formam porque o processo de urbanização produz significativas mudanças nas características naturais da superfície e transforma as propriedades atmosféricas de uma região, no que se refere aos aspectos radiativos, térmicos, higrométricos e aerodinâmicos. Sendo assim, à medida que o ar em movimento advectivo (horizontal) flui do campo para a cidade, encontra uma diferente condição, inclusive de maior “rugosidade” da superfície, que provoca redução na velocidade dos ventos e aumento da turbulência do ar (Figura 1), (OKE, 1978).

A Camada Limite Urbana (*UBL*) – ou camada limite da influência urbana (FIALHO, 2009) – diz respeito a parcela de ar compreendida acima do nível médio dos telhados até cerca de 100 a 2000 metros de altura do chão. Recebe calor proveniente das superfícies aquecidas (telhados, por exemplo), dos “vales urbanos” e das atividades antrópicas, que além de calor, também liberam poluentes e umidade. Logo, a extensão dessa camada de mistura depende da capacidade (força) de influência da superfície urbana (e sua dinâmica) na composição vertical da atmosfera. Por isso, a altura não é constante com o tempo. Ao dia, se estende para cerca de 1000 a 2000 metros, devido ao aquecimento da superfície pelo Sol, maior atividade urbana e as transferências ascendentes de calor, umidade e partículas. À noite, pode encolher para cerca de 100 metros, devido ao resfriamento da superfície e menor atividade urbana. É um fenômeno que se localiza a partir da escala local à mesoescala (Figura 1), (OKE, 1978).

Segundo Fialho (2009), pode-se dizer que a Camada Limite Urbana (*UBL*) possui um perfil térmico vertical diferente do verificado nas áreas rurais, dado ao fluxo de calor sensível ou antropogênico proveniente da Camada de Cobertura Urbana (*UCL*).

Por sua vez, a Camada de Cobertura Urbana (*UCL*) – ou camada intraurbana (FIALHO, 2009) – diz respeito a parcela de ar compreendida entre o chão e o nível médio dos telhados,

produzida por processos que arrolam em microescala, ao nível das ruas (Figura 1), (OKE, 1978).

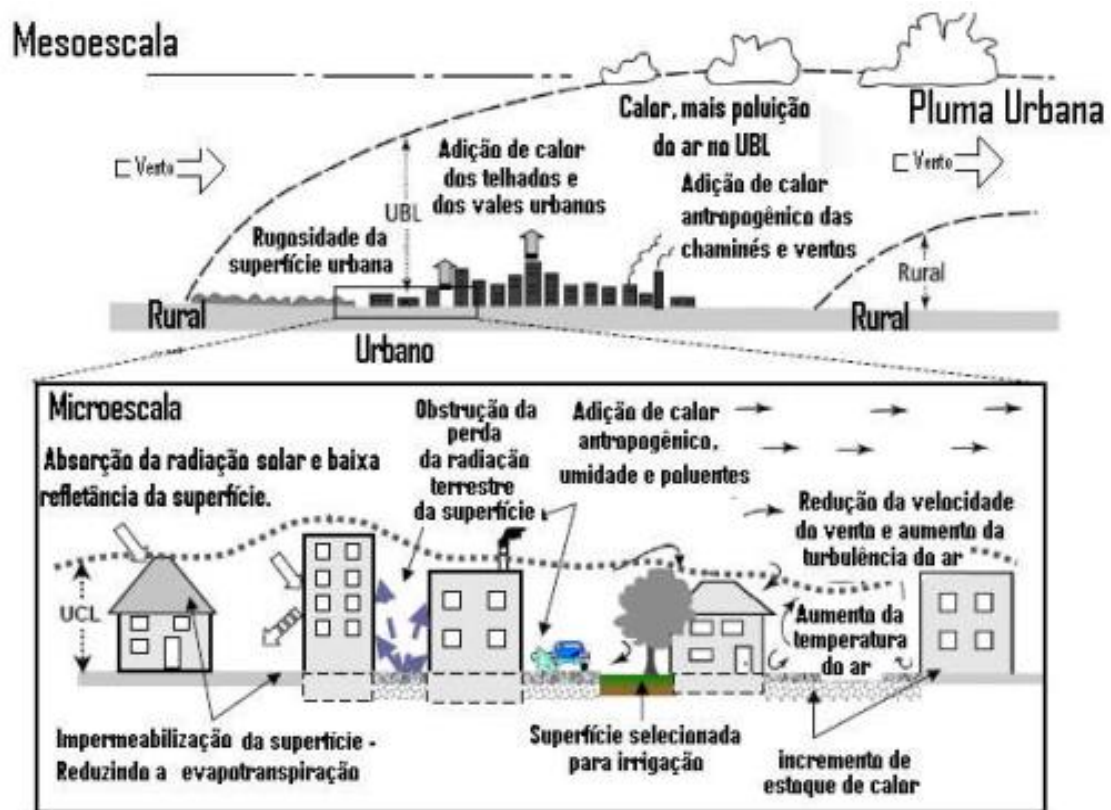


Figura 1. Camada Limite Urbana (Urban Boundary Layers - UBL) e Camada de Cobertura Urbana (Urban Canopy Layer - UCL) propostas por Oke (1978).

Fonte: Fialho (2009, p. 68).

A Figura 1, no que tange à Camada de Cobertura Urbana (UCL), permiti melhor visualizar o que descrevem Barry e Chorley (2013, p. 415). Segundo eles, a geometria urbana decorrente da existência de prédios em paralelos, propicia o aprisionamento da energia nos primeiros metros de altura da atmosfera, pela “[...] reflexão múltipla da radiação de ondas curtas, bem como pela ‘visão do céu’ reduzida, que diminui a perda da radiação infravermelha”.

As considerações de Barry e Chorley estão em comunhão com as de Landsberg (2006). Para este, o calor armazenado pela massa dos edifícios e pavimentos é, em parte, irradiado um nos outros mais do que em direção ao céu, por isso, dissipado vagorosamente para o alto da atmosfera.

A mais lenta dissipação do calor é ainda favorecida pela menor velocidade dos ventos no interior da cidade devido á rugosidade da superfície, quando comparada à velocidade média registrada nos espaços abertos, o que potencializa o saldo positivo de energia nas áreas construídas (GEIGER, 1961; BARRY e CHORLEY, 2013). Sendo assim, a influência

mecânica que a cidade exerce no campo de vento, implica também numa influência térmica (LANDSBERG, 2006).

Nesta vereda, acerca dos ventos nas áreas urbanas e sua relação com a temperatura do ar, Katzschner e Thorsson (2009) afirmam que a redução da velocidade média dos ventos demonstra ser percebida de modo positivo por pessoas que moram em regiões de clima temperado, mas percebida de modo negativo por aqueles que moram em regiões de clima mais quente, haja vista poder minimizar ou intensificar o desconforto térmico, respectivamente.

A constatação de um clima urbano específico, ou modificações singelas na atmosfera urbana, não devem ser associadas unicamente a algo negativo, comprometedor da qualidade de vida, por via de regra. Por exemplo, nas áreas polares, subpolares ou temperadas o acréscimo de calor e redução na velocidade dos ventos pela urbanização podem diminuir os impactos causados à qualidade de vida. Da mesma forma, pode-se considerar o aumento das taxas de umidade relativa do ar, através da criação de superfícies hídricas, nas cidades localizadas em regiões áridas. Contudo, tais modificações devem ocorrer de maneira intencional e planejada, de acordo com as características do meio ao qual as cidades estão inseridas (UGEDA JUNIOR, 2012).

No caso brasileiro, a existência de uma atmosfera substancialmente modificada pelo tecido urbano e suas dinâmicas quase sempre representa problemas à qualidade de vida dos cidadãos. Haja vista que, de modo geral, as modificações observadas não foram precogitadas, pois o planejamento urbano, quando existente, é sobretudo guiado por premissas econômicas, em detrimento das premissas sociais e ambientais (UGEDA JUNIOR, 2012).

Jardim (2010, p. 18) pondera que os estudos de clima urbano devem sempre buscar a compreensão de como a atmosfera urbana modificada influencia nos cidadãos e na organização espacial de certos fenômenos¹⁰, “[...] mesmo que for para chegar à conclusão de que o problema, quando existe, nem é tão relevante assim”.

Segundo o autor antes citado, não cabe estudar o clima das cidades para apenas compreender o clima das cidades. O importante não é o quanto uma área é mais quente ou mais fria que outra, e sim o que pode daí resultar, como bem destaca:

Uma variação de 5°C pode implicar, dependendo das condições iniciais de temperatura e umidade do ar, uma variação superior a 20% de umidade relativa do ar. E o ar mais seco comporta uma quantidade maior de material particulado, quando abaixo de 60% começa a provocar irritação na mucosa do nariz e faringe, o ambiente

¹⁰ Em sua tese de doutorado (JARDIM, 2007), o autor desenvolve essa provocação e cita exemplos, como doenças derivadas da inalação do ar poluído, bem como os esforços realizados pelo professor Francisco Mendonça em sua tese de livre docência na correlação de dados estatísticos entre clima e criminalidade.

mais seco favorece a proliferação de formigas e cupins, dentre outras modificações acompanhadas (JARDIM, 2010, p. 19)

As variações de temperatura verificadas no ambiente urbano e seus arredores, constituem indícios de transformação da atmosfera urbana, e devem ser vistas na perspectiva de uma gama de relações (JARDIM, 2007). Nem sempre são produzidas pela cidade e sua dinâmica. Podem ser fruto de vários componentes do ambiente, tais como os atributos do sítio (altitude, orientação das vertentes, dimensão dos vales, etc), sistema atmosférico reinante, advecção do ar e etc. (JARDIM, 2007; 2010).

Sendo assim, faz-se relevante dialogar acerca do assunto, mais especificamente da relação entre sítio e clima urbano, à luz daqueles que já se debruçaram sobre a temática e legaram conhecimentos.

3.2.2. Sítio e Clima Urbano

As cidades são cada vez mais, a morada do homem. Também, “[...] lugar de mais efetiva interação entre o Homem e a Natureza. A partir da organização primitiva da segunda, o primeiro promove, de maneira concentrada, uma série infindável de derivações [...]” que culminam na massa edificada urbana. Nesse processo, as condições geo-ecológicas do sítio primitivo são alteradas, amalgamadas às tramas econômicas e socioculturais, bem como ao cabedal técnico vigente nos respectivos contextos têmporo-espaciais (MONTEIRO, 2003, p. 10).

O sítio “[...] traduz as características do ambiente, ao nível da superfície terrestre e, ao mesmo tempo, localiza o objeto [...]” de estudo da climatologia urbana (JARDIM e FERREIRA, 2005, p. 7100). É o espaço físico sobre o qual a cidade se concretiza; condicionante das múltiplas configurações climáticas existentes no interior da malha urbana (MENDONÇA, 2000; ROSSATO, 2010). Para Monteiro (1990a), o sítio traz os caracteres geo-ecológicos do lugar e serve à materialidade da cidade.

Geiger (1961) adverte que o clima da cidade depende em grande parte da condição topográfica que encerra, uma vez que exerce influência significativa nos parâmetros climáticos. Segundo ele, núcleos urbanos localizados em áreas de fundo de vale, abrigados dos ventos, apresentarão naturalmente diferenças climáticas mais significativas em relação às suas adjacências do que se estivessem localizados numa área plana, exposta aos ventos.

Esta é, alias, a visão de Landsberg (2006, p. 97) acerca do mesmo assunto. O pesquisador considera ainda que a condição topográfica do sítio ao qual a cidade está inserida,

além de causar condições micro e macroclimáticas particulares, muito pode contribuir para a acumulação de poluentes nos baixos níveis da atmosfera. Sublinha ainda que “ventos fracos e inversões de temperatura são usualmente coadjuvantes meteorológicos dos controles topográficos”.

O arrolar da transformação do sítio urbano e a formação de um clima urbano específico, ocorrem junto ao processo de urbanização. Aterros são construídos para atender forças econômicas especulativas e o crescimento horizontal da malha urbana; reservatórios de água são feitos para suprir abastecimentos, minimizar efeitos causados pela baixa umidade relativa do ar, induzir atividades turísticas e de lazer; acidentes topográficos são eliminados para acelerar a circulação e viabilizar a dotação de infraestruturas; espaços verdes são desfeitos para dar lugar ao concreto e ao asfalto, ou ainda, são construídos ou conservados, em áreas pontuais da cidade, como parques e jardins (MONTEIRO, 2003). Exemplos reais podem ser conferidos em cidades dentro e fora do Brasil, como destaca Monteiro (1990a, p. 81-82):

A cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, exigiu a demolição de morros (Castelo, Santo Antônio, etc) e acrescentou aterros à orla marítima, modificando substancialmente a paisagem. São Paulo construiu para o sistema hidrelétrico, todo um sistema lacustre (reservatório Billings, Guarapiranga e outros) que não existiam no quadro geoecológico primitivo. A implantação de Brasília foi acompanhada (como Camberra, na Austrália) da criação de um grande lago central. No Japão atual a escassez de terras urbanizáveis faz aumentar, as áreas de aterros (“reclaimed areas”) e até complicadas tecnologias de construção de “ilhas artificiais” para novas áreas industriais, residenciais ou até mesmo de lazer.

Isto posto, não fortuitamente Monteiro (1990a) chama a atenção para a importância do conhecimento do sítio e sua relação com a morfologia urbana, como subsídio ao entendimento do clima das cidades, sobretudo pela vastidão do quadro social das cidades brasileiras em um território de dimensões quase continental rico em feições topográficas.

Na visão do autor supracitado, a análise introdutória para estudo de clima urbano deve partir da observação minuciosa tanto da tipologia do sítio quanto dos modelos de morfologia urbana prevalentes, bem como da combinação que daí pode resultar. A morfologia do sítio possibilita o desenvolvimento de morfologias urbanas, como bem explica:

Não será “determinismo” ambiental constatar que o modelo concêntrico de Burgess tem amplas possibilidades de desenvolver-se em sítios de planície glacial como Chicago, onde Michigan faz da cidade mais um leque que um círculo completo. Ou melhor ainda as planícies aluviais, amplas ou centro de bacias sedimentares, como os sítios de Londres, Paris, Moscou, Dublin, e inúmeras outras cidades européias; onde e, torno do centro, observa-se os círculos concêntricos das antigas muralhas, portas ou sucessivos traçados de avenidas. Como também é verdade que, nestes sítios, a evolução urbana pode ter evoluído do concêntrico para o “setorial” e até o “multinucleado”. Difícil será encontrar um modelo concêntrico, tendo por sítio um vale encaixado e de curso zigzagueante (MONTEIRO, 1990a, p. 78).

Mendonça (2003b) infere que quanto menor o tamanho da cidade, maior será a influência do sítio urbano e da geografia circunvizinha à mesma na formação de seu clima urbano. Trata-se por vezes, segundo ele, de um microclima urbano dentro de um clima de montanha ou de área agrícola. Por isso, o estudo de clima urbano em cidades deste porte deve conferir análises geográficas detalhadas do ambiente físico da cidade e das áreas de campo ao seu redor.

Goldreich (2009), ao considerar a relação entre clima urbano e sítio a partir de outro ângulo, expressa que a “aspereza” da topografia determina o grau de envolvimento da mesma no clima das cidades, sendo tanto menor quanto mais plano for, e muitos pesquisadores ainda insistem em negligenciá-lo.

A influência que o sítio urbano infere ao clima das cidades pode obscurecer a constatação do que o ar tem de especificamente urbano, no que diz respeito aos padrões termohigrométricos. Afinal, as diferenças em relação as áreas não urbanizadas podem ser efeitos microclimáticos da topografia e posição do sítio, conforme explica Landsberg (2006).

Por exemplo, Fialho (2009) anuncia que, no Hemisfério Sul, os vales voltados para o quadrante norte são verdadeiros núcleos armazenadores de calor durante o dia; durante a noite, o resfriamento irradiativo tende a eliminar as diferenças no campo térmico. Caso uma cidade venha a se desenvolver nesta condição topográfica, poderá potencializar o armazenamento de calor ao longo do dia e retardar o processo de resfriamento noturno. Ou ainda, apresentar diferenças climatológicas em relação às suas circunscrições geográficas próximas, de topografia díspar, independente da influência urbana.

Mendonça (2003a), em alusão aos estudos de clima urbano realizados no Brasil, constatou que, ao lado do uso e ocupação a terra urbana, os pesquisadores têm se baseado na variação hipsométrica – atributo do sítio, ao lado da inclinação e orientação das vertentes, feição topográfica etc – como elemento definidor da atmosfera urbana. Tais constatações dão propósito ao que afirma Fialho (2009), que o conhecimento do sítio é pré-requisito para toda e qualquer análise do clima da cidade.

Fialho (2009, p. 53), com base em Oke¹¹, organizou a ilustração de diferentes tipos de sítios com os quais podemos nos deparar na área urbana (Figura 2), e destacou a necessidade de um entendimento mais fecundo (por parte dos pesquisadores do clima das cidades) de como a heterogeneidade do sítio, da estrutura e funcionalidade urbana influenciam nas condições

¹¹ A obra explorada por Fialho (2009) para tal foi: OKE, T. R. Towards better scientific communication in urban climate. **Theoretical and applied climatology**, Viena, v. 84, n. 1-3, p. 179-190, 2006.

climáticas urbanas. No final da década de 1980, tais apelos já eram feitos por Wanner e Ringer (1989), que destacavam haver apenas alguns artigos destinados a correlacionar efeitos topográficos e clima urbano.

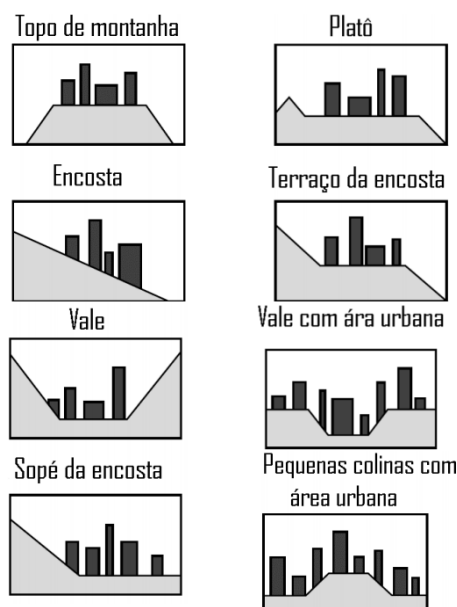


Figura 2. Tipos de sítios sobre os quais a cidade possa vir a se desenvolver.
Fonte: Fialho (2009, p. 53).

A orientação e inclinação das vertentes, bem como a sua posição geográfica face ao movimento aparente do Sol, pode vir a modificar o balanço de energia por meio do efeito de sombreamento de encosta, produzindo diferenças térmicas no espaço urbano inerentes à cidade. Ademais, vertentes sombreadas durante o dia se resfriam mais rapidamente do que aquelas não sombreadas (FIALHO, 2009).

Os sítios convergentes (Figura 3), com feições topográficas predominantemente em forma de vales, tal como se verifica nos Domínios dos Mares de Morros Florestados (AB’SABER, 2003), são passíveis de condicionar sistemas de brisas que dinamizam a circulação atmosférica terciária, em condições de tempo com ausência de ventos e de baixa nebulosidade. Durante a noite o ar frio tende a ser drenado para o fundo do vale (brisa de montanha) e ali se acumular, gerando a piscinas de ar frio e alimentando (ou formando) o nevoeiro¹². Já durante o dia a dinâmica se inverte e o ar se desloca em fluxos ascendentes, do

¹² Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 65), “[...] o nevoeiro, também conhecido como neblina e cerração, constitui-se numa nuvem muito baixa e/ou em contato com o solo, formada por gotículas d’água”. Tal definição está alinhada à de Toppmair (1998, p. 29), que enfatiza não haver diferença entre nevoeiro (neblina) e nuvem, o que varia apenas é a posição do observador. Nas áreas urbanas, onde se tem maior aglomeração de pessoas, a ocorrência de nevoeiro pode agravar a insalubridade do ar, pois ao contrário das chuvas que tem ação limpadora, o nevoeiro provoca a concentração de partículas em suspensão. Já nas áreas não urbanas, porém

fundo para o topo dos vales (brisa de vale) (FIALHO, 2009). Wanner e Ringer (1989), ao descreverem os principais efeitos mecânicos e térmicos da orografia sobre a atmosfera urbana, destacam que tais sistemas de ventos diurnos são os mais influentes no clima das cidades.

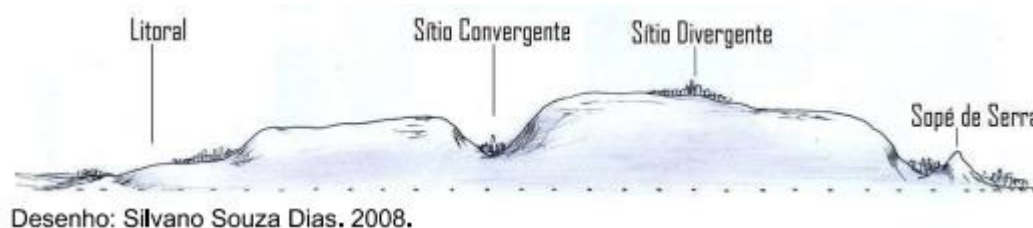


Figura 3. Representação de um sítio convergente e divergente.
Fonte: Fialho (2009, p. 53).

Nas áreas de topografia deprimidas e urbanizadas, o resfriamento nas noites de inverno, somado ao acúmulo de ar frio por brisas de montanha, pode levar ao desconforto térmico dos indivíduos ou a um maior consumo de energia para aquecer os ambientes, bem como ofuscar o desenvolvimento da ilha de calor. As condições de tempo favoráveis a ocorrência de brisas de montanhas e ilha de calor são as mesmas, o que potencializa a interferência de um fenômeno em outro, de repercussões térmicas antagônicas (FIALHO, 2009).

Wanner e Ringer (1989) apresentam um modelo hipotético da interação dos “ventos geostrófico” (V_g)¹³ com a atmosfera urbana (Figura 4), por ação das brisas diárias. Segundo eles, durante a noite, com a pluma urbana menos desenvolvida verticalmente, os poluentes ficam concentrados junto à camada de ar que envolve a cidade. Os “ventos geostrófico”, em movimento advectivo sobre a cidade, tem o seu perfil modificado pela rugosidade da superfície edificada, bem como são carregados para o interior da cidade por arraste induzido pelos fluxos catabáticos, misturando-se com a atmosfera urbana por penetrá-la, deixando de ser “geostrófico”, no sentido dado pelos autores. Já durante o dia, a pluma urbana se apresenta mais bem desenvolvida verticalmente, e por isso propicia modificações no perfil dos “ventos geostrófico” nos patamares acima de 1km de altura. Ademais, os fluxos de ventos anabáticos

cortadas por rodovias, pode provocar acidentes com perdas materiais e vidas humanas por causar redução da visibilidade para até 1 km, como foi demonstrado para o estado de São Paulo. O nevoeiro pode estar associado aos processos de perda de temperatura do ar por radiação (nevoeiro de radiação), comum de ocorrer nos vales, bem como por ventos ascendentes ou descendentes em áreas de relevo acentuado (TROPMAIR, 1998). Por isso, as brisas de montanha podem alimentar ou formar nevoeiros nas partes deprimidas do relevo.

¹³ Segundo Barry e Chorley (2013, p. 145-146) o vento geostrófico é idealizado. Ocorre na atmosfera livre, acima da zona afetada pelo atrito causado pela rugosidade da superfície, que pode variar entre aproximadamente 500 e 1000 metros. Em tese, sopra paralelo às isóbaras em função do equilíbrio entre a força do gradiente de pressão e a deflexão decorrente da força de Coriolis, que atua diametralmente na posição oposta à força de gradiente. Por ser uma “apelação física”, estima-se que Wanner e Ringer (1989) utilizaram o conceito de “vento geostrófico” enquanto artifício analítico para o ar livre, não influenciado pela rugosidade da superfície, sobretudo urbana.

(ascendentes ao longo da encosta) carregam consigo o ar comprometido com a cidade para as camadas superiores do relevo, promovendo a interação deles com os “ventos geostrófico” nas áreas periféricas à cidade.

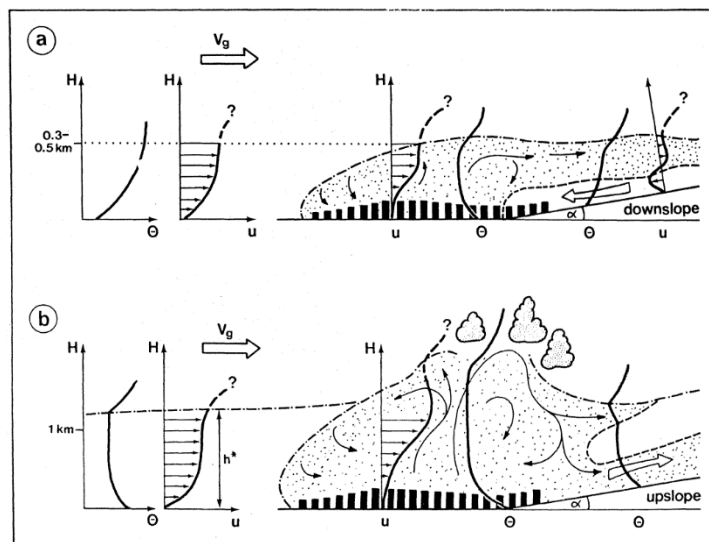


Figura 4. Modelo hipotético da interação entre "ventos geostróficos" e atmosfera urbana, durante a noite (a) e durante o dia (b).
Fonte: Wanner e Ringer (1989, p. 27).

As funções urbanas e o potencial de derivação climática que possuem são redimensionados de acordo com as características do sítio, tal como exemplifica Monteiro (1990a, p. 81):

Uma fábrica de cimento, por exemplo, localizada numa cidade do planalto, de topografia aberta a ventilação – mesmo numa cidade de grande porte – afora a dispersão ou difusão das emissões sobre o corpo geral da cidade, terá efeitos muito menores do que se instalada em um pequeno núcleo urbano num fundo de vale encaixado. Enquanto o porte ou extensão das duas cidades dependeria, em suas relações sítio-edificação, por diferenças potenciais no “campo térmico”, o pequeno núcleo do vale, graças a função industrial – e o tipo de emissão poluidora da fábrica de cimento aliado ao vale – dotaria o pequeno núcleo de um “atributo” tido como de urbano, a despeito do seu porte embrionário.

É por razões como essas que se insiste na importância do conhecimento das feições topográficas do sítio, indutor de diferenças microclimáticas entre pequenas distâncias intraurbanas (FIALHO, 2009).

Geiger (1961) já dizia que os estudos antigos, que buscavam definir as características do clima das cidades por comparação de dados registrado simultaneamente dentro e fora das áreas urbanas, só dificilmente conseguiam eliminar a influência que o sítio e a vegetação exerciam nas grandezas observadas. Logo, os desafios que o sítio impõe aos pesquisadores que

se enveredam na Climatologia Urbana, demonstram acompanhar a história deste campo do saber.

No que tange ao atributo altitude do sítio urbano, as medições dos parâmetros climáticos tomadas numa mesma faixa de elevação vêm a ser uma alternativa metodológica aplicável. No caso em que as disparidades altimétricas não podem ser ignoradas, uma alternativa é considerar o gradiente térmico vertical do ar (GOLDREICH, 2009). Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), tal gradiente, em média, é $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, para o ar úmido, pois depende do conteúdo de umidade e da temperatura do ar.

Fialho (2009) ao desenvolver pesquisa sobre a ilha de calor na cidade de Viçosa-MG se defrontou com as dificuldades impostas pelo sítio, uma vez que não foi possível distinguir em todos os momentos a influência da cidade e do sítio (efeitos mecânicos e térmicos da orografia) nos valores de temperatura e umidade observados em campo, ao longo de um percurso campo-cidade. O autor se questionou se as diferenças térmicas mensuradas eram apenas reflexo do aquecimento diferenciado das vertentes ao longo do dia, em função da exposição das mesmas ao Sol. Sendo assim, por vezes, valia-se do conceito de núcleo de calor (discutido adiante) e não o de ilha de calor.

Não é a esmo que Goldreich (2009) exalta a influência exercida pela topografia como uma “dificuldade” a ser vencida nas pesquisas de Climatologia Urbana. Quando abarcadas são, sobremaneira, mais ao plano qualitativo do que quantitativo.

Em suma, o sítio urbano denuncia as expressões do relevo ao qual a cidade está inserida e atua como “redimensionador” de energias na escala local. A água da chuva tem sua energia cinética de escoamento superficial redimensionada em função das características da superfície, podendo ser potencializada em áreas íngremes e desestimulada em áreas de menor declividade. A energia solar, vem a ser redimensionada pelas faces de exposição das vertentes, que propiciam áreas sombreadas ou mais bem iluminadas, e assim afetam os padrões termohigrométricos, sobretudo nos microclimas. As disparidades altimétricas, por sua vez, somadas as faces de exposição das vertentes, fomentam a existência de ambientes mais ou menos quentes, uma vez que a temperatura do ar decresce com a altitude (ALVES, 2015). Logo, a análise atenciosa do sítio urbano subsidia a compreensão do comportamento das grandezas climáticas em estudo.

Os artefatos artificiais que constituem a cidade também assimilam e redimensionam energias, devido às suas propriedades térmicas e interferências que provocam na circulação do

ar. Dessa maneira, juntamente com as atividades antrópicas geradoras de calor que arrolam em seu interior, interferem no balanço de energia e acentuam a complexidade dos climas urbanos.

3.2.3. O Balanço de Energia no Campo e na Cidade

Segundo Fialho (2009) o balanço de energia consiste no ritmo de ganho e perda de energia solar. É influenciado pela inércia térmica, calor específico, capacidade térmica, albedo dos objetos constituintes do espaço, dentre outros fatores.

A inércia térmica é a força que limita o ganho e a perda de calor de uma determinada substância ou corpo. Sendo assim, quanto maior for a inércia térmica, menor será a variação da temperatura. As cidades são constituídas de objetos de menor inércia térmica comparado ao campo, onde verifica-se maior presença de áreas verdes (JARDIM, 2007; UGEDA JUNIOR, 2012). Neste sentido, Pimentel (2010) salienta a importância da vegetação como elemento inibidor de elevados contrastes térmicos, uma vez que faz aumentar a inércia térmica do ambiente, o que implica numa menor oscilação da temperatura do ar.

O calor específico diz respeito a quanto de energia que uma substância/componente (ferro, cimento, asfalto, água, etc) precisa ganhar ou perder para variar a temperatura em 1°C, por unidade de massa. De maneira geral, o calor específico das substâncias/componentes que constituem a cidade é menor do que aqueles que constituem o campo. A esse respeito, Jardim (2007, p. 154) oferece um exemplo explicativo, ao comparar o concreto (largamente utilizado na construção civil) com a água do mar (de calor específico próximo ao do povoamento vegetal). Segundo ele

O concreto requer 2200 kJ [...] para elevar em 1,0°C a temperatura de 1 m³ de material, enquanto que a água do mar necessita de 4190kJ. Portanto, a água necessita de quase o dobro do calor que um volume igual de concreto para obter o mesmo grau de aumento de temperatura. Logo, percebe-se que as propriedades termodinâmicas dos materiais que compõem o tecido urbano, massa edificada, vegetação, superfícies pavimentadas ou não, influem na quantidade de energia térmica acumulada e irradiada para a atmosfera, condicionando, até certo ponto, a temperatura nesses ambientes microclimáticos e topoclimáticos.

A capacidade térmica é o quanto de energia um corpo (estrutura de ferro, parede de cimento e ferragem, avenida asfaltada, lagoa, etc) precisa receber ou perder para variar sua temperatura em 1°C. É produto da densidade de massa (Kg/m³) pelo calor específico (J/Kg.K) dos materiais que o formam. Quanto menor a capacidade térmica de um corpo, menor será a quantidade de energia necessária para que ele se aqueça em 1°C. Ou ainda, um corpo de baixa

capacidade térmica se aquece, se resfria e efetua trocas de calor mais rápido com o meio. De maneira geral, a capacidade térmica dos copos presentes na cidade é menor comparada a dos corpos presentes no campo (JARDIM, 2007; UGEDA JUNIOR, 2012). Sendo assim, as superfícies urbanas se aquecem e se resfriam mais rapidamente, “[...] ao contrário das áreas rurais onde a porcentagem de radiação absorvida é elevada, embora os valores de capacidade térmica sejam baixos dado ao elevado calor específico do povoamento vegetal (próximo ao da água)” (JARDIM, 2007, p. 63).

A radiação incidida em um corpo pode ser refletida, absorvida ou transmitida, de acordo com as suas propriedades físicas. O Albedo é a propriedade física que caracteriza a capacidade que um corpo tem de refletir a radiação solar que nele incide. Varia segundo a cor e constituição, sendo tanto menor quanto mais escuro for a cor. Superfícies ou corpos de elevado albedo (dado em porcentagem) absorvem menos a energia que neles incidem, uma vez que parcelas significativas desta energia é refletida (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

As áreas abarcadas pela cidade possuem, de modo geral, albedo menor que as áreas abarcadas pelo campo, e por isso, são capazes de absorver e armazenar maior quantidade de energia¹⁴ (JARDIM, 2007; UGEDA JUNIOR, 2012). Mello et al. (2009) corroboram neste assunto ao explicarem que áreas dotadas com objetos de menor albedo contribuem para a permanência do calor no ambiente de entorno, o que repercute no aumento da temperatura do ar.

O ar na Troposfera se aquece de os níveis inferiores para os superiores, a partir da radiação de onda longa emitida pela superfície. Desta maneira, a atmosfera urbana encontra-se submetida ao calor armazenado e liberado nos materiais construtivos da cidade, que interferem nas taxas de ganho e perda de energia, ocasionando noites mais quentes em relação ao entorno imediato não edificado (UGEDA JUNIOR, 2012).

Landsberg (2006), ao comparar a dissipação do calor das áreas urbanas com a das áreas abertas esverdeadas, constituídas de grama, afirma que estas últimas se resfriam mais rapidamente, enquanto a cidade se resfria em ritmos lentos, uma vez que o calor retido pela massa dos edifícios e pavimentos é irradiado uns nos outros, às vezes mais do que em direção ao céu. Não por acaso as temperaturas mínimas são, de modo geral, menores no campo que na cidade, sobretudo em condições de estabilidade atmosférica, com poucas nuvens.

¹⁴ Barry e Chorley (2013, p. 414) salientam que um complexo de arranha-céus pode absorver até seis vezes mais radiação incidente que áreas agrícolas.

Fialho (2009, p. 61), por seu turno, assevera também ser mais vagaroso o resfriamento do ar dentro da cidade do que no ambiente de campo ou com menor densidade de construção urbana. Segundo ele, à noite, o campo e a cidade perdem calor por irradiação para a atmosfera. Entretanto, a massa edificada da cidade atua como um “labirinto” ao fluxo de energia, devido à geometria das edificações, que dificulta a dissipação da mesma, aprisionando-a por mais tempo dentro da cidade.

De acordo com as afirmações expressas nos parágrafos anteriores, há de se concordar com Geiger (1961) que as alterações térmicas positivas nos espaços urbanos são decorrentes das mudanças no balanço de energia nas cidades em comparação ao campo. Os espaços relativos à cidade são mais eficientes em reter calor e apresentam ritmos de ganho e perda de energia diferentes em relação ao campo.

O balanço de energia em uma superfície sem vegetação arbórea e não urbanizada pode ser descrito como: $R_n = H + LE + G$, onde “ R_n ” é o saldo de radiação de todos os comprimentos de onda (ondas curtas recebidas, fração correspondente ao albedo das superfícies, ondas longas emitidas), “ H ” é o fluxo turbulento de calor sensível para a atmosfera, “ LE ” é o fluxo de calor latente para a atmosfera e “ G ” é o fluxo de calor para o solo (BARRY e CHORLEY, 2013, p. 393-394).

Em linhas gerais, durante o dia R_n é geralmente positivo, porque a radiação solar absorvida é maior que a radiação de ondas longas emitidas. No entanto, “[...] é equilibrado pelos fluxos turbulentos emitidos de calor sensível (H) e calor latente (LE) para a atmosfera e pela condução do fluxo de calor para o solo (G) [...]”. Durante a noite R_n é geralmente negativo, devido a emissão de ondas longas pela superfície e a ausência de chegada da radiação de onda longa. No entanto, “[...] é compensado pela condução de calor do solo (G) e o calor turbulento do ar (H)” (BARRY e CHORLEY, 2013, p. 394).

Embora a radiação de onda curta que entra na cidade possa vir a ser menor (HASENACK e FLORES, 1994; LANDSBERG, 2006) – em se tratando daquelas com elevados índices de poluição e quantidade de aerossóis presentes no ar –, há um aumento na emissividade de radiação de ondas longas nos espaços construídos, em função da temperatura de superfície ser mais elevada, devido as propriedades térmicas dos materiais (LOMBARDO, 1985; BARRY e CHORLEY, 2013). Esta realidade potencializa o saldo positivo de “ R_n ” durante o dia e faz intensificar os valores de “ H ” (fluxo de calor sensível) durante a noite (BARRY e CHORLEY, 2013).

Mesmo que a incidência de ondas curtas nas áreas abarcadas pela cidade possa ser menor, o albedo menor nestas localidades de construção civil atua no sentido de compensar esse fato (BARRY e CHORLEY, 2013).

Em contraste à cidade, as áreas de campo contam com consumo maior do saldo de radiação (R_n) por evapotranspiração, que propicia fluxos de calor latente para a atmosfera (LE), principalmente durante o dia, contribuindo para a ocorrência de menores temperaturas comparada à cidade. Sendo assim, embora as áreas rurais tenham um saldo maior de radiação durante o dia, a perda também é maior (BARRY e CHORLEY, 2013).

Nas áreas dotadas de construção civil o fluxo de calor latente para a atmosfera (LE) tende a ser menor (BARRY e CHORLEY, 2013) por fatores como a canalização fechada de cursos d'água, impermeabilização das superfícies, retirada da vegetação e aterro de áreas planas e encharcadas (brejos). Resultam daí alterações higrométricas provenientes da diminuição da evaporação e evapotranspiração, e por consequência, redução da perda de energia por transformação do calor sensível (H) em calor latente (LE), conforme exemplifica Ugeda Junior (2012). Ademais, este autor considera que:

A transformação da água do estado líquido, para o estado gasoso consome energia na forma de calor sensível e a transforma em calor latente, gerando queda na temperatura. Como na cidade a superfície impermeabilizada não retém água, a energia que seria transformada em calor latente acaba não sendo utilizada, ficando disponível na forma de calor sensível, o que intensifica o aquecimento das áreas urbanas (UGEDA JUNIOR, 2012, p. 72).

Sendo assim, a redução do fluxo de calor latente (LE) nas cidades significa que, durante o dia, parte do saldo de radiação (R_n) positivo pode ser enviado para a atmosfera na forma de calor sensível (H), em proporções maiores que nas áreas não urbanizadas (BARRY e CHORLEY, 2013).

Em síntese, Barry e Chorley (2013, p. 414) destacam que as mais altas temperaturas verificadas nas cidades em comparação ao campo resultam da interação entre os seguintes fatores:

1. Mudanças no balanço de radiação devido à composição atmosférica.
2. Mudanças no balanço de radiação devido ao albedo e à capacidade térmica dos materiais da superfície urbana e à geometria do cânion.
3. Produção de calor por construções, tráfego e indústria.
4. Redução da difusão de calor pelas mudanças nos padrões de escoamento causados pela rugosidade da superfície urbana.
5. Redução na energia térmica exigida para a evaporação e transpiração, devido ao caráter da superfície, à drenagem rápida e aos ventos com velocidade geralmente menor em áreas urbanas.

Faz-se necessário destacar que as diferenças entre campo e cidade aqui discutidas dependem da condição sinótica atuante. As particularidades climáticas locais de cada uma delas decorrem da dissemelhança dos fluxos de radiação e das trocas turbulentas que encerram. São mais intensas sob condições sinóticas de alta pressão, com céu claro e ar calmo. São menos intensas em condições sinóticas de instabilidade, com alta nebulosidade, ventos fortes e precipitação (HASENACK e FLORES, 1994).

As diferentes taxas de ganho e perda de energia acontecem na escala campo-cidade e também na intraurbana, formando os microclimas. Isso porque no interior da malha urbana, os setores e bairros da cidade são heterogêneos. Eles se diferenciam pela densidade de ocupação, grau de verticalização dos edifícios, predominância de certos tipos de materiais construtivos, fluxos de pessoas e veículos, tipo de pavimentação das vias, presença de áreas verdes; bem como pelas características geoambientais do sítio ao qual se encontram, no que se refere a altitude, forma do relevo, exposição ao Sol, declividade das encostas.

Sendo assim, a maior eficiência dos espaços edificados em reter calor, aliada as características geoambientais do sítio que podem maximizar ou minimizar tal retenção, são capazes de gerar anomalias térmicas positivas, denominadas ilha de calor, conforme discutido a seguir.

3.2.4. Ilha de Calor

A ilha de calor consiste numa área cuja temperatura do ar é mais elevada que a do seu entorno próximo, onde estão associadas as derivações antrópicas concretizadas no espaço citadino, decorrentes do uso e ocupação da terra, e os condicionantes geocológicos ali existentes (LOMBARDO, 1985).

Os avanços técnicos e metodológicos empregados na aquisição de dados da temperatura do ar levaram à identificação de diferentes tipos de ilhas de calor, como a de superfície, a vertical e a atmosférica, conforme demonstrado no Quadro 1, feito com base nas grafias de Fialho (2012). As discussões que se seguem são relativas a ilha de calor da atmosfera urbana inferior, ou simplesmente, “atmosférica” (FIALHO, 2012), no intuito de alinhar o arcabouço teórico da presente pesquisa com seus objetivos e procedimentos metodológicos.

Oke (1973) observou que a ilha de calor urbana é o efeito climático mais discutido dentre as modificações provocadas pelo homem no ambiente atmosférico urbano, e que a grande maioria dos estudos apontam o centro das cidades como a principal área de sua

manifestação. Logo, com base nas semelhanças verificadas em um conjunto de trabalhos, o autor justifica a importância de criar generalizações acerca do assunto, como estabelecer relações entre o tamanho das cidades (quantitativo populacional) e a intensidade da ilha de calor urbana. Neste intuito, desenvolveu modelos numéricos em cidades canadenses e europeias, que segundo Fialho (2012) são questionáveis, por não considerarem outras variáveis contribuintes à formação da ilha de calor e por gerarem resultados superestimados para as cidades tropicais.

Quadro 1. Síntese dos diferentes tipos de ilha de calor.

TIPOS DE ILHA DE CALOR	TÉCNICAS DE AQUISIÇÃO DA TEMPERATURA	ESPECIFICIDADES
<p>De superfície</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Imagens de satélites artificiais. • Sensores termais acoplados a aeronaves (sensoriamento remoto termal). 	<p>Evidencia as características térmicas dos elementos constituintes da superfície (uso e ocupação da terra), sobretudo ao nível dos telhados, permitindo correlacioná-las com a temperatura do ar registrada por transectos (fixos e móveis) e estações meteorológicas (situada no campo ou na cidade), ao nível intraurbano.</p>
<p>Da atmosfera urbana superior (<i>Urban Boundary Layer</i>) ou Vertical</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Balões meteorológicos. • Aviões. • VANTs. 	<p>Evidencia o grau de influência térmica da camada intraurbana no perfil vertical da camada de cobertura urbana, em consequência do fluxo ascendente de calor sensível liberado. Logo, é possível identificar, por exemplo, se a 150 metros de altura o ar está mais quente sobre a cidade ou sobre o campo e realizar as discussões cabíveis.</p>
<p>Da atmosfera urbana inferior (<i>Urban Canopy Layer</i>) ou Atmosférica</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Transectos fixos. • Transectos móveis. • Estações meteorológicas padrão, localizadas no campo e na cidade. 	<p>Evidencia as diferenças de temperatura do ar dentro da cidade ou desta em relação ao campo.</p>

Organizado por Rafael de Souza Alves, 2017.

Fonte das imagens: https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-07/documents/epa_how_to_measure_a_uhi.pdf. Acessado em: 30 jul. 2017.

Em um recorte temporal mais recente, com base em trabalhos publicadas em língua inglesa entre os anos de 2004 e 2005 sobre clima urbano, Souch e Grimmond (2006) reafirmaram o que foi observado por Oke (1973). Asseguram que a ilha de calor urbana, no que tange a sua estrutura espacial e temporal, continua sendo a característica climática das cidades mais intensamente estudada, a partir de dados por monitoramento móvel ou redes de estações meteorológicas, e que sua manifestação é mais evidente durante a noite.

Embora o termo ilha de calor já tenha sido largamente conceituado na Climatologia Urbana, por estar entre os fenômenos mais abordados neste campo do saber, é comum observar

o uso desta categoria de análise desprovido de rigor, sendo utilizada como determinante da configuração do clima urbano (UGEDA JUNIOR, 2012). Nesta mesma direção, Fialho (2009) ressalta as incertezas que tal conceito carrega em si por não ter um critério claro e objetivo que o defina, a ponto de ser empregado equivocadamente, por exemplo, também como sinônimo de clima urbano.

Abrindo um parêntese, mesmo o conceito de clima urbano, na perspectiva de Jardim (2007; 2010, p. 10), carrega incertezas e ainda não foi “satisfatoriamente” definido no âmbito acadêmico. Segundo ele, a capacidade que a cidade tem de modificar o seu clima é limitada. Restringe a determinados níveis escalares e pode ser obscurecida quando da entrada/participação de determinados sistemas atmosféricos de larga escala, cuja origem se mostra totalmente alheia à própria cidade. Nesta toada, Fialho (2009, p. 49) se questiona: “a partir de que momento a cidade cria condições para a geração de um clima urbano?”. Para Jardim (2010), não é possível responder a essa pergunta de forma definitiva. Entretanto, as discussões levadas a cabo por ele (JARDIM, 2007, p. 326) conduzem a interpretar que a geração de um clima eminentemente urbano se faz notar quando a cidade assume o papel de controle climático, cuja influência não se restrinja apenas a alguns períodos do dia, mas sim “[...] um tipo de controle no qual a cidade assumi papel preponderante na organização climática do espaço urbano”.

Voltando ao conceito de ilha de calor, ele não deve ser encarado como sinônimo de clima urbano, mas sim, como

[...] um de seus aspectos, traduzida por uma situação momentânea ou horária, motivada pela convergência pontual de fatores ligados às características de conformação do relevo, disposição dos equipamentos e dinâmica urbanos, sob a influência de determinados tipos de tempos, associados aos sistemas atmosféricos em dado estágio de sua evolução temporal (JARDIM, 2007, p. 307).

De acordo com Ugeda Junior (2012), alinhado aos dizeres de Oke (1978), a origem da ilha de calor reside na capacidade dos materiais construtivos urbanos em reter energia de modo mais pronunciado que os elementos à volta, bem como conservar o calor adquirido e liberá-lo para a atmosfera. Isso faz com que determinados setores da cidade apresentem temperaturas do ar mais elevadas, quando deveriam estar menos quentes como as áreas ao redor, sobretudo no período noturno.

Segundo Oke (1978), a existência da ilha de calor na Camada de Cobertura Urbana (*Urban Canopy Layer – UCL*) pode ser hipoteticamente atribuída a diferentes causas, por vezes, associadas, sendo possível observa-las na Figura 1. Destaca-se a maior absorção da radiação de

ondas longas devido à geometria das edificações (sobretudo, quando muito verticalizadas), por não favorecer a dissipação das mesmas para acima do nível médio dos telhados. Essa redução da perda de radiação de ondas longas ocorre devido a obstrução da abóboda celeste (*sky view factor*) pelos prédios. Sendo assim, a maior estocagem do calor diurno, também favorecida pelas propriedades térmicas dos materiais presentes na cidade, bem como sua vagarosa liberação durante a noite, propicia um ambiente mais aquecido (OKE, 1978).

Os fatores citados podem ser agravados por outras causas da ilha de calor, como a energia de origem social produzida, proveniente de equipamentos de aclimatização dos edifícios, combustão de veículos automotores e atividades industriais. Bem como, pela redução da perda de calor sensível (devido a menor velocidade dos ventos no interior das cidades) e redução da evaporação decorrente da remoção da vegetação e impermeabilização da superfície (OKE, 1978).

Segundo Fialho (2009) a maioria dos trabalhos investigativos da ilha de calor assumem o horário das 21 horas como provável ao pico máximo do fenômeno e o decorrer da noite como o mais propício à sua estruturação. No entanto, nem todas as cidades se comportam dessa maneira, conforme verificado por ele na literatura. A exemplo, observa-se as colocações de Jardim (2007, p. 297) em relação a sua área de estudo:

Na bacia do Aricanduva, a configuração das “ilhas de calor”, quando estas chegavam a se estruturar, assumia um aspecto diurno (tarde, final de tarde e início da noite) e não noturno como acontecem nas cidades de clima temperado, a partir de estudos para as áreas urbanas dessa latitude.

Em estudos posteriores, Fialho (2012) retoma à problematização da ocorrência da ilha de calor de intensidade máxima no período diurno (nas cidades tropicais). Na oportunidade, aponta dois fatores que podem estar associados ao seu comportamento destoante do verificado (habitualmente) em cidades de clima temperado. Segundo ele

O primeiro é a própria localização latitudinal, determinante da variabilidade sazonal da duração do dia e da noite, e, por conseguinte, da oscilação diária da temperatura. O segundo, na escala topoclimáticas, é a orientação das vertentes, fator este que facilita ou não a chegada dos raios do sol ao longo do dia, por conta da influência do sombreamento e do acúmulo de ar frio no fundo do vale durante a madrugada (FIALHO, 2012, p. 66).

Os dizeres de Fialho (2012, p. 66) levam a colocar que a posição do sítio urbano influencia na formação e magnitude da ilha de calor. Numa cidade sobre relevo plano a parcialmente sinuoso, a contribuição do sítio urbano na formação da ilha de calor é menor. Numa realidade como esta, a tendência é que o fenômeno aumente de intensidade à medida que

se aproxime da área mais dinâmica e densamente construída (UGEDA JUNIOR, 2012). O mesmo fenômeno pode ser agravado ou minimizado em sítios urbanos montanhosos.

Numa cidade sobre relevo sinuoso no Hemisfério Sul – como as existentes em áreas de Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros (AB’SABER, 2003) – as vertentes voltadas para o quadrante norte recebem maior quantidade de energia solar, quando não sombreadas por morros mais elevados ao seu entorno. Esta condição topográfica favorece a acumulação espacial da energia e, somada ao calor de origem antrópica, aguça a magnitude da ilha de calor, como foi verificado por Ugeda Junior (2012) a partir de dados coletados por transecto móvel em Jales-SP. Em contrapartida, o sombreamento nos fundos dos vales urbanizados, propiciado pelas encostas, restringe a participação da energia solar na magnitude da ilha de calor.

Faz-se necessário ter a clareza que o sítio urbano – fração local do relevo predominante na região, sobre o qual a cidade se ergue – é apenas coadjuvante na formação da ilha de calor, uma vez que ela deriva das ações sociais sobre a superfície da terra e suas repercussões na baixa troposfera, conforme explica Fialho (2009; 2012). Quando a diferença de temperatura entre dois pontos é decorrente de uma condição ambiental, e não por razão social, segundo Fialho (2009; 2012) trata-se da existência de um núcleo de calor, e não de uma ilha de calor, como bem adverte:

Por exemplo, ao se comparar dois locais com o mesmo uso da terra, mas em vertentes com maior e menor insolação, isso acarretaria uma diferenciação da temperatura do ar entre os locais, contudo, isso não é o suficiente para dizer que exista uma ilha de calor.

Neste caso, acredito que a melhor terminologia seria *núcleo de calor*, uma vez que a orientação das vertentes é o fator responsável pela diferença que possa existir entre ambientes homogêneos (FIALHO, 2012, p. 62).

É também nesta perspectiva que Fialho (2012) discute a vulnerabilidade do conceito em análise. Tal como ele, Jardim (2007, p. 3006; 2010, p. 16) questiona se qualquer diferença positiva de temperatura do ar deve ser identificada como ilha de calor, uma vez que tais diferenças podem resultar de fatores geocológicos, ou ainda de fenômenos originados fora do Sistema Clima Urbano. A título de exemplo, o autor cita a advecção de ar quente de áreas rurais, que podem gerar ou reforçar o aquecimento do ar nas cidades.

No que se refere às implicações positivas e negativas da existência da ilha de calor é preciso atentar-se à realidade climática a qual ela se manifesta. A este respeito Jardim (2007) considera que nas cidades localizadas nas altas latitudes, de clima temperado ou polar, a existência da ilha de calor não significa, por vias de regra, um problema (sobretudo durante o inverno), haja vista implicar em economia de energia com sistemas de aquecimento. Ao

contrário, nas cidades localizadas nas baixas latitudes, de clima tropical ou equatorial, a conformação do fenômeno térmico induz ao uso de mecanismos para dispersar o calor (sobretudo durante o verão), como sistemas de refrigeração, com aumento no consumo de energia. Nesta mesma perspectiva, Mendonça (2003a, p. 180) afirma que:

Assim, para as áreas urbanas de baixas latitudes, a ilha de frescor tem importância significativa, enquanto para aquelas das latitudes médias e altas, é a ilha de calor de inverno que parece trazer mais benefícios para a sociedade.

Numa discussão mais ampla, não apenas restrita a ilha de calor, Ribeiro et al. (2016) analisaram na bibliografia recente as relações entre clima urbano e saúde. Para isso, fizeram consultas a 67 artigos sobre o assunto existentes nas plataformas *Web of Science* e *PubMed*. As autoras afirmam que, se por um lado o estudo da relação entre clima e saúde é muito antigo e atual, por outro, entre clima urbano e saúde é mais recente. Logo, tal observação aponta a existência de uma linha de investigação ainda a ser desbravada com maior vigor face a relevância social que encerra. Em seus levantamentos, países como o Brasil e a Alemanha lideram em números de trabalhos publicados sobre este assunto, respectivamente.

Segundo Ribeiro et al. (2016, p. 67) “[...] o ambiente térmico, nas áreas urbanas, apresenta forte relação entre a termorregulação¹⁵ e a regulação circulatória, que leva a sobrecarga do organismo e ao comprometimento da saúde, até mesmo à morte”. Neste sentido, as ilhas de calor (potencializadoras dos impactos causados pelas ondas de calor) podem contribuir para provocar adoecimento e mortes em indivíduos mais vulneráveis, como doentes, crianças e idosos. Além do que, o ambiente mais quente e chuvoso favorece a proliferação de vetores que transmitem doenças, como o *Aedes aegypti*, vetor dos vírus da dengue, chikunguya e zika.

Ao abordarem junto a literatura as evidências de efeitos do clima urbano na saúde, Ribeiro et al. (2016) fizeram a seleção de resultados alcançados por diversos pesquisadores(as), em diferentes localidades. Neste universo, apontam a cidade de Berlim, onde cerca de 5% das mortes de pessoas acima de 65 anos estão associadas a temperaturas elevadas, decorrentes das ilhas de calor e ondas de calor, propulsoras de estresse térmico. Exemplificam a cidade de Lisboa, onde houve redução da mortalidade relacionada ao calor em áreas próximas de vegetação e rio. Destacam cidades chinesas, nas quais fatores climáticos como temperatura, precipitação e umidade afetam a reprodução de ratos e transmissão de doenças a eles associadas.

¹⁵ Manutenção da temperatura interna ideal pelo próprio organismo.

Retratam ainda Singapura, que ao longo de 40 anos o crescimento populacional contribuiu com 86% do aumento dos casos de dengue, já o aumento de temperatura do ar contribuiu com 14%.

Em suma, observa-se junto ao trabalho de Ribeiro et al. (2016) que os estudos sobre ilha de calor e demais matizes do clima urbano (associados a outras questões ambientais, como as ondas de calor) podem contribuir para a compreensão de patologias e adoção de medidas protetoras da saúde, sobretudo, quando amalgamadas ao planejamento urbano.

No que se refere à ocorrência da ilha de calor em cidades de pequeno porte, Alves (2017) assevera que o fenômeno tende a apresentar configuração espacial e temporal diferentes das grandes cidades, com intensidade e padrões térmicos menores. Na cidade de Iporá-GO, de 32.218 habitantes, por ele estudada, foi identificado ilhas de calor com intensidades entre 0,5°C e 1°C, na maioria das ocorrências.

Antes de prosseguir com as discussões sobre a ilha de calor e o clima urbano em cidades de pequeno porte – mais especificamente – faz-se necessário discorrer sobre esta “modalidade” de morada do homem, na perspectiva de melhor compreender suas características.

3.3. Considerações Sobre as Cidades de Pequeno Porte

Historicamente, as grandes cidades e as regiões metropolitanas são objetos de numerosos estudos de finalidades múltiplas. Certamente, por influência da notoriedade das questões/problemas econômicos, populacional, ambiental, urbano e social que apresentam¹⁶. Entretanto, tem-se observado a manifestação de tais questões/problemas também nas cidades de pequeno porte. Não é a esmo que fatos tradicionalmente associados aos grandes centros urbanos estão ganhando relevo nas pequenas cidades, como ilhas de calor, alagamentos, desmatamentos, poluição atmosférica, ocupações irregulares, deslizamentos de massa, violência, desemprego, falta de moradia etc, vindo a comprometer a qualidade de vida nessas localidades, sobretudo para as populações menos abastadas (UGEDA JUNIOR, 2012).

Nesta conjuntura, Bacelar (2010, p. 5) aponta que a discussão sobre espaço urbano, uso e ocupação da terra que se faz sobre as cidades médias e grandes está em outro nível (ou mesmo escala de grandeza) em comparação ao que se faz sobre as pequenas cidades, e não em grau de

¹⁶ Outro fator que auxilia a compreender a maior produção de pesquisas voltadas às cidades de grande porte no Brasil é o surgimento das universidades brasileiras, bem como de seus respectivos programas de pós-graduação (centros de produção científica do conhecimento por excelência), que ocorreu nestes núcleos urbanos.

importância. Ainda segundo o autor, nas pequenas cidades também existe falta de saneamento básico, processo de favelização substanciado pelo êxodo rural (alavancado, sobretudo, pela modernização produtiva no campo) que acaba por impulsionar conflitos habitacionais com ocupação de áreas de risco e de preservação ambiental. “Os problemas urbanos das pequenas cidades são os mesmos vistos em cidades de porte médio e grande. A diferença reside na escala”.

O autor antes citado, também pondera que o imaginário das cidades pequenas como alternativa de local de morada aos conturbados grandes centros urbanos, como cidade sem violência, poluição, estresse do cotidiano e de se viver com tranquilidade a aposentadoria, em grande medida não condiz totalmente com a realidade, embora propagado pela mídia em muitos casos. Todavia, Endlich (2017) assevera que as pequenas localidades são expressivas enquanto espaços de residência por diversos fatores que ainda as singularizam em comparação aos grandes centros urbanos, a exemplo, o custo de vida, os laços afetivos, as relações de vizinhança, a tranquilidade, a amenidade ambiental¹⁷. Desta maneira, uma fração de pessoas optam por morar nas pequenas cidades mesmo que trabalhem em outras localidades.

As pequenas cidades, de malha urbana menos extensivas, são constantemente questionadas enquanto espaços urbanos (ENDLICH, 2017). Com efeito, sobretudo aquelas que não estão inseridas em regiões metropolitanas e que a base produtiva e de emprego é o campo ou a prefeitura.

Neste limbo, Endlich (2017) sugere um caminho explicativo ancorado em reflexões acerca do rural e do urbano. Estes, são compreendidos como condições diferenciadas de vida, e estão, sobretudo atualmente, interligadas.

O rural, historicamente foi remetido ao modo de vida do campo e que é cada vez mais pretérito. Marcado (estigmatizado) pela precariedade material, relações de compadrio, pouca escolaridade, educação rígida e moralmente exigente. O urbano difundiu-se na cidade capitalista que alterou as relações anteriores. Marcado pelo consumo e pelas relações monetarizadas. Sendo assim, ambos, delineados por diferentes condições materiais, valores e culturas (ENDLICH, 2017).

Com o êxodo rural e a inserção da lógica de produção e negócio no campo, este tem se tornado cada vez menos um espaço de moradia e local de perpetuação do modo de vida rural.

¹⁷ Por vias de regra, evita-se aqui todo e qualquer exagero de generalizações. Quer dizer, sinalizar tais características como hegemônicas à todas as cidades de pequeno porte.

Entretanto, as condições econômica e cultural que habitualmente verificavam-se no campo acompanharam rumo à cidade os migrantes, vindo a ser reproduzidas nas periferias urbanas, principalmente. O urbano, por sua vez, que se dissemina a partir da cidade, extrapolou suas arestas, impulsionado pela apropriação do campo pela produção. Sendo assim, o rural e o urbano perderam suas correspondentes espaciais exatas com o processo de urbanização brasileira, tornando-se imbricadas (ENDLICH, 2017).

Segundo a legislação brasileira toda sede de município é cidade, independente do quantitativo demográfico e das características funcionais (ROSA e FERREIRA, 2013). Ainda, “urbano” é toda área interna ao perímetro urbano de uma cidade ou vila, que deve ser estabelecido e atualizado por lei municipal (IBGE, 2016).

Ao plano das discussões em âmbito acadêmico a clara definição de cidade, campo, rural e urbano na realidade brasileira não é precisa, permeada por questionamentos que suscitam reflexões e debates¹⁸, como verifica-se em Lencioni (2008), Rosa e Ferreira (2013), Sposito (2013).

No bojo das discussões conceituais anteriormente apontadas, Sposito (2013) destaca atributos que historicamente estão associados aos espaços urbanos e permaneceram como marcas das cidades, sendo eles: concentração demográfica, diferenciação social e unidade espacial. Logo, contribuem para conceber o que é a cidade em comparação ao campo, ou um ponto de partida ao entendimento (imaginário) dessas realidades espaciais. Destaca-se que a autora não afirma ser tais atributos válidos apenas para cidades de médio ou grande porte.

A concentração demográfica é o atributo mais usual para caracterizar as cidades dentre os destacados. Enquanto as atividades desenvolvidas no campo favorecem a relativa dispersão populacional (influenciada pela extensão territorial), muitas das atividades verificadas na cidade condicionam o adensamento. Este, não apenas de pessoas, mas também “[...] de obras, objetos, de infraestrutura, de equipamentos, de edificações, de acontecimentos, de ideias, de valores, de possibilidades etc” (SPOSITO, 2013, p. 113). Em perspectiva aproximada, o atributo “concentração” demonstra ser significativo na concepção de Lencioni (2008, p. 117), pois, para ela “[...] ao falarmos em cidade no Brasil estamos nos referindo a um aglomerado sedentário que se caracteriza pela presença de mercado (troca) e que possui uma administração pública”.

¹⁸ Não será apresentado maiores explicações sobre tais questões porque extrapolam os objetivos propostos.

Em decorrência da concentração a diferenciação social é mais nítida de se observar na cidade, uma vez que a proximidade acentua as diferenças, por permitir comparações no interior de uma mesma paisagem. Logo, nas cidades, em virtude da produção e apropriação do espaço, as contradições de uma sociedade de classes se revelam de modo mais contundente (SPOSITO, 2013).

A unidade espacial enquanto atributo associado à cidade é expressa, no plano territorial, pelo tecido (malha) urbano que denota uma fisionomia urbana mais definida e distinta do campo. Entretanto, o processo de extensão das cidades tem dificultado distinguir a cidade do campo segundo as formas espaciais. Logo, tem-se observado a ampliação de áreas de transição entre o que demonstra ser campo e o que demonstra ser cidade (SPOSITO, 2013).

A respeito das questões conceituais Endlich (2017, p. 37) fomenta o diálogo com a indagação: “Quando nos referimos a uma cidade como pequena estamos nos referindo a sua população, ao seu território ou a seus aspectos funcionais e seus papéis na rede urbana?” Segundo ela, existem as três possibilidades de comparar e classificar as cidades, bem como, frequentemente estão relacionados. Se é verdade que o aspecto demográfico é mais corriqueiro no nosso dia a dia para comparar o tamanho das cidades, também é verdade que a “[...] especialização produtiva em pequenas localidades [...]” pode alçar a cidade a um papel funcional de alcance espacial que extrapola o imaginado para a mesma. No que se refere ao território, muitas das vezes as ditas “cidades pequenas” contam com municípios extensos e apenas com poucos habitantes. Neste sentido, Endlich aponta que é preciso especificar que se trata do demográfica, funcional ou territorialmente pequena.

Continuando a discussão com Fialho (2009, p. 152), o autor buscou na literatura trabalhos que apresentaram diferentes formas de definir o tamanho e a hierarquia das cidades, sobretudo as mineiras, a partir da associação de critérios coerentes e consistentes, tais como dimensão física e demográfica, função, natureza econômica (índice de terceirização), qualidade de vida, centralidade administrativa e etc. Em síntese, destacou que os trabalhos “[...] não foram capazes de diferenciar a dinâmica intraurbana e a espacialidade das construções [...]”, que segundo ele, são elementos fundamentais àqueles que ensejam avaliar as influências da cidade na baixa troposfera. Sendo assim, inferiu que para os estudos do clima urbano a melhor perspectiva de definir o tamanho das cidades ainda é a quantitativa. Esta, define como “pequenas” aquelas de até 100 mil habitantes; “médias” as que apresentam população entre 100 mil e 500 mil habitantes; e “grandes” as cidades com contingente populacional acima de 500 mil pessoas. Nas palavras de Fialho (2009, p. 152)

Este entendimento, por si só, ainda é muito significativo, pois de maneira direta a dimensão do contingente populacional, influenciará no maior ou menor fluxo de veículos, pessoas, capitais e no consumo de energia para iluminação, aquecimento de água e condicionamento do ar. Isto irá se reverter em um maior número de edificações e, por conseguinte, uma expansão da área construída, que demandará serviços e o consumo de energia.

Levando a cabo o posicionamento de Fialho, nos estudos de clima urbano a classificação populacional das cidades – como alternativa para definir o porte – demonstra ser uma tentativa na maneira de expressar a compreensão (ou imaginário) acerca de suas características diversas, como dinamismo cotidiano, formas, estruturas, dimensão da área revestida de obra civil, produção (social) e consumo de energia, etc., afinal, costumeiramente elas estão relacionadas ao contingente demográfico. De resto, esta maneira de expressar tem em conceber (em hipótese) o potencial de derivações climáticas na baixa troposfera que a cidade possa apresentar.

Uma vez delineado os traços característicos das cidades de pequeno porte, faz-se oportuno as discussões sobre a ilha de calor e clima urbano (de maneira geral) feitas por pesquisadores que se debruçaram sobre tais cidades brasileiras. Ou seja, na perspectiva demográfica, aquelas que possuem população de até 100 mil habitantes.

3.4. Estudos de Clima Urbano em Cidades de Pequeno Porte

A apreciação de estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte se faz relevante para ampliar os conhecimentos do estado da arte e criar parâmetros comparativos à pesquisa aqui apresentada. Para isso, foi dado prioridade aos estudos que abarcaram realidades semelhantes à de Alvinópolis-MG, seja no porte da cidade, dinâmica urbana, sítio, padrão das edificações ou no uso e ocupação da terra.

Não houve o propósito de esgotar a literatura de pesquisas de clima urbano realizadas em cidades de pequeno porte no Brasil, tão pouco estabelecer um número mínimo ou máximo de trabalhos a serem analisados.

De acordo com Mendonça (2003b) as cidades pequenas e médias, devido à dimensão espacial e nível de complexidade, comparadas às de grande porte e metropolitanas, apresentam facilidades para a identificação das paisagens intraurbanas. Dessa forma, elas propiciam uma melhor apreensão das relações entre sociedade e natureza na formação do clima urbano. Isso porque o conhecimento detalhado dos espaços intraurbanos potencializa o desvelar dos fatores mais substâncias, causadores das diferenças climáticas do ambiente citadino.

Acerca dos estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte, Rossato (2010) sublinha que o intuito geral subjacente é diagnosticar e prevenir os possíveis problemas que essas cidades possam vir a enfrentar no futuro, caso se tornem cidades maiores. São relevantes e promissores por permitirem comparações com estudos feitos em cidades de grande porte e metropolitanas, no propósito de relacionar o grau de influência das cidades de diferentes tamanhos no clima local.

No contexto brasileiro, até meados da década de 1990, os estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte eram ainda pouco realizados. No entanto, o interesse de meteorologistas e climatólogos pelos estudos de clima urbano em cidades com menos de 50.000 habitantes no contexto internacional, é observado com maior vigor desde a década de 1950, como é possível observar nos trabalhos citados por Zamparoni e Lombardo (1995).

Ugeda Junior (2012) investigou o clima urbano de Jales-SP. Partiu da hipótese que a cidade apresenta elementos suficientes para formação de um clima urbano específico, com diferenças termohigrométricas entre as áreas rurais e urbanas e diferenças intraurbanas significativas. Nota-se aqui estreita relação com a hipótese suscitada para Alvinópolis-MG.

Dentre os objetivos delineados, o autor supracitado destacou investigar o clima urbano de Jales-SP no âmbito do campo termohigrométrico, à luz do canal perceptivo do conforto térmico, subsistema termodinâmico do S.C.U. teorizado por Monteiro (2003). Com vista ao planejamento urbano, objetivou avaliar a capacidade que o planejamento da paisagem possui em minimizar ou solucionar os problemas derivados do clima urbano.

Naquele contexto, Jales tinha 47.012 habitantes e 91,6% da população vivia na cidade sede. A cidade está localizada no planalto ocidental paulista, em área com predomínio de Mata Atlântica e vestígios de Cerrado. Possui duas estações do ano bem definidas, verão e inverno. O relevo é constituído de colinas amplas, pouco declivoso e de baixa variação altimétrica, entre 635 e 490 metros (UGEDA JUNIOR, 2012).

Para a realização da pesquisa, Ugeda Junior (2012) utilizou dados da estação meteorológica da viticultura de Jales (série temporal de 1995 a 2007), 13 mini estações meteorológicas automáticas (pontos fixos, para registros de temperatura do ar e umidade relativa do ar), duas estações meteorológicas automáticas (uma instalada na zona rural e outra na zona urbana, em pontos fixos, para registros de temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação, direção e velocidade dos ventos, pressão atmosférica), imagens termais do satélite Landsat 7 para avaliar a temperatura de superfície, anemômetro digital, cartas sinóticas de superfície e imagens do satélite Goes disponibilizadas pelo CPETC/INPE. Os equipamentos

em campo realizaram registros horários ao longo dos meses de janeiro e julho de 2010, por serem representativos das estações de verão e inverno, respectivamente. O método empregado, segundo o autor, está vinculado aos pressupostos do S.C.U. de Monteiro, inclusive com uso da análise rítmica do clima.

Ainda sobre os aspectos metodológicos empregados por Ugeda Junior (2012), destaca-se o uso de transectos móveis para registros espaciais da temperatura do ar, ao longo de dois percursos rural-urbano (norte-sul e leste-oeste). Os horários estabelecidos foram 06 e 21 horas (duração de cerca de 50 minutos), com o carro em velocidade média de 20km/h, sendo que a temperatura foi registrada a cada 100 metros. Em janeiro de 2010 foram realizadas medições durante 6 dias no período matutino e 15 dias no período noturno. Em julho do mesmo ano foram realizadas medições durante cinco manhãs e 16 noites. O emprego desta técnica foi balizado pelos dizeres de Amorim (2005).

De acordo com o que foi exposto, observa-se que para o estudo do clima urbano de Jales-SP foram utilizados três procedimentos distintos de registros da temperatura, sendo eles: pontos fixos, transectos móveis e sensoriamento remoto.

Na cidade de Jales-SP foi observado durante o mês de janeiro de 2010 diferenças térmicas de 0,7°C a 5,3°C entre as áreas rurais e urbanas, as 09 horas, segundo as estações automáticas. Por vezes, foi observado no horário da manhã, a zona rural com maiores temperaturas do ar que a urbana. Entretanto, na escala intraurbana, verificou-se a formação de ilhas de calor de magnitude predominantemente fraca (0°C a 2°C) e média (2°C a 4°C). Durante o inverno, para esse mesmo horário das 09 horas, o padrão se manteve, porém, com variações entre 1,4°C e 4,2°C (UGEDA JUNIOR, 2016).

No horário das 15 horas (verão) as diferenças térmicas entre as áreas rurais e urbanas em Jales-SP foram mais pronunciadas do que as 09 horas, entre 0,8°C e 5,8°C. O mesmo pode-se afirmar para a manifestação da ilha de calor, com observação de magnitude alta (4°C a 6°C). Em linhas gerais, a área urbana mostrou-se mais aquecida (UGEDA JUNIOR, 2016).

Já no horário das 19 horas (verão), as diferenças térmicas entre as áreas rurais e urbanas forma superiores às verificadas nos horários anteriores, ficando entre 1°C a 7,3°C. A zona urbana apresentou maiores temperaturas do ar em função da propriedade térmica dos materiais que a constitui, uma vez que levam mais tempo para dissipar o calor adquirido durante o dia. Na escala intraurbana as ilhas de calor chegaram a manifestar-se de forma intensa. O padrão térmico se manteve no inverno, porém, com diferenças mais acentuadas (2,2°C a 8,5°C) devido a condição sinótica de estabilidade predominante (UGEDA JUNIOR, 2012).

Ugeda Junior (2012) observou similaridades entre os dados registrados pelas estações meteorológicas (pontos fixos) e os transectos móveis, conferindo credibilidade as duas técnicas de investigação do clima urbano, desde que os equipamentos sejam aferidos e utilizados de maneira adequada. Logo, são complementares e permitem um estudo detalhada da área em análise.

As diferenças térmicas entre as áreas rurais e urbanas foram consideradas altas para o porte da cidade de Jales-SP, sobretudo em condições de estabilidade atmosférica. Em julho de 2010, por exemplo, os dados por transecto móvel denunciaram variações entre 3,9°C e 11°C, às 21 horas, do rural para o urbano. Foi concluído a existência de um clima urbano específico, com temperaturas mais elevadas nas áreas urbanas em comparação ao entorno rural. Na escala intraurbana observou episódios com diferenças de 10°C, bem como a máxima de 14°C. Os principais condicionantes do clima urbano apontados foram o padrão das construções, o tamanho dos lotes e o tipo de cobertura, as áreas verdes, o uso e ocupação da terra e o sítio urbano (UGEDA JUNIOR, 2012).

Kegler (2016) investigou o clima urbano da cidade de Agudo-RS. Semelhante ao que foi proposto para Alvinópolis-MG, objetivou verificar a influência que o sítio urbano e o uso da terra – na cidade e no entorno próximo – exercem na definição do Sistema Termodinâmico local. Nota-se que o autor se apoiou nas contribuições dadas por Monteiro ao fazer referência a um subsistema do S. C. U.

Segundo o censo do IBGE de 2010, naquele contexto Agudo-RS possuía 16.722 habitantes, sendo 6.887 na zona urbana. A malha urbana não apresentava estar em fraco processo de expansão horizontal; era pouco verticalizada e contava com construções de prédios acima de cinco pavimentos. O relevo da área estudada – embora não seja de mares de morros como o de Alvinópolis-MG – é heterogêneo, com planícies de inundação ao sul (usadas para plantio de arroz), morros testemunhos e áreas planálticas da Bacia do Paraná ao norte. Sendo assim, as altitudes no perímetro urbano e entorno próximo variam de 60 a 370 metros, em meio aos morros que compõem a paisagem local (KEGLER, 2016).

Para realização da pesquisa Kegler (2016) utilizou a técnica do transecto móvel. Determinou dois itinerários (transecto leste-oeste e transecto norte-sul, ambos com 14 pontos amostrais, escolhidos segundo a altitude, o nível de urbanização e o tamanho da cidade), cada qual percorrido por um automóvel, simultaneamente, perpassando áreas rurais e urbanas, nos horários de 06, 15 e 21 horas.

Ainda sobre os aspectos metodológicos, Kegler (2016) registrou a temperatura do ar e a umidade relativa do ar com dois termohigrômetros *datalogger* (modelo HT 500 Instrutherm), fixados aos automóveis, nas estações de verão e inverno, em condições de tempo de calma e sob atuação de diferentes sistemas atmosféricos. Além dos registros em campo, utilizou também dados climatológicos da Estação Meteorológica da UFSM/INMET distante a cerca de 50km da cidade de Agudo-RS, para caracterização do estado sinótico nos dias de trabalho de campo. Ao discutir e compreender o campo termohigrométrico, considerou os condicionantes geoambientais (altitude, declividade e orientação de encostas, radiação solar, ventos, superfícies hídricas) e geourbanos (uso da terra, nível de urbanização). Os mapas temáticos de temperatura do ar e umidade relativa do ar foram confeccionados no *software Surfer*, versão 8, valendo-se da Krigagem Ordinária como método de interpolação.

Nota-se pelo exposto que a metodologia empregada no estudo de clima urbano de Agudo-RS dialoga com a utilizada em Alvinópolis-MG, sobretudo no que tange a técnica do transecto móvel e condicionantes geoambientais e geourbanos analisados, como será discutido adiante.

Dentre as análises apresentadas por Kegler (2016), chama a atenção o fato da configuração do campo térmico no dia 16/07/2015 ser induzida pelo movimento aparente do Sol e a exposição das vertentes. Não foi observado a formação de ilhas de calor e o sistema atmosférico atuante era o Anticiclone Polar Atlântico. As 21 horas o centro da cidade e parte da área urbana encontravam-se menos quente que as adjacências. No dia 25/08/2015, sob atuação do mesmo sistema sinótico, durante o período da manhã o relevo e sua exposição ao Sol mostraram-se novamente indutor do campo térmico, propiciando a configuração de uma ilha de frescor no ambiente urbano. No período da noite as maiores temperaturas foram registradas na região central da cidade (de maior adensamento urbano) e na região leste da área de estudo (de vertentes voltadas para leste). No dia 28/12/2015, sob atuação do Anticiclone Tropical Atlântico e a Baixa do Chaco, o autor observou a formação de ilha de calor de fraca e média magnitude (cerca de 1°C a 2°C) no ambiente urbano, no horário noturno. Por fim, no dia 20/01/2016, sob atuação do Anticiclone Polar Atlântico, foi verificado uma ilha de frescor no período da manhã e uma ilha de calor no período da noite, ambas na parte central da cidade.

Em suma, hierarquicamente o Subsistema Termodinâmico de Agudo-RS é influenciado pelo sistema atmosférico atuante, pelo relevo (exposição das vertentes) e insolação a ele associada, e por último, pelos condicionantes geourbanos. Estes, acabam por não influenciar o clima e a qualidade ambiental local de maneira expressiva, por se tratar de um tecido urbano

pouco extenso e complexo, com construções familiares, ruas largas, parca verticalização e industrialização (KEGLER, 2016).

Rossato (2010, p. 11) investigou o clima urbano da cidade de Nova Palma-RS. Dentre os objetivos, a autora destacou “[...] verificar a influência do sítio urbano e da urbanização na definição do Sistema Termodinâmico do Topoclima da cidade [...]”, bem como a influência que os fatores geocológicos e geourbanos exercem na configuração do clima local. Observa-se que assim como para Alvinópolis-MG, buscou-se ressaltar a participação dos fatores geourbanos e geocológicos na configuração do ar atmosférico que envolve a cidade.

Em Nova Palma-RS a pesquisa foi norteada pela proposta teórico-metodológica de Monteiro (2003), mais especificamente, com imersão no subsistema Termodinâmico, canal perceptivo do Conforto Térmico.

Nova Palma-RS localiza-se (geomorfologicamente) no Rebordo do Planalto da Bacia do Paraná, numa área de fundo de vale. No perímetro urbano as altitudes variam de 80 a 300 metros, com morros nas áreas periféricas e topografia aplainada na parte central. Está inserida no domínio natural de Mata de Araucária, que já se encontra em estágio avançado de degradação. Em termos funcionais destacam-se as funções residencial, serviços e comércio, com atendimento das necessidades básicas. Praticamente não há verticalização e a população encontra-se distribuída de maneira homogênea no espaço urbano (ROSSATO, 2010).

Os parâmetros climáticos avaliados por Rossato (2010) foram a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a direção dos ventos, obtidos com o uso de termômetros de bulbo seco, termômetros de bulbo úmido e uma fita de cetim, respectivamente. A técnica empregada foi a de pontos fixos, sendo 14 no total. As medições foram efetuadas às 09h, 15h e 21h, em episódios representativos das quatro estações do ano, em 2008. Também foi utilizado dados da Estação Meteorológica de Santa Maria, distante a 70km da cidade, para confecção dos gráficos de análise rítmica. Ademais, foi utilizado cartas sinóticas, imagens do satélite meteorológico GOES, dados de precipitação e nebulosidade registrada em campo.

Rossato (2010) identificou que em situação sinótica pré-frontal a resposta termohigrométrica da área de estudo é homogênea, uma vez que não foram registradas variações significativas dos atributos do clima entre o urbano e o rural.

Nos episódios representativos das quatro estações do ano os elementos climáticos do subsistema termodinâmico em Nova Palma foram influenciados mais pelos fatores geocológicos (com destaque para o sítio) do que pelos geourbanos. Não se observou diferenças térmicas expressivas que pudessem “separar” climaticamente a cidade do seu entorno. As

variações intraurbanas demonstraram ser induzidas pelo horário de coleta, posição dos pontos no sítio urbano e condicionantes geoecológicos do entorno próximo. A maior influência que a cidade apresenta é na direção dos ventos, devido às construções e sentido do arruamento (ROSSATO, 2010).

A participação do sítio urbano no clima de Nova Palma foi mais bem identificada ao se confrontar as temperaturas máximas e mínimas ali obtidas com aquelas provenientes da Estação Meteorológica de Santa Maria. Nas palavras de Rossato (2010, p. 102),

O fato das temperaturas mínimas serem menores em Nova Palma pode ser explicado pelo retardo na incidência dos raios solares nos pontos de coleta devido ao sítio urbano com presença dos morros que rodeiam a cidade, que se estende num vale, diferente da Estação Meteorológica de Santa Maria que fica em área aberta [...] o que possibilita a chegada mais cedo dos raios solares e a distribuição do calor pela circulação livre do ar. No caso de Nova Palma, o movimento livre do ar é dificultado pela estrutura urbana e pelos morros fazendo com que o calor gerado no vale e na cidade ali permaneça aumentando a temperatura, o que justifica as temperaturas máximas mais elevadas, do que na Estação.

O que foi observado por Rossato (2010) demonstra guardar estreita relação com os dizeres de Geiger (1961), no que se refere à situação topográfica das cidades e as diferenças climáticas que possam vir a ser comparado ao rural, caso estejam situadas no interior de um vale ou em um planalto exposta ao vento.

A influência exercida pelo sítio urbano de Nova Palma nas temperaturas mínimas escapa ao que usualmente se observa, conforme discussões proferidas por Landsberg (2006). Segundo ele, de modo geral as temperaturas mínimas são bem menores no campo aberto que nas cidades, como discutido em outros momentos desta dissertação.

Em suma, as constatações de Rossato (2010) reforçam o que foi anunciado por Mendonça (2003b), de que quanto menor a cidade, maior a influência da geografia circunvizinha e o sítio na configuração climática da mesma.

Zamparoni e Lombardo (1995) avaliaram o comportamento da temperatura do ar e umidade relativa do ar nas cidades de Barra do Bugres e Tangará da Serra, no Mato Grosso, comparativamente.

Barra do Bugres possui altitude média de 160 metros. No contexto da pesquisa contava com uma população de 18.744 habitantes, ausência de verticalização e arborização, pavimentação asfáltica mais circunscrita ao centro da cidade. Já Tangará da Serra possui altitude média de 400 metros. A população era de 39.840 habitantes, pouco verticalizada e arborizada, pavimentação asfáltica predominante (ZAMPARINI e LOMBARDO, 1995).

Na realização da pesquisa, Zamparoni e Lombardo (1995) fizeram registros dos parâmetros climáticos nos dias 13, 14 e 15 de abril de 1993 e 19, 20 e 21 de julho do mesmo ano, simultaneamente nas duas cidades, às 08, 14 e 20 horas. Utilizaram a técnica do transecto móvel e pontos fixos.

Em Barra do Bugres e Tangará da Serra foram verificadas, entre a área central e os arredores das cidades, variações de 2°C e 4°C na temperatura do ar no mês de abril, respectivamente. No mês de julho, tais diferenças chegaram a 3,6°C e 5,4°C, respectivamente. As autoras interpretaram que tais diferenças térmicas são manifestações da ilha de calor, e que no período seco, as maiores magnitudes observadas são provavelmente favorecidas pela menor velocidade dos ventos (ZAMPARONI e LOMBARDO, 1995). Sendo assim, nota-se nas duas cidades a influência térmica exercida pelos ventos sublinhada por Landsberg (2006).

Fialho (2009) abordou o clima urbano da cidade de Viçosa-MG, partindo da hipótese da constituição de um clima urbano associado ao crescimento horizontal e vertical na área de estudo. O objetivo geral foi analisar o campo termohigrométrico e diagnosticar a ocorrência da ilha de calor.

Semelhante a Alvinópolis-MG, Viçosa localiza-se no Domínio dos Mares de Morros, em área de relevo planáltico convergente, com a malha urbana encaixada no fundo dos vales e se prolongando para as encostas. No contexto da pesquisa a população viçosense era de 70.704 habitantes, na qual cerca de 60.000 residiam na área urbana (FIALHO, 2009).

Para a realização da pesquisa Fialho (2009) utilizou dados da estação meteorológica de Viçosa relativos ao período de 1968 a 2006. Analisou parâmetros climáticos obtidos em 3 escalas (campo-cidade, intraurbana e centro da cidade) valendo-se da técnica do transecto móvel e a utilização de um termohigrômetro digital Mimipa, modelo MT 241. Ao nível campo-cidade as medições de temperatura do ar ocorreram as 07, 13 e 20 horas, bem como durante o período noturno em diversos horários, nas estações de verão e inverno, ao longo de 17 pontos de registros percorridos com um automóvel. Ao nível intraurbano as medições de temperatura do ar ocorreram as 09, 15 e 21 horas, nas estações de outono e verão ao longo de 27 pontos de registros. Já ao nível central da cidade as medições de temperatura do ar e umidade relativa do ar ocorreram as 05, 12 e 19 horas (para minimizar o efeito do sombreamento causado pelos morros), nas estações de outono, inverno e verão ao longo de 20 pontos amostrais, valendo-se de uma bicicleta para percorre-los.

Para Fialho (2009) não é possível afirmar que o município de Viçosa apresentou aumento na temperatura média do ar entre 1968 e 2006, muito menos que o crescimento da

cidade tenha influenciado no comportamento térmico da área. No entanto, houve uma tendência positiva nas temperaturas mínimas e máximas.

Na cidade de Viçosa, em todas as estações do ano o núcleo central da malha urbana se apresentou mais quente que o entorno, sobretudo durante a noite e a madrugada. Ao nível campo-cidade, Viçosa é capaz de produzir ilhas de calor durante a noite e a madrugada, entretanto ainda não possui um clima urbano estruturado (FIALHO, 2009).

Pimentel (2010) investigou o clima urbano da cidade turística de Caldas Novas-GO partindo da consideração que a área urbana apresentava condições climáticas diferentes da área rural. Objetivou, de maneira geral, verificar a influência do sítio, aliado à urbanização, na temperatura do ar e na umidade relativa do ar, bem como na intensidade e direção dos ventos.

No contexto da realização da pesquisa Caldas Novas-GO apresentava população de 62.204 habitantes, somado a uma população flutuante de aproximadamente 1 milhão de pessoas por ano devido ao seu potencial turístico, decorrente das águas termais. A área urbana passava por franco processo de crescimento horizontal e vertical, acompanhada de especulação imobiliária, ocupação de áreas de preservação permanente, redução de áreas verdes e deficiências na sua estrutura. Toda esta dinâmica vinha ocorrendo sobre um sítio com morfologia de relevo plano a suavemente ondulado, constituído por vales abertos, inserida numa depressão (PIMENTEL, 2010).

Ao plano metodológico, Pimentel (2010) buscou fundamentação na proposta do Sistema Clima Urbano (S.C.U) de Monteiro e nas proposições de Mendonça (2003), principalmente. Realizou transecto móvel (sete pontos amostrais no inverno e cinco no verão) entre os dias 21 a 30 de julho de 2008 e 09 a 18 de março de 2009, cujo tempo gasto foi cerca de 25 minutos ao longo dos 11km do percurso, nos horários de 07, 09, 12, 15, 18 e 21 horas. Realizou também medições com postos fixos (dez pontos amostrais) entre os dias 06 e 07 de setembro de 2008 e 21 e 22 de março de 2009, com registros horários. Além da temperatura do ar e umidade relativa do ar, registrou a velocidade e direção do vento (anemômetro e escala de Beaufort) e tipos de nuvem e grau de cobertura do céu em oitavos. O comportamento dos parâmetros climáticos foi representado através dos gráficos de análise rítmica.

Ainda nos aspectos metodológicos, Pimentel (2010) contou com o mapa de porcentagem da área construída de Caldas Novas-GO (cinco classes em intervalos de 20%, indo de 0% a 100%), carta hipsométrica para avaliar o condicionamento climático propiciado pelo sítio urbano e cartas sinóticas fornecidas pela Marinha.

Em Caldas Novas-GO nem sempre a área urbana apresentou maiores temperaturas do ar que suas adjacências rurais. Na escala intraurbana, as variações térmicas entre os bairros, ora foram substanciadas por fatores antrópicos (uso e ocupação da terra, fluxos diversos com produção de energia, etc.) e ora por fatores naturais (topografia, incidência da radiação solar, ventos, nebulosidade). No período da manhã o campo térmico mostrou-se mais homogêneo em comparação aos horários da tarde, nos quais foram registradas maiores diferenças de temperatura do ar devido à posição do sítio urbano em relação ao Sol, uso da terra e funções urbanas. Em linhas gerais, parte do centro da cidade e demais bairros de elevada densidade de construção, maiores fluxos e vegetação parca, mostraram-se mais quentes, com diferenças de 3°C, às 15 horas, por exemplo. Entretanto, não foi utilizado o conceito de ilha de calor em referência aos locais de anomalias térmicas positivas induzidas por fatores sociais. Por outro lado, empregou-se a categoria de análise ilha de frescor em alusão às localidades menos aquecidas (PIMENTEL, 2010, p. 133).

Mesmo que a posição geográfica de Caldas Novas-GO em relação ao seu entorno desfavoreça a circulação dos ventos locais (por estar numa área de depressão), Pimentel (2010) salienta que a variação da temperatura do ar foi fortemente influenciada pela ação dos ventos, por atuar no sentido de amenizar ou intensificar as discrepâncias térmicas. Tal constatação remonta às discussões feitas por Landsberg (2006) – conforme já destacado nas páginas anteriores – ao apontar que a cidade exerce uma influência mecânica nos ventos, e estes, por seu turno, exercem uma influência térmica na cidade. Por fim, a autora não destaca quais fatores são os mais influentes na conformação do campo térmico da cidade, isso porque aponta o dever de novas investigações para que esta conclusão seja feita de forma mais tácita.

Ortiz (2012) realizou investigações acerca do clima urbano de Cândido Mota-SP. Seu intento foi analisar possíveis diferenças da temperatura e umidade relativa do ar na área de estudo, bem como o comportamento de tais elementos climáticos segundo os sistemas atmosféricos atuantes e a influência que sofrem do uso e ocupação da terra. O trabalho se pautou na proposta teórico-metodológica do Sistema Clima Urbano de Monteiro, no subsistema termodinâmico.

Para o registro da temperatura e umidade do ar em Cândido Mota-SP, Ortiz (2012) adotou as técnicas transecto móvel e pontos fixos. Os transectos móveis foram realizados às 21 horas, com a utilização de dois veículos para perpassar 57 pontos de coleta de dados, distribuídos em áreas urbana e rural. Este procedimento se deu em oito episódios do mês de janeiro de 2011 sob condições de tempo que a autora considera adequadas para tal, sem chuva

e ventos (atmosfera estável), como descreve. Para os registros com pontos fixos a pesquisadora utilizou 13 estações automáticas (oito pontos amostrais na área urbana e três na área rural) configuradas para realizarem medições em intervalos de uma hora, ao longo 30 dias do verão (dez/2010 à jan/2011). Entretanto, analisou os dados obtidos somente nos horários das 07h, 09h, 15h e 21h. Observa-se que a forma de registro de temperatura do ar em Alvinópolis-MG se assemelha à utilizada na pesquisa em baila, conforme será discutido adiante.

Em prol dos objetivos traçados, Ortiz (2012) ainda se valeu de cartas sinóticas de superfície elaboradas pela Marinha do Brasil, imagens do satélite GOES (para estimativa da nebulosidade), dados de estações meteorológicas, elaboração do gráfico de análise rítmica e imagem termal do satélite Landsat 7 (ano de 2003) para avaliação da temperatura de superfície da área de estudo.

A cidade de Cândido Mota-SP situa-se no Planalto Ocidental Paulista e possui topografia levemente ondulada, com predominância de áreas planas. No ano de realização da pesquisa a população era de 29.884 habitantes (ORTIZ, 2012).

As condições térmicas predominantes em Cândido Mota-SP às 07h e 09h foram de maiores temperaturas do ar nas áreas noroeste (construções espaçadas, vegetação arbórea, presença de áreas verdes) e leste (densamente construída e com vegetação arbórea) da cidade. As menores temperaturas foram observadas no centro da cidade (densamente construído, vegetação arbórea e praças), bem como nas porções nordeste e sudeste (densamente construídas, vegetação arbórea esparsa). Pontos no entorno rural se mostraram mais quentes que o centro urbano. A maior variação de temperatura do ar identificada foi de 5°C às 07h, com atuação da Massa Polar Atlântica Tropicalizada. Segundo a autora o comportamento térmico observado decorreu do rápido aquecimento das áreas sem construções ou rurais, menos acometidas por efeitos de sombreamento propiciados por construções que dificultam a penetração dos raios solares, retardando o aquecimento (ORTIZ, 2012).

Às 15 horas o padrão térmico observado em Cândido Mota-SP foi diferente em relação aos horários da manhã. As disparidades entre os pontos de registros fixos da temperatura do ar aguçaram, atingindo a máxima de 8°C de magnitude da ilha de calor localizada no centro da cidade. O fato observado foi decorrente da maior movimentação de veículos e acúmulo de energia pelas construções nesta porção da área de estudo, fruto da radiação solar recebida ao longo na manhã e início da tarde. Áreas que se mostraram mais aquecidas durante a manhã não apresentaram o mesmo comportamento às 15h, o que se justifica pelo uso e ocupação da terra, com terrenos maiores, construções espaçadas, vegetação arbórea e gramados (ORTIZ, 2012).

Às 21h a cidade de Cândido Mota-SP apresentou um padrão de comportamento térmico em que a área urbana se destacou com maiores temperaturas do ar comparado ao entorno rural, segundo registros por pontos fixos. O bairro a leste na cidade apresentou maiores temperaturas assim como em todos os demais horários analisados, sendo ele caracterizado por apresentar telhas de fibrocimento, impermeabilização da terra, alta densidade construtiva e pouca vegetação arbórea. Porções oeste da cidade também se destacaram termicamente às 21h, que segundo Ortiz (2012) pode ser decorrente do movimento aparente do Sol, uma vez que apresentam maior exposição à radiação solar durante a tarde. As maiores variações térmicas identificadas foram de 6°C. As áreas a nordeste e sul da cidade apresentaram menores temperaturas do ar, em linhas gerais.

Ortiz (2012) aponta que os padrões térmicos verificados com as medições móveis reforçam o comportamento da temperatura do ar na área de estudo avaliado com base nos registros por pontos fixos. Logo, suas proposições denotam que as duas técnicas de tomada da temperatura são plausíveis e fidedignas. Em considerações finais a autora salienta que as características urbanas de Cândido Mota-SP influenciam no campo térmico da cidade, uma vez que as áreas de maior densidade de edificações e com poucos espaços verdes são mais quentes, propícias à formação da ilha de calor. Sendo assim, conclui a existência de um clima urbano específico e aponta medidas a serem tomadas pelo poder público para minimizar seus efeitos negativos à população.

Teixeira (2015) desenvolveu estudos acerca do clima urbano de Rancharia-SP. Objetivou analisar a temperatura e umidade relativa do ar em episódios de verão e inverno do ano de 2014, com base na proposta teórico-metodológica de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, sobretudo. Suas investigações foram também centradas na participação dos fatores geocológicos (características do relevo) e geourbanos (uso e ocupação da terra e vegetação urbana) que substanciam o comportamento termohigrométrico, semelhante ao ocorrido na pesquisa para Alvinópolis-MG.

Rancharia-SP localiza-se no oeste paulista, com população urbana de 25.828 habitantes segundo o censo do IBGE de 2010. A área urbana encontra-se predominantemente em terrenos planos e há carência de espaços verdes (praças, jardins, parques, etc.), segundo as narrativas de Teixeira (2015).

A elaboração metodológica feita por Teixeira (2015) partiu da caracterização dos aspectos geocológicos de Rancharia-SP, com base em cartas de hipsometria, exposição de

vertentes, declividade e áreas verdes. Também da caracterização dos aspectos geourbanos decorrentes do uso e ocupação da terra, como feito por Ortiz (2012).

Para visualizar as diferenças térmicas (e ilhas de calor) superficiais em Rancharia-SP, nas estações de verão (mês de janeiro) e inverno (mês de julho), Teixeira (2015) se valeu de imagens termais do satélite Landsat 7 para as 10:00 horas da manhã.

Para registrar a temperatura e umidade do ar em Rancharia-SP, Teixeira (2015) utilizou 8 registradores automáticos – seis instalados na cidade, um na área rural e outro no balneário municipal –, com leituras horárias, ao longo de todo os meses de janeiro e julho. Utilizou a técnica do transecto móvel valendo-se de um automóvel que trafegou a uma velocidade média de 20 km/h. Esta foi aplicada com atmosfera estável, em cinco episódios noturnos (21:00 horas) para cada mês em questão, em dois percursos com duração de 40 minutos, atravessando a cidade de leste-oeste e norte-sul, obtendo 43 e 22 registros em cada, respectivamente, balizado por intervalos de 100 metros.

Segundo os registros por pontos fixos no verão, em linhas gerais, a área urbana de Rancharia-SP apresenta maiores temperaturas do ar que a rural, sobretudo em condições de estabilidade atmosférica. Sob atuação do Sistema Tropical Atlântico, às 15 horas, foi identificado ilhas de calor de 4,5°C e 7,2°C no balneário da cidade, nos dias 24 e 27 de janeiro, respectivamente. Neste horário ocorreram as maiores diferenças de temperatura e umidade do ar na área de estudo, enquanto as menores foram próximo ao nascer do Sol. As características locais de cada ponto amostral (densidade e padrão construtivo, cobertura da terra, área verde) foram significativas na compreensão do aquecimento do ar nos episódios vespertino e noturno (TEIXEIRA, 2015).

Na estação de inverno, os registros por pontos fixos em Rancharia-SP acusaram a ocorrência da ilha de calor em todos os pontos urbanos, cuja intensidade foi maior no período da tarde, do entardecer e da noite. As manifestações mais agudas do fenômeno foram de 3,5°C às 15 horas, de 2,2°C às 19 horas e de 3,6°C às 21 horas, todas sob atuação do Sistema Polar Atlântico. A influência das características geourbanas sobressaíram às geoambientais. As repercussões térmicas propiciadas pelo “efeito sombra” nas áreas urbanas, foram significativas na conformação do campo térmico da área de estudo, sobretudo no inverno e no período da manhã (TEIXEIRA, 2015).

No que diz respeito aos resultados encontrados por Teixeira (2015) a partir da técnica dos transectos móveis, no verão foi observado um padrão de aquecimento centro-periferia, cujo ar mais quente se manifestou na malha urbana. O adensamento de edificações, dentre outros

fatores geourbanos, foram influentes no campo térmico. A ilha de calor de maior intensidade foi de 4,7°C sob atuação da Massa Tropical Atlântica. Já no inverno, a ilha de calor de maior intensidade foi de 3,8°C, substanciada por fatores locais como a densidade de construções e ventos fracos. Por fim, a autora salienta que as três técnicas de monitoramento térmico utilizadas apontam para uma mesma direção.

Allocca (2018) analisou o campo térmico da área urbana de Ponte Nova-MG calcado nas proposições do Sistema Clima Urbano, em articulação aos fatores geocológicos e geourbanos, com vista a identificar (ou não) a ilha de calor atmosférica.

Ponte Nova-MG está localizado a cerca de 55 km de Alvinópolis-MG. As duas áreas de estudo se assemelham quanto ao clima regional, traços geomorfológicos e fitogeográficos. Situa-se no Domínio dos mares de Morros Florestados, com relevo dissecado pela ação fluvial, constituído por vales e morros em “meia-laranja”. A população residente na área urbana é de 51.185 habitantes, segundo o censo do IBGE em 2010. Na área urbana, por seu turno, predomina o uso residencial e “[...] edificações com baixo/moderado índice de verticalização” (ALLOCCA, 2018, p. 11).

Para alcançar os objetivos, Allocca (2018) utilizou a técnica *Sky View Factor*. Se valeu da técnica dos pontos fixos com uso de seis termohigrômetros digitais modelo datalogger, programados para efetuar registros horários, entre 15/02/2017 e 09/01/2018. Utilizou também a técnica dos transectos móveis em duas rotas, realizadas de forma consecutiva, com abrangência de 40 pontos amostrais percorridos entre 01h57min e 02h29min, munido de um termômetro digital modelo Minipa MT-241. Tais registros móveis ocorreram no verão e no inverno (às 9h, 15h e 18h), bem como no outono e na primavera (às 18h), nos dias 18/03/2017, 12/05/2017, 27/07/2017 e 18/12/2017.

Para reparar a defasagem temporal entre os pontos dos transectos móveis – que pode implicar também numa variação natural da temperatura do ar entre setores da cidade – Allocca (2018) aplicou um método experimental de correção dos dados. Neste método desenvolvido pelo autor, os pontos fixos foram utilizados como referência para efetuar uma correção setorizada dos dados obtidos pelos transectos móveis, situados em um raio de 2,5km, aproximadamente.

Allocca (2018) identificou variações térmicas expressivas em Ponte Nova-MG nos episódios analisados – de 4,1°C a 13,8°C – e destacou que elas podem sim ocorrer, mesmo em cidades de menor porte. Apontou que o sítio exerceu influência significativa nos padrões do campo térmico, devido ao aquecimento diferencial das vertentes de orientação díspares,

variações de altitude, disposição dos vales, indução da circulação terciária, padrões de sombreamentos e etc. Por exemplo, no verão e no inverno as brisas de montanha favoreceram a ocorrência de menores temperaturas do ar em certos pontos mais baixos do relevo, nos trechos em vale, sobretudo no período da manhã.

Além do sítio, outro fator geoambiental destacado por Allocca (2018) foram os cursos d'água que cortam a cidade, como o Rio Piranga e o Ribeirão Vau-açu, de dimensões significativamente superiores ao Rio do Peixe em Alvinópolis-MG. Aqueles rios desencadearam efeitos de arrefecimento do ar nas suas proximidades, sobretudo nos locais com baixa densidade de edificações e na parte da manhã.

A influência dos fatores geourbanos no campo térmico de Ponte Nova-MG também foi observado por Allocca (2018), uma vez que, nas áreas de maior aquecimento do ar, relatou prevalecer intensos fluxos de pessoas e veículos e elevada taxa de adensamento construtivo ao entorno. Entretanto, o autor considerou que não foi possível determinar quais fatores são os mais determinantes nas áreas mais aquecidas. Por isso, não empregou o conceito de ilha de calor para categorizar os saldos de energia em certos pontos da malha urbana. Concluiu, portanto, que os fatores geourbanos ainda não são capazes de propiciar significativas derivações térmicas na área de estudo.

Tomando por empréstimo a iniciativa de Fialho (2009, p. 93), optou-se por sistematizar os estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte aqui apreciados em um quadro síntese-comparativo (Quadro 2).

Quadro 2. Síntese comparativa dos estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte.

CIDADE	AUTOR(A)	Nº DE HAB. NA CIDADE	TÉCNICA DE REGISTRO DA TEMP. DO AR (°C)	TRANSECTO MÓVEL			DIAS DE REGISTROS	Nº DE PONTOS DE COLETA	ILHAS DE CALOR MAIS EXPRESSIVAS	PRINCIPAIS FATORES CONDICIONANTES DA TEMP. DO AR	SOFTWARE P/ ELABORAÇÃO DOS MAPAS TERMAIS
				Horários	Temp. duração	Vel. (Km/h)					
Jales (SP)	Ugeda Junior (2012)	42.781	Pontos Fixos 2 Transectos Móveis Sensoriamento Remoto	6h e 21h	45 a 50 min.	20	62 (pontos fixos) 11 manhãs (móvel) 31 noites (móvel)	15 fixos e 1 a cada 100m. no transecto móvel	10°C (episódios diversos). 14,2°C (máxima)	Padrão das construções; tamanho dos lotes e tipo de cobertura; áreas verdes; uso e ocupação da terra; sítio.	<i>Surfer</i>
Agudo (RS)	Kegler (2016)	6.887	2 Transectos Móveis	6h, 15h e 21h	45 min.	Não Inform.	4 (2 no inverno e 2 no verão)	28	1 a 2 °C (verão)	Sistema atmosférico, relevo e por último os condicionantes geourbanos.	<i>Surfer</i>
Nova Palma (RS)	Rossato (2010)	2.664	Pontos Fixos	9h, 15h e 21h	X	X	20 (5 em cada estação do ano)	14	Não mencionada	Características sazonais, sistema atmosférico atuante, condicionantes geocológicos (destaque para o sítio) e por último os condicionantes geourbanos.	<i>ArcGis 9.2</i>
Barra do Bugres e Tangará da Serra (MT)	Zamparoni e Lombardo (1995)	18.744 e 39.840	Transectos Móveis Ponto Fixo	8h, 14h e 20h	Não Infor.	Não Inform.	6 (3 em abril e 3 em julho)	Não informado	2°C e 4°C (abr.) 3,6°C e 5,4°C (jul.)	Sazonalidade; aspectos físicos; uso e ocupação da terra.	Não informado
Viçosa (MG)	Fialho (2009)	59.792	Transectos Móveis ¹⁹ (campo-cidade)	7h, 13h e 21h (mais 7 horários noturnos)	60 min.	50	6 (2 no inverno e 4 no verão)	17	4,7°C (inverno)	Sistema atmosféricos; dinâmica dos ventos locais; fatores geourbanos.	<i>Surfer 8.0</i> e <i>ArcGis 9</i>
Caldas Novas (GO)	Pimentel (2010)	62.204	Transectos Móveis Pontos Fixos	7h, 9h, 12h, 15h, 18h e 21h	25 min.	Não Inform.	Tr. Móvel 20 (10 no inverno e 10 no verão) P. Fixos 4 (2 no inverno e 2 no verão)	Tr. Móvel 7 P. Fixos 10	Não mencionada	Ora naturais, ora antrópicos (necessidade de novos estudos)	X

¹⁹Fialho (2009) utilizou a técnica do transecto móvel em 3 escalas de análise do clima urbano, em diversos horários de registros. Optou-se aqui por destacar a escala campo-cidade por ser a mais próxima da pesquisa realizada em Alvinópolis-MG.

Cândido Mota (SP)	Ortiz (2012)	29.884	2 Transectos Móveis Pontos Fixos	21h	30 min	Menos de 30 km/h	Tr. Móvel: 8 dias, jan/2011 P. Fixo: 30 dias, dez/2010 à jan/2011	Tr. Móvel 57 P. Fixos 11	8°C (máxima identificada, às 15h)	Uso e ocupação da terra, condição do tempo e movimento aparente do Sol.	<i>Surfer</i>
Rancharia (SP)	Teixeira (2015)	25.828	Sensoriamento Remoto 2 Transectos Móveis Pontos Fixos	21h	40 min	Média de 20 km/h	5 noites em janeiro 5 noites em julho	Tr. Móvel L-W 43 Tr. Móvel N-S 22 P. Fixos 8	7,2°C (máxima identificada no verão, às 15h)	Uso e ocupação da terra	<i>Surfer</i>
Ponte Nova (MG)	Allocca (2018)	51.185	2 Transectos Móveis Pontos Fixos	9h, 15h, 18h	1h:57m a 2h:29m	Não Inform.	Tr. Móvel: 4 (1 em cada estação do ano).	Tr. Móvel: 40 P. Fixos: 6	Não identificada	Sítio urbano	<i>ArcGis</i>

Organizado por Rafael de Souza Alves, 2017-2018.

As ilações que se pode extrair da análise dos estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte aqui realizada, faz jus ao dito por Mendonça (2003a) ao avaliar os estudos desta natureza feitos no Brasil. Segundo suas constatações, assim como no exterior, a maioria dos trabalhos abordou de modo prioritário as condições térmicas e higrométricas das cidades, sobretudo as térmicas. Este apontamento também foi realizado por Fialho (2009, p. 77), que afirma ser devido “[...] ao menor custo de aquisição dos equipamentos necessários para a criação de uma rede de monitoramento”.

Observa-se no Quadro 2 que os horários de registro dos parâmetros climáticos não são uniformes, pois são estipulados com o propósito de atender aos objetivos traçados em cada pesquisa. Entretanto, o horário das 21 horas é comum a praticamente todos eles.

A intensidade da ilha de calor não transpareceu ser proporcional ao número de habitantes das cidades. A razão disso é que o contingente populacional não é o fator determinante do fenômeno.

Mesmo que o número de habitantes tenha relação com o fluxo de veículos, consumo de energia, aquecimento de água e condicionamento do ar, número de edificações e dimensão da malha urbana – conforme discutido por Fialho (2009) –, outros fatores participam da conformação do campo térmico e suas nuances entre setores e ruas das cidades. Dentre eles, são apontados o sítio urbano, as funções urbanas, o tipo de material de construção civil predominante, presença ou não de áreas verdes e superfícies hídricas, etc.

A referência aos postulados de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (especificamente ao S.C.U.) foi verificada em todos os trabalhos, exceto em Zamparoni e Lombardo (1995). Muitos, apontaram de maneira explícita esta orientação teórico-metodológica (PIMENTEL, 2010; ROSSATO, 2010; ORTIZ, 2012; UGEDA JUNIOR, 2012; TEIXEIRA, 2015; KEGLER, 2016; ALLOCCA, 2018). Sendo assim, nos limites do universo das obras anteriormente analisadas, ratifica-se as conclusões de Ugeda Junior e Amorim (2016) de que a maioria dos trabalhos de Climatologia Urbana feitos no Brasil tem por base as contribuições legadas por Monteiro, direta ou indiretamente. A presente pesquisa sobre Alvinópolis-MG não é exceção.

Ainda nos limites das obras anteriormente apreciadas, não foi observado trabalhos que fizeram análise do potencial térmico da área relativa à malha urbana em estudo, por meio do Geoprocessamento²⁰, com aplicação da Análise Multicritério e emprego da técnica da

²⁰ O Geoprocessamento é um conjunto de técnicas computacionais que age sobre dados georreferenciados, com intuito de integra-los e transforma-los em informações relevantes para realização de análises e apoio à tomada de

Combinação Linear Ponderada (WLC)²¹. Por ser este um dos objetivos específicos da presente pesquisa em Alvinópolis-MG, faz-se prudente uma discussão sobre, mesmo que brevemente.

3.5. Análise Multicritério e Técnica da Combinação Linear Ponderada

A Análise Multicritério encontra-se no âmago da análise espacial e é um termo geral referente à tomada de decisão envolvendo multiatributos e multiobjetivos, de diferentes naturezas (SUMIDA, 2013). Consiste em relacionar variáveis/critérios díspares considerados no estudo dos fenômenos no intuito de obter uma visão holística ou de conjunto, em contraposição à análise individualizada de entes que desempenham papel importante na conformação do fenômeno em cena (MOREIRA et al., 2001; LEITE, 2005; CEREDA JUNIOR, 2011).

A Análise Multicritério oferece diferentes técnicas e procedimentos a serem adotadas pelo pesquisador de acordo com a natureza dos fenômenos por ele abordado, entre as quais estão as lógicas Booleana e *Fuzzy* (LEITE, 2005).

A lógica Booleana é definida segundo regras determinísticas, onde não há compensação entre os fatores analisados (CEREDA JUNIOR, 2011). Ao aplica-la, tem-se como resultado um mapa temático binário (cada ponto do mapa satisfaz ou não às condições do modelo) e com limites rígidos, haja vista utilizar ponderadores lógicos “E”, “OU”, “Exclusivo OU (XOR)” e “NÃO” (MOREIRA et al., 2001, s/p).

A lógica *Fuzzy* é caracterizada pela possibilidade de influência dos fatores analisados e surge como alternativa à Booleana, uma vez que os percalços impostos pelos limites rígidos são contornados pela transição gradativa entre as ocorrências representadas nos mapas temáticos (CEREDA JUNIOR, 2011). É indicada para lidar com situações que envolvem “[...] ambiguidade, abstração, ambivalência em modelos matemáticos ou conceituais de fenômenos empíricos” (MOREIRA, et al. 2001, s/p).

decisão (XAVIER DA SILVA, 2009). No âmbito da Climatologia Geográfica o Geoprocessamento possibilita espacializar e correlacionar os atributos do clima, devidamente obtidos *in loco* ou não, bem como integrá-los aos fatores climáticos vigentes. Sendo assim, contribui para a produção de informações substanciais às análises climatológicas objetivadas.

²¹ Abreviação de *Weighted Linear Combination*.

Segundo Cereda Junior (2011) o paradigma da representação da lógica *Fuzzy* é apropriado para lidar com conceitos inexatos e, sua introdução no universo científico, deriva da constatação de que a qualidade da informação fornecida por lógicas matemáticas tradicionais (como a Booleana) reduz com o aumento da complexidade no sistema.

Nessa esteira, Moreira et al. (2001) ainda ressalta que, embora o paradigma Booleano seja prático, normalmente não é o mais adequado para muitas das análises ambientais, pois o ideal é que as variáveis que denotam importância relativa diferentes sejam incluídas através da atribuição de pesos (e/ou notas) também diferentes, e não sejam tratadas de maneira igual, ou ainda escamoteadas.

No que se refere aos estudos do clima o emprego da Análise Multicritério ancorado na lógica *Fuzzy* demonstra ser mais apropriado, afinal, como destaca Assis (2012), o clima representa uma ideia complexa e abstrata cuja existência concreta não se verifica em nenhum lugar, não podendo ser medido ou equacionado em termos rígidos.

Na Análise Multicritério – com base na lógica *Fuzzy* – a incorporação (adequação) dos fatores (critérios) em voga a partir da Combinação Linear Ponderada (WLC) consiste na padronização dos fatores segundo uma escala numérica comum, a serem agregados de acordo com um conjunto de pesos combinados por meio da média ponderada. No processo de padronização da escala é possível atribuir notas às classes dos planos de informação de acordo com a relevância que possuem frente à temática em análise ou hipótese considerada. Sendo assim, esta técnica oferece a possibilidade de os parâmetros compensarem uns aos outros (CEREDA JUNIOR, 2011; SUMIDA, 2013).

A Combinação Linear Ponderada possibilita uma maior flexibilidade na agregação dos planos de informação (*layers*), notadamente por permitir ajustes que refletem o julgamento de um especialista, segundo os pesos e notas de importância atribuídos para cada critério, a cada plano de informação. O resultado alcançado será um mapa com áreas que expressam um grau de importância relativa através dos valores numéricos de saída. A definição dos pesos e notas é a ação mais melindrosa e questionável na aplicação da técnica, sobretudo quando feita por meio de procedimentos heurísticos, guiados pela experiência/conhecimento pessoal de profissionais na temática ou área de estudo (MOREIRA et al., 2001).

Machado e Assis (2017, p. 193) utilizaram a Análise Multicritério e a técnica da Combinação Linear Ponderada para propor uma metodologia de mapeamento de unidades topoclimáticas, a partir de estudos realizados em cinco bairros existentes entre os municípios de Nova Lima e Belo Horizonte (MG). Definem a análise e a técnica adotadas como uma

álgebra de mapas temáticos, classificados em categorias que recebem uma nota segundo critérios do pesquisador.

Com base na Figura 5 observa-se que Machado e Assis (2017) consideram que as áreas que recebem maior quantidade de radiação solar (maior nota) influenciam positivamente na temperatura do ar mais do que as áreas que recebem menor quantidade de radiação solar (menor nota), o que faz jus à literatura (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Entretanto, consideraram que as áreas de baixa altimetria têm menor influência positiva na temperatura do ar do que aquelas de elevada altimetria, contrariando o que é dito na literatura quanto à relação da temperatura com a altitude (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Isso porque verificaram na área de estudo que os topos estavam entre os locais mais aquecidos, por isso, as mais elevadas altitudes receberam as maiores notas.

Nota	ATRIBUTOS				
	Radiação Solar (KW/h)	Temperatura do ar (°C)	Uso e ocupação da terra	Umidade relativa do ar (%)	Altimetria (m)
1	2,69 - 3,71	19,1 - 19,8	Floresta em estágio médio de regeneração	69,5 - 71,9	960 - 1014
2	3,72 - 4,03	19,8 - 20,2	Floresta em estágio inicial de regeneração	67,7 - 69,5	1014 - 1051
3	4,03 - 4,27	20,2 - 20,5	Semiurbano florestal	66,3 - 67,7	1051 - 1085
4	4,27 - 4,49	20,5 - 20,7	Semiurbano campestre/Campo cerrado	65,3 - 66,3	1085 - 1118
5	4,49 - 4,69	20,7 - 20,9	Área urbana com edificações de até 15 pavimentos	64,6 - 65,3	1118 - 1154
6	4,70 - 4,89	21,0 - 21,3	Área urbana com edificações de mais de 15 pavimentos		1154 - 1208
7	4,90 - 5,19	21,3 - 22,1			1208 - 1309

Figura 5. Nota atribuída a cada classe dos mapas de entrada da Análise Multicritério feita por Machado e Assis (2017).

Fonte: Machado e Assis (2017, p. 193).

A atribuição das notas às classes dos planos de informação feitas Machado e Assis (2017) ilustram os dizeres de Moreira et al. (2001), de que a atribuição das mesmas revela o julgamento de um especialista, portanto, é um procedimento subjetivo, por ser às vezes guiada pela experiência/conhecimento pessoal do profissional.

Ferreira (2014), com intuito de obter uma compreensão conjunta entre clima e cidade e valendo-se do uso do Geoprocessamento, propõe uma metodologia de integração de mapas temáticos associados a uma matriz de notas, determinada pela influência de diferentes variáveis na temperatura do ar. Para isso, segundo ela, são necessários os mapeamentos (*layers*) que abarcam informações de fatores produtores e mitigadores do clima urbano. A metodologia proposta conduz à elaboração de um mapa (fruto da Análise Multicritério) que evidencia o potencial térmico dos distintos espaços intraurbanos, segundo os elementos que os constituem e a relativa respostas térmicas que encerram.

A metodologia proposta por Ferreira (2014, p. 58) coloca em baila o grau de influência que os fatores geoambientais do sítio urbano e de uso e ocupação da superfície da terra exercem

no clima das cidades. O Geoprocessamento emerge em suas proposições como possibilidade de operacionalizar, simultaneamente, um grande número de variáveis de diferentes naturezas devidamente mapeadas; “[...] permitindo criar simulações, cenários prospectivos e classificar a área em unidades”.

Ferreira (2014) criou uma base de dados geocodificada para o centro da cidade de Juiz de Fora-MG, na escala de 1:2.000, baseada em fotografia aérea e utilizando os *softwares* ArcView e ArcGis 10. Tal base de dados contendo informações da disposição, morfologia, geometria, estrutura e formas urbanas possibilitou a criação dos mapas básicos. Estes, uma vez reclassificados e integrados, originaram os mapas temáticos (massa construída, albedo, sombreamento, calor antrópico, áreas verdes e água, impermeabilização, etc). Todos os mapas foram reclassificados em cinco classes e atribuídos notas de um a cinco para as mesmas, de acordo com o grau de influência no comportamento da temperatura do ar. Ao final, os mapas temáticos foram integrados para dar origem ao mapa final, que representa o grau que o ambiente físico antropizado tem de influenciar na temperatura do ar.

A proposta metodológica de Ferreira (2014) motivou a realização da análise do potencial térmico na área de estudo desta pesquisa, mesmo não sendo possível aplica-la na integra, considerando todas as variáveis por ela utilizada (devido à falta de base de dados em escala apropriada, principalmente).

4. “BAMBAS DO GASPAR ESTÃO NA RUA, PEDEM LICENÇA PARA [...]” SE APRESENTAR

4.1. Alvinópolis-MG: Localização Geográfica e Considerações Geoambientais

O município de Alvinópolis está geograficamente localizado na região Sudeste do Brasil, no estado de Minas Gerais, na borda leste da mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte já próximo a da Zona da Mata (Figura 6).

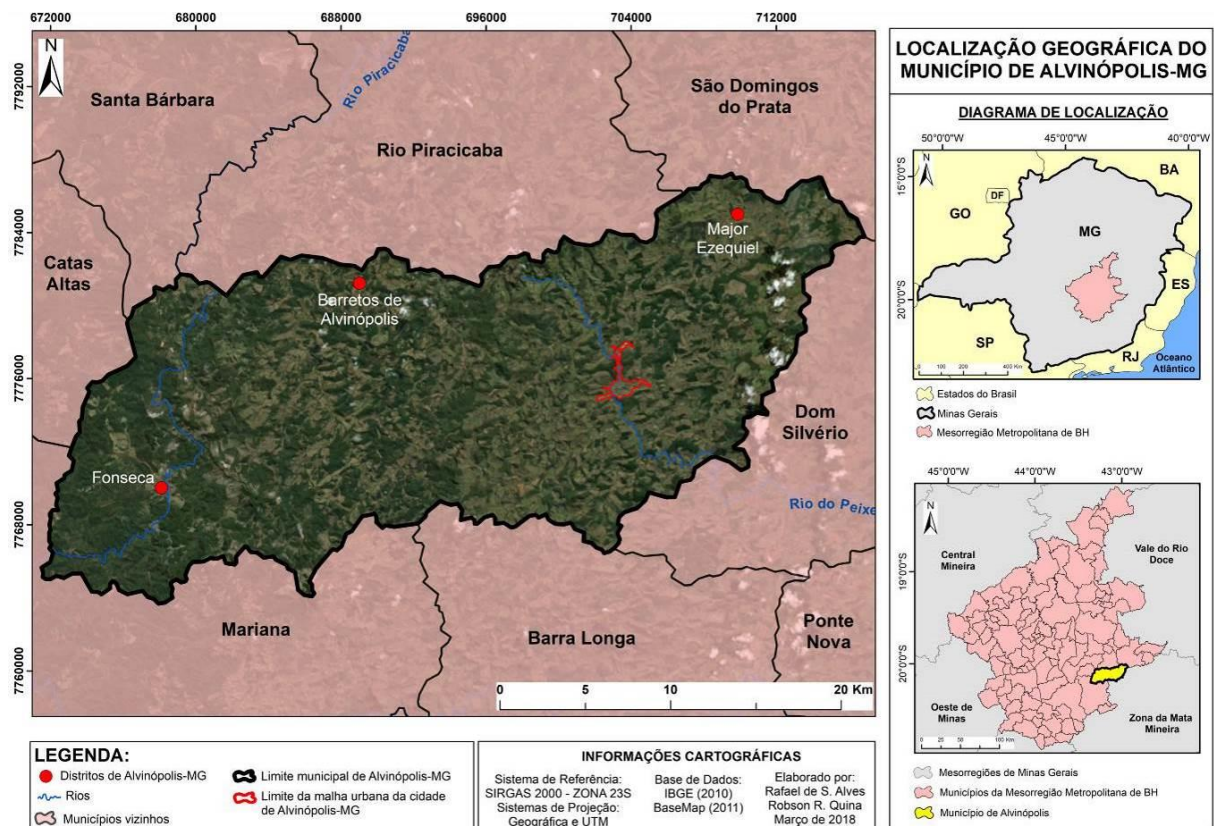


Figura 6. Localização geográfica do município de Alvinópolis-MG.

Conforme apontado por Almeida (1992), as terras alvinopolenses situam-se no lado oriental do estado mineiro entre a serra do Espinhaço e extensões da Mantiqueira, nas porções do vale do Rio Doce. Possui 599,433Km² de extensão territorial (IBGE, 2017) e faz divisa com municípios do Quadrilátero Ferrífero, como Catas Altas, Mariana, Santa Bárbara e Rio Piracicaba (Figura 6).

A vegetação predominante no município de Alvinópolis-MG é a de Mata Atlântica (IBGE, 2017), que assim como em outras áreas de sua abrangência natural a maior parte foi substituída por pastagens, lavouras e edificações, restando pequenos fragmentos secundários nos topos dos morros. Por se encontrar em áreas de transição vegetacional observa-se traços de

Cerrado nas porções leste do município, nas divisas com Mariana e Catas Altas, por exemplo (Figura 6). Nestas áreas também são encontradas manchas de cobertura vegetal de controle edáfico, como a do tipo Canga (MELO et al., 2002; FERNANDES e MELO, 2009).

Em Alvinópolis-MG grande parte das áreas ocupadas por Mata Atlântica foi convertida em espaços urbanizados dotados de construção civil, pastagens para a agropecuária e plantações de eucalipto. Esta última se alastrou no território municipal face às demandas de carvão vegetal nas empresas siderúrgicas e metalúrgicas da região do Quadrilátero Ferrífero, bem como para atender demandas de lenha para combustão nas caldeiras de vapor da Companhia Fabril Mascarenhas, localizada na cidade em estudo, conforme será discutido a seguir. Entretanto, faz-se oportuno mencionar que esta indústria têxtil, nas décadas passadas, também consumia em suas caldeiras a “mata comum”, o que favoreceu a redução dos fragmentos de vegetação secundária de Mata Atlântica na região.

O município de Alvinópolis-MG situa-se morfológicamente na porção do território brasileiro definida por Ab’Saber (2003) de Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros Florestados. Sendo assim, apresenta relevo dissecado pela ação fluvial, constituído por um conjunto de morros com topos predominantemente arredondados (“meia-laranja”) e vales onde se encaixam os cursos d’água.

No que diz respeito ao clima, o município de Alvinópolis-MG, por estar inserida na região Sudeste do Brasil, encontra-se numa grande área de transição climática, submetido a sistemas atmosféricos produtores de tempo tropicais e polares. Conta com duas estações do ano bem definidas, sendo o verão caracterizado por altas temperaturas e por maiores totais pluviométricos, e o inverno caracterizado por menores temperaturas e menores totais pluviométricos.

Feita as devidas observações supramencionadas, cabe apontar que é nesta conjuntura a nível de município que se encontra a cidade de Alvinópolis-MG²² e frações de seu entorno próximo, área de estudo da presente pesquisa (Figura 7), cujas características geoambientais não escapam à realidade descrita nos parágrafos anteriores.

²² Aproximadamente a 170 km da capital mineira.

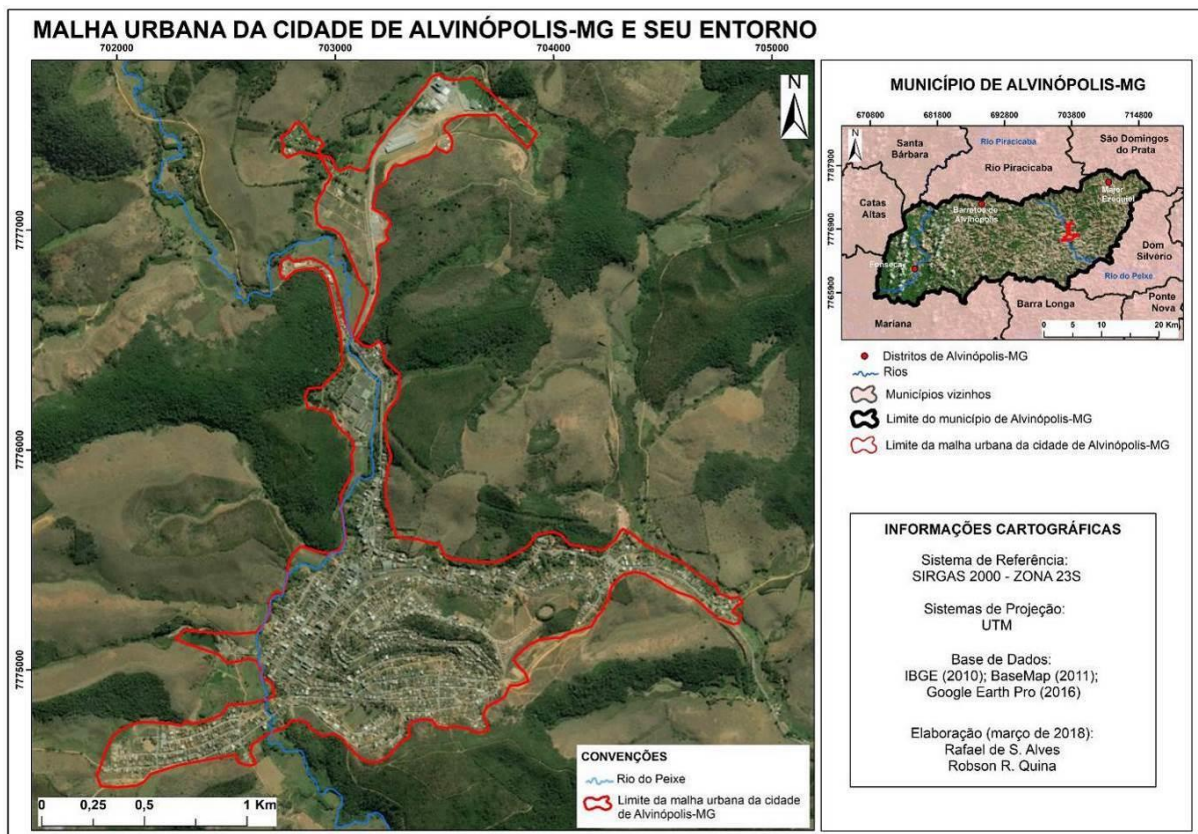


Figura 7. Localização geográfica da malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG e seu entorno.

No que diz respeito aos aspectos hidrogeográficos a cidade de Alvinópolis-MG está localizada na cabeceira da bacia hidrográfica do Rio do Peixe, que compõe uma das cabeceiras da bacia hidrográfica do Rio Doce. O Rio do Peixe, tem suas nascentes no município de Alvinópolis-MG e é formado pelo encontro dos córregos Canjica e Timboto. Seu curso d'água perpassa a área de estudo no sentido preferencial norte-sul e recebe o esgoto da cidade sem o devido tratamento, em vários pontos (DRUMOND, 2008).

4.2. Alvinópolis-MG: Caracterização Histórica, Urbano-Populacional e Socioeconômica

A cidade de Alvinópolis-MG possui uma malha urbana de aproximadamente 2 km² de área (cerca de 199,4 ha) e 16,9 km de perímetro. A expansão de sua estrutura edificada vem ocorrendo, sobretudo, na porção norte da mesma, sem o devido planejamento (Figura 7).

Conforme se visualiza no Quadro 3, a população urbana de Alvinópolis-MG é 11.433 habitantes. Desta maneira, pode ser categorizada como uma cidade de pequeno porte, segundo

o critério quantitativo populacional adotado na presente pesquisa, discutido nas considerações sobre cidades de pequeno porte.

Da década de 1970 em diante houve variações pouco expressivas no total de habitantes do município. Entretanto, em sintonia à dinâmica demográfica brasileira, houve incremento da população residente no meio urbano²³ e redução da população rural, paulatinamente, o que denota a ocorrência do êxodo rural ainda em marcha (Quadro 3).

Quadro 3. Quantitativo populacional de Alvinópolis-MG.

ANO	POPULAÇÃO		
	URBANA	RURAL	TOTAL
1970	6.625	8.922	15.547
1980	7.310	7.737	15.047
1991	9.026	6.298	15.324
2000	10.804	4.784	15.588
2010	11.433	3.828	15.261
2017 (estimada)	----	----	15.261

Elaborado por Rafael de Souza Alves, 2017.

Fonte: IBGE, disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=CD91>.

Acessado em: 15 de julho de 2017.

Monte-Mór (2001) explica que a grande demanda por mão de obra nas minas de extração de ouro, aliada a inviabilidade econômica de retirar trabalho e tempo investido na produção mineral para a produção alimentar – devido à menor rentabilidade desta última –, implicou na geração e fortalecimento de núcleos urbanos de economia de autoconsumo oriundo do aprofundamento da divisão socioespacial do trabalho, face ao necessário abastecimento das regiões mineradoras.

A partir deste prisma analítico colocado por Monte-Mor (2001) é possível refletir para melhor compreender a gênese do povoado que derivou, mais tarde, na cidade de Alvinópolis-MG.

A ocupação das terras alvinopolenses se deu ainda no século XVI. No entanto, foi do decorrer do século XVIII que o povoamento intensificou, dada a aptidão agrícola da região em consonância à demanda de gêneros alimentícios nas áreas mineradoras situadas ali perto. Logo, a origem da cidade tem suas raízes no arraial de Paulo Moreira²⁴ (Figura 8), na época

²³ De 1970 a 2010 houve um incremento de 4.808 pessoas na área urbana, distribuído ao longo dos anos.

²⁴ Segundo Almeida (1992), Paulo Moreira foi um bandeirante que chegou a região da atual cidade de Alvinópolis-MG por volta de 1696, ou seja, no mesmo contexto histórico da ocupação da região de Ouro Preto e Mariana.

pertencente a Mariana-MG e provedor de alimentos para as cidades do ouro, como Ouro Preto e a própria Mariana-MG (ALMEIDA, 1992; DRUMOND, 2008).

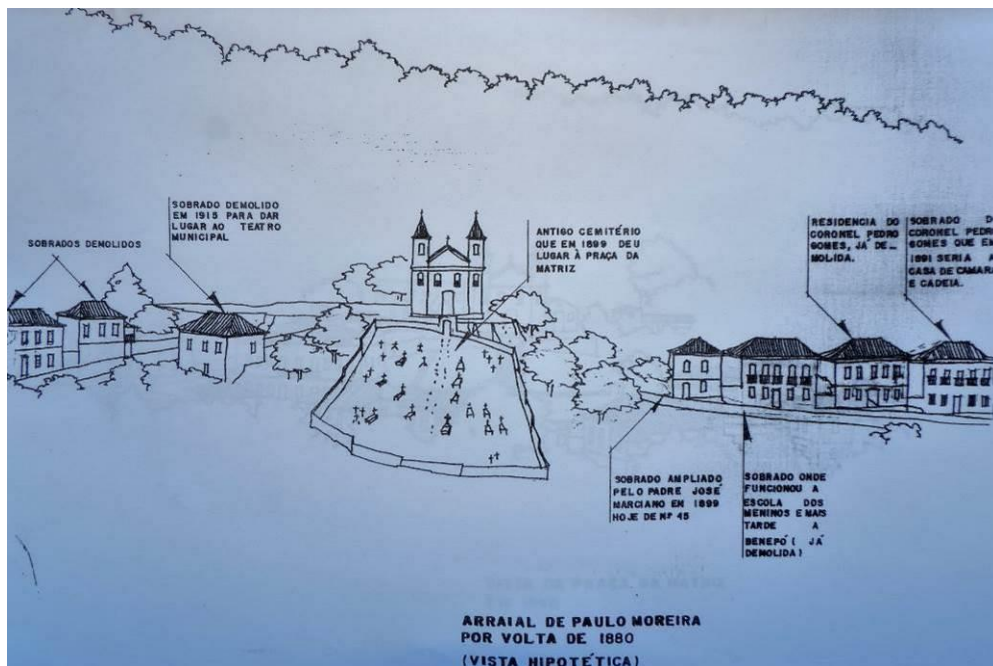


Figura 8. Croqui do Arraial de Paulo Moreira por volta de 1880. Extraído de Almeida (1992, p. 34).

Segundo Almeida (1992), com o declínio da atividade aurífera a ocupação na região de Alvinópolis-MG foi intensificada, dada as políticas de isenção de impostos do governo Português aos colonos que se estabeleciam nas “matas”. Ainda sobre o arraial de Paulo Moreira – gênese da malha urbana alvinopolense – o autor observa que o mesmo se alargou nas proximidades da Capela de Nossa Senhora do Rosário, construída em 1754. Almeida (1992, p. 9 e 14) explica que: “Situado no vale do Rio do Peixe, afluente do Rio Doce, a uma altitude de 540 metros, a malha urbana do arraial de Paulo Moreira se desenvolveu entre vales estreitos, em local de relevo acidentado [...], à meia encosta, em topografia mais alta”.

No final do século XIX a malha urbana de Paulo Moreira contava com cerca de 3.500 habitantes. Foi neste contexto que ocorreram as primeiras modificações no sítio urbano primitivo da atual cidade, perceptíveis na paisagem contemporânea, uma vez que “[...] fez o desmonte de terra do cume do monte que se erguia diante do arraial (onde, mais abaixo se localizava a Capela do Rosário do Pretos) e com o platô resultante desta terraplanagem, fez aí o novo cemitério, de forma circular [...]”, cercado por bambuzal, cuja inspiração adveio com o retorno do padre José Marciano de Aguiar de sua viagem à Europa, onde conheceu em Nice (França) um cemitério igual, de “aspecto peculiar”. Ainda na ocasião, foi feito outro platô

abaixo da igreja matriz Nossa Senhora do Rosário, na área do antigo cemitério, onde hoje situa-se a praça Padre João Bosco (ALMEIDA, 1992, p. 26).

As áreas em que se deram as primeiras transformações no sítio urbano de Alvinópolis-MG podem ser identificadas na Figura 9, bem como a distribuição dos bairros e algumas estruturas urbanas necessárias à discussão que se arrola. As extensões da vila Paulo Moreira coincidiam com a do atual bairro Parte Alta, mais reconhecido no vocabulário cotidiano dos alvinopolenses por “Rua de Cima”.

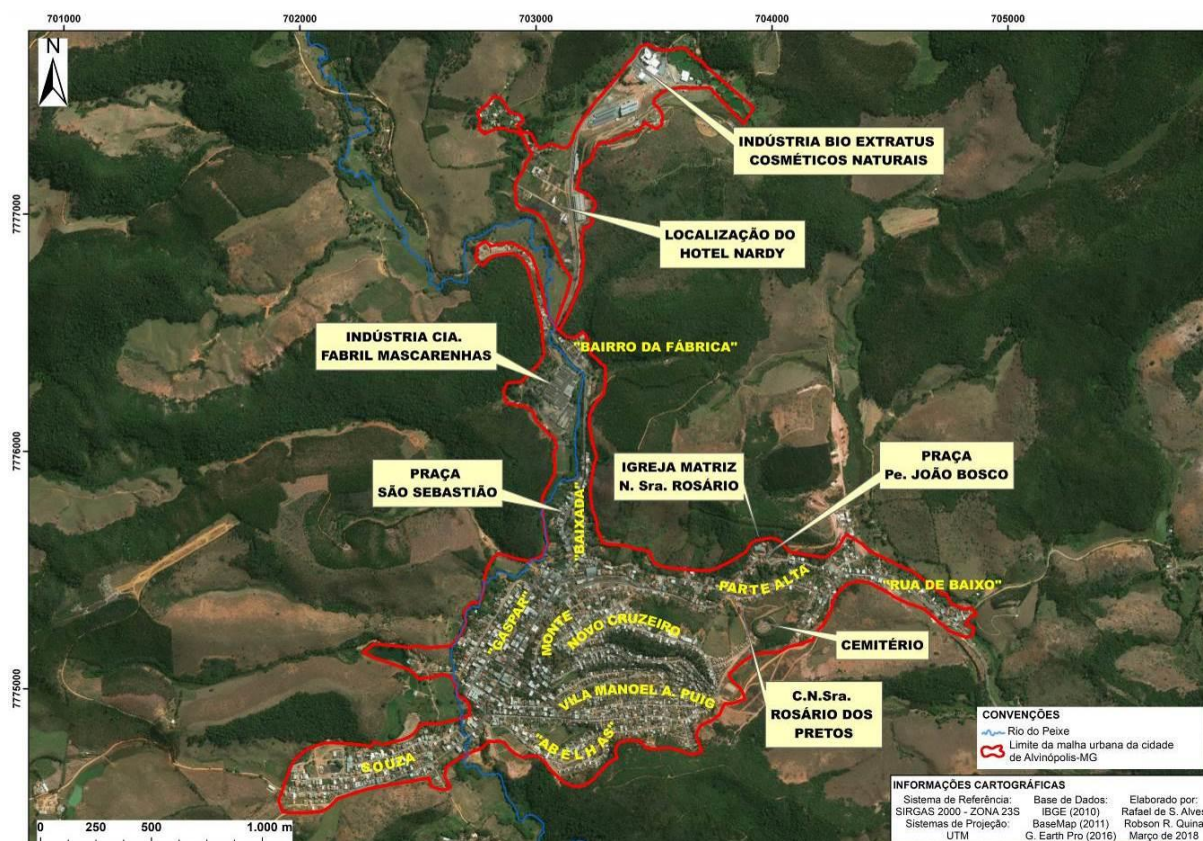


Figura 9. Identificação dos bairros (entre aspas as denominações usadas no cotidiano local) e algumas estruturas urbanas de referência para a caracterização da área de estudo.

Em 5 de fevereiro de 1891 o arraial de Paulo Moreira foi elevado à categoria de vila e sede do município, desmembrando-se de Mariana-MG. Já no ano seguinte, em 1892 – após implantação da cadeia e da câmara municipal –, foi elevada à categoria de cidade. Desse modo, observa-se que as principais obras urbanas no atual bairro Parte Alta onde se originou a cidade ocorreram no final do século XIX, valendo-se de um “[...] sistema construtivo com estrutura de madeira e paredes de pau-a-pique ou adobe²⁵ [...]” usado no município até meados da década

²⁵ Tipo de tijolo maciço fabricado com terra crua, água, palha e fibras naturais (como esterco de gado), moldados artesanalmente em formas de madeira e com secagem ao Sol. Em certas localidades (como em Alvinópolis-MG) é também denominado “tijolino à vista”.

de 1950, quando a partir de então começou a usar predominantemente o concreto armado, juntamente com o tijolo, empregado sistematicamente a partir das décadas de 1910 e 1920 (ALMEIDA, 1992, p. 39).

No aspecto econômico, para além da agricultura e o tímido comércio da época, próximo ao findar do século XIX (1887) foi inaugurado em Paulo Moreira uma pequena indústria de tecido. Em 1912, após ser vendida, passou-se a denominar Companhia Fabril Mascarenhas, uma das pioneiras da indústria têxtil em Minas Gerais, vindo a mudar radicalmente o sistema econômico do município, bem como o político, agora não mais dividido pela igreja e elite agrária, mas também pela emergente elite empresarial (ALMEIDA, 1992).

Na última década do século XIX parte do atual centro da cidade começou a ser ocupado, onde hoje situa-se a praça São Sebastião, localmente conhecida por “Baixada”, cuja urbanização de fato se fez nos anos de 1970. Em área de topografia aplainada, em um terraço em vale aberto, este largo era (ainda é) ponto de passagem da vila (hoje, bairro Parte Alta) até a fábrica têxtil (ALMEIDA, 1992), (Figura 9). Sendo assim, neste momento histórico, nota-se que a expansão da malha urbana rumo às partes mais baixas do sítio urbano ocorreu serpenteando os fundos de vales.

A formação urbana do bairro conhecido localmente por “Gaspar” (Figura 9) – constituinte do centro da cidade – ocorreu a partir da influência política e econômica da Companhia Fabril Mascarenhas, como se pode observar nas palavras de Almeida (1992, p. 44):

Em 1915, o então presidente da Câmara (o mesmo que prefeito atualmente) e também administrador da fábrica, o Sr. Frederico Augusto Álvares da Silva, executa a desapropriação da Fazenda do Gaspar com o intuito de se implantar um novo bairro na cidade, que por ser muito pequena, não tinha na época, condições de abrigar a população operária da qual a fábrica necessitava para viabilizar a sua expansão. Local de topografia favorável, a fazenda do Gaspar viria satisfazer à necessidade da comuna de forma extremamente satisfatória, possibilitando um bairro bem configurado urbanisticamente falando [...].

A Fazenda Gaspar compreendia as áreas dos atuais bairros Gaspar (centro), Monte, Vila Manoel Antônio Puig e “Abelhas²⁶” (Figura 9). No decorrer dos anos de 1930 o bairro Gaspar vinha se configurando como centro comercial e detentor do maior efetivo populacional da cidade, juntamente com a ocupação no entorno da praça São Sebastião (Baixada). Dessa forma,

²⁶ Segundo moradores deste bairro da cidade, oficialmente o mesmo também se chama Vila Manoel Antônio Puig. Entretanto, no cotidiano os alvinopolenses empregam o nome “Abelhas”, também empregado aqui por ser o mais usual.

ocorreu um processo de desocupação do bairro Parte Alta sem haver uma reestruturação econômica do antigo centro político, comercial e residencial (ALMEIDA, 1992).

O “local de topografia favorável” anteriormente dito faz jus a uma fração do sítio urbano alvinopolense em áreas de terraço, compreendido entre o morro do bairro Monte e o leito menor do Rio do Peixe. Dessa forma, nos anos de 1930 e início dos anos de 1940 o crescimento (e adensamento) da malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG ocorreu preferencialmente nos fundos de vales, em um eixo que se alinha à localização da Cia Fabril Mascarenhas (Figura 9).

A abertura do bairro Gaspar representava a materialização do anseio de progresso, personificado em sua malha urbana em forma de tabuleiro de xadrez e na construção da praça com traçado simétrico, arborizada e dotada de palmeiras enfileiradas. Certamente, a conformação do novo bairro em muito destoava da paisagem urbana do bairro Parte Alta, evitado de casarões antigos, dos séculos passados. Assim, nos anos 40 e 50 do século XX, o bairro Gaspar firmou-se como centro político e comercial da cidade, em consonância à perda de centralidade até então exercida pelo bairro Parte Alta e seus contornos aproximados ao da antiga vila de Paulo Moreira (ALMEIDA, 1992).

No contexto dos anos de 1950 foram introduzidos no sítio urbano de Alvinópolis-MG o paralelepípedo de pedra e o asfalto para pavimentação de algumas ruas (ALMEIDA, 1992), como as do bairro Gaspar (centro) e Parte Alta, elementos estes de considerável potencial térmico.

Segundo Almeida (1992) o bairro Parte Alta (ou “Rua de Cima”) configura o setor histórico da cidade, como foi evidenciado ao longo da discussão. As áreas localmente reconhecidas por Gaspar e Baixada (centro), bem como os bairros Monte e Souza configuram o setor moderno de Alvinópolis-MG. Além desses, destacam-se os bairros Abelhas, Novo Cruzeiro e Vila Manoel Antônio Puig e outros na conformação da malha urbana alvinopolense, como buscou-se representar de modo holístico na Figura 9.

A área central da cidade de Alvinópolis-MG (bairros Gaspar e Baixada, em evidência) desempenha essencialmente as funções residencial, serviços e comércio, que notadamente se confundem. No que tange aos dois últimos, é conspícuo a presença de estabelecimentos destinados a atender as necessidades básicas, tais como supermercados, padarias, farmácias, hospital, açougues, lojas de vestimentas, etc. Ademais, concentra bares, lojas de material de construção e móveis, escolas e outros tipos de serviços e comércios, vinculados à prefeitura, fornecimento de combustível, Correio, Fórum, casa lotérica, bancos, etc. Por isso, configura-se como a de maior fluxo de pessoas e veículos. A verticalização ainda é tímida, sendo raros os

edifícios com mais de quatro andares, haja vista a prevalência daqueles com dois ou três pavimentos.

É também na área central que se situam as duas principais praças da cidade, a Praça do Gaspar e a Praça São Sebastião, que inserem o verde em meio ao conjunto de ruas não arborizadas e de pavimentação asfáltica. Dentre as funções que desempenham, destaca-se propiciar momentos de socialização e sediar a principal festa da cidade, o carnaval²⁷, sobretudo aquela última.

Os bairros para além do centro desempenham majoritariamente a função residencial, com predominância de moradias que possuem cerca de um a dois pavimentos e ruas não arborizadas. Observa-se a existência de pequenos estabelecimentos comerciais como mercearias, bares e padarias, destinados a venda de produtos de grande consumo, porém em menor quantidade.

Tanto na área central quanto nos bairros adjacentes é raro a presença de árvores junto às ruas, sendo o verde mais presente nas praças, nos quintais e espaços intraurbanos desocupados.

O bairro Souza – setor moderno da cidade, conforme Almeida (1992) –, situado na porção sudoeste da área urbana, está majoritariamente assentado em um amplo terraço. Frações menores deste bairro ocupam a planície de inundação do Rio do Peixe e estão sujeitas a serem acometidas pelo extravasamento das águas deste nível de base local, conforme ocorrido na noite do dia 03 de abril de 2018, quando da atuação de uma Zona de Convergência de Umidade sobre partes de Minas Gerais, identificada na carta sinótica deste dia, às 21h (horário de Brasília), conforme visualiza-se na Figura 10. Vale destacar que a inundação é um fenômeno de natureza hidrometeorológica e faz parte da dinâmica natural, podendo ser intensificado pelas alterações ambientais antrópicas e intervenções urbanas.

²⁷ O carnaval é a principal festa popular da cidade e atrai a população de várias cidades da região, devido à qualidade de seus músicos e a tradição do carnaval de rua (que vem se perdendo!), com desfile de escola de samba, blocos e marchinhas de autoria local, como “Adeus Marinha” e “Bambas do Gaspar”. Esta última, que faz menção a um dos bairros da cidade, inspirou o título do habitual capítulo “Caracterização da Área de Estudo”. Ambas as marchinhas de carnaval (de meados do século XX) são apontadas como maiores patrimônios culturais artístico dos alvinopolenses, bem como símbolo de identidade.

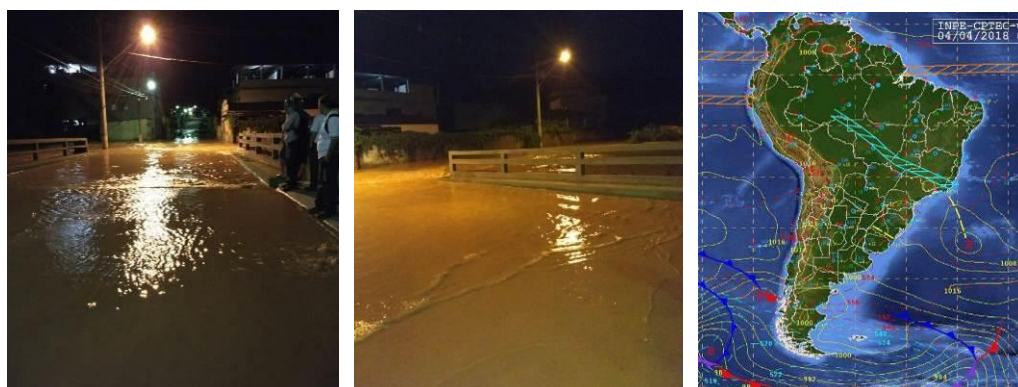


Figura 10. Inundação no bairro Souza e carta sinótica das 21 horas (horário de Brasília) do dia 03 de abril de 2018.

Fotos: Fabiano Sérvulo Perdigão de Barcelos, dia 03 de abril de 2018.

Carta sinótica: disponível em: www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/129787. Acessado em: 13 de abril de 2018.

O bairro Vila Manoel Antônio Puig, mais conhecido no cotidiano alvinopolense por “bairro do Asilo” (dada a existência do lar para idosos na localidade), se formou de maneira mais acentuada a partir dos anos de 1970 e 1980. Segundo Almeida (1992), conta com lotes menores e, muitos deles, em terrenos exacerbadamente íngremes. Dentre os bairros da cidade é o que possui maior densidade demográfica e de residências. Tem como sítio urbano uma microbacia hidrográfica de orientação preferencial leste-oeste, circundada por encostas declivosas por onde a urbanização se espalhou a partir do fundo do vale (Figura 9). Suas altitudes variam de 574 metros (fundos de vales) a 650 metros (divisores d’água urbanizados).

O bairro Novo Cruzeiro se formou de maneira mais expressiva a partir dos anos de 1980 e 1990, ao longo do topo do morro divisor de águas da microbacia da Vila Manoel Antônio Puig (Figura 9). Logo, é o bairro de maior altitude na área de estudo.

Os bairros Novo Cruzeiro, Vila Manoel Antônio Puig e Abelhas (Figura 9) concentram casas de menor valor comercial, grande parte da população operária e negra da cidade. Tais características saltam aos olhos de um observador atento ao espaço citadino alvinopolense no que tange às suas estruturas e dinâmica populacional. A ocupação dessas localidades contou com doações e vendas de lotes pela prefeitura, antes mesmo da dotação de infraestruturas necessárias ao desenvolvimento da urbanização.

Embora Alvinópolis tenha se originado entorno da produção agrícola no período colonial (ALMEIDA, 1992; DRUMOND, 2008), atualmente os setores da economia de maior participação no PIB municipal são os de serviços e de indústria (Quadro 4).

Quadro 4. Participação percentual das atividades econômicas no PIB do município de Alvinópolis-MG.

ATIVIDADES ECONÔMICAS	PARTICIPAÇÃO NO PIB
Serviços	38,54%
Indústria	29,03%
Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social	26,33%
Agropecuária	6,08%

Organizado por Rafael de Souza Alves, 2018.

Fonte: IBGE, disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alvinopolis/pesquisa/38/46996?indicador=47006>. Acessado em: 16 de abril de 2018.

As indústrias de maior projeção econômica e de oferta de empregos diretos e indiretos em Alvinópolis são a Companhia Fabril Mascarenhas – ligada ao setor têxtil e cuja história se confunde com a própria história da cidade, conforme discutido – e a Bio Extratus Cosméticos Naturais, vinculada ao ramo de cosméticos, inaugurada em 1997 (Figura 9).

Vale destacar que as instalações da Companhia Fabril Mascarenhas (Figura 9) se encontram nas dependências do leito maior do Rio do Peixe e também sobre áreas que foram aterradas e desaterradas. Por décadas todos os efluentes da empresa foram despejados no curso d'água deste nível de base local, “[...] constituindo um passivo ambiental da fábrica para com a sociedade” (DRUMOND, 2008, p. 32). Logo, ainda nos anos de 1990, não raramente as águas do Rio do Peixe assumiam colorações diferentes, com tons avermelhados, laranja, azul escuro, etc. No imaginário da população este fato de conotação ambiental era em decorrência do despejo de tintas no rio por parte da empresa, utilizadas no processo de acabamento dos tecidos. Esta é uma memória bastante “viva” ao presente pesquisador.

Conhecer as características históricas, socioeconômicas e geoambientais da área em estudo é fundamental para compreendê-la e apresentá-la ao leitor, colocando-o a par do local de fala do pesquisador. Todavia, por se tratar de uma pesquisa na seara da Climatologia Geográfica, segundo Minaki (2014) a caracterização do local é mais eficiente quando ao lado do conhecimento das especificidades climáticas que a cercam, o que implica abordar a circulação atmosférica regional para uma melhor interpretação dos sistemas sinóticos atuantes nos dias de registros de dados.

4.3. Características Climáticas da Região Sudeste do Brasil e do Estado de Minas Gerais

Segundo Nunes et al (2009, p. 243) a região Sudeste do Brasil apresenta grande população absoluta, alta densidade demográfica e expressiva importância econômica para o país (Quadro 5). Tais aspectos torna a região “[...] sensível às condições climáticas, pois elas condicionam atividades econômicas importantes, como a agropecuária, além do abastecimento urbano e geração de energia hidrelétrica”.

Quadro 5. Aspectos demográficos e econômico do Brasil por região.

REGIÕES	Projeção da População Absoluta (2017) ²⁸	Dens. Demográfica (2010) ²⁹	Participação (%) no PIB Nacional (2012) ³⁰
Norte	12.342.627	4,12	5,3
Nordeste	46.995.097	34,15	13,6
Centro-Oeste	11.296.224	8,75	9,8
Sudeste	70.190.565	86,92	55,2
Sul	24.546.983	48,58	16,2

Organizado por Rafael de Souza Alves, 2018.

Fonte: IBGE, 2018. Extraído em 24/03/2018.

A região Sudeste possui a maior diversidade climático-regional do país, sobretudo no que se refere ao comportamento espacial da temperatura do ar, o que não significa haver homogeneidade na distribuição espacial da umidade. Segundo o IBGE, ela possui 14 subtipos climáticos, conforme ilustrado na Figura 11 (NIMER, 1989, p. 265; SANT’ANNA NETO, 2005).

Na perspectiva de Nunes et al. (2009), a riqueza climática do Sudeste é uma vantagem natural da região, por apresentar grandes potencialidades que derivam da interrelação entre os variados domínios geomorfológicos, tipos climáticos e biodiversidade. Por outro lado, as potencialidades decorrentes do mosaico físico estimulam o uso de seus espaços e recursos em níveis de degradação superiores ao tempo de resiliência da natureza.

De acordo com Nimer (1989) a peculiaridade climática do Sudeste é produto da interação ativa entre fatores de “ordem estática” e de “natureza dinâmica”.

²⁸ Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/indicadoresminimos/tabela1.shtm>

²⁹ Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=10&uf=00>

³⁰ Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2012/default_xls_2002_2012.shtm

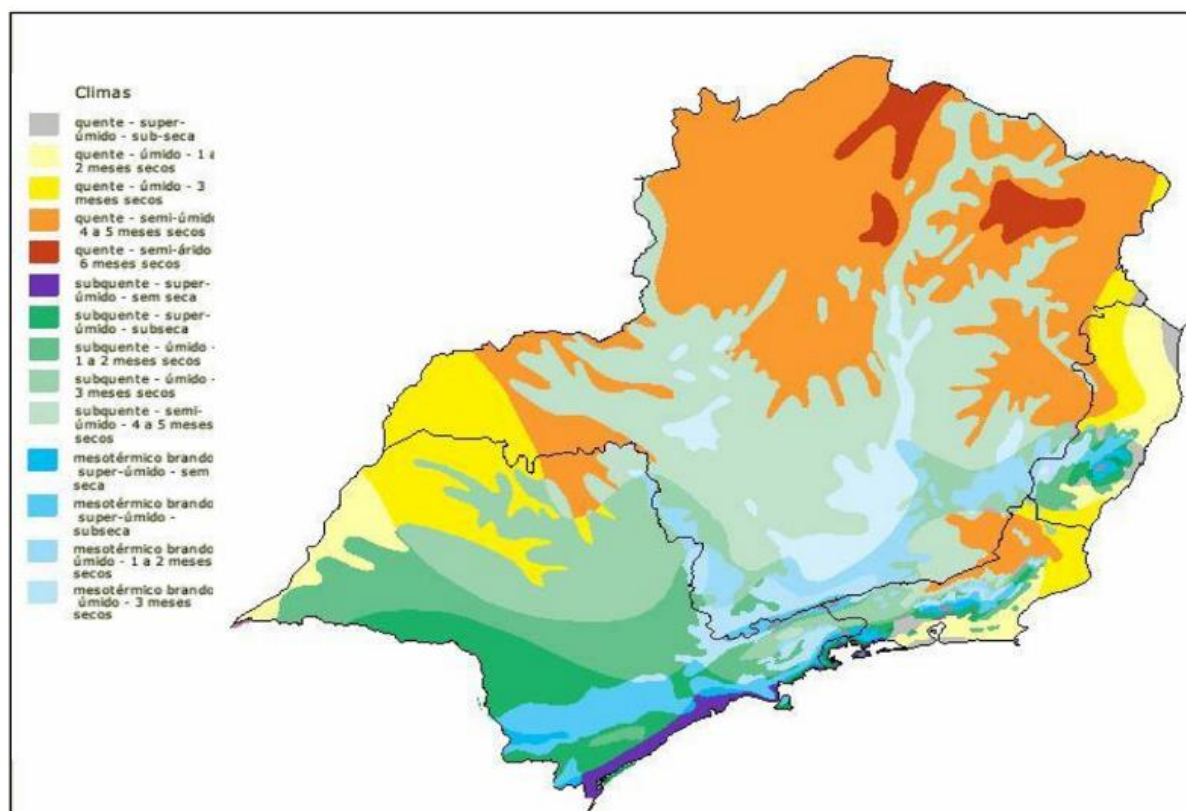


Figura 11. Subtipos climáticos da região Sudeste do Brasil, segundo o IBGE.

Fonte: Sant'Anna Neto (2005, p. 45).

Dentre os fatores estáticos Nimer (1989) ressalta a localização latitudinal da região Sudeste entre os paralelos de 14° e 25° sul, o que a coloca majoritariamente na zona tropical. Desse modo, encontra-se submetida a alta insolação, em menores ângulos de incidência devido à maior altura do Sol sobre o horizonte. Segundo Nunes et al. (2009, p. 246), em termos comparativos, enquanto o Sudeste apresenta absorção da radiação solar nos níveis inferiores da atmosfera próximos a 0,37 cal/cm²/min., áreas situadas entre 60° e 90° de latitude apresentam absorção média de 0,13 cal/cm²/min.

A maior absorção da radiação solar potencializa as taxas de aquecimento da superfície e, por conseguinte, do ar sobrejacente, bem como os movimentos convectivos. Nesta toada, Sant'Anna Neto (2005) aponta que a temperatura média anual na região varia de 14°C a 25°C, sendo mais elevadas no norte de Minas Gerais e litoral do Espírito Santo e Rio de Janeiro, e menores ao sul da região e nas áreas serranas. Para Nunes et al. (2009), a elevada amplitude térmica, nas escalas anual, sazonal e diária, é comum em todo o Sudeste e compõe sua especificidade climática, exceto no litoral, onde o oceano faz valer os efeitos da maritimidade e se impõe como regulador térmico a reduzir as oscilações.

A região Sudeste do Brasil por estar situada a leste do continente sul-americano encontra-se em contato com uma grande superfície líquida (o oceano Atlântico), devido à presença do litoral em toda sua extensão norte-sul, que associada à intensa radiação solar configura-se como fonte de processos de evaporação e condensação. Estes processos, em consonância com partículas em suspensão no ar (principalmente, cloreto de sódio e poeiras, abundante sobre os mares e as cidades, respectivamente) desempenham importante papel na formação de nuvens baixas. Dessa forma, a posição latitudinal aliada a expressiva urbanização favorece a formação de núcleos de condensação nas camadas inferiores da atmosfera e, assim, maiores precipitações em seu território, quando da passagem de Frentes Frias e fenômenos de ascensão dinâmica (NIMER, 1989).

Acerca dos aspectos higrométricos da região Sudeste do Brasil, seu litoral com mais de 1500km de extensão favorece a penetração dos ventos alísios que contribuem para elevar do teor de umidade no ar. Em termos numéricos, a precipitação média anual varia de 700mm a 2000mm. Tende a diminuir progressivamente de leste para oeste por efeito da continentalidade e das serras dispostas preferencialmente no sentido norte/sul (do Mar, da Mantiqueira, do Espinhaço), retentoras de umidade, porque formam barreiras orográficas a serem vencidas pelos ventos úmidos de leste. Tende ainda a diminuir em direção a norte/nordeste e sudoeste, “[...] acompanhando os fluxos de domínio do ar tropical (ao norte) e polar (ao sul)” (SANT’ANNA NETO, 2005, p. 53).

Além da posição latitudinal, Nimer (1989, p. 268) destaca a topografia acidentada como fator estático de considerável influência no clima do Sudeste, como já sinalizado anteriormente para a precipitação. Segundo ele:

O relevo da Região Sudeste oferece os maiores contrastes morfológicos do Brasil. Embora caracterizado por altas superfícies cristalinas e sedimentares, com predomínio de 500 a 800 m em São Paulo e 500 a 1.200 m em Minas Gerais, entre estas aparecem vales amplos e rebaixados como o do São Francisco, Jequitinhonha, Doce, Paraíba do Sul, Paranaíba, Grande Paraná. Sobre aquelas superfícies erguem numerosas *serras* onde são comuns os níveis de 1.200 a 1.800 m como no Espinhaço, Mantiqueira e Serra do Mar, cujos pontos culminantes estão acima de 2.700 m na Mantiqueira, e 2.200 m na Serra do Mar, contrastando violentamente com as amplas baixadas litorâneas do Espírito Santo e Rio de Janeiro.

A topografia acidentada, como descrita anteriormente, favorece processos turbulentos do ar pela ascensão orográfica, que azeitam as precipitações, sobretudo nas encostas a barlavento, ou seja, voltadas para a direção preferencial dos ventos dominantes (NIMER, 1989).

Ainda sobre o papel desempenhado pela topografia, ela também exerce influências térmicas consideráveis, uma vez que as áreas de maiores altitudes condicionam a prevalência

de um clima tropical de altitude, de temperaturas amenas, bem como episódios de registros mínimos de 0°C, como em Campos do Jordão (SP) e Itatiaia (RJ), ambas acima dos 1.500 metros de altitude. Em contrapartida, nas áreas de vales fluviais com altitudes inferiores a 500 metros, são observadas temperaturas máximas no verão aos redores dos 40°C. Logo, o clima de nenhuma outra região do território brasileiro é tão influenciado pela topografia como o do Sudeste (SANT'ANNA NETO, 2005).

Conforme Nunes et al. (2009), a influência do relevo da região Sudeste no seu clima é de tamanha envergadura que faz com que o fator climático altitude se sobressaia ao fator latitude em muitas áreas, como entre os estados de São Paulo e Minas Gerais. Episódios de geada (comumente nos topos das serras, quando as temperaturas mínimas ficam abaixo de 3°C) e precipitação nival (em Campos do Jordão-SP e Itatiaia-RJ, acima de 2.000m) guardam estreita relação com o fator altitude.

Os “fatores dinâmicos” a influenciar no clima (e no tempo) da região Sudeste aos quais Nimer (1989) se refere, fazem alusão aos sistemas regionais de circulação atmosférica.

Situada em áreas de transição de regiões de climas subtropicais e regiões de climas tropicais, o Sudeste brasileiro é “palco de conflito” dos mais variados sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul e no território nacional, que ali se orquestram em dinâmicas complexas (NIMER, 1989; SANT'ANNA NETO, 2005; NUNES et al. 2009). Neste imbróglio de transição climática, se enverga mais para o clima tropical do que para o temperado. A existência de uma estação chuvosa (verão) e outra seca (inverno) exprime sua característica mais importante segundo Nimer (1989), sendo também ressaltada por Nunes et al. (2009, p. 244) como o “[...] traço climático mais marcante do Sudeste [...]”.

O Anticiclone Subtropical Semifixo do Atlântico Sul (que dá origem ao Sistema Tropical Atlântico³¹) e o Anticiclone Móvel Polar Atlântico (que dá origem ao Sistema Polar Atlântico) são os mais atuantes na dinâmica da circulação atmosférica territorial do Sudeste do Brasil. O choque entre tais sistemas ocorre em um equilíbrio dinâmico (NIMER, 1989). De acordo com Nunes et al. (2009), aquele primeiro tem maior domínio temporal que o segundo, e é responsável pelos tipos de tempo prevalecentes na região.

³¹ Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 99), por razões didáticas, utilizam o termo Massa Tropical Atlântica. Explicam que a conceituação é imprecisa dada a “[...] dificuldade de se conceber a atmosfera dividida em espaços independentes”. Dessa forma, será utilizado o termo “sistema” no lugar de “massa”, para expressar a porção de ar proveniente dos centros de ações positivos Anticiclone Subtropical Semifixo do Atlântico Sul e Anticiclone Móvel Polar Atlântico, que interagem com as superfícies sobre as quais perpassam em suas trajetórias, realizando trocas termohigrométricas constantes com elas.

O ar proveniente do Anticiclone Subtropical Semifixo do Atlântico Sul carrega características típicas da zona tropical: temperaturas mais elevadas por conta da radiação solar e telúrica intensa, bem como considerável teor de umidade em função das características de seu local de origem. Propicia ainda condições de tempo estável devido aos movimentos subsidentes do ar (NIMER, 1989).

A atuação do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul – mais intensa no verão – confere à região Sudeste do Brasil e, conseqüentemente à Minas Gerais, ventos de nordeste (no verão) e de leste (no inverno), com velocidades predominantes entre 1 a 3m/s, a 10 metros de altura (BASTOS e FERREIRA, 2000; REBOITA, et al. 2015). Conforme explicam Vianello e Maia (1986) e Reboita et al. (2015), a posição do núcleo deste sistema apresenta oscilação sazonal leste-oeste, situando-se mais ao oceano no verão e mais ao continente no inverno, sendo por isso considerado semifixo (Figura 12).

Por encontrar-se mais ao oceano na estação de verão o Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul beneficia ainda mais o transporte de umidade para o interior de Minas Gerais e demais estados do Sudeste do Brasil, contribuindo para elevar os totais pluviométricos. Já no inverno, por encontra-se mais ao continente, ele diminui tal transporte e intensifica o fenômeno da subsidência, que favorece condições de tempo estável com céu azul (VIANELLO e MAIA, 1989; BASTOS e FERREIRA, 2000; REBOITA, et al., 2015).

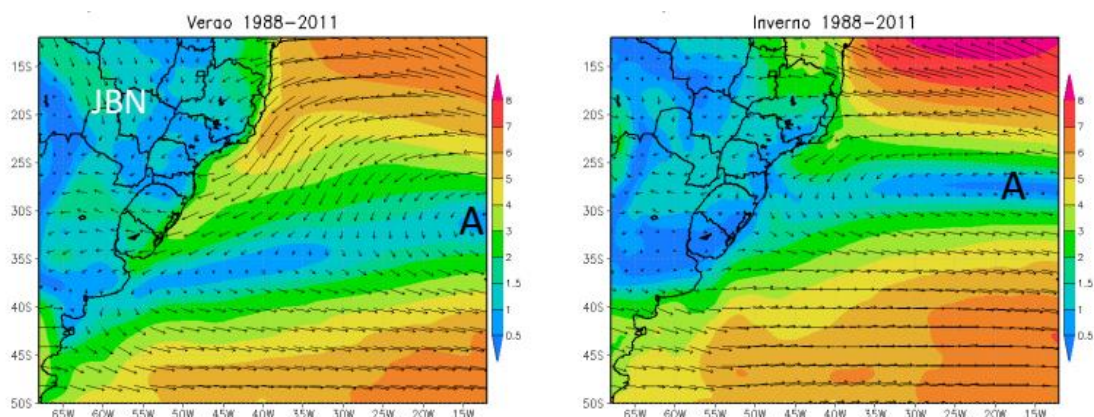


Figura 12. Posição sazonal do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (letra A), direção (vetores) e intensidade dos ventos (m/s em cores) a 10 metros de altura.

Fonte: Reboita et al. (2015, p. 221).

A estabilidade atmosférica proporcionada pelo Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul se encerra com a chegada das correntes perturbadas de sul, de leste e de oeste. Ou seja, pela aproximação e contato com unidades aerológicas de características termohigrométricas (e barométricas) diferentes que causam mudanças na direção preferencial dos ventos dominantes,

possibilidades de ocorrência de precipitação e mudanças na temperatura do ar. Tais correntes perturbadas derivam da invasão das Frentes Frias e do Sistema Polar Atlântico, dos ventos alísios e das linhas de instabilidade tropicais relacionadas a núcleos de baixa pressão, respectivamente (NIMER, 1989).

Em outros termos, Vianello e Maia (1986) se referem às correntes perturbadas como “perturbações transientes de mesoescalas”, por terem duração variadas, de horas a dias. Eles explicam que as linhas de instabilidade são depressões barométricas derivadas principalmente do aquecimento diurno no verão.

A atuação do Anticiclone Móvel Polar Atlântico³² é mais intensa no inverno, devido ao deslocamento do equador térmico para o Hemisfério Norte e os menores bloqueios das Frentes Frias realizadas pelos sistemas tropicais nas baixas latitudes (SANT’ANNA NETO, 2005). O ar que dele se origina, ao ganhar a região Sudeste, ocasiona queda nas temperaturas e aumento da umidade, por carregar consigo as características de seu local de origem e estabelecer trocas termohigrométricas com os lugares por onde passam, influenciando e sendo influenciado por eles, numa alteração mútua permanente (NIMER, 1989; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Os efeitos no tempo causados pelo Anticiclone Móvel Polar Atlântico são mais bem percebidos após a passagem das Frentes Frias. Estas, tratam-se de zonas estreitas de discontinuidades “(térmica, anemométrica, barométrica, higrométrica, etc)” e de convecção ao longo da faixa de contato do ar vinculado ao Sistema Polar Atlântico com o ar vinculado ao Sistema Tropical Atlântico, quando da atuação do anticiclone polar nas baixas latitudes. Logo, as Frentes Frias representam o limiar de substituição do ar quente tropical pelo ar frio de origem polar, uma vez que este último se situa na retaguarda da Frente Fria (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 102).

A incursão das Frentes Frias e a subsequente chegada do ar característico do Anticiclone Móvel Polar Atlântico na região Sudeste são facilitadas pela disposição no sentido norte-sul das serras do Mar, da Mantiqueira e do Espinhaço, que formam calhas de penetração. Tais serras, por outro lado, servem de obstáculos às correntes de leste, como já mencionado anteriormente (SANT’ANNA NETO, 2005).

³² Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007) trata-se de um sistema (ou massa de ar, como assim denominam) derivado da bipartição do Anticiclone Migratório Polar formado no extremo sul da América do Sul, em latitudes subpolares, ao sofrer em sua trajetória bloqueio e atrito da cordilheira dos Andes e tomar a direção leste à mesma.

A dinâmica climática de Minas Gerais guarda estreitas relações com o que foi discutido nos parágrafos atrás, afinal, é parte constituinte da realidade geográfica da região Sudeste do Brasil. Portanto, como ressalta Abreu (1998), sofre influência de fenômenos atmosféricos das latitudes médias e tropicais, seu clima é caracterizado por ser de transição, conta com duas estações do ano bem definidas, tem o relevo a influenciar significativamente na sua heterogeneidade climática, bem como outros aspectos que são comuns às duas realidades, que se vinculam.

As Frentes Frias atuam sobre o território mineiro (e do Sudeste) durante todo o ano, sendo menos frequentes no verão (VIANELLO e MAIA, 1989; REBOITA et al., 2015). Elas participam ativamente da sua dinâmica climática com notória influência no regime térmico e pluviométrico.

Segundo Vianello e Maia (1986) as Frentes Frias são as principais responsáveis pelas poucas chuvas em Minas Gerais na estação de inverno. Abreu (1998) aponta que as Frentes Frias, nesta estação do ano, originam as precipitações do tipo frontal por apresentarem forte gradiente barométrico que geram faixas de movimento ascendente do ar. No verão, atuam na formação³³ da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), quando se estacionam e se associam às Instabilidades Tropicais, canalizando a convergência do ar e alinhando a condução da umidade amazônica para o Sudeste do Brasil. Ainda de acordo com a autora:

Quando esta associação se dá, dizemos que acontece uma interação entre os sistemas de latitudes médias (frentes) e os de latitudes tropicais (IT, depressões ou calhas induzidas). Esta interação é conhecida como Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, sendo responsáveis pelas chuvas intensas, prolongadas, que ocorrem no Sudeste e no Estado de Minas Gerais, e que são conhecidas popularmente como “invernadas” (ABREU, 1998, p.19).

A ZCAS se apresenta nas imagens de satélite meteorológico na forma de uma banda de nebulosidade de orientação noroeste-sudeste, como observa-se na Figura 13, que ilustra sua manifestação no dia 08/01/2018. Quando se forma, a temperatura do ar tende a cair, porque a presença constante de nuvens restringe a incidência dos raios solares na superfície. As chuvas

³³ Para a formação da ZCAS é necessário haver integração entre quatro “ingredientes”: a Instabilidade Tropical fruto do aquecimento do continente, a Frente Fria de caráter estacionário, o giro anticiclônico dos ventos no território brasileiro e a existência da cordilheira dos Andes. Não será discutido aqui todos eles, bem como a forma que se associam para a constituição da ZCAS, para manter-se focado no objetivo de caracterizar a dinâmica climática do Sudeste brasileiro e do estado de Minas Gerais. Desta maneira, recomenda-se a leitura do artigo de Abreu (1998) onde é tratado o processo formação da ZCAS.

associadas a esta entidade climatológica duram em média sete a dez dias³⁴ (ABREU, 1998). Dessa forma, muitos dos casos de inundações e escorregamento de terras – em áreas urbanas, rurais, cortadas por rodovias – que ocorrem no estado mineiro e outros do Sudeste do Brasil, e que ganham os noticiários na estação de verão pelos danos provocados, estão associados aos episódios de ZCAS.

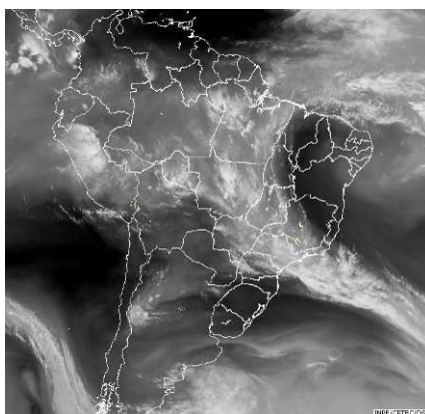


Figura 13. Imagem do satélite GOES 13, canal Vapor, com detecção de uma ZCAS.

Fonte: CPTEC. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/home/index.jsp>.

Acessado em: 25 fev. 2018.

Reboita et al. (2015, p. 211) realizaram estudos climatológicos sobre Minas Gerais valendo-se de informações de 40 estações meteorológicas existentes no estado. Dentre os aspectos metodológicos, calcularam os “[...] totais mensais de precipitação e médias mensais de temperatura do ar mínima e máxima [...]. A temperatura média do ar foi determinada através da média entre as temperaturas mínimas e máximas”. Confirmaram o verão como a estação mais chuvosa e o inverno como a mais seca. A parte centro-sul do estado apresenta maiores totais pluviométricos anuais, já a parte norte os menores. No verão, as precipitações chegam aos 900mm na porção centro-sul do estado e cerca de 400mm no norte. Já no inverno, elas se reduzem para cerca de 50mm e 25mm, respectivamente (Figura 14).

A partir de uma interpretação visual dos mapas confeccionados por Reboita et al. (2015) e no conhecimento da localização espacial aproximada do município e da cidade de Alvinópolis-MG, infere-se que a precipitação média no verão na área de estudo desta pesquisa seja entre 700,1 e 800mm. Já no inverso, entre 25,1 e 50mm. Enquanto a média anual seja entre 1350,1 a 1450mm (Figura 14).

No que se refere às temperaturas mínima, média e máxima do ar em Minas Gerais, no verão, na parte sul do estado elas são cerca de 18°C, 22°C e 28°C, respectivamente. No norte e

³⁴ Quando ocorre a interação entre os sistemas de latitudes médias e latitudes tropicais por cerca de até três dias, utiliza-se a expressão Zona de Convergência de Umidade - ZCOU. Quando a interação se estende para quatro dias ou mais, utiliza-se a expressão Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS.

noroeste do elas são cerca de 20°C, 27°C e 31°C, respectivamente. Já no inverno as temperaturas mínimas, médias e máximas reduzem para cerca de 11°C, 19°C e 25°C na porção sul do estado, respectivamente. Nas porções norte e noroeste elas são cerca de 16°C, 23°C e 29°C, conforme destacam Reboita et al (2015) e pode-se identificar nos produtos cartográficos de suas autorias (Figura 15).

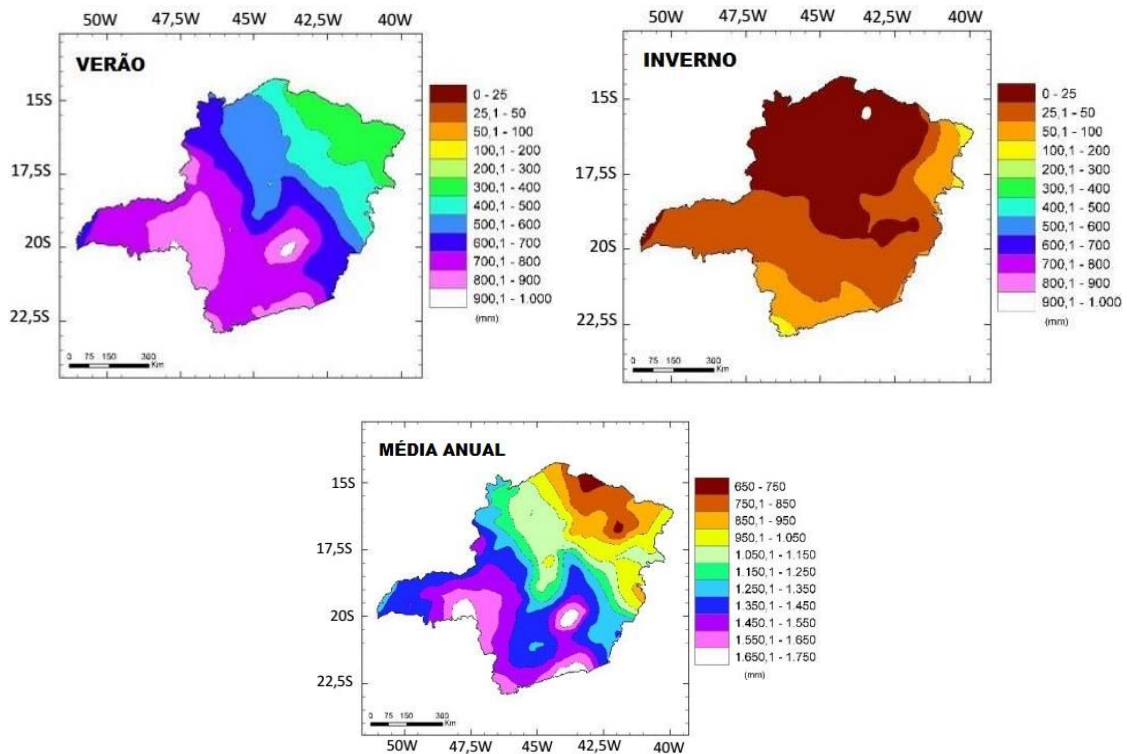


Figura 14. Precipitação média sazonal (estações de verão e inverno) e anual em Minas Gerais no período de 1998 a 2012.

Fonte: Reboita et al. (2015, p. 218). Adaptado por Rafael de Souza Alves, 2018.

Como observado por Reboita et al. (2015), tanto no verão quanto no inverno os menores valores de temperatura do ar ocorrem no sul do estado, por influência da posição latitudinal e das maiores cotas altimétricas propiciadas pelo complexo da serra da Mantiqueira. Na porção centro-norte as temperaturas do ar se diferenciam do entorno por influência do complexo da serra do Espinhaço, cuja altitude propicia valores reduzidos. As maiores mínimas, médias e máximas anuais são encontradas a noroeste e norte do estado. A distância em relação ao oceano Atlântico contribui para a influência da continentalidade, que implica em maiores amplitudes térmicas (Figura 15), (REBOITA et al., 2015).

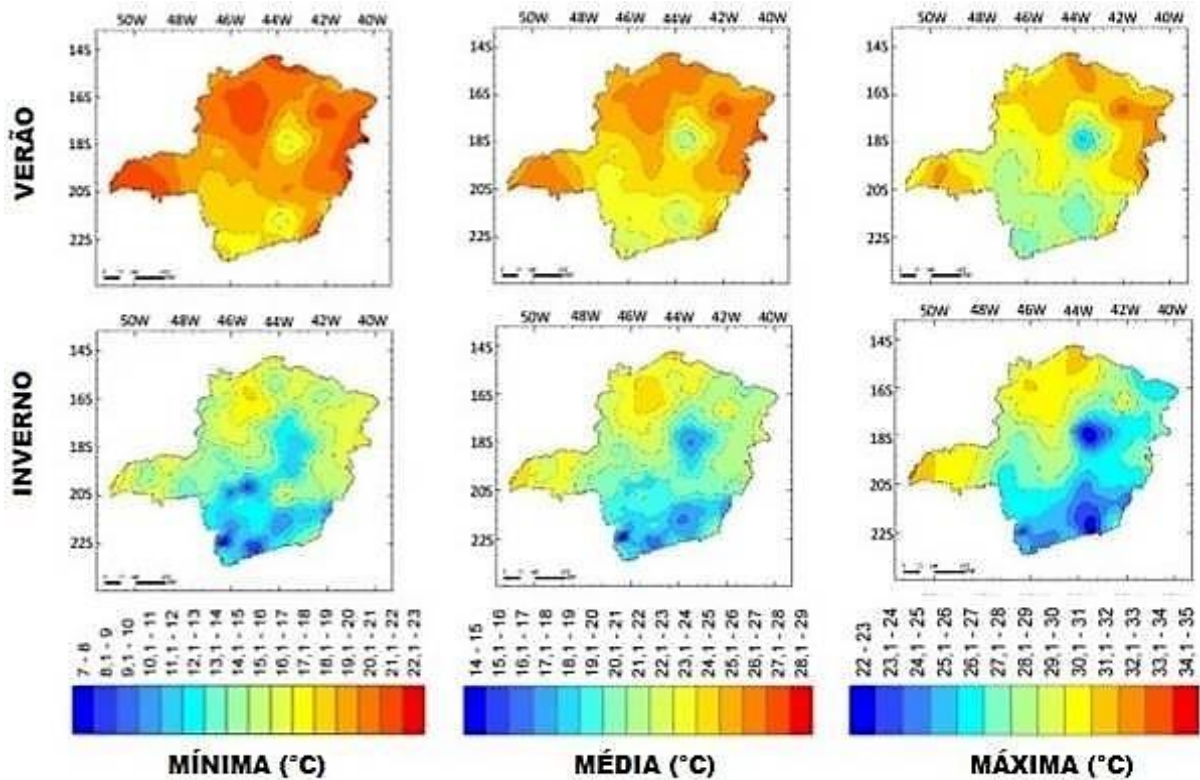


Figura 15. Temperatura (°C) média sazonal em Minas Gerais no período de 1998 a 2012. Fonte: Reboita et al. (2015, p. 220). Adaptado por Rafael de Souza Alves, 2018.

Conforme os mapas elaborados por Reboita et al. (2015) infere-se que a temperatura do ar mínima, média e máxima nas proximidades da cidade de Alvinópolis-MG seja cerca de 19°C, 24°C e 30°C no verão, respectivamente. No inverno, cerca de 14°C, 20°C e 26°C, respectivamente (Figura 15).

Ávila et al. (2014) objetivaram avaliar a tendência das temperaturas máximas e mínimas em Minas Gerais. Utilizaram séries históricas de temperaturas mínimas e máximas diárias de 43 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) presentes no estado, com no mínimo 30 anos de registros. No intuito de realizar análises sazonais, elegeram os dados dos meses de janeiro, abril, junho e setembro como representativos do verão, outono, inverno e primavera, respectivamente.

Em linhas gerais, Ávila et al. (2014) apontam que há tendências significativas de aumento das temperaturas mínimas e máximas (de modo menos pronunciado que as mínimas) em Minas Gerais, sobretudo em outubro (primavera). Tendências de redução das temperaturas mínimas foram observadas por eles somente no mês de julho (inverno), nos municípios localizados em maiores altitudes, o que sugere a relevância desempenhada por fatores de ordem local. No mês de janeiro (verão) 86,7% dos municípios com estação meteorológica mostraram

estar passando por aumento nas temperaturas mínimas, em taxas que variam de 0,5°C a mais de 1°C por década. Já no mês de julho essa mesma tendência ocorreu em 37,2% dos municípios analisados.

No que se refere às temperaturas máximas analisadas no estudo de Ávila et al. (2014), no verão apenas seis dos municípios demonstraram tendências de aumento nos valores, e no inverno foram 26 municípios. Segundo os autores, os resultados encontrados podem ser por influência das mudanças climáticas globais, ou fatores como a urbanização (ilhas de calor) e mudanças na localização das estações meteorológicas.

Voltando às contribuições de Reboita et al. (2015) aos aspectos climáticos de Minas Gerais, tais autores demonstram que, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger aplicada ao território mineiro, há no estado predominância do tipo climático Aw, que significa clima tropical com inverno seco, abrangendo, inclusive, as redondezas de Alvinópolis-MG. Observa-se na porção sul e centro-norte a prevalência dos tipos Cwa (clima temperado com inverno seco e verão quente) e Cwb (clima temperado com inverno seco e verão não muito quente), e no norte e oeste os tipos Am (clima tropical de monção), BWh e BSh que são referentes a climas áridos (Figura 16).

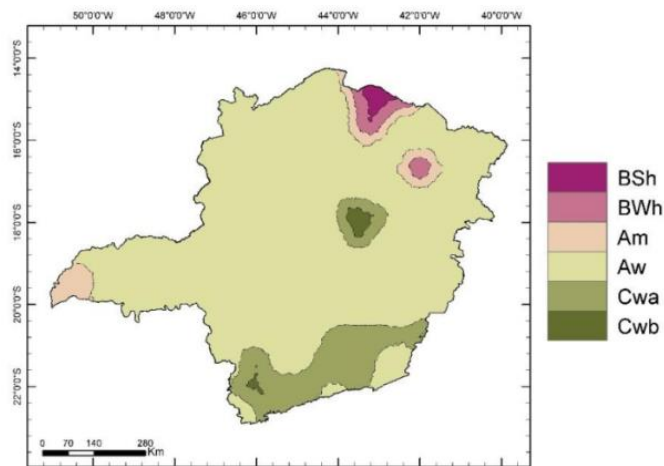


Figura 16. Classificação climática para Minas Gerais referente ao período de 1998 a 2012. Fonte: Reboita et al. (2015, p. 222).

A recente pesquisa feita por Reboita et al. (2015) detalha o que foi apontado anos atrás por Vianello e Maia (1986, p. 186), que [...] Minas Gerais é caracterizado por grande diversidade de climas, dos úmidos ao semi-áridos, dos continentais quentes aos climas amenos montanhosos”.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realizar a pesquisa foi feito um levantamento bibliográfico acerca do tema clima urbano e, em seguida, do clima urbano de cidades de pequeno porte em específico. A sistematização das teorias e conceitos relativos ao tema em baila – explicitados na revisão bibliográfica e distendidos ao longo do trabalho – forneceu as condições elementares na busca de contribuir para os estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte.

Foi elaborado um plano de redação (HISSA, 2013, p. 59) em meio ao levantamento bibliográfico e leitura das obras, que consistiu em um roteiro de escrita concebendo a obra como um todo e a articulação de suas partes. Tratou-se de um “voo imaginativo” acerca dos conteúdos e possibilidades argumentativas, com a lucidez de sua metamorfose, por considerar possível a adesão de novos caminhos em meio ao caminhar da atividade investigativa, como bem coloca o autor antes citado. Neste momento houve reflexões sobre as técnicas de registro da temperatura do ar – tendo por base a realidade da área de estudo – e a elaboração de materiais cartográficos necessários frente aos objetivos delineados.

Azevedo (2009) salienta quanto ao clima que, na maioria dos estudos de caso, não há mapeamento em escalas adequadas a que se objetiva trabalhar, diferente do que ocorre para a drenagem, relevo, rochas, solo, vegetação. Sendo assim, não raramente, é preciso iniciar o trabalho do elementar para se chegar, por exemplo, a um mapa de distribuição das unidades climáticas ou do campo térmico da área de estudo.

As afirmações do autor mencionado – proferidas anos antes desta pesquisa – ainda ilustram a realidade de Alvinópolis-MG. Não há mapeamentos climáticos para a cidade (que pudessem ser tomados como ponto de partida) ou registros sistemáticos da temperatura do ar no local. A estação meteorológica mais próxima encontra-se no município de Viçosa-MG, aproximadamente a 120km de distância e a 134 metros de altitude a mais que Alvinópolis-MG. Desse modo, não foi possível referenciar as medições de temperatura do ar obtidas em campo com uma estação meteorológica padrão, conforme recomendado por Monteiro (1990c, p. 58) na passagem a seguir:

As medidas do experimento – feitas com aparelhagem simples (caso mais real) ou mesmo sofisticadas, devem ser referenciadas à observação meteorológica padrão da cidade. Um posto no mínimo. Havendo dois ou mais a cidade ou arredores (aeroporto, estação agrícola, etc.) tanto melhor.

Além da necessidade de dados primários da temperatura do ar para mapeamento do campo térmico, também se fez necessário a elaboração de produtos cartográficos para avaliar a

influência dos fatores geoambientais e geourbanos no potencial térmico da área, em escala de maior nível de detalhamento possível.

Nesta pesquisa foi assumido como fatores geoambientais aqueles referentes aos aspectos do sítio urbano (base física sobre a qual a cidade se ergue) e elementos ecológicos. E como fatores geourbanos aqueles referentes aos aspectos de uso e ocupação da terra. A rigor, foram elencados para a análise os que se encontram dispostos no Quadro 6.

Quadro 6. Determinação dos fatores geoambientais e geourbanos analisados.

FATORES GEOAMBIENTAIS	FATORES GEOURBANOS
Variações altimétricas do relevo local	Edificações (casas, prédios, galpões)
Faces de exposição das vertentes	Calçamento asfáltico
Cursos d'água	Calçamento de pedra fincada
Fragmentos vegetais ³⁵	Calçamento de bloquete de cimento
Incidência da radiação solar	Terra exposta ³⁶
	Áreas verdes ³⁷
	Lagos/lagoas artificiais

Elaborado por Rafael de Souza Alves, 2018.

Uma vez esclarecido a ausência de dados climatológicos de registro local, ausência de mapeamentos e delineado os fatores geoambientais e geourbanos avaliados na conformação do campo térmico de Alvinópolis-MG, prossegue-se no intuito de esclarecer as demais etapas metodológicas da pesquisa.

5.1. Elaboração dos Mapas de Potencial Térmico

Foram elaborados dois mapas de potencial térmico (dos fatores geoambientais, e dos fatores geoambientais e geourbanos) relativos aos limites da malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG, valendo-se do uso do Geoprocessamento, com aplicação da Análise Multicritério e emprego da técnica da Combinação Linear Ponderada (WLC). Tais mapas não expressam valores de temperatura do ar; expressam áreas cuja integração dos fatores (geoambientais e/ou geourbanos) intervenientes no campo térmico lhes tornam mais favoráveis a ocorrência de um ambiente mais quente ou menos quente (ALVES, 2015).

³⁵ Resquícios de mata secundária.

³⁶ Desaterros e aterros em curso, ruas sem calçamento, lotes sem vegetação, etc.

³⁷ Praças, áreas/lotes com vegetação herbácea, vegetação arbustiva nos quintais das residências.

O propósito subjacente à confecção dos dois mapas de potencial térmico é avaliar se (e em que medida, caso for) os fatores geourbanos anunciam modificações no potencial térmico da área em destaque, segundo as notas atribuídas a cada classe dos planos de informação dos fatores geoambientais e geourbanos determinados (Quadro 6). Trata-se de um prognóstico.

Primeiro foi elaborado o mapa de potencial térmico com integração dos fatores/variáveis geoambientais. Em seguida, foi elaborado o segundo mapa de potencial térmico, com a integração dos fatores/variáveis geoambientais e geourbanas. Os dois mapas foram analisados e comparados.

Para gerar os referidos mapas foi preciso confeccionar produtos cartográficos (*layers*) – em maior nível de detalhamento possível – com informações relativas aos fatores geoambientais e geourbanos determinados para a análise nesta pesquisa (Quadro 6). Assim como determinar as áreas de influência (*Buffers*) de algumas classes em análise³⁸, com base na metodologia proposta por Ferreira (2014).

Foi confeccionado um mapa contendo o Modelo Digital do Terreno (MDT) da cidade de Alvinópolis-MG e de seu entorno próximo, para expressar as variações altimétricas (Figura 17). Para tanto, utilizou-se imagens do ano de 2010 provenientes do sensor PALSAR³⁹ a bordo do satélite ALOS⁴⁰, de 12,5 metros de resolução espacial, operacionalizada no *software* ArcGis (versão 10.1), valendo-se, por vezes, dos procedimentos indicados por Fernandes Filho et al. (2011).

³⁸ Apenas para a classe “áreas verdes” foi estabelecida uma área de influência menor do que a aplicada por Ferreira (2014). Isso porque não foi possível realizar em Alvinópolis-MG um mapeamento amplamente detalhado desta variável como feito pela autora para o centro de Juiz de Fora-MG, o que levou a valer-se de maiores generalizações.

³⁹ *Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar*. Realizou registros das informações topográficas da superfície terrestre, sem interferência de nuvens e do dossel da vegetação (OLIVEIRA, 2017).

⁴⁰ *Advanced Land Observing Satellite*, lançado em 24/01/2006 pela *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA), operante até o ano de 2011. O arcabouço de dados/imagens do satélite pode ser acessado gratuitamente no endereço eletrônico <https://vertex.daac.asf.alaska.edu>.

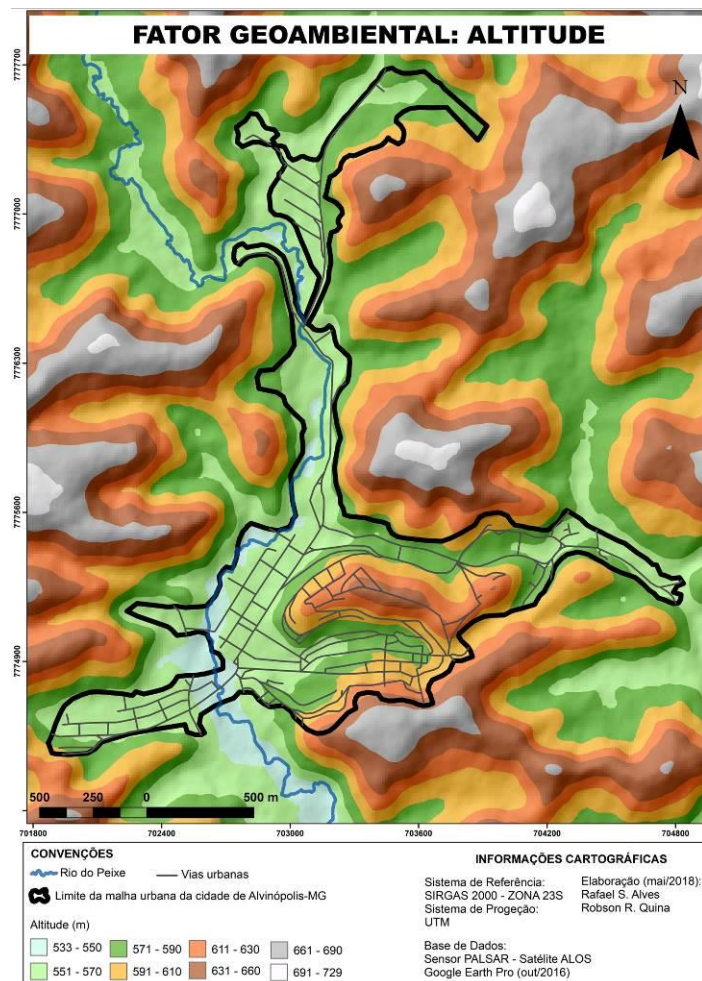


Figura 17. Modelo Digital do Terreno (MDT) das variações altimétricas na malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG e seu entorno.

A partir da confecção do MDT foram gerados os mapas de exposição das vertentes e incidência da radiação solar (Figura 18), através do *software* ArcGis 10.1 e segundo as rotinas propostas por Fernandes Filho et al (2011).

O mapa de radiação solar é obtido a partir do cálculo da quantidade de radiação direta, difusa e global. A primeira, refere-se a energia que chega inteiramente na superfície da terra sem interferências. A segunda, refere-se à radiação refletida por alvos do entorno e que incide na superfície. Já a terceira, é produto do somatório da primeira com a segunda. O produto cartográfico alcançado é da distribuição da radiação estimada em função da latitude, altitude, declividade, efeitos de sombra do relevo e escala temporal determinada, em que cada célula do mapa apresenta valor em Watt hora por metro quadrado (POELKING et al. 2009).

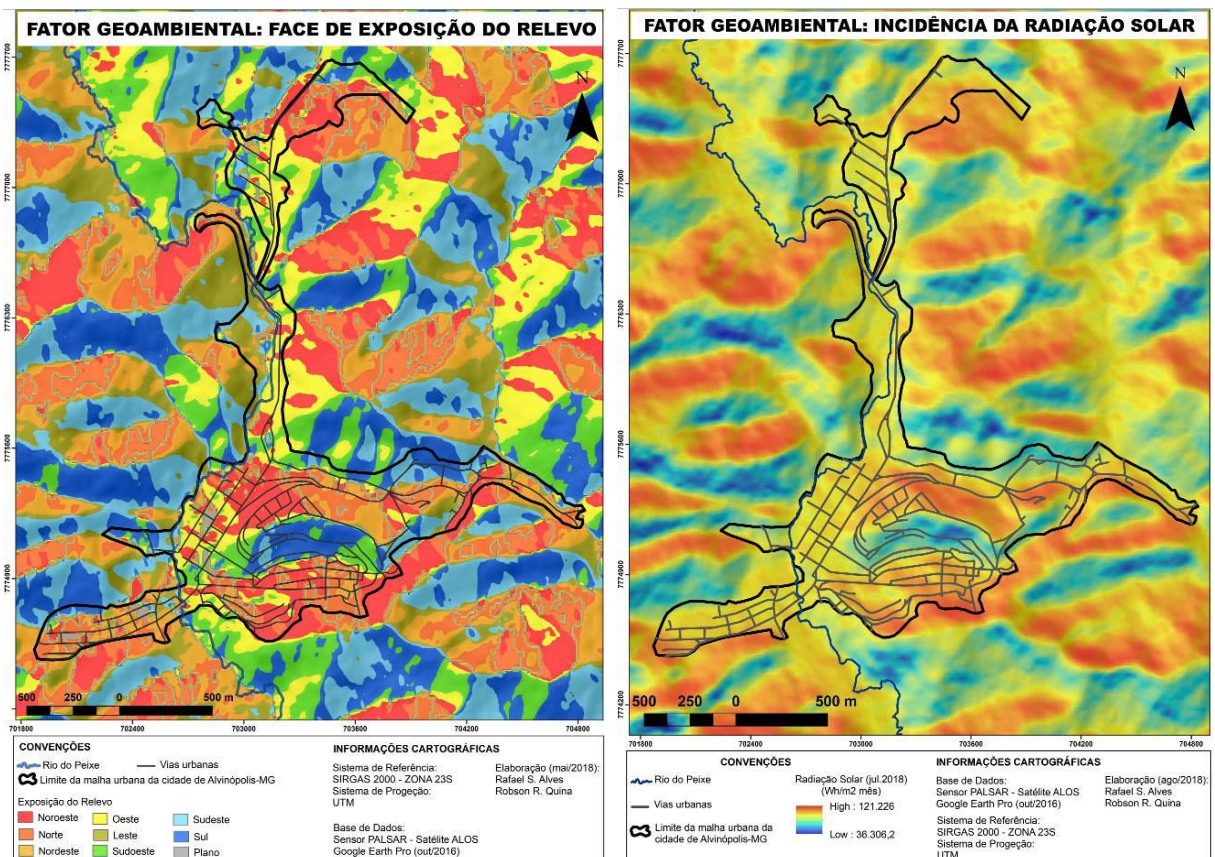


Figura 18. Face de exposição das vertentes e incidência da radiação solar no mês de julho de 2018.

Atentando-se aos apontamentos de Fernandes Filho et al. (2011) para geração de mapas de radiação solar no ambiente computacional do *software* ArcGis, foram adotados os seguintes ajustes de parâmetros na confecção do mesmo: latitude de 20° 6' 34"S (referente a área de interesse) e escala temporal de 01/07/2018 (*Start Day*) a 31/07/2018 (*End Day*). Isso porque foi durante o mês de julho que ocorreram as medições de temperatura do ar referentes a estação de inverno, sendo esta também a estação mais apropriada para uma análise inicial, por melhor exibir o resfriamento noturno, como orienta Monteiro (1990c).

A elaboração do mapa temático referente ao curso d'água (Figura 19) contou com a edição da feição do canal do Rio o Peixe (único que atravessa a área de interesse) no *software* ArcGis 10.1, identificado visualmente sobre uma imagem da área de estudo proveniente do Google Earth Pro⁴¹, na escala de 1:3.500, relativa ao ano de 2016. Para esta tarefa, o conhecimento detalhado da área de estudo foi um fator facilitador.

⁴¹ Optou-se por delimitar as feições de determinados fatores geoambientais e geourbanos com base na imagem disponibilizada pelo Google Earth Pro (ano de 2016), por ela permitir um maior nível de detalhamento dos elementos constituintes da área de estudo e ser a mais atualizada. No entanto, os *layouts* foram confeccionados

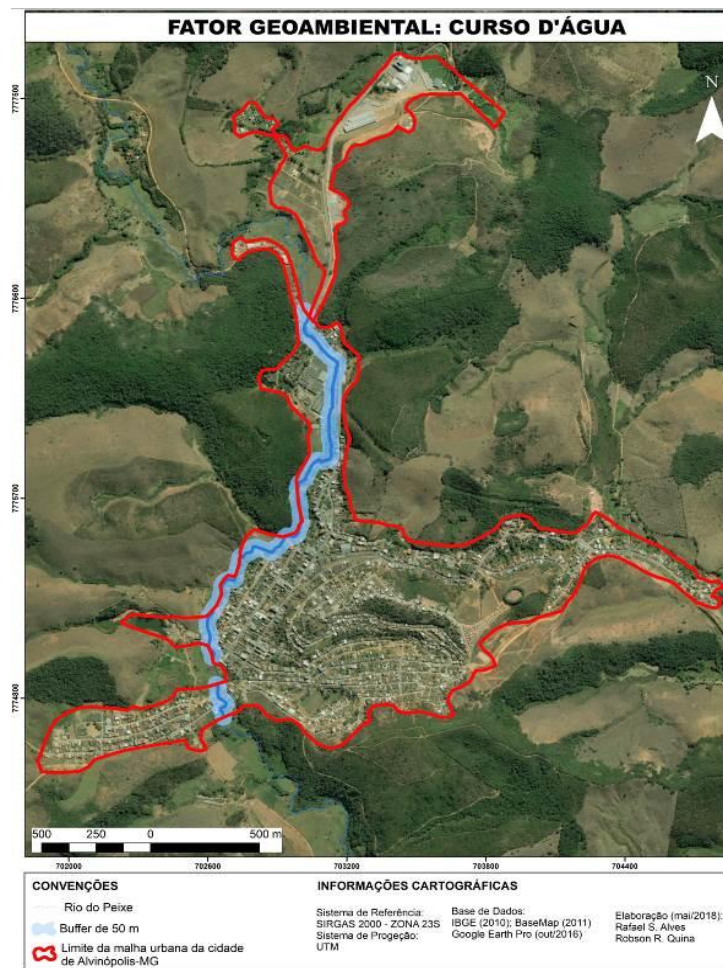


Figura 19. Curso d'água existente no interior da malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG.

O Rio do Peixe tem largura aproximada de 2,3 metros, conforme observado na ponte de acesso ao bairro Souza (R. Cel. Olímpio Soares Pena), na ponte de acesso ao posto de leite da Itambé e a garagem da prefeitura (rua Desembargador Moreira dos Santos), na ponte de acesso ao campo de futebol Quebra-Pé, na ponte de acesso à Cia Fabril Mascarenhas (junto à portaria da empresa) e na ponte da rua Antônio Magalhães (acesso para o Andaime e distrito Dias).

Para a elaboração dos mapas temáticos contendo fragmentos vegetais, áreas verdes (Figura 20), lagoas artificiais e edificações e terrenos com terra exposta (Figura 21), também foi utilizado uma imagem da área de estudo proveniente do Google Earth Pro, na escala de 1:3.500, relativa ao ano de 2016, de modo a delimitar as respectivas feições no *software* ArcGis 10.1. Este processo foi amparado por incursões a campo para elucidar eventuais dúvidas.

tendo como “pano de fundo” a imagem de satélite proveniente do recurso *Basemap-Imagery* (out. 2011) do *software* ArcGis 10.1, por possibilitar melhor conforto visual aos leitores.

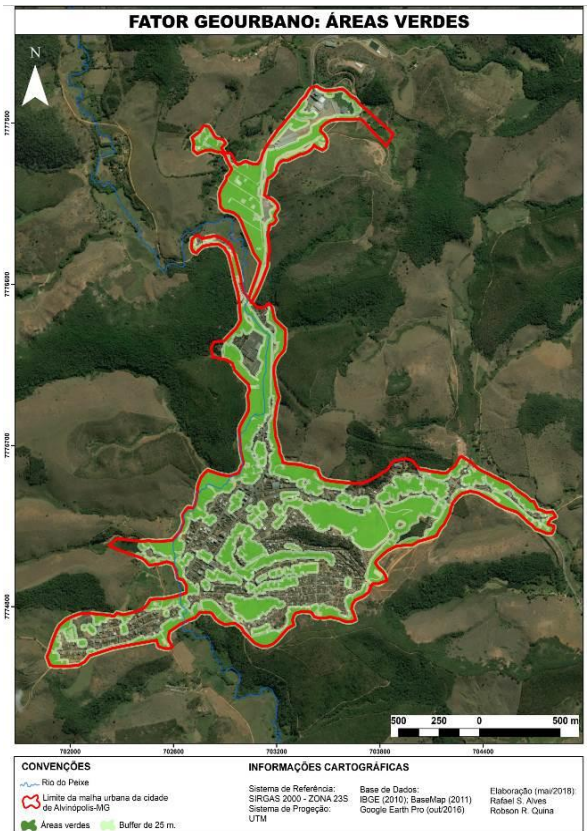
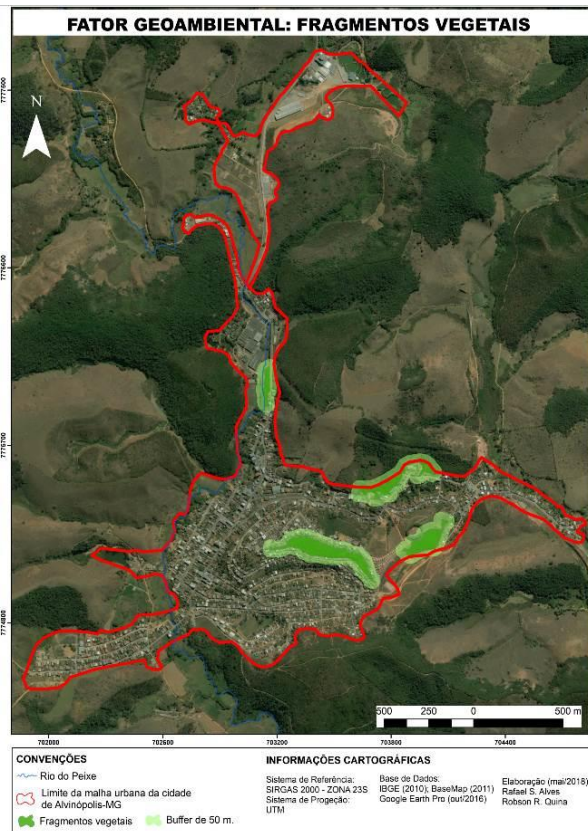


Figura 20. Fragmentos vegetais e áreas verdes na malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG.

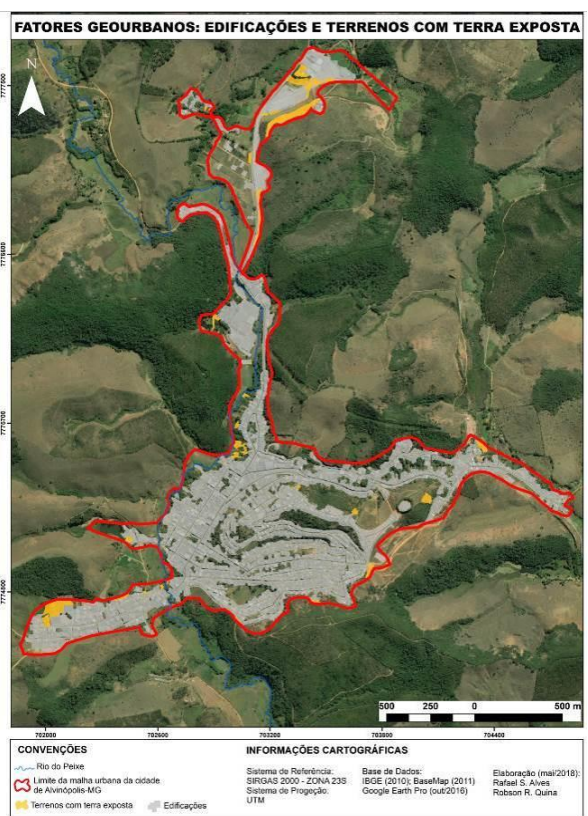
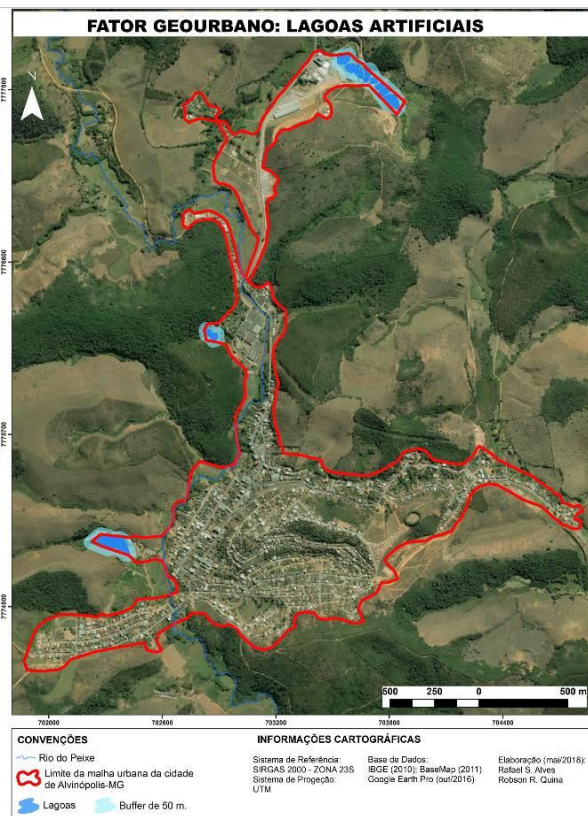


Figura 21. Lagoas artificiais, bem como edificações e terrenos com terra exposta na malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG.

Por último, foi elaborado o mapa temático das vias urbanas (Figura 22), valendo-se dos mesmos procedimentos de edição de feições e materiais empregados para a elaboração dos mapas descritos anteriormente. A determinação do tipo de pavimento de cada rua da cidade foi sumarizada com incursões a campo ao longo do mês de janeiro de 2018. Não foi encontrado informações oficiais da largura das ruas. Dessa forma, foi admitido uma largura média de 7,5 metros, com base em observações em campo feitas nas principais ruas de cada bairro, sendo elas: rua Cel. Olímpio Soares Pena (bairro Souza); Av. Padre José Marciano (Centro); Rua do Rosário (bairro Parte Alta); rua São José (bairro Parte Alta); Rua do Campos (bairro Novo Cruzeiro); rua Monsenhor Horta (Vila Manoel A. Puig); rua Antônio Menezes Terra (Vila Manoel A. Puig); rua Monsenhor Rafael (bairro Monte); rua Valdir Alves Pinto (bairro “Abelhas”).

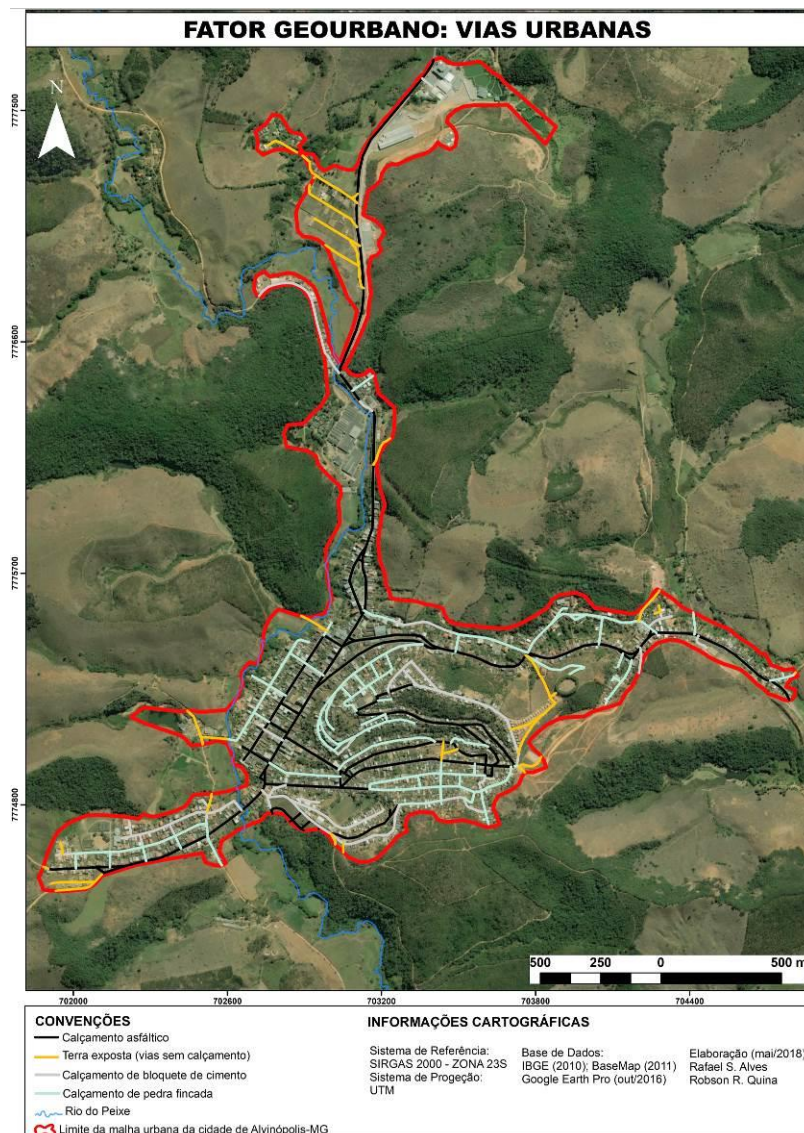


Figura 22. Vias urbanas na cidade de Alvinópolis-MG e tipos de calçamento.

Uma vez confeccionado os mapas relativos aos fatores geoambientais e geourbanos o passo seguinte foi a atribuição de notas às classes dos planos de informação, para tornar possível a integração deles através da técnica da Combinação Linear Pondera (WLC). Na escala de um a cinco, quanto maior a nota atribuída a uma classe, maior o seu potencial de aquecimento (Quadro 7), assim como fez Ferreira (2014).

Quadro 7. Notas atribuídas às classes dos planos de informação.

FATORES GEOAMBIENTAIS					
ALTITUDES (m) NA ÁREA DE INTERESSE		RADIAÇÃO SOLAR (wh/m²) NA ÁREA DE INTERESSE		CURSO D'ÁGUA	
Classes	Notas	Classes	Notas	Classes	Notas
625 - 646	1	105.486 - 119.189	5	Água	1
605 - 624	2	91.782 - 105.485	4	Buffer de 50m.	3
585 - 604	3	78.077 - 91.781	3		
565 - 584	4	64.374 - 78.088	2		
544 - 564	5	50.669 - 64.373	1		
FRAGMENTOS VEGETAIS			FACE DE EXPOSIÇÃO DAS VERTENTES		
Classes	Notas	Classes	Notas (respectivamente)		
Mata secundária	1	N; W; E; S	4; 3; 2; 1		
Buffer de 50m.	3	NW; NE; SW; SE; PLANO	5; 3; 2; 1; 2		
FATORES GEOURBANOS					
Classes			Notas		
Calçamento asfáltico			5		
Edificações			4		
Terra exposta (vias e terrenos)			4		
Calçamento de bloquete de cimento			3		
Calçamento de pedra fincada			2		
Áreas verdes			1 (Buffer de 25m. = 3)		
Lagos/lagoas artificiais			1 (Buffer de 50m. = 3)		

Elaborado por Rafael de Souza Alves, 2018.

Para os planos de informação das variáveis/fatores altitude e radiação solar foram adotados cinco intervalos de suas respectivas grandezas, que expressam suas variações dentro da área de interesse de elaboração dos mapas de potencial térmico. Tendo em vista que na troposfera a temperatura do ar úmido reduz (aproximadamente) 0,6°C a cada 100 metros acima do nível do mar (gradiente térmico adiabático do ar úmido) a relação empregada foi inversa (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; BARRY E CHORLEY, 2013). Quanto à radiação solar, tendo em vista que locais que a recebem em maior quantidade tendem a ser mais quentes,

a relação adotada foi direta (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; MACHADO e ASSIS, 2017).

As notas atribuídas às classes do plano de informação “face de exposição das vertentes” foram baseadas em Geiger (1961, p. 432). O autor destaca que:

A intensidade da radiação é rigorosamente simétrica em relação à linha do meio dia, mas o calor radiado é utilizado, durante a manhã, predominantemente para secar as superfícies do terreno banhadas pelo sol, ao passo que, durante a tarde, o seu efeito predominante é o de aquecimento. [...] Das razões expostas conclui-se que (no hemisfério Norte) a exposição mais quente não é, em geral, a do Sul, mas a de Sudoeste. Esta regra pode observa-se mesmo em pequenos pontos experimentais [...].

Com base em tais afirmativas e outras⁴² dicções do autor antes citado, foi considerado que no Hemisfério Sul as encostas voltadas para os quadrantes noroeste (NW) e norte (N) possuem maior potencial térmico, respectivamente.

As faces voltadas para leste (E) e oeste (W) recebem quantidades semelhantes de energia, porém em momentos distintos do dia. Entretanto, aquelas direcionadas para oeste têm maior potencial térmico pelo fato da camada de ar junto ao chão já se encontrar aquecida no período da tarde, concomitante o período do dia em que elas recebem maior fluxo de radiação.

A face do relevo direcionada para o quadrante sul (S) foi considerada de menor potencial térmico por receber menores taxas de radiação solar (em teoria), dado ao movimento aparente do Sol no Hemisfério Sul.

Segundo Jardim (2007) e Ugeda Junior (2012) a terra exposta tem capacidade de aquecimento muito semelhante aos dos materiais construtivos usados nas edificações, e dependendo do teor de umidade da terra (quando muito baixo), semelhante também ao asfalto. Logo, foi atribuído a esta classe uma nota equivalente à das edificações.

De acordo com Ugeda Junior (2012) o calçamento de bloquete de cimento tem maior capacidade de aquecimento que o de pedra fincada (também denominado de pedra portuguesa). Logo, lhe foi atribuído maior nota em relação ao calçamento de pedra fincada.

No que diz respeito especificadamente à pavimentação asfáltica, bloquete de cimento e pedra fincada, ao lado do que foi verificado na literatura, a atribuição das notas a seus respectivos planos de informação foi também balizada por incursões a campo.

⁴² Segundo Geiger (1961) no Hemisfério Norte as encostas voltadas para sul são mais quentes do que as voltadas para norte. Por analogia, foi considerado que no Hemisfério Sul as faces direcionadas para norte são mais quentes do que as faces direcionadas para sul, as menos aquecidas.

Valendo-se de uma câmera térmica pontual “Flir TG-167”⁴³ (Figura 23) foram feitos registros da temperatura de superfície de três ruas paralelas⁴⁴ existentes em Alvinópolis-MG, no bairro Souza, cada qual revestida por um tipo dos pavimentos anteriormente destacados. Tais registros se deram em condições atmosféricas de estabilidade (bom tempo), exceto no dia 30/03/2018 que se encontrava nublado.



Figura 23. Câmera térmica pontual utilizada para obter a temperatura de superfície.
Foto: Rafael de Souza Alves, abril de 2018.

Para fazer as devidas medições da temperatura nas três ruas o tempo necessário foi cerca de 10 minutos, devido à proximidade das mesmas. Observou-se em todos os horários de registros maiores temperaturas na superfície asfaltada, seguida do bloquete de cimento e da pedra fincada (Quadro 8). Esta última, além de concentrar menos calor, é também mais permeável que os outros dois tipos de pavimentação⁴⁵.

Os outros planos de informações receberam notas espelhadas no trabalho de Ferreira (2014), devido ao nível de detalhamento da metodologia que propõe e da validação da mesma em campo. Também baseado na referida autora, foram estabelecidas as notas para as áreas de influência (*Buffer*) de algumas classes em análise (Quadro 7).

⁴³ Concedida pelo Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental da UFJF.

⁴⁴ Rua Coronel Olímpio Soares Pena, de pavimentação asfáltica; rua Joaquim José de Souza, de pavimentação de pedra fincada e rua Ruth Lima de Souza, de pavimentação de bloquete de cimento.

⁴⁵ Tais discussões conformam parte dos resultados desta pesquisa. Entretanto, foi preciso antecipá-los (apresentando-os em meio aos procedimentos metodológicos) para respaldar a atribuição das notas às classes dos planos de informações relativos aos fatores geourbanos.

Quadro 8. Temperatura de superfície de ruas pavimentadas com asfalto, bloquete de cimento e pedra fincada.

DIA/HORAS	TIPO DE CALÇAMENTO DA RUA		
	ASFALTO	BLOQUETE DE CIMENTO	PEDRA FINCADA
28/03/2018 15h	50,1°C	46,6°C	44,7°C
28/03/2018 21h	29,7°C	28,1°C	26,5°C
29/03/2018 09h	36,6°C	35,7°C	33,9°C
29/03/2018 15h	48,2°C	43,1°C	41,2°C
29/03/2018 21h	28,3°C	26,6°C	25,7°C
30/03/2018 09h	37,1°C	35,1°C	33,4°C
MÉDIA	38,3°C	35,9°C	34,2°C

Elaborado por Rafael de Souza Alves, abril de 2018.

Após elaboração dos mapas de potencial térmico foram iniciadas as tomadas da temperatura do ar por transectos móveis intermitentes e por pontos fixos, de acordo com os procedimentos discutidos a seguir.

5.2. Obtenção da Temperatura do Ar

O ar na troposfera se aquece dos níveis inferiores para os superiores, primeiramente por contato e em seguida por convecção e trocas turbulentas. Logo, a temperatura do ar não é consequência direta e instantânea da radiação solar (ondas curtas), antes sim de processos indiretos de reemissão da radiação (ondas longas) pelos elementos da superfície. Estes, absorvem uma fração da energia proveniente do Sol e a transfere para a camada de ar sobrejacente elevando a temperatura do ar. Uma vez que a cidade é constituída por uma gama de materiais e formas de comportamento distinto à entrada e saída de energia solar, no seu interior pode haver áreas de maior dissipação de calor como também áreas que reforçam as condições de aquecimento do ar (JARDIM, 2007; 2010).

A estimativa dos variados efeitos da cidade sobre os atributos do clima – como a temperatura do ar – é muitas vezes difícil, na perspectiva de Oke (1978). Segundo o autor, em tese, o ideal seria ter um conjunto de registros climáticos da área antes dela ser modificada pela urbanização para que pudesse compará-los aos atuais registros, tomados em diferentes pontos

dentro da malha urbana. Diante das condições não ideais, na melhor das hipóteses, a comparação entre os dados mensurados no interior da cidade e no campo surge como alternativa metodológica àquela estimativa.

Em relação a alternativa metodológica destacada, de acordo com Barros e Zavattini (2009, p. 260)

Uma vasta rede de observatórios meteorológicos, bem distribuída e com dados confiáveis, seria o ideal para um estudo de clima. Entretanto, já que a realidade é bem diferente daquela que seria a ideal, é necessário buscar métodos que sejam capazes de fornecer a maior aproximação possível, mesmo quando as condições de pesquisa são adversas.

Frente às condições adversas para a realização da pesquisa – que na maioria das vezes condizem a equipamentos e/ou formação de equipe para incursões a campo – Monteiro (1990b; 1990c) recomenda a realização da mesma ainda que se valendo de equipamentos singelos e discretos. Tal “singeleza” deve ser compensada pela homogeneidade nos artefatos da observação (tipo de equipamento, abrigo para o equipamento, manuseio em campo, horários de registros, etc) e na maior multiplicação possível dos pontos amostrais do universo em análise (MONTEIRO, 1990b, 1990c). A “[...] consistência na lógica da observação e cuidados especiais na avaliação dos resultados [...]”, conforme acentua Monteiro (1990b, p. 8), imantam a pesquisa de rigor metodológico e fidedignidade.

Para otimizar os recursos instrumentais disponíveis à realização da pesquisa climatológica, a multiplicação dos pontos de registros deve ser conduzida de modo que o menor número de instrumentos e pontos amostrais conduza à maior representatividade espacial da grandeza em voga (relação custo-benefício). Por isso, a elaboração de hipóteses e o conhecimento detalhado da área de estudo são importantes no processo metodológico (AZEVEDO, 2009).

Em Alvinópolis-MG a elaboração de hipóteses e o conhecimento detalhado da área de estudo – antecedentes à escolha dos pontos amostrais de registro da temperatura do ar – foram favorecidas pela pequena extensão da malha urbana e pela vivência do pesquisador na cidade, bem como, posteriormente, as constantes idas a área de estudo.

A respeito dos pontos de medições dos parâmetros climáticos nas áreas urbanas, Monteiro (1990c) afirma que a escolha não se resume exclusivamente ao critério equidistância, uma vez que a cidade não é um espaço vazio ou neutro. Adverte que deve ser balizada pelo intuito de expressar a natureza ou o caráter peculiar da cidade, as unidades morfológicas do

sítio e as transformações que sofreram no processo de urbanização (acréscimos⁴⁶ e supressões⁴⁷).

A escolha dos pontos amostrais deve revelar áreas com diferentes funções (residencial, industrial, comercial, mista, etc), morfologia (densidade, verticalização, pavimentação, padrão de desenvolvimento⁴⁸, etc), dinamismo (fluxos de pessoas, veículos, atividades industrial e comercial, etc.), realidades socioeconômicas (pelas marcas que deixam nos padrões das edificações; na paisagem), (MONTEIRO, 1990C).

A escolha dos pontos de registros da temperatura do ar no interior da malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG foi guiada pelos critérios: (a) morfologia; (b) contemplação das diferenças topográficas; (c) dinamismo e funções; (d) realidades socioeconômicas; (e) homogeneidade na distribuição dos pontos.

No caso dos transectos móveis intermitentes, a escolha foi também pautada no sentido de circulação das vias urbanas, para otimizar o tempo gasto do início ao fim do percurso. Já em relação ao uso da técnica dos pontos fixos, a escolha também foi guiada pela segurança dos equipamentos em relação a furto e interrupção das medições.

Os critérios de escolha dos pontos na área de campo foram: segurança da equipe e dos equipamentos (sobretudo nas leituras noturnas com transecto móvel); locais representativos dessa realidade, mas não muito afastados da malha urbana da cidade (devido ao tempo máximo recomendável⁴⁹ de 60 minutos para percorrer todo o trajeto, nos transectos móveis) e contemplação de localidades extremas em relação ao centro da cidade. A distinção de áreas relativas ao campo e a malha urbana da cidade de Alvinópolis-MG foi feita com base nos dizeres de Rego e Meneguetti (2011), Sposito (2013) e Amorim (2015), apresentados nas páginas anteriores.

Os meses de janeiro, março e julho foram escolhidos para se fazer a tomada da temperatura do ar por serem relativos às duas estações do ano mais bem definidas no clima tropical, o verão e o inverno. Por serem estações opostas, são ideais para uma primeira análise conforme destaca Monteiro (1990c, p. 58-59).

⁴⁶ Represas, aterros, criação de áreas verdes, etc.

⁴⁷ Rebaixamento de morros, desflorestamentos, drenagem de áreas alagadiças (brejos), etc.

⁴⁸ Segundo Monteiro (1990a, p. 78) é influenciado pelo sítio urbano. Áreas de planícies favorecem um padrão de desenvolvimento concêntrico, setorial ou multinucleado, diferentemente de um sítio urbano constituído de vales encaixados e “[...] de curso zigzagueante”.

⁴⁹ Amorim (2005) e Porangaba et al. (2017).

Em termos práticos um experimento inicial deve conter, no mínimo, dois eventos em estações opostas – verão e inverno – obtidas ambas em as mensurações em condições de tempo meteorológico equivalentes, em situações relativamente neutras [...]. Se forçosamente, não for possível mais de uma, que ela seja de “inverno” [...].

Tanto no verão quanto no inverno foram adotadas duas técnicas de registro da temperatura do ar: transectos móveis intermitentes e pontos fixos, conforme já sinalizado anteriormente. Com isso, buscou-se verificar se a conformação do campo térmico e da ilha de calor (caso identificada) é semelhante em ambos modos de mensuração. Faz necessário dizer que não se trata de avaliar qual técnica é “melhor” de ser colocada em prática ou mais fiel nos resultados alcançados. De acordo com Fialho (2009) e Ugeda Junior (2012) se trata, por vias de fato, de técnicas complementares e de alternativas para realização de pesquisas climatológicas, segundo as condições instrumentais, de equipe de campo e realidade da área investigada.

O transecto móvel consiste em pontos amostrais para registro da grandeza em estudo distribuídos ao longo de um percurso, no qual o pesquisador se desloca pelo mesmo, de um ponto a outro, para efetivar as medições. Segundo Porangaba et al. (2017), é uma técnica muito utilizada pela comunidade científica, conforme exemplificaram através da bibliografia consultada.

As formas de deslocamento ao longo do percurso do transecto móvel podem ser diversas (PORANGABA et al., 2017), adotadas segundo o julgamento do pesquisador em função dos recursos que possui (equipamentos, meio de transporte) e obtenção do tempo mínimo possível para percorrer todos os pontos amostrais. Dessa maneira, verifica-se na bibliografia o uso de carro (AMORIM, 2005; FIALHO 2009; UGEDA JUNIOR, 2012; ASSIS et al., 2016, KEGLER, 2016), motocicleta (PIMENTEL, 2010; FIALHO et al., 2016) bicicleta (SANTOS, 2007; FIALHO, 2009; SILVA, 2009), deslocamento a pé (PIMENTEL, 2010).

As medições com transectos móveis podem ser categorizadas como intermitente ou contínua. A primeira – adotada em Alvinópolis-MG – consiste em parar em cada ponto para fazer o registro. A segunda consiste na passagem pelo ponto e realização do registro no exato instante, em movimento. Sendo assim, o transecto móvel contínuo possibilita a realização do percurso em menor tempo, abrangência de uma quantidade maior de pontos amostrais e cobrir uma área de estudo maior (HASENACK e BECKE, 1985).

Para comparar o transecto móvel intermitente com o transecto móvel contínuo Hasenack e Becke (1985, p. 407) fizeram experimentos na área central de Porto Alegre, valendo-se de dois termômetros Technoterm 1500, envolvidos por abrigos de dupla proteção de PVC, cada

um deles afixados num veículo, a 2 metros de altura do chão. Os dois veículos mantiveram velocidade média de 30km/h, sendo o primeiro responsável em fazer a medição contínua e o segundo (com 2 minutos de atraso em relação ao primeiro) responsável pela medição intermitente. Os autores observaram que o método contínuo resultou em valores menores da temperatura do ar (cerca de 0,4°C) e justificaram ser decorrente da influência da velocidade do veículo. Em síntese, concluíram que:

Embora a medição intermitente pareça ser mais exata, a medição contínua apresenta a vantagem de cobrir uma área maior no mesmo período ou numa mesma área um maior número de pontos de observação. O método contínuo é, portanto, o mais indicado desde que se trabalhe com diferenças de temperatura não inferiores a 0,5°C.

Baseado nos experimentos de Hasenack e Becke (1985) e nas inferências de Alves (2017) – de que nas cidades de pequeno porte a intensidade e os padrões térmicos tendem a ser menores comparados aos das grandes cidades – foi avaliado que a técnica do transecto móvel intermitente é a mais apropriada para estudos de clima urbano em cidades como a de Alvinópolis-MG, pois demonstra ser sensível às pequenas diferenças térmicas que possam haver dentro da área em análise.

A técnica de mensuração dos parâmetros meteorológicos por pontos fixos consiste na realização de leituras simultâneas em diferentes locais da área de estudo, cada qual contemplado por um equipamento ou conjunto de equipamentos, sem a necessidade de deslocar com os aparatos de registro de um ponto amostral para o outro conforme verifica-se nos transectos móveis.

As vantagens e desvantagens das técnicas pontos fixos e transectos móveis foram organizadas por Fialho (2009) em um quadro comparativo, conforme observa-se a seguir (Quadro 9).

No que se refere a técnica dos pontos fixos, ressalta-se ao lado dos apontamentos feitos por Fialho (2009, p. 66) que a desvantagem de “preparar equipes para registro dos parâmetros e compatibilizar horários de leituras” pode ser equacionada com o uso de registradores automáticos (*dataloggers*), que segundo Ugeda Junior e Amorim (2016) vêm se popularizando e permitindo maior compreensão das especificidades dos climas das cidades. Ainda segundo suas análises, tais registradores passaram a ter preços mais acessíveis nos últimos anos e impulsionaram a obtenção de dados primários para um número cada vez maior de cidades.

Quadro 9. Vantagens e desvantagens das técnicas registro de parâmetros climáticos, pontos fixos e transectos móveis.

Pontos Fixos		Transectos Móveis	
Vantagem	Desvantagem	Vantagem	Desvantagem
Permite observações simultâneas	Dificuldade em definir pontos representativos.	Descreve melhor a heterogeneidade do meio urbano	Refazer o percurso, algumas vezes com intuito de criar uma maior confiabilidade.
Favorece o registro temporal da ilha de calor.	Custo operacional e logístico.	Aumenta o número de pontos de coleta dentro da área de estudo.	Não é apropriado para grandes distâncias
	Preparar equipes para registro dos parâmetros e compatibilizar horários de leituras	Permite uma maior agilidade no processo de monitoramento	Restrito apenas a estradas de rodagem.
			Dificuldade de definir pontos representativos
			Não mensuração simultânea dos elementos do clima

Fonte: Fialho (2009, p. 66).

Em referência a técnica dos transectos móveis, por sua vez, ao lado das contribuições de Fialho (2009), destaca-se a vantagem da presença do pesquisador em todos os pontos amostrais no instante da medição, o que lhe permite observar demais variáveis vigentes naquele momento e que não são registradas pelo equipamento que possui (a menos que o pesquisador tenha em mãos uma miniestação total). Por exemplo, ao coletar a temperatura do ar o pesquisador pode avaliar se, naquele instante, o ponto amostral encontra-se sombreado (por nuvens, edificações, montanhas) ou não, se estava ventando ou não⁵⁰. Tais informações são úteis no processo de análise dos resultados.

Ainda sobre as vantagens e desvantagens dos pontos fixos e transectos móveis, observa-se os dizeres de Ugeda Junior e Amorim (2016, p. 170) em contribuição ao que foi discutido anteriormente. Segundo eles:

Os registradores em pontos fixos, habitualmente registram dados em todas as situações sinóticas, fator esse que tem permitido compreender de maneira mais clara as respostas que o espaço urbano emite em função dos sistemas atmosféricos atuantes. Por outro lado, os transectos móveis, que normalmente são realizados apenas em situações sinóticas estáveis, 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 diversificada. Normalmente não se realizam medidas móveis em situações de instabilidade, pois ela tende a equalizar as diferenças térmicas e higrométricas, ou quando a instabilidade

⁵⁰ A observação destes fatores também é possível na técnica dos pontos fixos, porém, é necessário contar com uma equipe para trabalho de campo, de modo que pelo menos um integrante esteja presente em cada ponto amostral no instante da medição. Entretanto, volta-se à 3ª desvantagem (Quadro 9) da referida técnica afirmada por Fialho (2009).

ocorre após o início das medidas, ela afeta a confiabilidade dos dados, pois deixa-se de registrar as respostas urbanas e passa-se a registrar os efeitos da instabilidade.

Independente da técnica de registro os custos para realização da pesquisa se fazem presentes e devem ser avaliados. As medições por transectos móveis implicam em menores custos com equipamentos de leitura dos parâmetros climáticos, pois não é necessário haver um para cada ponto amostral, mas implica gastos com os repetidos deslocamentos ao longo do percurso adotado, quando da utilização de veículos automotores. Já as medições por pontos fixos geram custos contrários, ou seja, maiores gastos com equipamentos e poucos gastos com deslocamentos.

Uma vez que os dados de temperatura do ar obtidos em campo são respostas térmicas locais ao sistema atmosférico produtor de tempo atuante, na pesquisa realizada em Alvinópolis-MG foram utilizadas cartas sinóticas com o intento de caracterizar o sistema em vigor nos dias de registros de tais dados. Isso porque, conforme Zavattini (2014), as cartas sinóticas (cartas do tempo, ou ainda cartas isobáricas) são fundamentais ao geógrafo na incumbência de identificar as massas de ar em atuação, definir o tipo de tempo e suas variações. Para tanto, utilizou-se aquelas disponibilizadas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), referente às 12, 18 e 00 horas UTC (ou GMT, ou Z)⁵¹, que segundo Zavattini (2014) são confeccionadas por métodos automáticos.

A escolha pelas cartas mencionadas deve-se ao fato de virem acompanhadas da análise descritiva feita por um meteorologista vinculado ao CPTEC, bem como de uma legenda da simbologia empregada, fatores estes que auxiliam na compreensão do quadro sinótico em vigor e reduz possíveis equívocos interpretativos. Já a escolha pelas cartas das 12, 18 e 00 horas UTC, é por serem condizente às 09, 15 e 21 horas em Alvinópolis-MG, ou seja, horários próximos aos adotados para registro da temperatura do ar na cidade.

Uma vez discutido, à luz da literatura, algumas das questões que envolvem o registro da temperatura do ar para fins de estudo do clima urbano (sem a pretensão de abarcar todas elas), os critérios de escolha dos pontos de registro, bem como as técnicas empregadas para tal e suas nuances, é retratado a seguir como ocorreu a obtenção da grandeza climática em voga em Alvinópolis-MG.

⁵¹ As cartas sinóticas disponibilizadas no Brasil - cujas mais utilizadas são as divulgadas diariamente pela Marinha do Brasil e o CPTEC – representam as condições atmosféricas registradas nos horários de 00, 06, 12 ou 18 UTC (*Universal Time Coordinated*), também conhecido como Horário Zulu (Z) no jargão militar. Tais horários correspondem, respectivamente, às 21, 03, 09 ou 15 horas de Brasília/DF (ZAVATTINI, 2014, p. 244).

5.2.1. Por Transectos Móveis Intermitentes

Os transectos móveis intermitentes realizados Alvinópolis-MG partem do campo em direção à cidade. De acordo com Monteiro (1990b) a comparação entre dados coletados nestes dois ambientes está na gênese dos estudos de clima urbano e evidencia o caráter da cidade como espaço de derivação antrópica do ambiente.

As singularidades climáticas dos ambientes se pronunciam mais nitidamente em situações de calma atmosférica, ou seja, em condições de estabilidade (MONTEIRO, 1990c; HASENACK e FLORES, 1994; UGEDA JUNIOR e AMORIM, 2016; PORANGABA et al., 2017). Dessa forma, as incursões a campo para obtenção dos registros da temperatura do ar através dos transectos móveis intermitentes ocorreram em dias com poucos ventos e ausência de chuva, conforme as recomendações de Pongaraba et al. (2017) para esta técnica.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 49), “a temperatura do ar é a medida do calor sensível nele armazenado”. Os instrumentos utilizados para determinação direta da temperatura do ar (instantânea em cada ponto amostral) foram três termômetros convencionais de mercúrio da marca Incoterm, concedidos pelo Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental da UFJF.

Testes comparativos realizados por Assis et al. (2016) por meio de um transecto móvel em Juiz de Fora-MG, do referido termômetro de mercúrio⁵² com um sensor de temperatura de uma estação meteorológica Oregon modelo WMR928NX⁵³ (ambos equipamentos pertencentes ao laboratório dito anteriormente), demonstraram que os dois equipamentos chegaram a resultados próximos. No entanto, foi observado que o primeiro é mais sensível e se ajusta termicamente ao ar circundante mais rapidamente. Sendo assim, dentre os instrumentos disponíveis para uso no transecto móvel nesta pesquisa, optou-se pelo termômetro convencional de mercúrio.

Os três termômetros Incoterm utilizados possuem uma escala numérica de referência, cujos traços menores correspondem a dois décimos de grau (0,2°C), os traços maiores a graus inteiros (1°C, 2°C, etc.) e as dezenas são indicadas por um número gravado (10°C, 20°C, etc.). Entre estes últimos encontram-se valores assinalados por pequenas setas, tais como 5°C, 15°C, 25°C, 35°C, 45°C, (Figura 24).

⁵² Envolvido por um abrigo cilíndrico de isopor.

⁵³ Envolvido por abrigo de madeira pintado de branco, semelhante aos das estações do INMET.



Figura 24. Termômetro de mercúrio Incoterm.
Foto: Rafael de Souza Alves, 2018.

Os termômetros convencionais são do tipo líquido-em-vidro, cujo funcionamento baseia-se na variação do volume do líquido (mercúrio, elemento sensível) em resposta à variação da temperatura do local que se encontra. O mercúrio é quase sempre utilizado como elemento sensível por apresentar “coeficiente de dilatação linear elevado”, “temperatura de congelamento baixa ($-37,8^{\circ}\text{C}$)” e “temperatura de ebulição alta (360°C)” (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 64).

O valor numérico da temperatura do ar indicado pelo termômetro de mercúrio diz respeito ao valor da escala rente à extremidade da coluna termométrica, também denominada menisco. Dessa forma, ao manusear o equipamento em campo foram tomados os devidos cuidados para evitar o erro de paralaxe⁵⁴, uma vez que a escala numérica presente no termômetro e a coluna de mercúrio não se encontram no mesmo plano de visão, conforme ilustra a Figura 25 (VAREJÃO-SILVA, 2006).

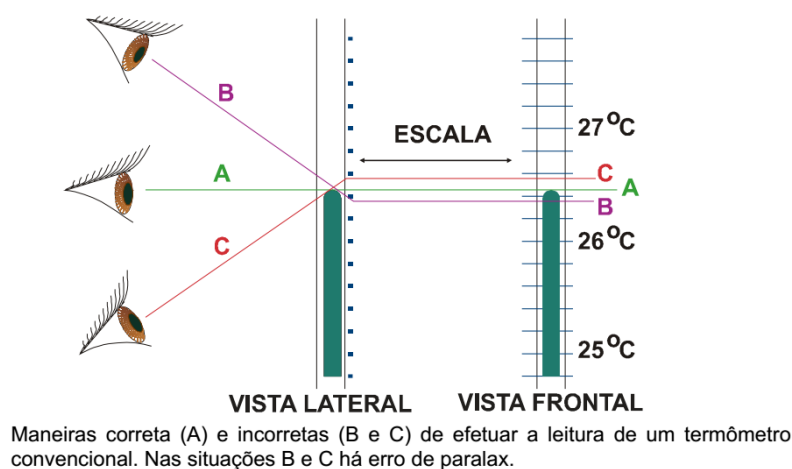


Figura 25. Leitura adequada do termômetro convencional de mercúrio e erros de paralaxe.
Fonte: Varejão-Silva (2006, p. 64).

⁵⁴ Causado por um desvio óptico, em função do ângulo de visão do observador.

Os três termômetros utilizados foram envolvidos por um abrigo cilíndrico de isopor perfurado idêntico ao utilizado por Assis et al. (2016). O abrigo se faz necessário para evitar a demasiada insidência da radiação solar diretamente sobre o termômetro, porém não restringindo seu contato com a circulação do ar no ambiente (Figura 26).



Figura 26. Abrigos de isopor para os termômetros convencionais de mercúrio.
Foto: Rafael de Souza Alves, 2017.

Testes foram feitos com os abrigos de isopor para averiguar a eficiência deles, uma vez que surgiram dúvidas quanto a possibilidade de insidência da radiação solar no sensor de metal dos termômetros através dos seus orifícios, o que poderia causar interferências nos valores de temperatura do ar registrados. Sendo assim, foram colocados ao Sol das 15h às 17h dois termômetros lado a lado, a 1,5 metros de altura do chão, cujas leituras eram realizadas a cada 5 minutos. Um deles foi posto em um abrigo de isopor totalmente perfurado e o outro em um abrigo de isopor parcialmente perfurado, com as laterais inferiores que envolvem o sensor de metal sem orifícios (Figura 27, foto à esquerda).

Ainda durante os testes, um terceiro termômetro envolvido por um abrigo de isopor totalmente perfurado foi colocado à sombra, também a 1,5 metros de altura do chão (Figura 27, foto à direita). O intento foi o de simular a condição de absoluta isenção da incidência dos raios solares sobre o instrumento, tal como nas estações meteorológicas convencionais dotadas com abrigos de madeira com venezianas de inclinação opostas (VAREJÃO-SILVA, 2006).



Figura 27. Testes realizados com os abrigos de isopor.
Fotos: Rafael de Souza Alves, 2018.

Constatou-se que o termômetro envolvido pelo abrigo de isopor com orifícios nas laterais inferiores registrou temperaturas do ar mais próximas ao abrigo à sombra, em comparação aos registros do termômetro com abrigo de isopor sem orifícios nas laterais inferiores que circundam o sensor. Em média, o termômetro no abrigo totalmente perfurado registrou temperatura do ar $3,4^{\circ}\text{C}$ acima do termômetro à sombra, já o termômetro no abrigo sem orifícios nas laterais inferiores, $3,8^{\circ}\text{C}$ (Quadro 10)⁵⁵. Dessa forma, optou-se por utilizar o abrigo totalmente constituído por orifícios em suas laterais.

Quadro 10. Temperaturas do ar ($^{\circ}\text{C}$) obtidas no teste com os abrigos de isopor.

HORA	ABRIGO COM ORIFÍCIOS NAS LATERAIS INFERIORES	ABRIGO SEM ORIFÍCIOS NAS LATERAIS INFERIORES	ABRIGO À SOMBRA
15:00	30,6 $^{\circ}\text{C}$	30,9 $^{\circ}\text{C}$	27,1 $^{\circ}\text{C}$
15:05	30,4 $^{\circ}\text{C}$	30,8 $^{\circ}\text{C}$	27,0 $^{\circ}\text{C}$
15:10	34,4 $^{\circ}\text{C}$	34,6 $^{\circ}\text{C}$	31,1 $^{\circ}\text{C}$
15:15	34,8 $^{\circ}\text{C}$	35,1 $^{\circ}\text{C}$	31,4 $^{\circ}\text{C}$
15:20	35,4 $^{\circ}\text{C}$	35,6 $^{\circ}\text{C}$	30,7 $^{\circ}\text{C}$
15:25	35,6 $^{\circ}\text{C}$	35,9 $^{\circ}\text{C}$	31,0 $^{\circ}\text{C}$
15:30	34,8 $^{\circ}\text{C}$	35,0 $^{\circ}\text{C}$	31,7 $^{\circ}\text{C}$
15:35	35,0 $^{\circ}\text{C}$	35,4 $^{\circ}\text{C}$	32,3 $^{\circ}\text{C}$
15:40	35,8 $^{\circ}\text{C}$	36,2 $^{\circ}\text{C}$	31,4 $^{\circ}\text{C}$
15:45	34,4 $^{\circ}\text{C}$	35,6 $^{\circ}\text{C}$	32,1 $^{\circ}\text{C}$
15:50	35,3 $^{\circ}\text{C}$	35,8 $^{\circ}\text{C}$	32,3 $^{\circ}\text{C}$
15:55	36,0 $^{\circ}\text{C}$	36,0 $^{\circ}\text{C}$	30,8 $^{\circ}\text{C}$
16:00	35,7 $^{\circ}\text{C}$	36,1 $^{\circ}\text{C}$	31,7 $^{\circ}\text{C}$
16:05	35,6 $^{\circ}\text{C}$	35,9 $^{\circ}\text{C}$	32,3 $^{\circ}\text{C}$
16:10	36,2 $^{\circ}\text{C}$	36,5 $^{\circ}\text{C}$	33,7 $^{\circ}\text{C}$
16:15	35,7 $^{\circ}\text{C}$	36,1 $^{\circ}\text{C}$	32,5 $^{\circ}\text{C}$
16:20	35,2 $^{\circ}\text{C}$	35,8 $^{\circ}\text{C}$	30,7 $^{\circ}\text{C}$
16:25	35,6 $^{\circ}\text{C}$	36,0 $^{\circ}\text{C}$	32,5 $^{\circ}\text{C}$
16:30	35,0 $^{\circ}\text{C}$	35,4 $^{\circ}\text{C}$	31,9 $^{\circ}\text{C}$
16:35	35,2 $^{\circ}\text{C}$	35,5 $^{\circ}\text{C}$	32,3 $^{\circ}\text{C}$
16:40	35,6 $^{\circ}\text{C}$	36,0 $^{\circ}\text{C}$	32,5 $^{\circ}\text{C}$
16:45	35,7 $^{\circ}\text{C}$	36,2 $^{\circ}\text{C}$	32,3 $^{\circ}\text{C}$
16:50	35,0 $^{\circ}\text{C}$	35,2 $^{\circ}\text{C}$	31,9 $^{\circ}\text{C}$
16:55	35,0 $^{\circ}\text{C}$	35,2 $^{\circ}\text{C}$	31,9 $^{\circ}\text{C}$
17:00	34,8 $^{\circ}\text{C}$	35,2 $^{\circ}\text{C}$	31,6 $^{\circ}\text{C}$
	Média: 34,9 $^{\circ}\text{C}$	Média: 35,3 $^{\circ}\text{C}$	Média: 31,5 $^{\circ}\text{C}$

Elaborado por Rafael de Souza Alves, 2018.

⁵⁵ Tais discussões conformam parte dos resultados desta pesquisa. Entretanto, assim como para atribuição das notas aos tipos de pavimentação das ruas, foi preciso antecipá-los (apresentando-os em meio aos procedimentos metodológicos) para justificar a escolha pelo abrigo de isopor com orifícios nas laterais inferiores.

Dos três termômetros de mercúrio utilizados nesta pesquisa (envolvidos com abrigo de isopor contendo orifícios), um foi destinado à coleta de dados no ponto fixo e dois à coleta de dados por transectos móveis intermitentes.

O termômetro no ponto fixo foi posto a 1,5 metros de altura do chão valendo-se de um suporte fabricado com canos de PVC de cor branca (1/2 polegada), em frete a residência do pesquisador, afastado de sombras (Figura 28 e Quadro 11). Suas leituras ocorreram nos momentos de início e fim de cada transecto móvel intermitente, para verificar a variação da temperatura neste intervalo de tempo, tal como recomendado por Porangaba et al. (2017). As mesmas foram utilizadas para realizar a correção de simultaneidade (HASENACK e BECKE, 1985) discutida a seguir.

As medições por transectos móveis intermitentes ocorreram ao longo de dois percursos (sudoeste-norte e leste-oeste), totalizando 20 pontos amostrais, sendo dois situados no campo (P1 e P11) e 18 no interior da malha urbana (Figura 28 e Quadro 11).

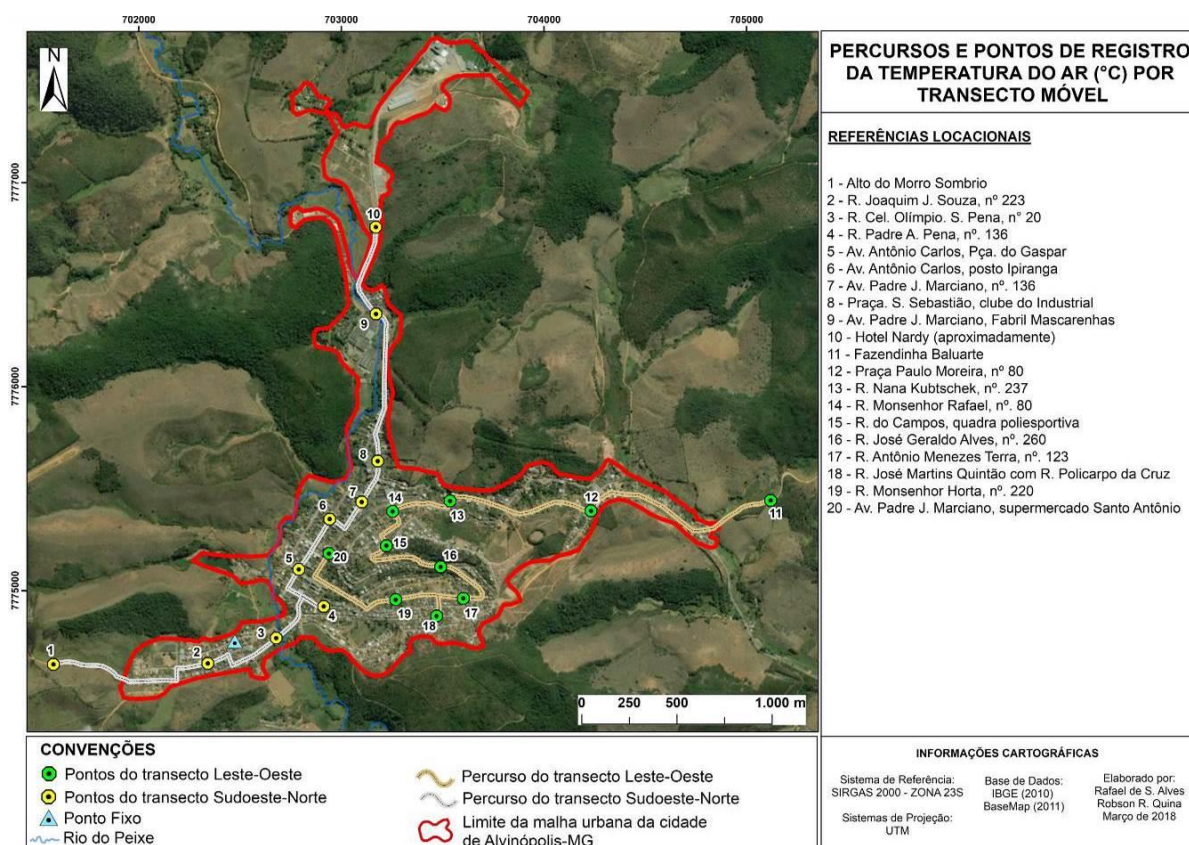






















Figura 28. Percursos e distribuição espacial dos pontos de registro da temperatura do ar (°C) por transecto móvel intermitente.

Quadro 11. Localização, características gerais e ilustração dos pontos de registro por transecto móvel intermitente.

TRANSECTO SUDOESTE-NORTE			
PONTO	ALTITUDE CATEGORIA	CARACTERÍSTICAS	IMAGEM
P1 Alto do Morro Sombrio.	618m Campo	Estrada de terra batida situada numa meia encosta, perpassando áreas de uso para pastagem constituídas de gramíneas (capim). Nos topos dos morros aos redores há parques resquícios de vegetação de mata secundária. Distante a 0,5km do início da malha urbana e em maiores altitudes que o centro da cidade.	
P2 Rua Joaquim José de Souza, bairro Souza, em frente à casa nº. 223.	572m Cidade	Rua com calçamento de pedra fincada numa área de uso residencial. Edificações predominante de um e dois andares. Localiza-se em um terraço. Não é arborizada e tem pouco fluxo de veículos e pessoas em comparação ao centro da cidade.	
P3 Esquina da rua Cel. Olímpio Soares Pena com a rua Ruth Lima de Souza (junto à ponte do Rio do Peixe), bairro Souza.	556m Cidade	Rua asfaltada numa área de uso residencial, com gabarito predominante de um e dois andares, sobre o leito maior do Rio do Peixe e com histórico de inundação, em um fundo de vale. Possui fluxo médio de veículos e pessoas comparado ao centro da cidade. A rua à esquerda da ponte ilustra processos de acréscimos e supressões no sítio urbano primitivo, pois trata-se de um terreno que foi aterrado, suplantando o brejo que ali existia para atender a especulação imobiliária e expansão da malha urbana ao longo dos anos de 1990.	
P4 Rua Padre Antônio Pena, bairro Centro, em frente à casa nº. 136.	568m Cidade	Rua estreita com calçamento de pedra fincada, não arborizada, numa área de uso predominantemente residencial. Prevalece edificações de um a dois andares e baixo fluxo de pessoas e veículos em comparação a outras ruas do centro da cidade.	
P5 Av. Antônio Carlos, bairro Centro, Praça do Gaspar.	564m Cidade	Av. asfaltada numa área arborizada devido a existência da praça. Predomínio de edificações entre um e três andares. Uso comercial e residencial, com grande fluxo de pessoas e veículos em comparação as outras ruas da cidade. Topografia aplainada e área aberta, em um terraço.	

<p>P6 Av. Antônio Carlos, bairro Centro, em frente ao posto de combustível Ipiranga.</p>	<p>566m Cidade</p>	<p>Av. asfaltada e não arborizada. Predomínio de edificações entre um e três andares. Uso comercial e residencial, com grande fluxo de pessoas e veículos em comparação as outras ruas da cidade. Topografia aplainada, em um terraço.</p>	
<p>P7 Av. Padre José Marciano, bairro Centro, em frente ao prédio nº. 136.</p>	<p>570m Cidade</p>	<p>Av. asfaltada e não arborizada. Uso comercial e residencial com predomínio de edificações entre dois e quatro andares. Intenso fluxo de pessoas e veículos devido à presença do Banco do Brasil, Correio, Fórum, Colégio Estadual, Prefeitura e lojas nos seus arredores próximos.</p>	
<p>P8 Praça São Sebastião, bairro Centro, em frente ao clube do Industrial.</p>	<p>568m Cidade</p>	<p>Área arborizada pela presença da praça, com predomínio de edificações entre um e três andares. Uso residencial e comercial. Principal espaço de realização de eventos públicos e de recreação aos fins de semana. Situado em um fundo de vale de disposição norte-sul, mais estreito em comparação às localidades dos pontos P5, P6 e P7. Encosta íngreme à direita com cobertura herbácea. Fluxo intermediário de pessoas e veículos em comparação ao ponto P7.</p>	
<p>P9 Av. Padre José Marciano ("bairro da Fábrica") em frente a portaria da Cia Fabril Mascarenhas.</p>	<p>565m Cidade</p>	<p>Av. asfaltada, numa área de baixa densidade de edificações. Gabarito predominante de um andar, com uso industrial, comercial e residencial. À esquerda da foto encontra-se a indústria de tecelagem Fabril Mascarenhas, cuja portaria está ligada a uma ponte de acesso a fábrica sobre o Rio do Peixe. Frações de áreas verdes são encontradas no interior da empresa e nos resquícios de vegetação de mata secundária nos morros aos redores. Possui fluxo médio de veículos e pessoas, exceto nas trocas de turnos da fábrica, devido à concentração de operários(as).</p>	
<p>P10 Próximo ao Hotel Nardy.</p>	<p>581m Cidade</p>	<p>Área de menor número de edificações em um dos eixos de expansão econômica e urbana da cidade, polarizado pela indústria de cosméticos Bioextratus e, em menor parte, também pela Fabril Mascarenhas. Situa-se em um terraço que já se encontra majoritariamente loteado e com edificações espaçadas, porém, em processo de densificação da malha urbana.</p>	
TRANSECTO LESTE-OESTE			
<p>P11 Fazendinha Baluarte, primeira curva à esquerda após a entrada da fazenda.</p>	<p>584m Campo</p>	<p>Estrada de terra batida encascalhada que margeia uma encosta. Rodeado por áreas de pastagem e pequenas lavouras de eucalipto (comum na paisagem do campo do município, conforme anunciado na caracterização da área de estudo). Distante a cerca de 0,48km da malha urbana.</p>	

<p>P12 Praça Paulo Moreira (<i>praça do Caldeira</i>), bairro Parte Alta, em frente à casa nº 80.</p>	<p>585m Cidade</p>	<p>Rua com calçamento asfáltico numa área de uso predominantemente residencial, com edificações de um e dois andares. Localiza-se em um fundo de vale de disposição leste-oeste. Nesta parte da cidade há consideráveis áreas verdes nos quintais das casas, além da pequena praça com algumas árvores. Possui fluxo médio de veículos.</p>	
<p>P13 Rua Nana Kubtschek, bairro Parte Alta (<i>Rua de Cima</i>), em frente à casa nº. 237.</p>	<p>597m Cidade</p>	<p>Rua com calçamento de pedra fincada, em um fundo de vale de disposição leste-oeste. Uso residencial e predomínio de edificações com um e dois andares. Baixo fluxo de veículos e pessoas comparado ao centro da cidade. Pequenas áreas verdes nos quintais das casas.</p>	
<p>P14 Rua Monsenhor Rafael, bairro Monte, em frente à casa nº. 80.</p>	<p>611m Cidade</p>	<p>Rua com calçamento de pedra fincada em um corte longitudinal em toda a encosta convexa bastante íngreme, voltada para noroeste nesta localidade. Observa-se na foto (07:20h) que no período da manhã ocorre sombreamento no local devido ao relevo e edificações. Estas são predominantemente de dois andares, de uso residencial. Conta com áreas verdes (à esquerda da foto) em terrenos ainda não construídos e quintais das casas.</p>	
<p>P15 Rua do Campos, bairro Novo Cruzeiro, em frente à quadra poliesportiva.</p>	<p>625m Cidade</p>	<p>Rua com calçamento de pedra fincada perpendicular a uma outra asfaltada, ambas paralelas a uma área de terra exposta. Localiza-se no topo do morro (divisor de águas) com predomínio de edificações de um e dois andares de padrão construtivo inferior, de uso residencial. Baixo fluxo de pessoas e veículos. Esta parte da cidade possui lotes e casas de menor valor comercial. Devido à localização, recebe radiação solar desde as primeiras horas da manhã, não sendo sombreado por morros ao redor.</p>	
<p>P16 Rua José Geraldo Alves, bairro Vila Manoel A. Puig, em frente à casa nº. 260.</p>	<p>613m Cidade</p>	<p>Rua estreita com calçamento asfáltico de má qualidade e sem calçadas. Constitui um corte longitudinal ao longo de toda a encosta íngreme côncava (oposta ao ponto P11) que forma a microbacia do Asilo (denominação local para esta parte da cidade), de disposição leste-oeste. Edificações de menor padrão construtivo com predomínio de um andar. Compõe a parte da cidade com casas e lotes de menor valor comercial, bem como de maior densidade ocupacional. Conta com baixo fluxo de veículos e recebe radiação solar logo ao nascer do Sol, devido a altitude e o não sombreamento por morros ao redor. Situa-se ainda abaixo de um fragmento vegetacional de mata secundária.</p>	
<p>P17 Rua Antônio Menezes Terra, bairro Vila Manoel A. Puig, em frente à casa nº. 123.</p>	<p>593m Cidade</p>	<p>Rua asfaltada numa área de uso predominantemente residencial, com edificações de um e dois andares. Localiza-se no fundo do vale da microbacia do Asilo, com alta densidade ocupacional. Nesta área, o verde se faz presente apenas nos quintais de algumas casas. Possui baixo fluxo de veículos. Observa-se na foto das 07:35h o sombreamento causado por edificações e morros do entorno.</p>	

<p>P18 Esquina da rua José Martins Quintão com a rua Policarpo da Cruz, bairro Vila Manoel A. Puig.</p>	<p>616m Cidade</p>	<p>Rua com calçamento de pedra fincada de uso predominantemente residencial, com edificações de um pavimento em sua maioria. Localiza-se em uma das vertentes (voltada para norte) íngremes da microbacia do Asilo (face oposta ao ponto P16). Compõe a parte da cidade com casas e lotes de menor valor comercial, bem como de maior densidade ocupacional. Conta com baixo fluxo de veículos.</p>	
<p>P19 Rua Monsenhor Horta (rua do Asilo), bairro Vila Manoel A. Puig, em frente à casa n.º 220.</p>	<p>586m Cidade</p>	<p>Último ponto que compõe a microbacia do Asilo (P15, P16, P17, P18 e P19). Rua estreita, asfaltada, com edificações predominantemente de um e dois andares, numa área de uso residencial. Situa-se no fundo do vale de disposição leste-oeste. Por ser a principal rua de conexão da Vila Manoel A. Puig ao centro da cidade, conta com fluxo intermediário de pessoas e veículos. As áreas verdes que rodeiam este ponto amostral estão situadas nos quintais das casas.</p>	
<p>P20 Av. Padre José Marciano, bairro Centro, em frente supermercado Santo Antônio. Localmente denominada "Av. do Gaspar".</p>	<p>577m Cidade</p>	<p>Principal avenida da cidade, asfaltada, de maior fluxo de pessoas e veículo. Disposta preferencialmente no sentido sudoeste-nordeste. Possui uso comercial e residencial, constituída por edificações de um a quatro andares na sua maioria. Durante parte da manhã conta com o sombreamento proporcionado por edificações e morros do entorno (principalmente o "morro do Monte", conforme denominação local), como é possível observar na foto obtida às 07:43h. Áreas verdes apenas nos quintais de certas residências e na Praça do Gaspar, a cerca de 200 metros de distância.</p>	
<p>PONTO FIXO Rua Ruth Lima de Souza, bairro Souza, em frente à casa de n.º 139.</p>	<p>565m Cidade</p>	<p>Rua não arborizada com calçamento de bloquete de cimento, numa área de terraço. Uso residencial, constituída por edificações de um e dois andares na sua maioria. Pouco fluxo de pessoas e veículos. A haste de fixação do termômetro foi realocada a partir das 15 horas para evitar o sombreamento proporcionado por edificações do entorno.</p>	

Elaborado por Rafael de Souza Alves, 2018.

Fotos: Rafael de Souza Alves, 2017-2018.

A secção a área de estudo em dois percursos (sudoeste-norte e leste-oeste) para medição móvel da temperatura do ar foi no propósito de obter maior número de pontos amostrais e, por conseguinte, maior detalhamento da condição atmosférica. Afinal, essa é uma das vantagens do uso do transecto móvel (FIALHO 2009, UGEDA JUNIOR e AMORIM, 2016; PORANGABA et al., 2017) conforme foi discutido. Sendo assim, tal escolha implicou na utilização de dois veículos automotores, para que os percursos pudessem ser realizados em simultaneidade e no menor tempo possível.

Para percorrer os dois percursos e obter a temperatura do ar foram utilizados dois Fuscas equipados com um suporte⁵⁶ fixado no para-choque dianteiro, ao lado esquerdo, que possibilitou colocar os termômetros a 1,5 metros de altura do chão e de distância em relação ao capô. Vale ressaltar que o Fusca é um veículo de motor traseiro, o que minimiza a interferência do calor do seu funcionamento nos registros de temperatura do ar (Figura 29).



Figura 29. Veículos equipados com suportes para colocar os abrigos de isopor com os termômetros de mercúrio.

Foto: Rafael de Souza Alves, 2018.

A coluna de mercúrio do termômetro convencional oscila, gradualmente, na câmara de expansão toda vez que o instrumento é inserido em um novo ambiente, com temperatura do ar diferente do anterior. A oscilação se inserra quando alcançado o equilíbrio térmico com o ambiente. O intervalo de tempo necessário para que se ocorra o equilíbrio é chamado de “tempo de resposta” do instrumento (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Testes realizados na área de estudo desmostraram que os termômetros levavam cerca de 2 minutos para a coluna de mercúrio estabilizar. Dessa forma, em cada ponto amostral a leitura do equipamento foi realizada após 2 minutos do veículo parar (distante a no mínimo 1,5 metros de objetos do entorno) e o abrigo de isopor com o termômetro de mercúrio ser pendurado⁵⁷ no suporte. A hora exata da medição e possíveis sombreamentos (por edificações, nuvens, montanhas) também foram registrados numa planilha de campo, em todos os pontos amostrais, a cada transecto.

⁵⁶ Para que a haste horizontal do suporte (feito de cano de PVC de 1/2 polegada, com um metro de comprimento) pudesse ter sustentação para suportar as vibrações do tráfego, foi necessário utilizar um cano de ferro (1/2 polegada) na haste vertical do suporte, bem como na “mão francesa”. Sendo assim, neste aspecto não foi possível seguir as orientações de Amorim (2005) e Porangaba et al. (2017), de que a haste de sustentação do equipamento seja de madeira. Todo o suporte foi pintado de branco.

⁵⁷ Ao deslocar de ponto de registro ao outro o equipamento foi retirado do suporte para evitar quedas e, conseqüentemente, danos ao abrigo e ao termômetro.

O transecto de orientação preferencial sudoeste-norte possui 3,96km de distância do ponto um (P1) ao ponto dez (P10) e o transecto leste-oeste possui 4,26km de distância do ponto 11 (P11) ao ponto 20 (P20) (Figura 28). Em média, o tempo para percorre-los e realizar as leituras de temperatura do ar foi de 41 e 45 minutos, respectivamente. Em nenhum episódio gastou-se mais de 50 minutos, sempre com os veículos trafegando com velocidade entre 15 e 20 km/h⁵⁸.

Segundo Amorim (2005) e Porangaba et al. (2017) os transectos móveis devem ser realizados no tempo máximo de uma hora, para evitar que a atmosfera sofra alterações termohigrométricas naturais de grandes magnitudes que possam comprometer os resultados. Logo, o tempo necessário para perfazer os transectos sudoeste-norte e leste-oeste em Alvinópolis-MG vão ao encontro das proposições das autoras em cena para a técnica dos transectos móveis.

Na estação de verão as medições de temperatura do ar foram realizadas nos dias 17, 18 e 19 de janeiro de 2018, às 07, 10, 16 e 22 horas (com uma hora de atraso em relação aos horários dos demais dias, devido ao horário de verão). Já na estação de inverno as medições foram realizadas nos dias 23, 24, 25 e 26 de julho, às 06, 09, 15 e 21 horas, concomitante aos registros feitos por meio dos pontos fixos⁵⁹.

O primeiro horário da manhã foi adotado para poder observar a configuração do campo térmico próximo ao nascer do Sol, após o largo período de resfriamento noturno das áreas no campo e na cidade. O segundo horário da manhã e o horário da tarde foram escolhidos para verificar a resposta térmica da área de estudo nos momentos seguintes ao início e ápice do aquecimento da atmosfera pela radiação de onda curta, respectivamente. Já o horário noturno – o melhor para realização do procedimento, segundo Porangaba et al. (2017) – foi escolhido com o intento de observar a dissipação da energia recebida durante o dia, armazenada pelos elementos presentes no campo e na cidade. Em síntese, os horários estabelecidos permitem

⁵⁸ Amorim (2005) e Porangaba et al. (2017) afirmam que no transecto móvel o veículo deve trafegar em velocidade entre 30 e 40Km/h, com o sensor fixado na lateral direita do carro a 1,5 metros de altura do chão. Nos transectos móveis realizados em Alvinópolis-MG, no que tange à velocidade do veículo, não houve a necessidade de seguir fielmente esta recomendação, uma vez que os termômetros não permaneciam pendurados no suporte ao se deslocar de um ponto a outro de medição.

⁵⁹ No verão não foi possível coincidir os dias de registros da temperatura do ar por pontos fixos e transectos móveis intermitentes por dois motivos: no início do verão, quando foram feitos os transectos móveis em Alvinópolis-MG, os nove termômetros dataloggers do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental da UFJF encontravam-se em uso na cidade de Ubá-MG. Já no mês de março, quando os equipamentos foram instalados em Alvinópolis-MG, não foi possível dispor novamente de dois veículos e formar a equipe de campo para realizar novas mensurações móveis.

analisar os contornos do campo térmico em distintos momentos do dia e avaliar as possíveis ocorrências da ilha de calor, em consonância aos fatores geoambientais e geourbanos em voga.

Os dados de temperatura do ar após serem coletados foram submetidos à “correção de simultaneidade”, conforme denominação utilizada por Hasenack e Becke (1985) para tal procedimento. Este, também foi empregado por Fialho (2009) e Silva (2009) em Viçosa-MG, Fialho et al (2016) em Cajuri-MG, Martínez (2013) em Alicante na Espanha e Allocca (2018) em Ponte Nova-MG.

A correção de simultaneidade visa minimizar as diferenças térmicas entre os pontos amostrais causadas pela variação natural da temperatura do ar no decorrer das horas, haja vista haver defasagem de tempo na leitura obtida nos pontos do transecto.

A correção de simultaneidade consiste em calcular a variação da temperatura do ar por minuto, segundo os valores obtidos no ponto fixo no início e fim de cada transecto móvel. Em seguida, tal variação deve ser multiplicada pela defasagem de tempo do ponto amostral em relação ao primeiro ponto do transecto. Por fim, o valor encontrado (em °C) deve ser subtraído (caso o ponto fixo tenha registrado aumento da temperatura no decorrer das horas) ou somado (caso o ponto fixo tenha registrado diminuição da temperatura no decorrer das horas) daquele obtido em campo no ponto amostral em questão (Quadro 12).

Quadro 12. Exemplo da correção de simultaneidade.

PONTO FIXO					
22:00h = 25,6°C		23:00h = 23,2°C		Δ °C/min = 0,04°C de diminuição	
TRANSECTO MÓVEL					
PONTO	HORAS	T (°C)	DEFASAGEM EM RELAÇÃO A P1	EQUAÇÃO DE SIMULTANEIDADE	TEMP. (°C) CORRIGIDA
P1	22:00	24,0	0 min.		24,0
P7	22:26	23,2	26 min.	$P7 = 23,2 + (26 \times 0,04^\circ\text{C})$	24,2

Elaborado por Rafael de Souza Alves, 2018.

Segundo Martínez (2014), ao adotar a correção de simultaneidade, estar-se-á deixando de trabalhar com dados idênticos aos coletados em cada ponto amostral, em lugar daqueles que exalam uma estimativa lógica para o mesmo após o ajuste decorrente da defasagem de tempo.

É preciso considerar que a correção de simultaneidade possui limitações matemáticas. Afinal, como bem destaca Martínez (2014), a temperatura do ar como uma variável meteorológica não é linear no tempo e no espaço, podendo sofrer mudanças abruptas e brandas ao longo das horas. E estas, não são contempladas no procedimento em discussão.

Amorim (2005) e Porangaba et al. (2017) não mencionam o uso da correção de simultaneidade ao proporem a técnica dos transectos móveis, antes sim a atenção às possíveis oscilações da temperatura do ar em um ponto fixo.

Ugeda Junior (2012), que se baseou em Amorim (2005) para a realização de transectos móveis, reafirma que a atmosfera não passa por mudanças naturais bruscas em um intervalo de 50 a 60 minutos, o que permite a comparação entre os dados coletados no início e fim dos percursos, quando respeitado este intervalo temporal.

Foram observados nos testes realizados em Alvinópolis-MG com o ponto fixo de registro da temperatura do ar, no dia 28/12/2017, variações positivas de 2,8°C (de 07h às 08h), de 3,2°C (10h às 11h) e negativas de 1,2°C (de 16h às 17h), de 0,4°C (de 22h às 23h). Tais valores demonstram que a atmosfera pode passar por mudanças naturais significativas em um intervalo de 50 a 60 minutos, aos olhos de um pesquisador que busca identificar, por exemplo, a manifestação e magnitude da ilha de calor numa cidade de pequeno porte por meio da técnica do transecto móvel.

Diante do exposto, considera-se que a não correção dos dados pode levar a uma equivocada identificação da ilha de calor, sobretudo a de fraca magnitude, uma vez que as diferenças térmicas entre os pontos amostrais podem ser produto da variação natural da temperatura do ar no decorrer das horas, e não dos fatores antrópicos produtores de anomalias térmicas. Por outro lado, ao fazer a correção de simultaneidade assume-se o risco de distorcer a análise do campo térmico e identificação da ilha de calor – caso a variação da temperatura do ar ao longo das horas não seja linear –, sobretudo nos últimos pontos dos transectos que acumulam maior defasagem de tempo em relação ao ponto inicial.

Segundo Martínez (2014), o uso da correção de simultaneidade seria a alternativa mais apropriada (“lógica”, em sua palavra) para compreender o comportamento da atmosfera nos estudos de clima urbano que se valem da técnica do transecto móvel.

Ao aplicar a correção de simultaneidade não há a pretensão de converter a técnica do transecto móvel em ponto fixo, antes sim lapidar os dados no propósito de uma análise fecunda do campo térmico, tendo a clareza das limitações deste procedimento.

Embora Hasenack e Becke (1985) utilizam aquele termo para expressar a correção, vale destacar que a “simultaneidade” nos registros somente é obtida através dos pontos fixos. Não é a esmo que essa seja sua característica principal.

5.2.2. Por Pontos Fixos

Para obter os registros de temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) pela técnica dos pontos fixos foram utilizados nove termômetros com datalogger da marca Hobo, modelo AU-001-64 (Figura 30). Segundo as informações do fabricante⁶⁰, os mesmos são adequados para funcionarem em ambientes externos, são a prova d'água e operam numa faixa de medição de -20°C a 70°C . Possuem precisão de $\pm 0,53^{\circ}\text{C}$ na faixa 0°C a 50°C , tempo de resposta de 10 minutos e são alimentados por bateria lítio que dura cerca de um ano.

Os termômetros foram colocados em campo a 1,20 metros de altura do chão, envolvidos por abrigos de isopor de duplo revestimento contendo orifícios desencontrados, para melhor possibilitar a circulação do ar junto aos aparelhos e restringir a incidência direta dos raios solares sobre eles. Foram utilizados como suporte de fixação galões de plásticos (e similares) cheios de areia, que dão sustentação a hastes vertical de cabo de vassoura, que por sua vez possibilitou o encaixe da haste horizontal de canos de PVC da cor branca⁶¹ (Figura 30).



Figura 30. Termômetro com datalogger da marca Hobo, abrigo de isopor e suporte para fixação em campo.

Foto do datalogger: <http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/ua-001-64>. Acessado em 13/03/2018.

Foto do suporte de fixação em campo e abrigo de isopor: Rafael de Souza Alves, 2018.

Os termômetros com datalogger, seus respectivos abrigos de isopor e suporte de fixação em campo foram testados pelo técnico do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental da UFJF junto à Estação Meteorológica desta mesma Universidade. Os equipamentos apresentaram funcionamento equivalente entre eles, registros de temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)

⁶⁰ Presentes no manual e disponíveis em: <http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/ua-001-64>. Acessadas em 12 de março de 2018.

⁶¹ Os abrigos de isopor e todo o sistema de suporte para fixação dos dataloggers em campo foram idealizados e confeccionados pelo técnico do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental da UFJF.

semelhantes aos dados oficiais da Estação Meteorológica e resistência às vicissitudes do tempo (ventos, pancadas de chuva, insolação).

Vale lembrar que os critérios utilizados para a escolha dos pontos fixos foram destacados nas páginas anteriores, bem como apontar que eles entrelaçam os pontos de registros por transectos móveis. Dos nove equipamentos, um foi instalado no campo e oito na cidade (Figura 31 e Quadro 13), configurados para fazerem leituras a cada hora.

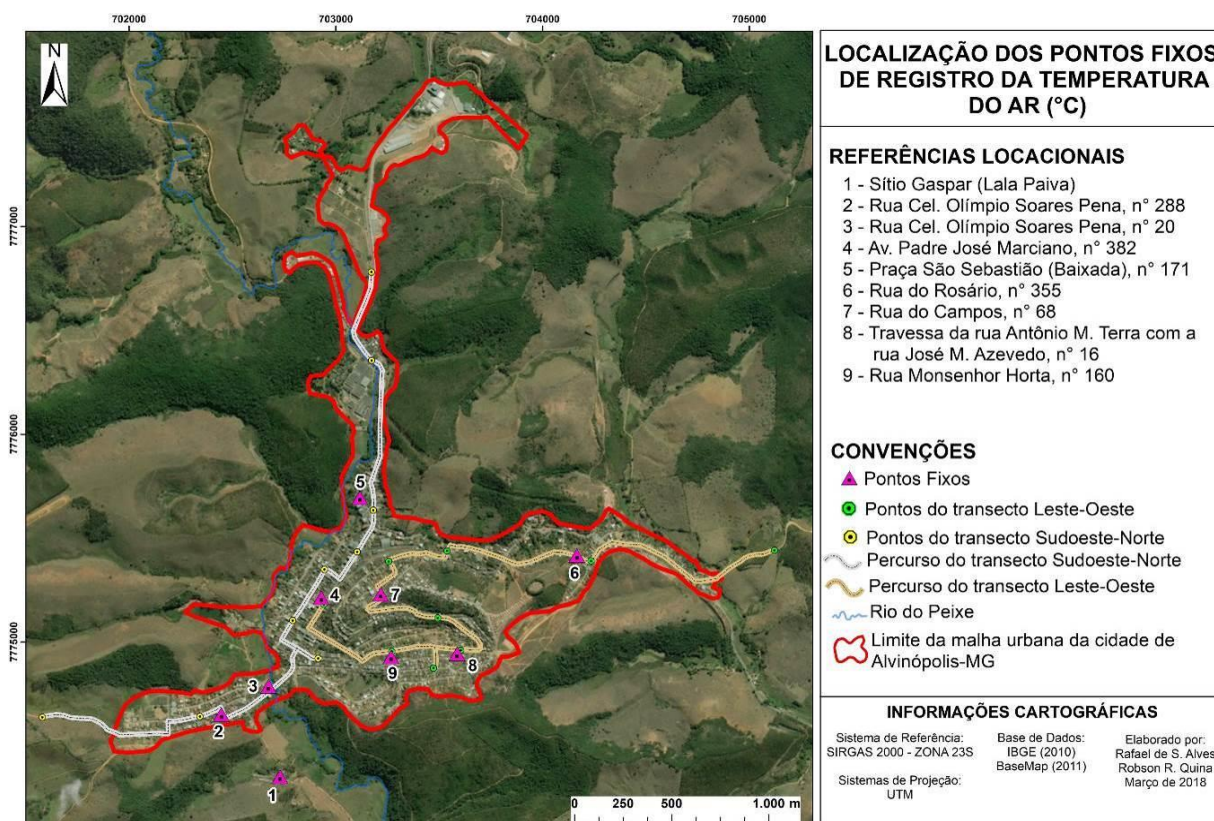










Figura 31. Distribuição espacial da localização dos pontos fixos de registro da temperatura do ar (°C).

Quadro 13. Localização, características gerais e ilustração dos pontos fixos de registro da temperatura do ar (°C).

PONTOS FIXOS (PF)		
PONTO	LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS	IMAGEM
<p>PF 1</p> <p>(Campo)</p>	<p>Sítio Gaspar (<i>Lala Paiva</i>), a 0,45km da cidade, em um terraço com terra exposta mesclado com cascalho. No entorno predomina pastagem e eucaliptos isolados.</p> <p>Altitude: 568 metros.</p>	

<p>PF 2 (Cidade)</p>	<p>Rua Cel. Olímpio Soares Pena, bairro Souza, no quintal da casa de n° 288, revestido de cerâmica e pequenas áreas verdes com gramas e arbustos.</p> <p>Altitude: 570 metros.</p> <p>Características do entorno: ver P2 do transecto móvel.</p>	
<p>PF 3 (Cidade)</p>	<p>Rua Cel. Olímpio Soares Pena (próximo da ponte do Rio do Peixe), bairro Souza, no quintal da casa de n° 20, revestido de herbáceos.</p> <p>Altitude: 556 metros.</p> <p>Características do entorno: ver P3 do transecto móvel.</p>	
<p>PF 4 (Cidade)</p>	<p>Av. Padre José Marciano, bairro Centro, no quintal da loja Opção Calçados, n° 382, revestido de grama.</p> <p>Altitude: 573 metros.</p> <p>Características do entorno: ver P20 do transecto móvel.</p>	
<p>PF 5 (Cidade)</p>	<p>Praça São Sebastião, bairro Centro, n° 171, na concessionária MJ Veículos, de terra batida revestida por cascalho.</p> <p>Altitude: 566 metros.</p> <p>Características do entorno: ver P8 do transecto móvel.</p>	
<p>PF 6 (Cidade)</p>	<p>Rua do Rosário, bairro Parte Alta (próximo à Praça Paulo Moreira - praça do Caldeira), no quintal da casa de n° 355, de terra exposta e sem vegetação.</p> <p>Altitude: 583 metros.</p> <p>Característica do entorno: ver P12 do transecto móvel.</p>	

<p>PF 7 (Cidade)</p>	<p>Rua do Campos, bairro Novo Cruzeiro, n° 68 (oficina de lanternagem do Geraldinho), com vegetação herbácea.</p> <p>Altitude: 623 metros.</p> <p>Características do entorno: ver P15 do transecto móvel.</p>	
<p>PF 8 (Cidade)</p>	<p>Travessa da Rua Antônio Menezes Terra com a rua José Moreira Azevedo, pequeno quintal da casa de n° 16, com hortaliças, terra exposta e cimento.</p> <p>Altitude: 600 metros.</p> <p>Características do entorno: ver P17 do transecto móvel.</p>	
<p>PF 9 (Cidade)</p>	<p>Rua Monsenhor Horta (<i>rua do Asilo</i>), bairro Vila Manoel A. Puig, n° 160, no quintal da Serralheria do Claudio, revestido por herbáceos.</p> <p>Altitude: 585 metros.</p> <p>Características do entorno: ver P19 do transecto móvel.</p>	

Elaborado por Rafael de Souza Alves, 2018.

Na estação de verão os registros de temperatura do ar foram obtidos entre os dias 06 e 20 de março de 2018. Esse período foi marcado pela presença constante de correntes perturbadas – ou “perturbações transientes de mesoescala”, segundo Vianello e Maia (1986) – devido ao avanço de sistemas frontais, formação de ZCOU e ZCAS, conforme observado nos boletins de análise sinótica do CPTEC, bem como pancadas de chuvas nos finais da tarde. Tais ocorrências comprometeram a estabilidade do tempo atmosférico em Alvinópolis-MG por propiciar alta nebulosidade, chuvas em praticamente todos os dias, mormaços (tempo abafado) típicos de aquecimento pré-frontal e ventos.

Como discutido nas páginas anteriores, este cenário de instabilidade recorrente não favorece o desvelar das particularidades térmicas, antes sim a homogeneidade do campo térmico, o que contraria os objetivos propostos.

No verão foram escolhidos para análise os dados obtidos nos dias 18, 19 e 20 de março de 2018, devido à ausência de chuva e sensação de ar abafado (mormaço).

No inverno os registros da temperatura do ar ocorreram ao longo de todo o mês de julho de 2018. Dentre eles, foram elegidos para análise os dados dos dias 23, 24, 25 e 26 por serem os mesmos de realização dos transectos móveis intermitentes nesta estação do ano, conforme já sinalizado nas páginas anteriores.

Em prol da comparação da conformação do campo térmico entre as técnicas de transectos móveis intermitentes e pontos fixos, os horários elegidos para análise no verão e no inverno foram 06, 09, 15 e 21 horas.

5.3. Espacialização da Temperatura do Ar e Análise dos Dados

Para elaboração dos mapas termais foi utilizado o *software* Surfer, versão 10, de uso recorrente nos trabalhos de Climatologia Urbana apreciados na presente obra (Quadro 2), e o emprego da *Krigagem* para a interpolação⁶² dos dados de temperatura do ar (°C). Segundo Porangaba et al. (2017, p. 231),

Frequentemente presente nos trabalhos de climatologia, a Krigagem tem sido uma das principais ferramentas estatísticas utilizadas no tratamento dos dados climatológicos. Segundo Yamamoto e Landim (2013, p. 55), “a Krigagem é um processo geoestatístico de estimativa de valores de variáveis distribuídas no espaço e/ou tempo, com base em valores adjacentes quando considerados interdependentes pela análise variográfica”. Está no grupo dos estimadores sendo que o mais usual é chamado krigagem ordinária. Suas aplicações nos trabalhos de climatologia resultam em mapas que exibem isolinhas, que são linhas que conectam pontos de igual valor.

Para além do uso recorrente nos trabalhos de Climatologia, a escolha do método de interpolação *Krigagem* foi guiada pelo estudo de Alves et al. (2012). Valendo-se de dados de temperatura do ar (registrados por transectos móveis em diferentes períodos do dia), tais autores(ras) avaliaram estatisticamente e de modo comparativo o desempenho de 11 interpoladores existentes no *software* Surfer 10.

Alves et al. (2012) observaram seis melhores métodos interpoladores para a temperatura do ar para os horários de 08, 14 e 20 horas, sem haver diferenças estatísticas significativas entre eles. Entretanto, a *Krigagem* se mostrou melhor nos horários das 14 e 20 horas. Apenas às 08 horas os métodos “Vizinho Natural” e “Triangulação Com Interpolação Linear” foram mais

⁶² Segundo Alves et al. (2012, p. 607), a interpolação espacial é “(...) o procedimento utilizado para se estimar valores de locais não amostrados, baseando-se em valores de dados observados em locais conhecidos”.

satisfatórios. Porém, os mesmos não extrapolam os valores da temperatura do ar e a interpolação se restringe ao interior a área delimitada pelos pontos amostrais.

Uma vez confeccionado os mapas temáticos de temperatura do ar⁶³, foram realizadas as análises do campo térmico de Alvinópolis-MG nas estações de verão e inverno, e as observações acerca da ilha de calor.

Os dados de temperatura do ar obtidos no verão por transectos móveis (em janeiro) e por pontos fixos (em março) foram analisados separadamente, em decorrência da impossibilidade da aplicação das duas técnicas de forma concomitante. Já os dados obtidos no inverno por ambas as técnicas foram analisados em simultaneidade, tal como se deu a aplicação das duas técnicas.

Para a análise do campo térmico, inicialmente foi feita uma explanação das condições do tempo atmosférico na área de estudo e das características sinóticas regionais nos dias de registro da temperatura do ar. Sendo assim, identificou-se os sistemas sinóticos prevalentes, uma vez que eles podem contribuir para desvelar ou obscurecer as disparidades térmicas entre localidades da área em estudo. Este procedimento somente não foi realizado para o primeiro horário da manhã, uma vez que não há no CPTEC cartas sinóticas referentes ao mesmo. Para este caso em específico, foi realizado uma descrição do tempo atmosférico com base nas observações da abóboda celeste feitas em campo.

Na análise das cartas sinóticas disponibilizadas pelo CPTEC buscou-se observar o centro de ação (“áreas-fonte de massas de ar”) e o sistema atmosférico a influenciar Minas Gerais. Isso, a partir da posição das isóbaras, da localização dos núcleos dos sistemas e da direção dos ventos, tomando como parâmetro interpretativo as discussões proferidas por Zavattini (2014). Ainda com este propósito, foram utilizadas as descrições feitas por profissionais do CPTEC nos boletins de análise sinótica.

Já no que diz respeito à ilha de calor, aplicou-se o conceito ao identificar que a disparidade térmica (caso existente) foi propiciada por razões antrópicas, e não meramente por razões de ordem natural, conforme atenta Fialho (2009; 2012). Ao identificar que a diferença térmica positiva foi devido a fatores naturais (posição do sítio urbano, incidência da radiação solar, altitude, etc.) fez-se o emprego da categoria de análise núcleo de calor (FIALHO, 2009; 2012).

⁶³ Não foi possível padronizar as paletas de cores, bem como os intervalos dos valores da temperatura do ar (°C), para se ter uma legenda uniforme nos mapas temáticos do campo térmico. Sendo assim, recomenda-se ao leitor atentar-se a cada legenda dos mapas.

Segundo as consultas bibliográficas de Alves (2017) não existe um critério universal para o cálculo da intensidade/magnitude da ilha de calor. Para tanto, foi adotado a classificação proposta pelo pesquisador espanhol F. Fernández García, largamente utilizada, conforme dito por Assis et al. (2016), sendo: fraca intensidade, quando as diferenças térmicas oscilam entre 0°C e 2°C; moderada intensidade, quando as diferenças se situam entre 2°C e 4°C; forte intensidade, quando as diferenças encontram-se entre 4°C e 6°C; muito forte, quando as diferenças ultrapassam 6°C.

Com intento de evidenciar as disparidades térmicas na área de estudo e a intensidade/magnitude da ilha de calor, foi calculado as diferenças de temperatura do ar entre os pontos de registros, em cada horário de análise. Para tanto, identificou-se a menor temperatura quantificada no horário em questão⁶⁴ e fez-se a subtração dos demais dados pela mesma.

A comparação do arranjo do campo térmico e ocorrência (ou não) da ilha de calor entre as estações de verão e inverno, foram com base nos episódios de janeiro e julho do ano de 2018, por serem meses mais representativos das duas estações do ano.

⁶⁴ As disparidades térmicas em cada horário de registro foram dispostas em quadros. Nestes, os pontos que obtiveram a menor temperatura do ar assumiram valores iguais a zero.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. O Campo Térmico em Alvinópolis-MG a Partir do Potencial Térmico dos Fatores Geoambientais e Geourbanos

A integração dos fatores geoambientais elegidos nesta pesquisa (Quadro 6 e Quadro 7) é um esforço para a compreensão holística da influência do sítio urbano (e seus atributos) no campo térmico da área em análise, pois como propala Fialho (2009), a apreciação do mesmo é pré-requisito para todo e qualquer estudo do clima urbano.

Os fatores geoambientais ao serem integrados demonstram que a maior parte da área analisada (70,1%) possui potencial térmico médio (3). Nenhum local conta com potencial muito alto (5) e poucas são as manifestações do potencial térmico muito baixo (1), apenas 1,8%. Sendo assim, o prognóstico é de não haver grandes contrastes de ambientes muito favoráveis à ocorrência de menores temperaturas do ar e muito favoráveis à ocorrência de maiores temperaturas do ar, em um cenário livre da interveniência dos fatores geourbanos (Figura 32⁶⁵ e Quadro 14).

As maiores altitudes (entre 610 e 660 metros) – aliadas à exposição das vertentes voltadas para sul e sudeste, menor incidência da radiação solar e presença de fragmentos vegetais –, propiciaram a ocorrência de potencial térmico muito baixo (1) e baixo (2), sendo este último verificado em 11,9% da área apreciada. Estas duas categorias são espacialmente condizentes ao cume do bairro Novo Cruzeiro (localizado em um divisor de águas), bem como todas as encostas sul no bairro Vila Manoel Antônio Puig (microbacia hidrográfica), no bairro Parte Alta (entorno da igreja Matriz e da praça Padre João Bosco) e também próximo ao cemitério (Figura 32 e Quadro 14).

Os ambientes que apresentaram potencial térmico alto (4) na integração dos fatores geoambientais (16,2%, conforme o Quadro 14), são onde coadunam menores altitudes (entre 551 e 590 metros), faces do relevo direcionadas para os quadrantes noroeste e norte, bem como significativa incidência da radiação solar. Seus locais de maior expressão espacial coincidem com o atual bairro do Monte, grandes porções do bairro “Gaspar” (Centro) e do fundo do vale na Vila Manoel Antônio Puig. Em menor expressão espacial (manchas isoladas), são vistas em frações do atual bairro Souza, áreas nas dependências da Fábrica Bio Extratus e próximo à “Rua

⁶⁵ As vias urbanas (embora não façam parte dos fatores geoambientais) e o Rio do Peixe foram inseridos no *layout* do mapa para uma melhor leitura espacial do mesmo.

de Baixo” (Figura 32). Logo, independente das ações antrópicas no espaço, tais localidades são propícias a apresentarem maiores temperaturas do ar na conformação do campo térmico, segundo o modelo hipotético.

Faz-se necessário destacar que um fator geoambiental isoladamente observado não é o suficiente para identificação de locais mais (ou menos) favoráveis à ocorrência de altas temperaturas. Por exemplo, os pontos da área em análise que recebem maior radiação solar não necessariamente obtiveram elevado potencial térmico, como é possível observar junto ao atual bairro Novo Cruzeiro. Da mesma forma, o Rio do Peixe e a sua zona de influência estipulada (*buffer* de 50 metros), não asseguraram potencial térmico baixo (2) ou muito baixo (1) para seus locais correlativos (Figura 32).

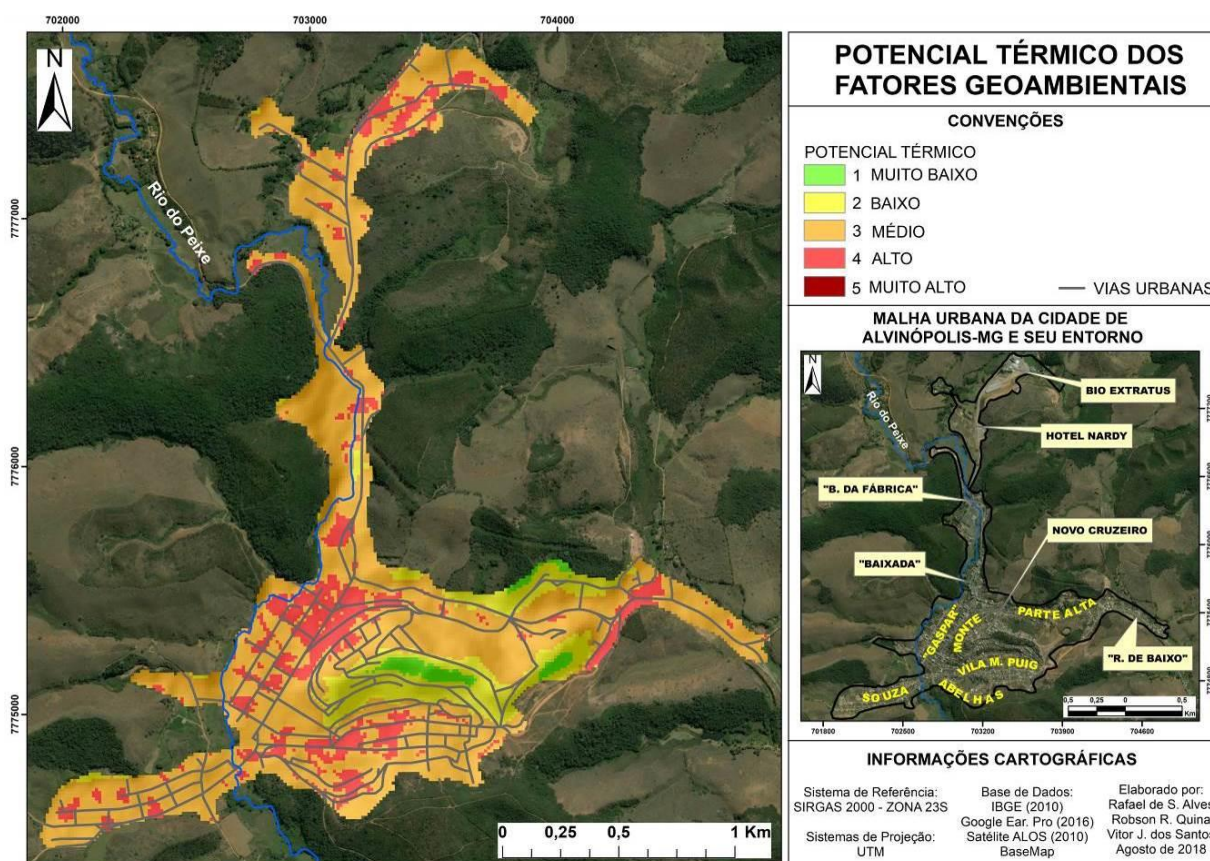


Figura 32. Conformação espacial do potencial térmico segundo os fatores geoambientais.

Quadro 14. Potencial térmico dos fatores geoambientais em metros quadrados e porcentagem.

ÁREA	POTENCIAL TÉRMICO DOS FATORES GEOAMBIENTAIS				
	(1) MUITO BAIXO	(2) BAIXO	(3) MÉDIO	(4) ALTO	(5) MUITO ALTO
POR m ²	34.375,0	225.937,5	1.337.500,0	307.187,5	0,0
POR %	1,8	11,9	70,1	16,2	0,0

Elaborado por Rafael de Souza Alves, agosto de 2018.

Com a inserção dos fatores geourbanos no processo de integração das variáveis houve redução de 11,9% para 8,7% de áreas com potencial térmico baixo (Quadro 15). Ambientes que antes apresentaram potencial térmico muito baixo (Figura 32) passaram a apresentar potencial baixo⁶⁶ (Figura 33), ou seja, propensas à ocorrência de maiores temperaturas do ar em comparação ao cenário anterior. Nenhuma localidade obteve potencial térmico muito alto (5), assim como anteriormente (Figura 33 e Quadro 15). Aponta-se que isso possa ser decorrente da pouca expressão espacial da classe “calçamento asfáltico”, que dentre os fatores geourbanos, foi a única a receber nota cinco. Em paralelo a uma realidade urbana em que tal variável é mais notória, Ferreira (2014) verificou em Juiz de Fora-MG que os pontos de maior potencial térmico estavam associados à presença predominante do asfalto, bem como outras variáveis de respostas térmicas semelhantes.

Os lugares que apresentaram potencial térmico baixo (2) estão associados à existência de áreas verdes em detrimento de edificações, encostas direcionadas para os quadrantes sudeste, sul e sudoeste (sendo poucas as exceções, em partes isolados) que recebem menor quantidade de energia solar. Em certos pontos próximo ao curso do Rio do Peixe, em pequenas áreas, também se verifica este potencial, mesmo situados em menores altitudes, o que sinaliza a influência dos corpos hídricos, somada à vegetação ao seu entorno (Figura 33). Os fatores destacados exercem “efeito mitigante no *superativit* energético urbano”, conforme expressão utilizada por Marques et al. (2012, p. 946) ao aplicarem metodologia semelhante na cidade de Figueira da Foz, Portugal.

Os fatores geourbanos provocaram aumento significativo das áreas com potencial térmico alto (4), passando de 16,2% para 42,9% (Quadro 15). Isso porque muitos locais que antes obtiveram potencial médio (3) vieram a apresentar potencial alto (4), como pode ser observado em muitos lugares ao longo de todos os bairros da cidade (Figura 33).

⁶⁶ Uma questão que emergiu foi por que a área de potencial térmico muito baixo (1) existente no mapa de integração dos fatores geoambientais, próximo ao bairro Novo Cruzeiro (Figura 32), veio a apresentar potencial térmico baixo (2) com a inserção dos fatores geourbanos (Figura 33), uma vez que não se trata de um local com edificações.

A espacialidade das áreas com potencial térmico alto (4) é, sobretudo, semelhante à espacialidade das áreas dotadas com edificações (Figura 33 e Figura 21, respectivamente), por isso a ocorrência da categoria foi generalizada na malha urbana. Escapa a esta observação toda a vertente oposta ao bairro Monte, ou seja, as faces direcionadas para os quadrantes sudeste, sul e sudoeste da Vila Manoel Antônio Puig, que mesmo urbanizadas, apresentaram potencial térmico baixo (2) e médio (3). Do mesmo modo, áreas no bairro Parte Alta (próximas à Igreja Matriz) e ao longo do bairro Novo Cruzeiro, devido à maior altitude e proximidade dos fragmentos vegetais (Figura 33).

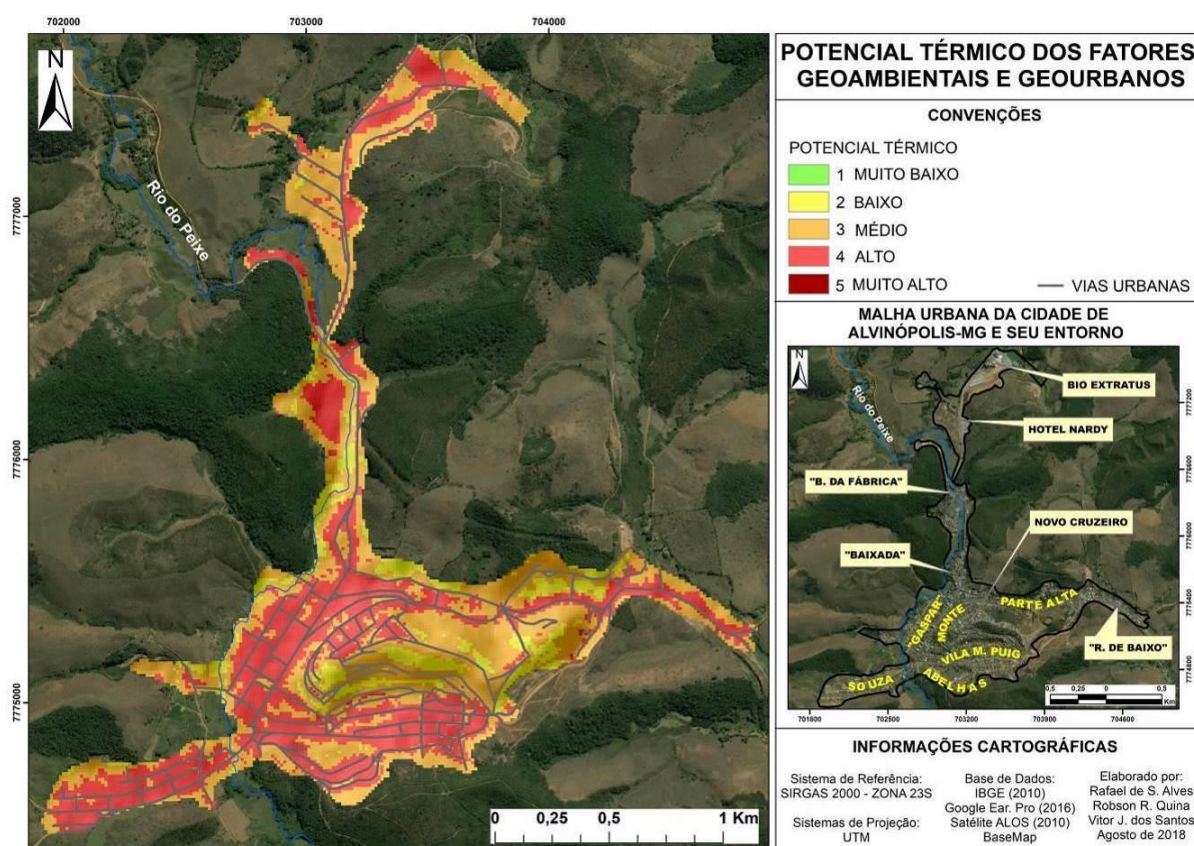


Figura 33. Conformação espacial do potencial térmico segundo os fatores geoambientais e geourbanos.

Quadro 15. Potencial térmico dos fatores geoambientais e geourbanos em metros quadrados e porcentagem.

ÁREA	POTENCIAL TÉRMICO DOS FATORES GEOAMBIENTAIS E GEOURBANOS				
	(1) MUITO BAIXO	(2) BAIXO	(3) MÉDIO	(4) ALTO	(5) MUITO ALTO
POR m²	0,0	166.250,0	922.342,8	816.406,3	0,0
POR %	0,0	8,7	48,4	42,9	0,0

Elaborado por Rafael de Souza Alves, agosto de 2018.

No decorrer do capítulo “Justificativas e Hipótese”, com base nas ponderações de Geiger (1961), emergiu a questão se o uso e ocupação da terra vigente na cidade de Alvinópolis-MG já contribuiu para intensificar as diferenças térmicas do ar face a seu entorno. Considerando que o comportamento do potencial térmico obtido a partir da integração apenas dos fatores geoambientais (Figura 32) é representativo das áreas ao entorno da cidade (por não haver a participação dos aspectos geourbanos), é possível prever que sim.

A inserção dos fatores geourbanos na integração das variáveis modificou o comportamento do potencial térmico inicialmente obtido. Antes – considerando apenas a integração dos fatores geoambientais (Figura 32 e Quadro 14) – havia predomínio de áreas de potencial térmico médio (70,1%), estritamente. Em seguida – com a inserção dos fatores geourbanos no processo de integração das variáveis (Figura 33 e Quadro 15) – passou a predominar áreas de potencial térmico médio (48,4%) e também de potencial térmico alto (42,9%). Ou seja, a possibilidade de haver temperaturas do ar mais elevadas na área de estudo tornou-se maior em decorrência do significativo aumento das áreas de potencial térmico alto, após considerar a influência dos fatores geourbanos.

O cenário descrito no parágrafo anterior é ainda fomentado pela eliminação de lugares com potencial térmico muito baixo (1) após o ingresso dos fatores geourbanos no procedimento de integração das variáveis (Figura 33 e Quadro 15). Logo, a “carga térmica potencial” do ambiente tornou-se maior, como expressam Marques et al. (2012).

Em suma, a nível hipotético (simulação computacional), o uso e ocupação da terra vigente na cidade de Alvinópolis-MG aguça a ocorrência de áreas propícias a terem maiores temperaturas do ar em relação ao entorno não urbanizado, dado o aumento das áreas com potencial térmico alto e a eliminação das áreas de potencial térmico muito baixo (Figura 33 e Quadro 15), contribuindo para a singularidade do seu campo térmico.

Uma vez proferidas as análises do campo térmico de Alvinópolis-MG segundo o potencial térmico da área objetivada, faz-se oportuno a apreciação dos dados de temperatura do

ar obtidos em campo através dos transectos móveis intermitentes e dos pontos fixos, nos episódios sazonais de verão e inverno do ano de 2018.

6.2. O Campo Térmico em Alvinópolis-MG nos Episódios de Verão de 2018

6.2.1. Por Transectos Móveis Intermitentes às 7:00 Horas

O dia 17 de janeiro de 2018 amanheceu com céu limpo e no decorrer das horas iniciou-se a formação de algumas nuvens stratocumulus. A atmosfera se manteve estável, com ausência de ventos e precipitação. Nos dias seguintes, 18 e 19 de janeiro, esse comportamento se repetiu, porém, sem ser observado o iniciar da formação de nuvens. Logo, foi possível verificar em campo (de modo mais nítido) padrões de sombreamentos causados por morros e edificações em setores da cidade nas primeiras horas da manhã, quando o Sol se encontrava mais à linha do horizonte.

No dia 17/01/2018 – primeiro episódio das 7:00 horas – as áreas mais ao norte da malha urbana, onde localizam-se o “bairro da Fábrica”⁶⁷ (P9) e o Hotel Nardy (P10), foram as menos aquecidas, juntamente com porções do bairro Centro representadas por P8 (Praça São Sebastião ou “Baixada”) e P20 (Av. Padre José Marciano). Temperaturas amenas também foram observadas nos fundos de vales da Vila Manoel A. Puig (P17 e P19), bem como nos pontos amostrais referentes ao campo (P1 e P11). Os locais destacados obtiveram valores entre 21,5°C e 21,6°C (Figura 34).

As temperaturas mais elevadas às 7:00 horas da manhã do dia 17 de janeiro foram na encosta sul da Vila Manoel A. Puig (P16) e numa porção do centro da cidade representada por P4. As mesmas foram 22,7°C e 22,1°C, respectivamente. Sendo assim, as disparidades térmicas na área de estudo revelaram-se pouco expressivas, com variação máxima de 1,2°C, entre P16 e P11 (Figura 34 e Quadro 16).

⁶⁷ Redigido entre aspas por se tratar de uma denominação utilizada no cotidiano da cidade, por conta da existência da Cia Fabril Mascarenhas no local.

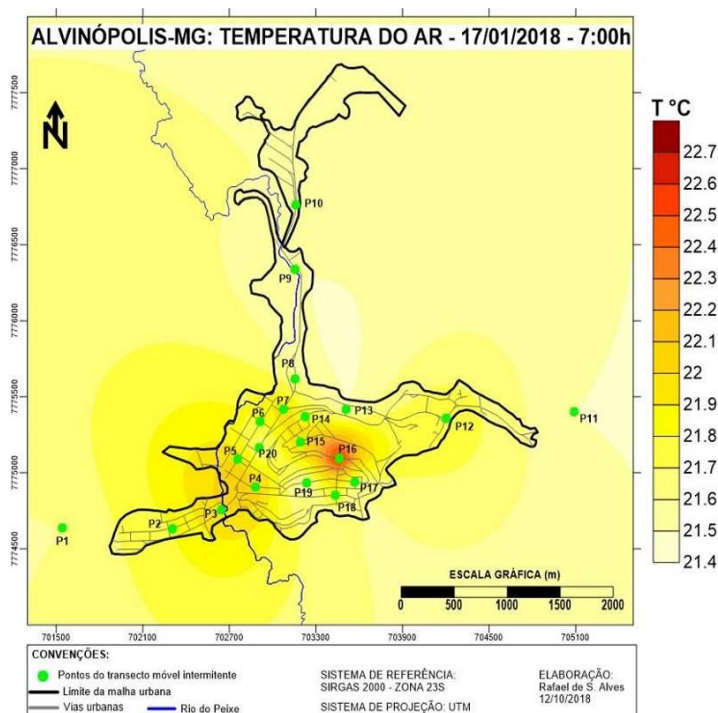


Figura 34. Campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 17/01/2018, às 7:00 horas.

O campo térmico em Alvinópolis-MG às 7:00 horas do dia 18 de janeiro de 2018 foi marcado por menores temperaturas no “bairro da Fábrica” e no entorno do Hotel Nardy (P9 e P10, respectivamente), ambos com 17,3°C. Novamente, a encosta voltada para sul na Vila Manoel A. Puig (P16) e uma pequena parte do centro da cidade (P4) mostraram-se mais aquecidas, com 19,9°C e 19,3°C, respectivamente, o que propiciou uma variação máxima de 2,6°C na área de estudo, entre o ponto P16 e os pontos P19 e P10. Logo, tal arranjo térmico reafirma o cenário observado para essas localidades no dia anterior, em comparação aos demais ambientes da malha urbana (Figura 35 e Quadro 16).

No que se refere aos contrastes térmicos entre o campo e a cidade, no dia 18/01/2018 o Morro Sombrio (P1) mostrou-se mais aquecido que várias partes da cidade, como frações do bairro Centro (P5, P6, P7, P8, P20). Já o ponto P11, também situado no campo, apresentou temperaturas menores que a maioria dos pontos amostrais existentes na cidade, 14 deles especificamente. A maior variação entre o campo e a cidade foi de 2,1°C, uma vez que a Fazendinha Baluarte (P11) obteve 17,8°C contra 19,9°C na encosta sul da Vila Manoel A. Puig, P16 (Figura 35 e Quadro 16).

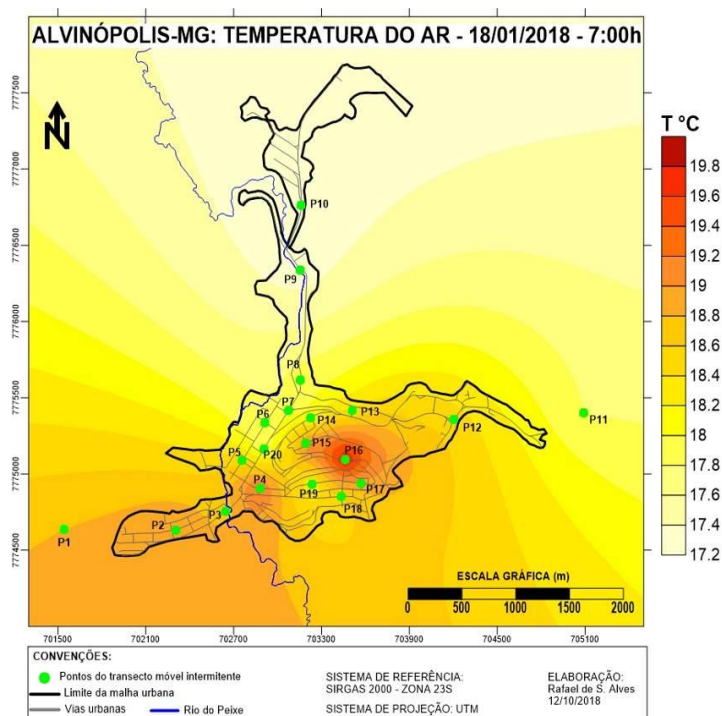


Figura 35. Campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 18/01/2018, às 7:00 horas.

O dia 19 de janeiro de 2018 – terceiro episódio das 7:00 horas – reforçou a característica do “bairro da Fábrica” (P9-18°C) e o entorno do Hotel Nardy (P10-18,1°C) como ambientes de menores temperaturas do ar. Da mesma forma, reforçou a vertente sul da Vila Manoel A. Puig (P16-19,7°C) e uma parcela do centro da cidade (representada pelo ponto P4-19,4°C) como ambientes mais aquecidos nas primeiras horas do amanhecer. O bairro Souza, nas proximidades de P2, também se destacou com temperaturas do ar mais elevadas, nos patamares de 19,4°C. A maior disparidade térmica observada neste episódio foi entre P16 e P9, de 1,7°C (Figura 36 e Quadro 16).

Assim como no dia anterior, em 19 de janeiro, às 7:00 horas, a área de campo abarcada por P1 (Morro Sombrio) obteve maior temperatura do ar que grande parte do bairro Centro (P6, P7, P8 e P20), bem como demais bairros: Parte Alta (P12, P13), Monte (P14) e Novo Cruzeiro (P15). O mesmo comportamento não foi observado na área de campo representada por P11 (Fazendinha Baluarte), em comparação aos demais pontos situados no interior da malha urbana, uma vez que a temperatura do ar lá registrada foi semelhante à obtida na maior parte do bairro Centro, bairros Parte Alta (P12), Novo Cruzeiro e porções da Vila Manoel A. Puig (P19), (Figura 36 e Quadro 16).

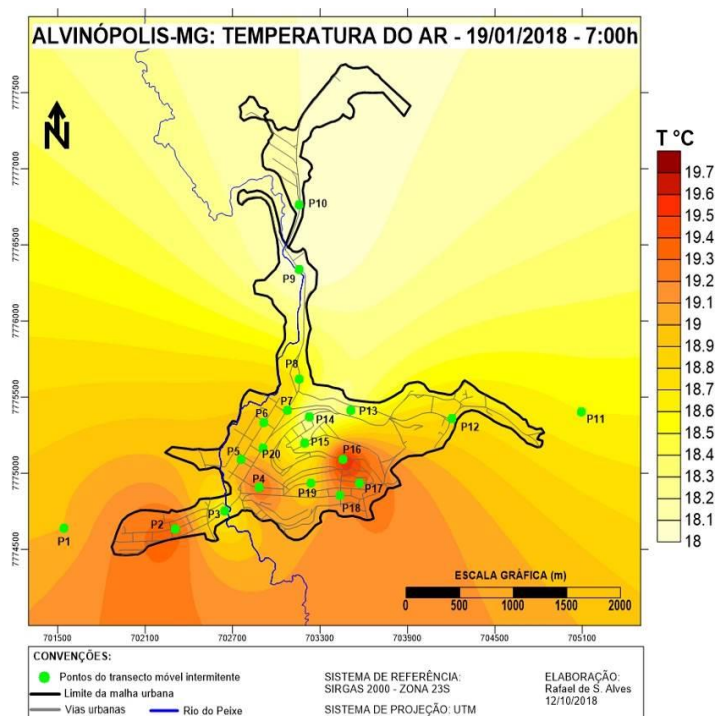


Figura 36. Campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 19/01/2018, às 7:00 horas.

Quadro 16. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 7:00h, episódios de verão, janeiro de 2018.

PONTOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS INTERMITENTES	DIFERENÇAS (°C) ÀS 7h		
	17/01/2018	18/01/2018	19/01/2018
P1 - Alto do Morro Sombrio	0,1	1,5	1,0
P2 - R. Joaquim J. Souza, n° 20	0,3	1,7	1,4
P3 - R. Cel. Olímpio S. Pena, n° 20	0,5	1,4	0,5
P4 - R. Padre A. Pena, n° 136	0,6	2,0	1,4
P5 - Praça do Gaspar	0,5	1,2	1,0
P6 - Posto Ipiranga	0,3	0,6	0,9
P7 - Av. Padre J. Marciano, n° 136	0,5	0,6	0,8
P8 - Praça S. Sebastião (Baixada), clube do Industrial	0,1	0,6	0,7
P9 - Fabril Mascarenhas	0,0	0,0	0,0
P10 - Hotel Nardy	0,1	0,0	0,1
P11 - Fazendinha Baluarte	0,0	0,5	0,6
P12 - Praça Paulo Moreira, n° 80	0,3	1,2	0,8
P13 - R. Nana Kubtschek, n° 237	0,0	1,1	0,3
P14 - R. Monsenhor Rafael, n° 80	0,3	0,8	0,1
P15 - R. do Campus, quadra poliesportiva	0,5	1,8	0,4
P16 - R. José Geraldo Alves, n° 260	1,2	2,6	1,7
P17 - R. Antônio Menezes Terra, n° 123	0,1	1,6	1,3
P18 - R. José M. Quintão; R. Policarpo da Cruz	0,3	1,3	1,2
P19 - R. Monsenhor Horta, n° 220	0,0	0,9	0,8
P20 - Av. Padre J. Marciano, supermercado Santo Antônio	0,1	0,5	0,9

Elaborado por Rafael de Souza Alves, outubro de 2018.

Em linhas gerais, verificou-se nos três episódios que a vertente voltada para o quadrante sul, no bairro Vila Manoel A. Puig (P16), apresentou maiores temperaturas do ar, inclusive em comparação à vertente direcionada para norte (P18), neste mesmo bairro. Isso porque no horário

em voga, enquanto a primeira sempre contava com a presença da radiação solar, a segunda contava com sombreamentos parciais ocasionados pelo divisor de águas da microbacia (na qual o bairro se assenta) e por edificações, conforme observado durante os transectos móveis intermitentes.

No verão, o movimento aparente do Sol permite uma melhor distribuição da radiação de onda curta entre as vertentes norte e sul. Destaca-se ainda que o ponto P16 situa-se numa rua revestida com asfalto e o ponto P18 numa rua revestida com pedra fincada, ou seja, de menor potencial térmico, conforme testes comparativos realizados na área de estudo e demonstrados no Quadro 8. Tais fatores geoambiental e geourbano contribuem para a compreensão do cenário identificado, de “atraso” e “adiantamento” do aquecimento do ar nas vertentes norte e sul na Vila Manoel A. Puig, respectivamente.

O fundo do vale na Vila Manoel A. Puig, monitorado através dos pontos P17 e P19, não se destacaram termicamente por se encontrarem desprovidos de radiação solar direta no instante das medições, embora situam-se numa área cujas características geoambientais (menores altitudes, rodeados por encostas íngremes, distantes do Rio do Peixe e de fragmentos vegetais) e geourbanas (maior densidade de ocupação, ruas asfaltadas, distantes de lagos/lagoas artificiais) associadas, lhes tornam favoráveis a temperaturas do ar maiores. Entretanto, vale destacar que nos dias 18 e 19 o ponto P17 obteve temperaturas do ar discretamente superiores aos pontos dos demais bairros, com exceção do Souza (P2) e parte do centro (P4), (Figura 35, Figura 36, Quadro 16).

Observa-se nos dias 18 (Figura 35) e 19 (Figura 36) que as maiores temperaturas do ar ao longo dos pontos P1, P2 e P4 são interceptadas por um ambiente menos quente, relativo ao ponto P3, situado no leito maior do Rio do Peixe, constituinte do bairro Souza.

Os locais que apresentaram menores temperaturas do ar de modo recorrente – “bairro da Fábrica” (P9) e Hotel Nardy (P10) – foram acometidos por sombras ocasionadas pelos morros aos seus arredores⁶⁸. Sendo assim, refletem a influência do sítio urbano no campo térmico. Tais áreas são também próximas ao Rio do Peixe e possuem menos edificações em comparação a outras partes da cidade, como os bairros Centro, Souza e Vila Manoel A. Puig; condições estas que favorecem a existência de temperaturas amenas.

⁶⁸ No caso do “bairro da Fábrica” em específico, o sombreamento é, aparentemente, provocado pelo morro da antiga torre de TV, conforme denominação local.

Padrões de sombreamentos também foram verificados no centro da cidade, sendo em P5 ocasionado pelas árvores da Praça do Gaspar e em P6, P7, P8 e P20 pelos morros aos arredores⁶⁹ e edificações acima de dois andares. Logo, a influência desempenhada pelo sítio urbano e fatores geourbanos associados (edificações e praças) induziram a existência de temperaturas do ar semelhantes nestes locais, e também menores em relação aos pontos não sombreados.

Semelhante a Alvinópolis-MG, na cidade de Cândido Mota-SP no período da manhã, Ortiz (2012) observou que as áreas menos aquecidas foram aquelas acometidas por efeitos de sombreamento, que dificultavam a penetração dos raios solares, retardando o aquecimento.

Nos episódios das 7:00 horas os locais de maiores temperaturas do ar foram aqueles que receberam mais intensamente a energia solar direta, sendo eles P16 (vertente sul da Vila Manoel A. Puig) – como já destacado –, P4 (Centro) e, nos dias 18 e 19, P2 (Souza). O bairro Novo Cruzeiro (P15), situado em maiores altitudes, em um divisor de águas, embora não sombreado, não apresentou temperaturas do ar consideravelmente destoantes dos locais em menores altitudes.

A maior diferença altimétrica entre os pontos de obtenção da temperatura do ar na área de estudo é de 69 metros, pois P15 situa-se a 625 metros e P3 a 556 metros (no nível de base local, no bairro Souza). Considerando o gradiente térmico vertical do ar úmido de $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007), esta condicionante geoambiental tende a propiciar uma variação de $0,4^{\circ}\text{C}$ entre tais localidades. Entretanto, a mesma não foi observada. Os efeitos amenizadores da temperatura do ar provocados pelo aumento da altitude não foram identificados em nenhum dos episódios analisados às 7:00 horas, haja vista que a conformação do campo térmico não seguiu essa tendência.

À luz das considerações de Fialho (2009, 2012), a aplicação do conceito de ilha de calor para os locais supracitados não se faz pertinente, antes sim o de núcleo de calor. Isso porque as suas condições térmicas em comparação aos demais pontos de registros demonstraram ser decorrentes de condições geoambientais, em especial do sítio urbano.

No que diz respeito aos contrastes entre o campo e a cidade, no dia 17 (Figura 34) a cidade se mostrou mais aquecida que o campo, de modo geral. Entretanto, nos dias 18 (Figura 35) e 19 (Figura 36) tal comportamento não foi verificado de maneira plena, isso porque no

⁶⁹ No caso de P6, P7 e P20, aparentemente o sombreamento é provocado pelo morro onde situa-se o bairro Monte.

Morro Sombrio (P1, na porção sudoeste da área de estudo) a temperatura do ar registrada foi superior à obtida na maioria dos pontos amostrais da malha urbana.

Para o horário das 7:00 horas, segundo os transectos móveis, a maior variação térmica entre o campo e a cidade ocorreu no dia 18, na comparação da Fazendinha Baluarte (P11-17,8°C) com a vertente sul da Vila Manoel A. Puig (P16-19,9°C), de 2,1°C a mais na área urbana. Já na área de estudo como um todo foi de 2,6°C, também no dia 18, entre P16 e P9/P10 (Figura 35 e Quadro 16).

6.2.2. Por Transectos Móveis Intermitentes às 10:00 Horas

No dia 17/01/2018 a Alta Subtropical do Atlântico Sul⁷⁰ estava localizada a leste de 33°W⁷¹, com centro de 1020 hPa (fora do domínio da carta), sendo Minas Gerais envolvido por isóbaras associadas a este sistema e recebendo ventos de nordeste. No litoral do Rio de Janeiro observa-se a presença de um cavado⁷² que, normalmente, está associado a mudança no tempo com formação de nebulosidade e precipitação (Figura 37). Em Alvinópolis-MG a condição atmosférica foi de estabilidade, embora com presença de nuvens sobre metade⁷³ da área compreendida pela malha urbana, aproximadamente.

A nebulosidade observada no dia 17 de janeiro no horário em questão, abrangeu, praticamente, todos os pontos amostrais do transecto móvel sudoeste-norte, ou seja, de P3 a P10, bem como o ponto P20. Nestas localidades foram registradas as menores temperaturas do ar, sobretudo no “bairro da Fábrica” (P9-26,8°C) e no Hotel Nardy (P10-27,1°C), conforme ilustra a Figura 37. Faz-se necessário frisar que um conjunto de nuvens atua como uma barreira à penetração da radiação solar e à perda da radiação terrestre, por isso, contribui para haver

⁷⁰ Termo empregado pelo CPTEC em referência ao Anticiclone Semifixo do Atlântico, ou ainda, Anticiclone Subtropical Semifixo do Atlântico Sul: centro de ação que dá origem ao Sistema Tropical Atlântico conforme discutido neste trabalho com base em Nimer (1989), Vianello e Maia (1989), Reboita et al. (2015).

⁷¹ A posição latitudinal da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) raramente é mencionada nos boletins de análise sinótica do CPTEC, uma vez que se mantem em torno de 30° de latitude, como bem destacam Bastos e Ferreira (2000).

⁷² Regiões presentes na atmosfera que possuem baixa pressão em relação a suas áreas adjacentes de mesmo nível, podendo formar calhas de drenagem de ar. Pode ocasionar chuvas, aumento da nebulosidade e mudança na direção dos ventos (VAREJÃO-SILVA, 2006). Nas cartas do CPTEC são representados por linhas pontilhadas de cor amarela.

⁷³ A nebulosidade foi monitorada em todos os pontos pelo operador do termômetro, como destacado em “Procedimentos Metodológico”. Entretanto, para uma apreensão mais holística, observações foram feitas a partir do ponto P15, no bairro Novo Cruzeiro, por localizar-se em maiores altitudes.

temperaturas do ar amenas e uniformidade no campo térmico (VAREJÃO-SILVA, 2006; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; BARRY e CHORLEY, 2013).

A Vila Manoel A. Puig foi o bairro a apresentar as maiores temperaturas do ar, como verifica-se nos pontos amostrais P16 ao P19, com valores entre 30,2°C e 31,8°C. Os bairros Parte Alta (P12 e P13) e Novo Cruzeiro (P15) se destacaram térmicamente neste episódio, com valores entre 28,6°C e 29,4°C (Figura 37). Nestas localidades não foi observado obstrução da radiação solar por nuvens, edificações ou morros.

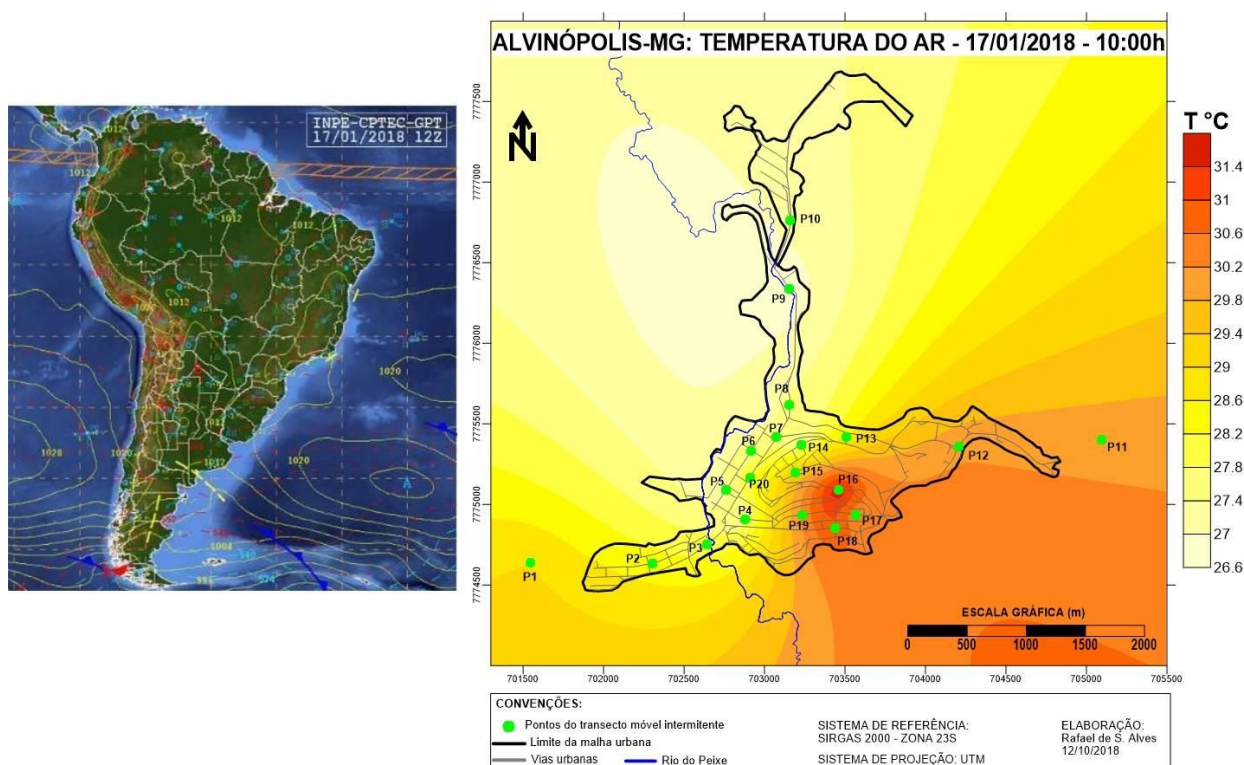


Figura 37. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 17/01/2018, às 10:00 horas.

A maior disparidade térmica identificada no dia 17 foi de 5°C, entre P16 (31,8°C) e P9 (26,8°C), encosta sul da Vila Manoel A. Puig e “bairro da Fábrica”, respectivamente (Figura 37 e Quadro 17).

Na relação campo-cidade, foi possível observar que no dia 17 o Morro Sombrio (P1) e a Fazendinha Baluarte (P11) apresentaram temperaturas do ar mais elevadas que a maioria dos bairros da cidade, exceto em relação à Vila Manoel A. Puig e porções do bairro Parte Alta (P12). Entretanto, cabe recordar que a nebulosidade foi um fator a interferir no campo térmico (Figura 37).

No dia 18/01/2018, às 10:00 horas, a Alta Subtropical do Atlântico Sul exerceu influência majoritária sobre Minas Gerais, envolvendo o estado com isóbaras de 1019 hPa.

Segundo o boletim de análise técnica do CPTEC o núcleo deste sistema desencadeador da Massa Tropical Atlântica estava situado a 40°S e 18°W, com 1028 hPa. As condições de tempo em Alvinópolis-MG neste momento foram de estabilidade. Houve céu majoritariamente aberto, com poucas nuvens (cerca de 3/8 da abóbada celeste), ausência de ventos e precipitação, mesmo com a presença de um cavado no litoral de São Paulo e Rio de Janeiro (Figura 38).

O campo térmico em Alvinópolis-MG no dia 18 de janeiro de 2018, no horário em apreço, foi constituído por temperaturas do ar mais elevadas na porção centro-leste da malha urbana. A rigor, novamente a Vila Manoel A. Puig (P16, P17 e P18, especialmente) foi detentora das maiores temperaturas do ar, entre 28,3°C e 30,4°C. Nesta esteira, também se destacaram os bairros Parte Alta (P12 e P13), Monte (P14) e Novo Cruzeiro (P15), semelhante ao verificado no dia anterior (Figura 38).

No centro da cidade, em 18 de janeiro, maiores temperaturas do ar foram registradas próximo a Praça do Gaspar (P5), cujas árvores não mais sombreavam o ponto de parada do veículo como observado às 7:00 horas. Os pontos P6, P7, P8, P9 e P10 encontraram-se sob influência de nuvens stratocumulus no momento do registro da temperatura do ar. Notadamente, a maior disparidade térmica verificada neste episódio foi de 4,1°C, entre P16 (30,4°C) e P9 (26,3°C), encosta sul da Vila Manoel A. Puig e “bairro da Fábrica”, respectivamente (Figura 38 e Quadro 17).

O sombreamento observado no ponto de menor temperatura do ar e a irrestrita insidência dos raios solares no ponto de maior temperatura do ar registrada, conforme supracitado, gera incertezas analíticas à aplicação do conceito de ilha de calor. Isso porque a “anomalia” térmica de 4,1°C (forte intensidade) pode ter sido decorrente da influência de fatores que não sejam geourbanos, propriamente.

Ainda sobre do dia 18 de janeiro, foi verificado variações térmicas entre o campo e a cidade. O Morro Sombrio (P1) obteve temperaturas do ar semelhantes às mensuradas no bairro Souza (P2 e P3) e porções do centro (P4), superiores a dos locais sob influência de nuvens e inferiores à região centro-leste da malha urbana. Já a Fazendinha Baluarte (P11), em relação a maioria dos pontos no interior da malha urbana (12, de 18 deles), apresentou temperaturas do ar menores (Figura 38 e Quadro 17).

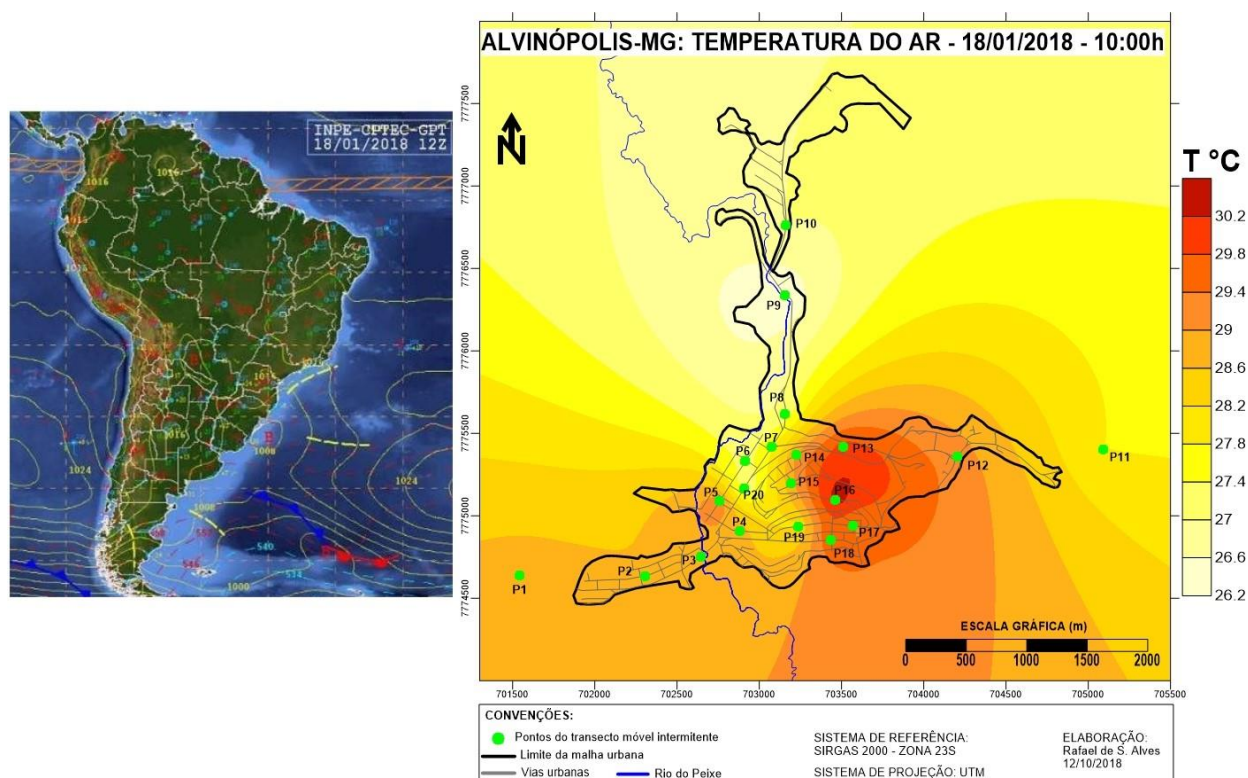


Figura 38. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 18/01/2018, às 10:00 horas.

No dia 19/01/2018, às 10:00 horas, o tempo atmosférico em Alvinópolis-MG foi de estabilidade, com céu isento de nuvens. A Alta Subtropical do Atlântico Sul se fortaleceu, com um núcleo de alta pressão de 1029 hPa, situando-se a leste de 15°W, segundo o boletim de análise técnica do CPTEC. Grande parte de Minas Gerais permaneceu envolvido por isóbaras de alta pressão, de cerca de 1015 hPa (Figura 39).

O campo térmico em Alvinópolis-MG no dia 19 de janeiro, reiterou a região centro-leste da malha urbana como a de maiores temperaturas do ar às 10:00 horas da manhã. O bairro Vila Manoel A. Puig mostrou-se mais aquecido (P16, P17, P18 e P19), sobretudo a vertente sul da micorbacia (P16), em destaque em todos os episódios anteriores (Figura 39).

Desprovidos de nebulosidade, os pontos P6 e P7, localizados no centro da cidade, também apresentaram temperaturas do ar mais elevadas no dia 19 (Figura 39). Tratam-se de locais com características geourbanas e geoambientais diferentes das existentes na Vila Manel A. Puig. Localizam-se em um terraço, possuem maior fluxo de pessoas e veículos, contam com edificações mais verticalizadas (prodomínio de 2 a 3 pavimentos), porém menos adensadas em comparação àquele bairro.

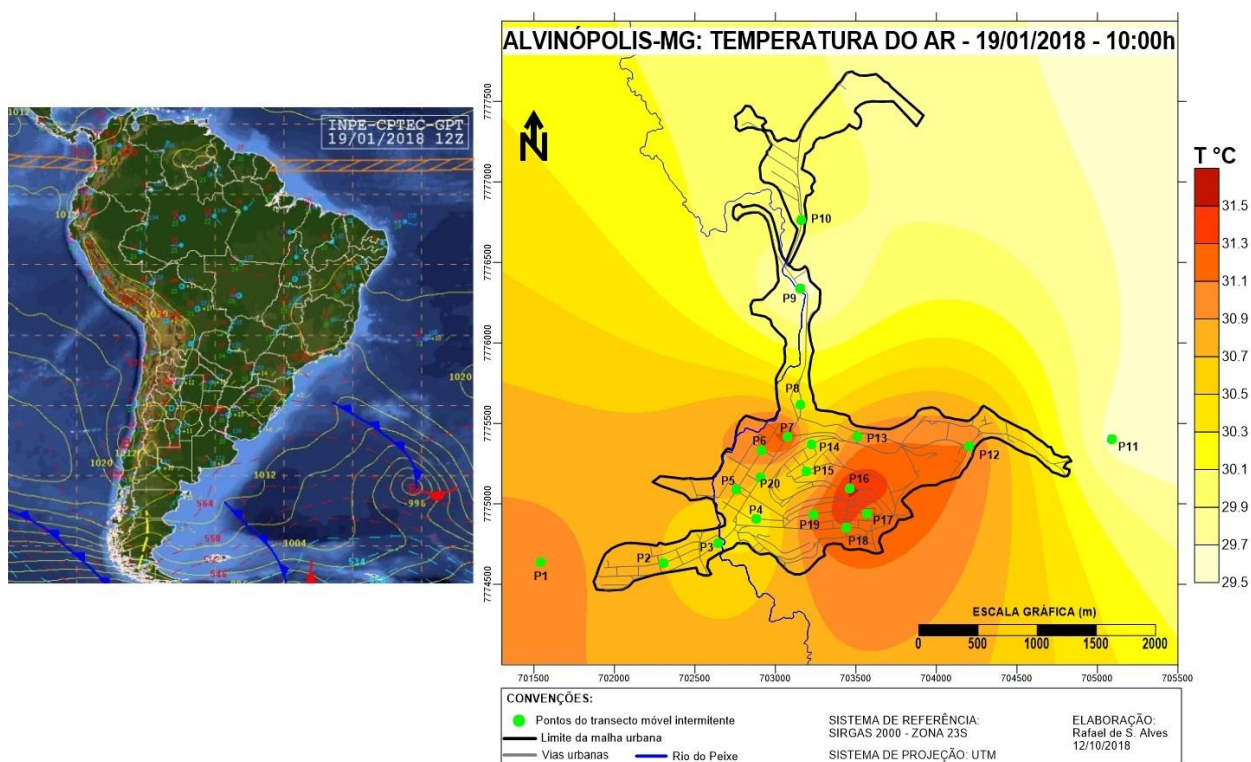


Figura 39. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 19/01/2018, às 10:00 horas.

Ainda sobre o dia 19 de janeiro, registros de temperaturas do ar amenas ocorreram no “bairro da Fábrica” (P9) e no campo, na Fazendinha Baluarte (P11), ambos com 29,6°C. A maior diferença térmica observada foi de 2°C, entre tais localidades e encosta sul da Vila Manoel A. Puig (P16), (Figura 39 e Quadro 17).

No que tange às variações térmicas entre o campo e a cidade no dia 19 de janeiro, os maiores contrastes foram em relação a Fazendinha Baluarte (P11), que apresentou as mais baixas temperaturas do ar, como já apontado. Todavia, a área de campo representada por P1, no Morro Sombrio, mostrou-se mais aquecido que 10 pontos amostrais (do total de 18) que compõem a malha urbana (Figura 39).

Quadro 17. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 10:00h, episódios de verão, janeiro de 2018.

PONTOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS INTERMITENTES	DIFERENÇAS (°C) ÀS 10h		
	17/01/2018	18/01/2018	19/01/2018
P1 - Alto do Morro Sombrio	2,2	2,5	1,4
P2 - R. Joaquim J. Souza, n° 20	1,6	2,3	1,1
P3 - R. Cel. Olímpio S. Pena, n° 20	1,2	2,3	0,9
P4 - R. Padre A. Pena, n° 136	0,8	2,5	0,7
P5 - Praça do Gaspar	0,5	3,0	1,2
P6 - Posto Ipiranga	0,7	1,0	1,5
P7 - Av. Padre J. Marciano, n° 136	0,8	1,4	1,9
P8 - Praça S. Sebastião (Baixada), clube do Industrial	0,7	0,8	0,8
P9 - Fabril Mascarenhas	0,0	0,0	0,0
P10 - Hotel Nardy	0,3	0,7	0,4
P11 - Fazendinha Baluarte	1,8	1,5	0,0
P12 - Praça Paulo Moreira, n° 80	3,3	2,9	1,5
P13 - R. Nana Kubtschek, n° 237	1,8	3,7	1,4
P14 - R. Monsenhor Rafael, n° 80	0,6	2,8	0,9
P15 - R. do Campus, quadra poliesportiva	2,6	2,6	0,8
P16 - R. José Geraldo Alves, n° 260	5,0	4,1	2,0
P17 - R. Antônio Menezes Terra, n° 123	3,4	3,0	1,6
P18 - R. José M. Quintão; R. Policarpo da Cruz	4,2	3,5	1,7
P19 - R. Monsenhor Horta, n° 220	3,5	1,8	1,6
P20 - Av. Padre J. Marciano, supermercado Santo Antônio	1,4	0,7	1,1

Elaborado por Rafael de Souza Alves, outubro de 2018.

Como observado, a Vila Manoel A. Puig (P16, P17, P18 e P19) foi o bairro da cidade a apresentar as maiores temperaturas do ar às 10:00 horas da manhã, segundo os três episódios analisados. Nas ocasiões, em sua maioria, as ruas não estavam mais sombreadas, como estavam às 7:00 horas, inclusive nos fundos de vales (P17 e P19).

As características geourbanas da Vila Manoel A. Puig – maior densidade de edificações (mesmo não verticalizadas), ruas não arborizadas, pavimentação asfáltica no fundo do vale e na encosta voltada para sul – condicionam a prevalência de uma baixa inércia térmica e albedo no ambiente (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; JARDIM, 2007; UGEDA JUNIOR, 2012; PIMENTEL, 2010), o que contribui para apresentar maiores temperaturas do ar que outros pontos da cidade (também isentos de sombras) já nas primeiras horas de brilho solar. Essa condição é também favorecida pela conformação do seu sítio urbano, em forma de vale numa microbacia de disposição leste-oeste. Sendo assim, tal fator de ordem geoambiental favorece a recepção da radiação solar (em virtude movimento aparente do Sol) e a permanência do calor no ambiente, semelhante ao discutido por Rossato (2010) para a cidade de Nova Palmar-RS.

Mesmo reconhecendo as características geourbanas e geoambientais vigentes na Vila Manoel A. Puig, que a torna vulnerável à formação de ilhas de calor, a aplicação do conceito para as maiores temperaturas do ar ali observadas vem a ser questionado, sobretudo no ponto

P16. Seriam tais temperaturas do ar produto da associação entre o uso e ocupação da terra e seus condicionantes geocológicos – como Lombardo (1985) define o conceito –, ou do maior período de tempo de incidência da radiação solar no local, haja vista o que foi observado às 7:00 horas? Perante a incerteza, o emprego da categoria de análise não se faz viável.

O ponto P20, representativo da avenida de maior fluxo de pessoas e veículos da malha urbana, bem como de maior concentração de edificações entre dois e quatro andares, não apresentou maiores temperaturas do ar em nenhum dos episódios às 10:00 horas. Na localidade, foi conspícua a menor incidência da radiação solar ao nível da rua, uma vez que foi observado em campo a permanência de sombra em mais da metade direita da Avenida Padre José Marciano (ou “Av. do Gaspar”, como localmente é denominada), provocado por edificações e sinuosidade do sítio urbano. Apesar disso, não foi ali observado as menores temperaturas do ar dentre os pontos de mensuração.

O Rio do Peixe não se mostrou influente nas temperaturas do ar registradas em P3 (bairro Souza), de tal modo a lhe garantir menores valores em comparação aos pontos ao seu entorno em todos os episódios. O potencial de amenidade térmica ao ambiente estimada para este fator geoambiental se fez mais nítido às 7:00 horas.

O “bairro da Fábrica” (P9) e o Hotel Nardy (P10), revelaram nos três episódios analisados que a porção norte da malha urbana é a menos aquecida às 10:00 horas da manhã, mesmo quando isentas de nebulosidade, tal como no dia 19/01/2018 (Figura 39). Este comportamento térmico se justifica pelas características geoambientais (proximidade com o Rio do Peixe) e geourbanos (menor densidade de edificações) vigentes, bem como pelo retardo na incidência dos raios solares nos pontos de coleta devido ao sombreamento propiciado pela rugosidade do sítio urbano.

A maior variação térmica entre o campo e a cidade ocorreu no dia 17, entre a Fazendinha Baluarte (P11-28,6°C) e a vertente sul da Vila Manoel A. Puig (P16-31,8°C), de 3,2°C (Figura 37 e Quadro 17).

De modo geral, no que tange aos contrastes entre o campo e a cidade, foi observado ao longo dos três episódios das 10:00 horas que a cidade é mais quente que o campo, quando comparada aos registros feitos na Fazendinha Baluarte (P11), leste da malha urbana. Tal localidade encontrava-se parcialmente sombreada por montanhas existentes ao seu arredor, algumas delas com plantios de eucalipto e outras destinadas a pastagem. Entretanto, em relação ao Morro Sombrio (P1), a maior parte da cidade se mostrou menos aquecida que o campo. Este

fato também foi observado em Jales-SP (UGEDA JUNIOR, 2012) no período da manhã, onde nem sempre a cidade obteve maiores temperaturas do ar que seu entorno rural.

Conforme discutido nesta obra, à luz da literatura (JARDIM, 2007; FIALHO 2009; BARRY e CHORLEY, 2013), a cidade tende a se aquecer mais rapidamente que o campo devido às propriedades térmicas dos componentes que a formam, tais como calor específico, capacidade térmica, albedo. Ademais, nas áreas dotadas com construção civil o fluxo de calor latente para a atmosfera tende a ser menor, devido à redução dos processos de evaporação e evapotranspiração resultantes do uso e ocupação da terra, o que contribui para o aumento do calor sensível na atmosfera urbana. Entretanto, em Alvinópolis-MG, nem sempre a cidade se mostrou mais aquecida que o campo no período da manhã, segundo as análises dos horários das 7:00 e 10:00 horas.

O atributo altitude do sítio urbano não influenciou o arranjo do campo térmico narrado às 10:00 horas. Não foi observado a tendência de redução da temperatura do ar com o aumento da altitude.

6.2.3. Por Transectos Móveis Intermitentes às 16:00 Horas

No dia 17/01/2018, às 16:00 horas local, a Alta Subtropical do Atlântico Sul manteve-se localizada a leste de 33°W e com núcleo de 1020 hPa (fora do domínio da carta), tal como observado às 10:00 horas deste mesmo dia. A simbologia da carta mostra que a porção central de Minas Gerais recebia ventos de sudeste, provavelmente estimulados pelo giro anticiclônico do ar proveniente do centro de alta pressão localizado a 41°S/39°W, de núcleo de 1024 hPa. Segundo o boletim de análise técnica do CPTEC, este anticlone pós-frontal assumia características subtropicais (Figura 40). As temperaturas do ar registrada em Alvinópolis-MG no episódio em questão foram acima de 32°C, sob condições de estabilidade atmosférica, com poucas nuvens (cerca de 3/8 da abóbada celeste, menos que o verificado às 10:00h) e ausência de precipitação.

O campo térmico em Alvinópolis-MG no dia 17 de janeiro às 16:00 horas apresentou menores temperaturas do ar na porção sudoeste e oeste da área de estudo, composta pelo Morro Sombrio (P1), bairro Souza (P2) e parte do centro da cidade (P4 e P5). Estas localidades foram influenciadas por nuvens no momento dos registros do parâmetro climático, vindo a apresentar temperaturas do ar entre 32,5°C e 32,8°C. Faz-se necessário observar que junto a ponte sobre o Rio do Peixe (P3, bairro Souza), isento de obstruções à incidência da radiação solar, a

temperatura do ar mensurada foi 34°C, cerca de 1,3°C a mais que as áreas próximas sobre influência de nuvens (Figura 40).

A maior parte do centro da cidade contou com temperaturas do ar intermediárias ao universo analisado no dia 17 de janeiro. Na avenida Padre José Marciano (P20) foi observado faixas de áreas sombreadas pelas edificações entre três e quatro andares, intercaladas por faixas de áreas ensolaradas, onde buscava-se fazer as medições. Os pontos P6 (Posto Ipiranga) e P7 (próximo à biblioteca pública municipal) encontravam-se parcialmente sombreados por edificações. Na praça São Sebastião (P8, “Baixada”) foi observado grandes porções de áreas sobre influência da copa das árvores – incluindo o local de parada do veículo com o termômetro – o que contribui para amenizar a temperatura do ar no ambiente (Figura 40).

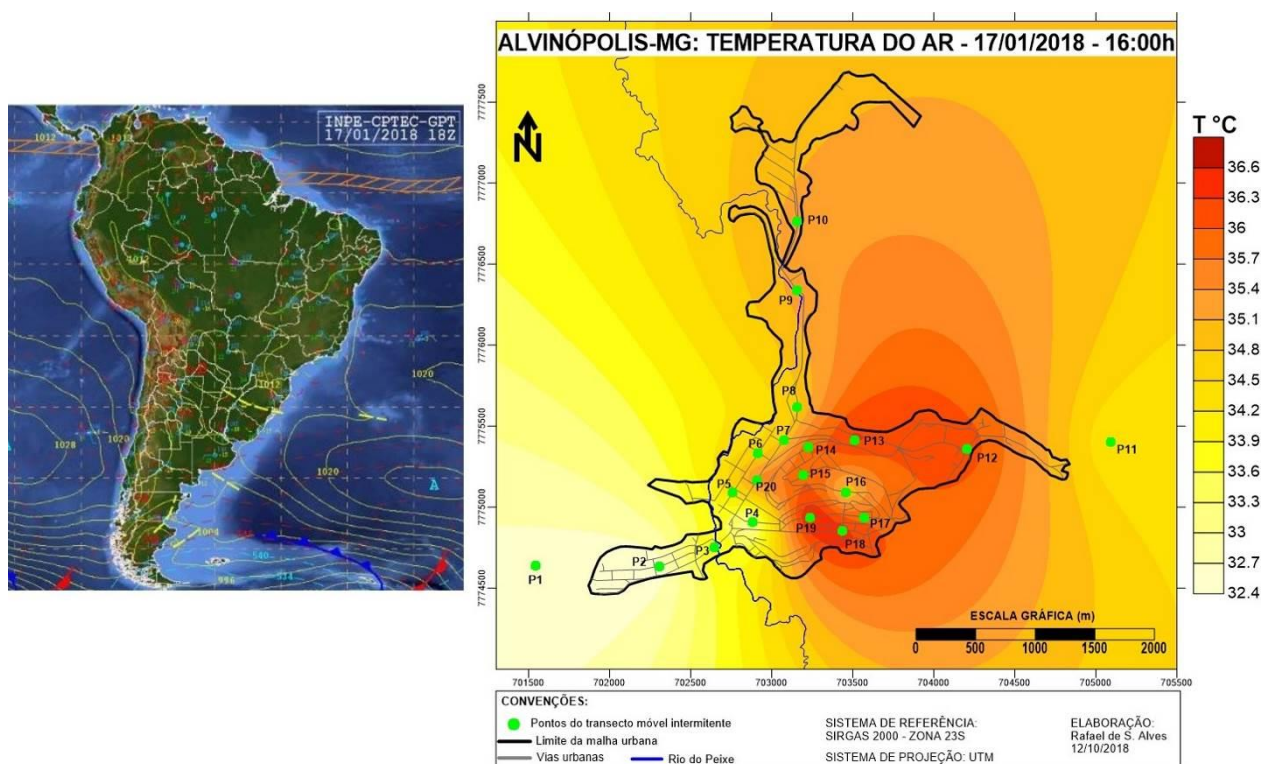


Figura 40. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 17/01/2018, às 16:00 horas.

Os bairros Parte Alta (P12 e P13), Monte (P14), Novo Cruzeiro (P15), a vertente norte (P18) e fundos de vale (P17 e P19) da microbacia na Vila Manoel A. Puig registraram as maiores temperaturas do ar no dia 17 de janeiro, às 16:00 horas. Vale destacar que a encosta sul na Vila Manoel A. Puig (P16), diferente do ocorrido nos episódios anteriores, não se destacou. A maior variação térmica identificada foi entre o ponto P19 (36,8°C) e o ponto P2 (32,5°C, bairro Souza), sendo ela de 4,3°C (Figura 40 e Quadro 18).

Ainda sobre o dia 17 de janeiro, no que tange às variações entre o campo e a cidade, o Morro Sombrio (P1) e a Fazendinha Baluarte (P11) obtiveram temperaturas do ar inferiores à maioria dos pontos de registros existentes na malha urbana (Figura 40 e Quadro 18).

No dia 18/01/2018, às 16 horas local, foi observado a atuação do Sistema Tropical Atlântico sobre Minas Gerais, tal como às 10:00 horas deste mesmo dia. O sistema propiciou ventos de leste para o estado, conforme observa-se na simbologia da carta sinótica (Figura 41). Neste contexto, o tempo atmosférico em Alvinópolis-MG foi de estabilidade, com poucas nuvens sobre a área de estudo (cerca de 3/8, tal como às 10:00 horas), ausência de ventos e precipitação.

O campo térmico em Alvinópolis-MG no dia 18 de janeiro, às 16:00 horas, não destoou de modo substancial à conformação verificada no dia anterior, no mesmo horário. As maiores temperaturas do ar prevaleceram nos bairros Vila Manoel A. Puig (vertente norte, P18; fundos de vale, P17 e P19), Parte Alta (P13 e P12 em menor intensidade) e Monte (P14), conforme representado na Figura 41.

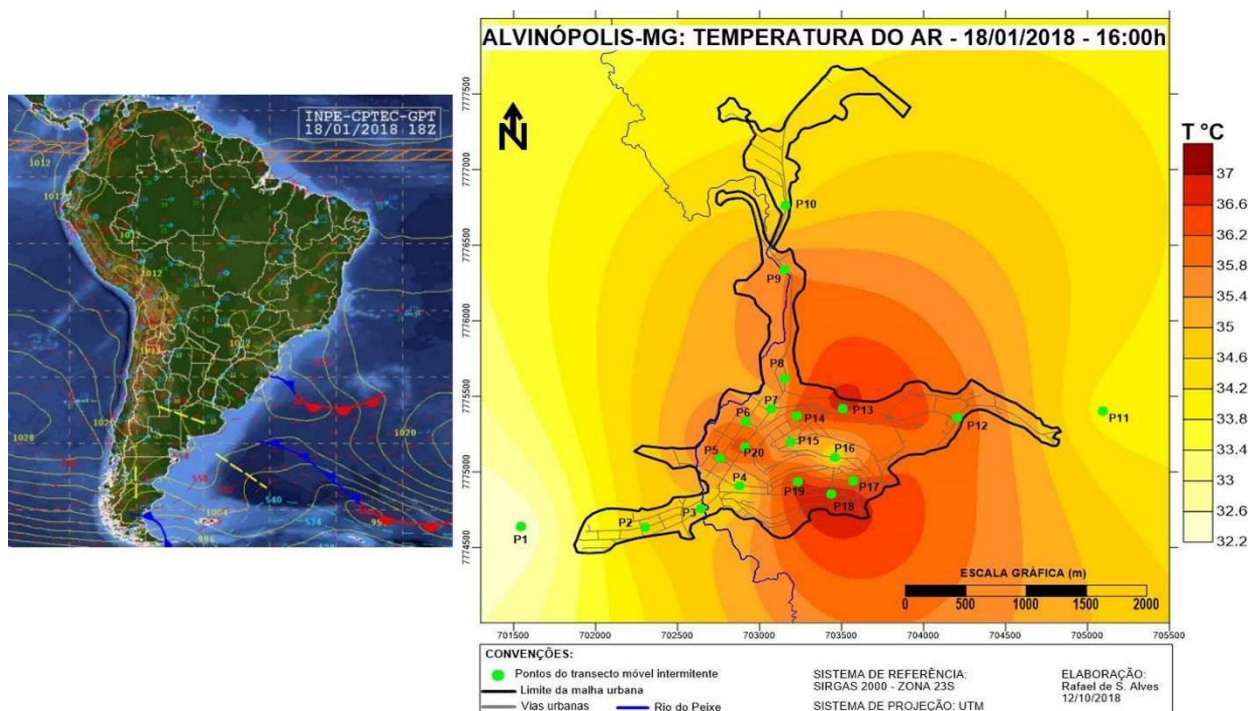


Figura 41. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 18/01/2018, às 16:00 horas.

No centro da cidade o ponto na avenida Padre José Marciano (P20) foi o de maior temperatura do ar (36,5°C). Os padrões de sombreamentos em P6 (Posto Ipiranga), P7 (próximo à biblioteca pública municipal) e P8 (praça São Sebastião/"Baixada") observados no dia anterior se repetiram no dia 18 de janeiro, bem como a permanência de temperaturas do ar

intermediárias às obtidas na área de estudo, embora possuam maior fluxo de pessoas e veículos comparado aos demais lugares da malha urbana (Figura 41).

Ainda sobre o dia 18 de janeiro, as menores temperaturas do ar foram quantificadas no campo: Morro Sombrio (P1-32,2°C, sobre influência de nuvens) e Fazendinha Baluarte (P11-34°C). Logo, as variações térmicas entre o campo e a cidade foram caracterizadas por maiores temperaturas do ar no interior da malha urbana, sem exceções (Figura 41 e Quadro 18).

No dia 19/01/2018, no horário em voga, um Sistema Frontal sobre o Atlântico, vinculado a um centro de baixa pressão situado a 43°S/28°W, apresentou ramo frio direcionado para o Sudeste do Brasil, especificamente para o litoral de São Paulo. Nota-se também a presença de um cavado na divisa dos estados de MG, SP e MS. Entretanto, a Alta Subtropical do Atlântico Sul foi o centro de ação a exercer influência sobre Minas Gerais, uma vez localizado a leste de 15°W – segundo o boletim de análise técnica do CPTEC –, emanando ventos de leste para o estado conforme simbologia da carta sinótica (Figura 42). Neste episódio, em Alvinópolis-MG prevaleceu bom tempo, com ausência de precipitações e ventos fracos em alguns pontos de registro da temperatura do ar. A nebulosidade que até então se fez anente nesta data, foi observada sobre a malha urbana, numa proporção aproximada a 3/8.

O campo térmico em Alvinópolis-MG no dia 19 de janeiro foi constituído por áreas mais aquecidas ao longo dos pontos P12, P13, P14 e P15 (sobretudo os três últimos), representativos dos bairros Parte Alta, Monte e Novo Cruzeiro, cujas temperaturas do ar foram entre 35,5°C e 35,7°C. Nesta esteira, também se destacaram P4 e P19, situados num quinhão do centro da cidade e fundo de vale da Vila Manoel A. Puig, com 35,4°C e 35,5°C, respectivamente (Figura 42).

A presença de nuvens sobre a área de estudo, ainda que em baixa quantidade, exerceu influência na conformação do campo térmico no dia 19 de janeiro. Os pontos sobre efeito das mesmas obtiveram temperaturas do ar amenas em comparação aos demais, sendo eles P8, P9 e P10, da praça São Sebastião até o Hotel Nardy, cujas temperaturas registradas foram entre 32,3°C e 32,9°C. Nuvens, associadas a ventos fracos, também se fizeram presentes sobre pontos de coleta na Vila Manoel A. Puig (P17 e P18), proporcionando a eles um comportamento térmico destoante ao verificado nos dias 17 e 18 de janeiro, no mesmo horário, pois apresentaram temperaturas do ar mais baixas em relação aos pontos de entorno (Figura 42).

No tocante aos contrastes térmicos entre o campo e a cidade, foi observado no dia 19 de janeiro, às 16:00 horas, que os pontos amostrais do campo (P1 e P11) registraram temperaturas do ar inferiores à maioria dos pontos amostrais da malha urbana. Entretanto, a magnitude

térmica mais expressiva se deu entre locais no interior da cidade, sendo eles o “bairro da Fábrica” (P9) e o bairro Parte Alta (P13), respectivamente, de 3,4°C (Figura 42 e Quadro 18).

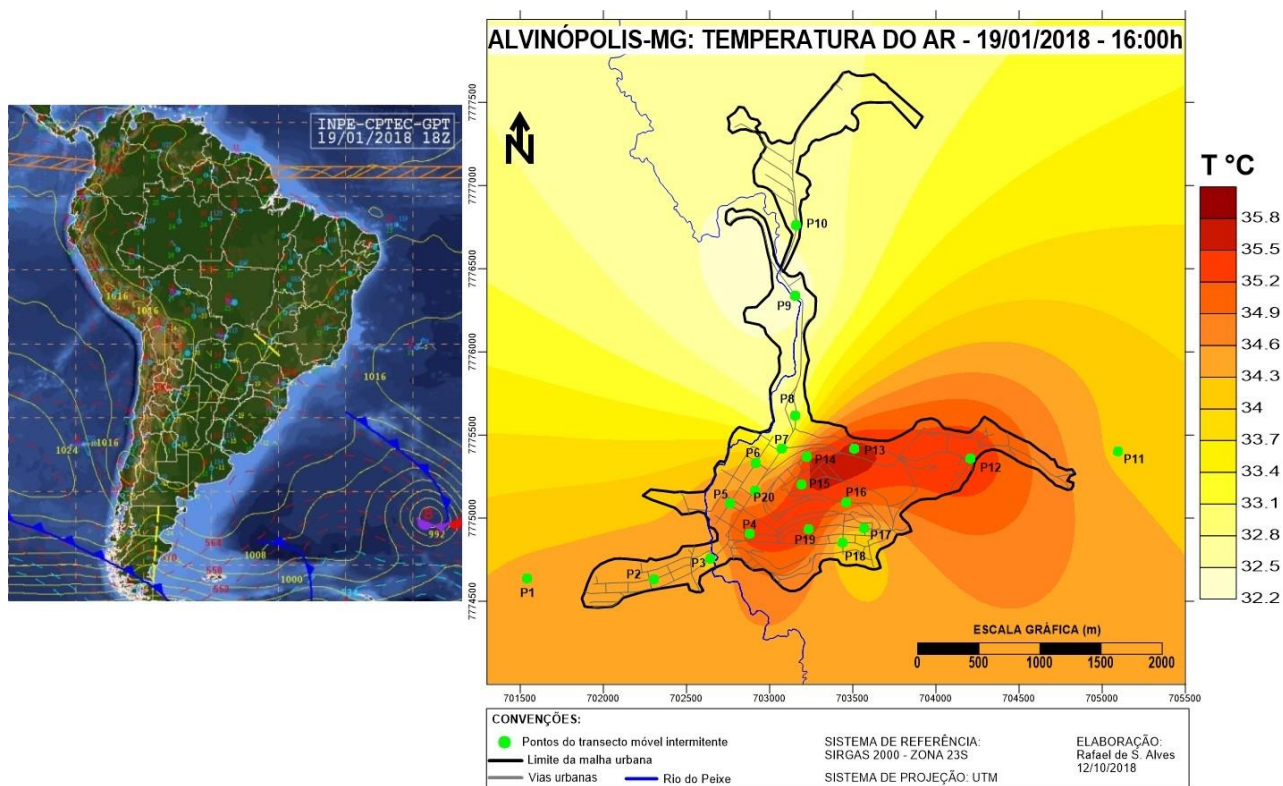


Figura 42. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 19/01/2018, às 16:00 horas.

Em linhas gerais, foi observado às 16:00 horas um padrão do campo térmico diferente do identificado às 10:00 horas, sobretudo em relação aos ambientes mais aquecidos. Assim como destacou Teixeira (2015), as variações térmicas na área de estudo foram mais agudas nos episódios da tarde, entre 3,4°C e 4,8°C, exceto às 10:00 horas do dia 17/01/2018 (Quadro 18).

Quadro 18. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 16:00h, episódios de verão, janeiro de 2018.

PONTOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS INTERMITENTES	DIFERENÇAS (°C) ÀS 16h		
	17/01/2018	18/01/2018	19/01/2018
P1 - Alto do Morro Sombrio	0,1	0,0	2,1
P2 - R. Joaquim J. Souza, n° 20	0,0	2,5	2,3
P3 - R. Cel. Olímpio S. Pena, n° 20	1,5	2,7	1,9
P4 - R. Padre A. Pena, n° 136	0,3	2,3	3,1
P5 - Praça do Gaspar	1,9	3,8	2,5
P6 - Posto Ipiranga	2,1	3,5	2,2
P7 - Av. Padre J. Marciano, n° 136	2,3	2,8	0,8
P8 - Praça S. Sebastião (Baixada), clube do Industrial	2,2	3,5	0,6
P9 - Fabril Mascarenhas	2,7	3,6	0,0
P10 - Hotel Nardy	2,7	2,3	0,3
P11 - Fazendinha Baluarte	1,7	1,8	1,9
P12 - Praça Paulo Moreira, n° 80	3,7	3,9	3,2
P13 - R. Nana Kubtschek, n° 237	3,9	4,6	3,4
P14 - R. Monsenhor Rafael, n° 80	3,5	4,3	3,2

P15 - R. do Campus, quadra poliesportiva	3,5	3,0	3,1
P16 - R. José Geraldo Alves, n° 260	2,2	2,1	2,8
P17 - R. Antônio Menezes Terra, n° 123	3,4	4,2	2,0
P18 - R. José M. Quintão; R. Policarpo da Cruz	4,0	4,8	1,7
P19 - R. Monsenhor Horta, n° 220	4,3	4,6	3,2
P20 - Av. Padre J. Marciano, supermercado Santo Antônio	3,1	4,3	2,2

Elaborado por Rafael de Souza Alves, outubro de 2018.

Segundo Armani (2009) a orientação das vertentes é um controle climático essencial, por modificar os valores de irradiância. O uso de um mapa de orientação das vertentes auxilia na diferenciação de áreas mais sombreadas daquelas mais ensolaradas. Como resultado secundário a ser obtido, dedutivamente, de maneira qualitativa, seria a identificação de áreas mais aquecidas (e menos úmidas) e áreas menos aquecidas (e mais úmidas), levando em consideração a posição do disco solar.

Foi possível visualizar ao longo dos três dias que os pontos de medição voltados para os quadrantes noroeste e norte (Figura 43), às 16:00 horas, quando não sombreados, apresentaram comportamento térmico diferente do verificado nos horários anteriores, com temperaturas do ar mais elevadas, sendo eles P14 (bairro Monte) e P18 (vertente norte da Vila Manoel A. Puig). Em contrapartida, o ponto P16 situado numa encosta voltada para sul (Figura 43), que se destacou em todos os episódios das 7:00 e 10:00 horas por suas maiores temperaturas do ar, mostrou-se menos aquecido que os demais ao seu entorno, quando eles não estavam sombreados. Tais fatos denotam a influência da relação entre sítio e incidência da radiação solar na conformação do campo térmico.

Em consideração à posição do disco solar às 16:00 horas na estação de verão, bem como à disposição preferencialmente leste-oeste dos vales onde se encontram os bairros Parte Alta e Vila Manoel A. Puig, interpreta-se que a manifestação de temperaturas do ar mais elevadas em P12, P13 e P17, P19, respectivamente, decorra da maior incidência da radiação solar e armazenamento de calor nestas localidades, no momento em questão. A penetração dos raios solares nestes ambientes é favorecida pelo sítio urbano e disposição espacial do arruamento (Figura 43).

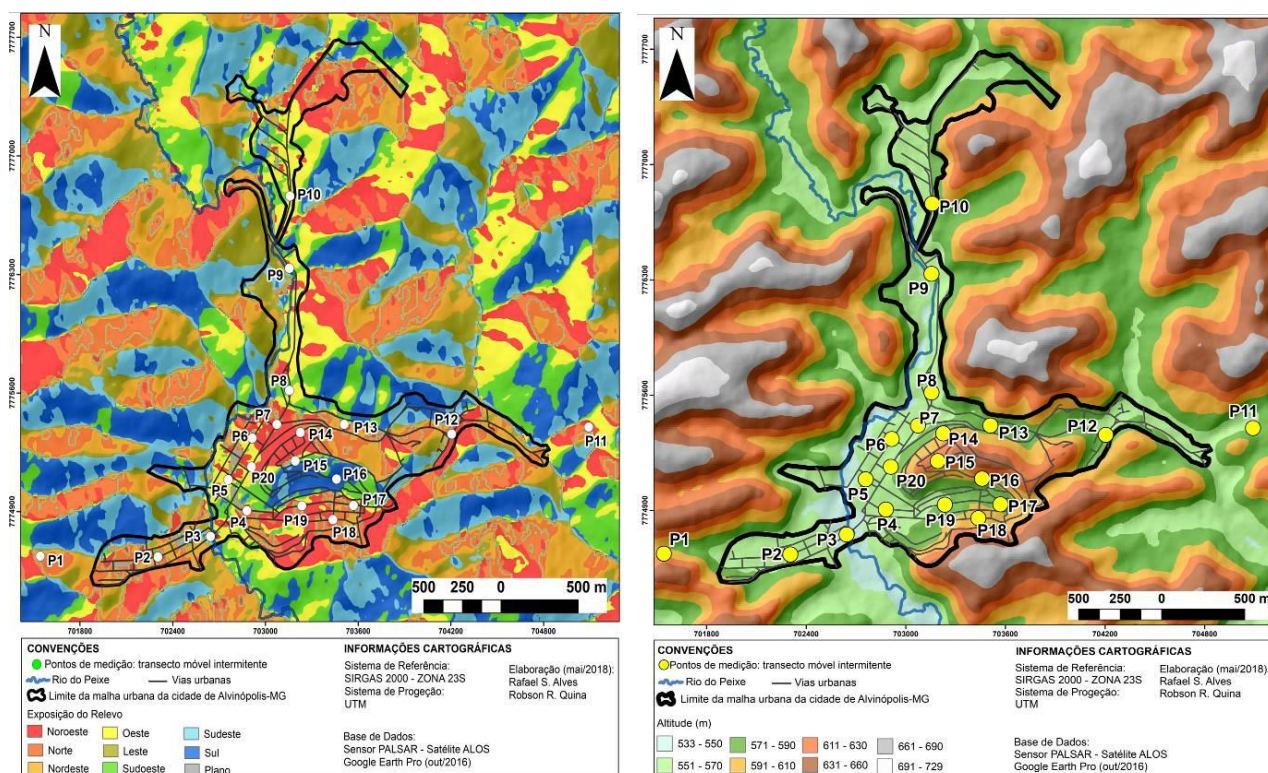


Figura 43. Faces de exposição e variações altimétricas do relevo e pontos de medição dos transectos móveis intermitentes, respectivamente.

Com vista ao que foi observado nos três dias em análise, o comportamento do campo térmico em Alvinópolis-MG às 16:00 horas demonstrou ser orquestrado pela relação entre o movimento aparente do Sol e o sítio urbano (exposição das vertentes e orientação dos vales, especialmente), semelhante ao observado por Kegler (2016) em 16/07/2015 e 25/08/2015 na cidade de Agudo-RS. Soma-se a esses fatores a presença da nebulosidade (ainda que pouca) e os padrões de sombreamentos alavancados pelas edificações, que criaram zonas de amenidade termal do ar. Sendo assim, na perspectiva levada a cabo nesta pesquisa, não se faz coerente (ou, nítido o bastante) aplicar o conceito de ilha de calor às variações de temperatura do ar identificadas entre os pontos amostrais. Isso porque o uso e ocupação da terra e as atividades antrópicas que arrolam no espaço urbano não evidenciaram participação explícita no arranjo do campo térmico.

Nos três episódios analisados observou-se a influência local das árvores presentes na praça São Sebastião/“Baixada” (P8) em amenizar a temperatura do ar no ambiente. O mesmo efeito não foi identificado no ponto P5 no horário em voga, junto à Praça do Gaspar.

Segundo Jardim (2010, p.14) os espaços verdes urbanos (praças, parques) dificilmente cumprem o papel de atenuar os efeitos térmicos provocados pela cidade, uma vez que são de

ocorrência pontual e fragmentada na malha urbana. Logo, a “[...] influência desse tipo de controle não vai muito além do próprio limite da sombra”. Entretanto, o autor apresenta junto à literatura argumentos diversos da importância que a vegetação desempenha na cidade, como contribuir para a saúde física e mental da população devido à satisfação sensorial e estética que proporcionam.

Em síntese, as variações térmicas entre o campo e a cidade foram caracterizadas por maiores temperaturas do ar na maioria dos pontos amostrais situados na malha urbana, quando comparados a P1 (Morro Sombrio) e P11 (Fazendinha Baluarte), representativos das áreas de campo, nos três episódios em voga. Esta tendência foi também observada em Barra do Bugres-MT, Tangará da Serra-MT (ZAMAPARONI e LOMBARDO, 1995) e Jales-SP em situação de calmaria (UGEDA JUNIOR, 2012). No dia 18/01/2018 em especial, todas as temperaturas do ar registradas na cidade foram superiores às registradas no campo. A disparidade térmica mais expressiva entre esses dois espaços foi nesta data, na ordem de 4,8°C, entre P19 e P1 (Figura 41 e Quadro 18).

As oscilações de temperatura do ar entre os pontos amostrais, nos três episódios das 16:00 horas, não demonstraram guardar estreitas relações com o fator geoambiental altitude. Esta, não revelou condicionar menores temperaturas do ar em elevadas altitudes ou também o contrário.

6.2.4. Por Transectos Móveis Intermitentes às 22:00 Horas

No dia 17/01/2018, às 22 horas local, sobre Minas Gerais foi observado a entrada de ventos de nordeste. O cavado que se fazia presente no horário da manhã sobre o litoral do Rio de Janeiro voltou a se manifestar nesta mesma localidade. A Alta Subtropical do Atlântico Sul atuante em Minas Gerais estava situada à leste de 25°W, com núcleo de 1020 hPa, fora do domínio da carta, conforme o boletim de análise sinótica do CPTEC (Figura 44). Neste cenário foi observado em Alvinópolis-MG condições de estabilidade, com poucos ventos, ausência de chuva e céu parcialmente estrelado.

As temperaturas do ar no dia 17 de janeiro em Alvinópolis-MG, às 22:00 horas, foram menores nas localidades próximas ao Rio do Peixe, conforme observa-se nos pontos P3 (bairro Souza-22,8°C) e P9 (“bairro da Fábrica”-22,6°C). Nessa esteira, encontram-se também os pontos P10 (Hotel Nardy-23°C), P12 e P13 (bairro Parte Alta, onde foi observado ventos fracos, com 23,3°C e 23,1°C, respectivamente), como representado na Figura 44.

As maiores temperaturas do ar na noite do dia 17 de janeiro foram no bairro Vila Manoel A. Puig (P16 ao P19), sobretudo na encosta voltada para norte (P18 – 25,4°C) e nos fundos de vale representados pelo pontos P17 (25,4°C) e P19 (25,6°C). Na avenida Padre José Marciano (P20), também foi quantificado temperaturas do ar mais elevadas, colocando-a em destaque na comparação aos demais pontos situados no centro da cidade (P4, P5, P6, P7, P8), conforme visualiza-se na Figura 44 e no Quadro 19.

No dia 17 de janeiro, a maior parte do bairro Souza (P2) e do centro da cidade (P4, P5, P6, P7 e P8) apresentou temperaturas do ar intermediárias em relação aos locais destacados nos parágrafos anteriores, sendo elas próximas a 24,1°C, com variações pouco significativas entre eles, cerca de 0,1°C a 0,2°C (Figura 44 e Quadro 19).

As variações térmicas entre o campo e a cidade no dia 17 de janeiro não foram padronizadas. A temperatura do ar observada na Fazendinha Baluarte (P11) foi inferior a observada em 14 pontos da cidade (P2, P4 a P8, P12, P14 a P20), em média 1,2°C a menos. Já no Morro Sombrio (P1) a temperatura do ar registrada foi semelhante à obtida na maior parte dos bairros Souza (P2) e Centro (P4 a P8); porém, em média 1,3°C a menos às quantificadas nos pontos da Vila Manoel A. Puig (P16 a P19) e na avenida Padre José Marciano (P20). O maior contraste térmico entre tais áreas foi de 2,4°C, entre P19 e P11 (Figura 44 e Quadro 19).

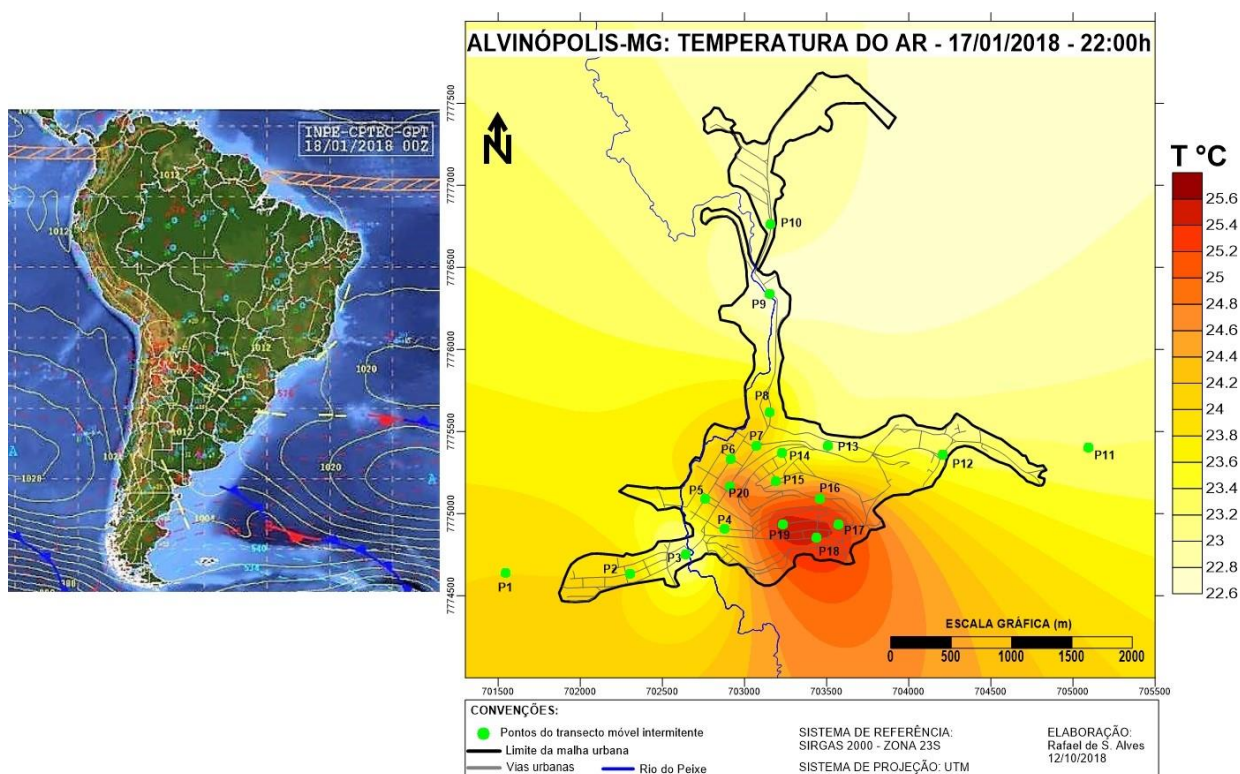


Figura 44. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 17/01/2018, às 22:00 horas.

A noite do dia 18/01/2018 foi marcada por céu estrelado, ausência de ventos e chuva na cidade de Alvinópolis-MG; condições ideais para os registros de temperatura do ar. A mesma ocorreu num quadro sinótico de penetração de ventos de nordeste em Minas Gerais e isóbaras de aproximadamente 1016 hPa envolvendo grande parte de seu território. A Alta Subtropical do Atlântico Sul atuante na região apresentava núcleo de 1028 hPa, localizada à leste de 25°W (fora do domínio da carta), segundo o boletim de análise sinótica do CPTEC. O cavado sobre o litoral do RJ e ES não comprometeu a estabilidade do tempo na área de estudo, que demonstrava estar sobre influência do centro de ação mencionado (Figura 45).

O arranjo do campo térmico identificado no dia 18 de janeiro em muito se assemelha ao do dia anterior, neste mesmo horário. As áreas mais próximas ao Rio do Peixe (P3, P9 e P10) obtiveram as menores temperaturas do ar, entre 23°C e 23,2°C. O bairro Vila Manoel A. Puig, ao longo dos pontos P17 (24,8°C), P18 (24,9°C) e P19 (25°C) foi o ambiente mais quente neste episódio. Temperaturas do ar mais elevadas foram também registradas no ponto P20 (24,7°C) e P12 (24,6°C), nos bairros Centro e Parte Alta, respectivamente (Figura 45 e Quadro 19).

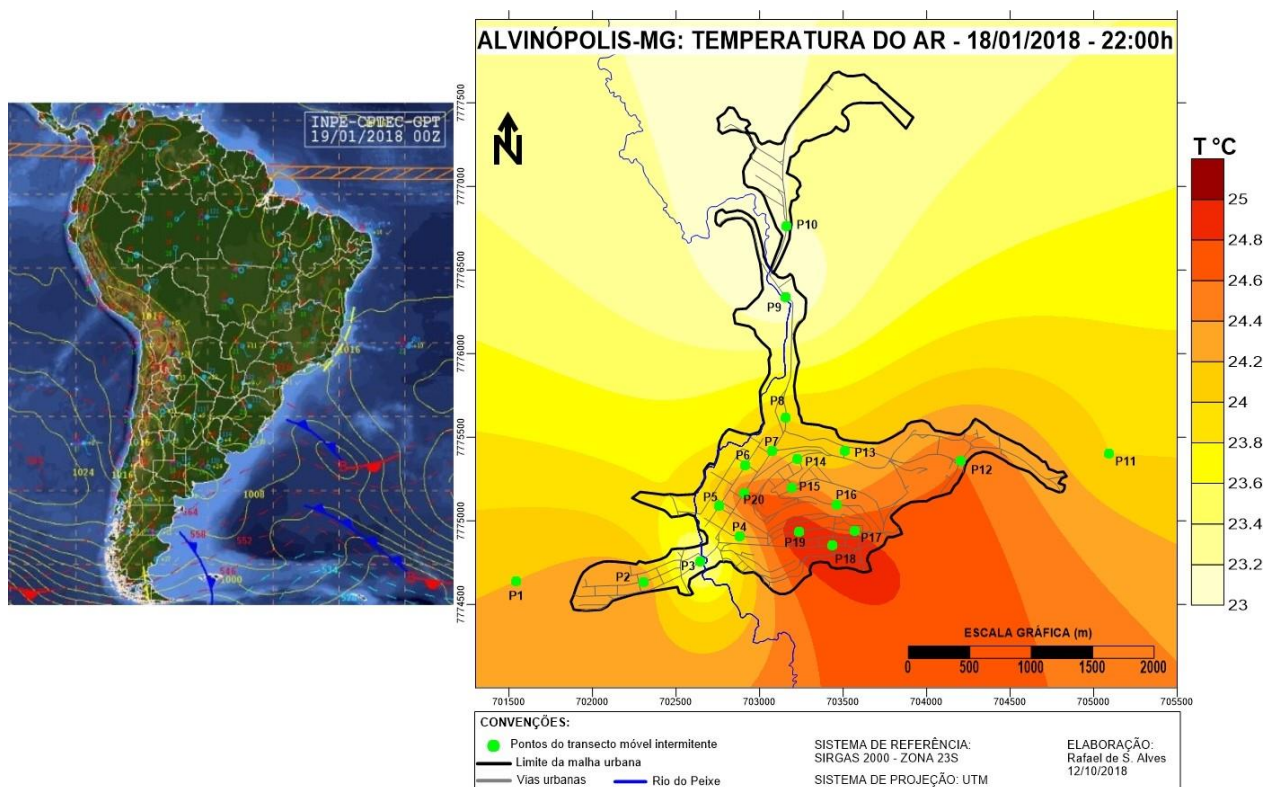


Figura 45. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 18/01/2018, às 22:00 horas.

No que se refere às variações térmicas entre o campo e a cidade no dia 18 de janeiro, observa-se que os valores quantificados em P2 (Souza), P4 a P8 (Centro), P13 (Parte Alta) e

P14 (Monte) foram semelhantes aos registrados em P1 (Morro Sombrio) e P11 (Fazendinha Baluarte), com diferenças predominantes de $0,2^{\circ}\text{C}$ para mais ou para menos. Já em relação as áreas amostradas pelos pontos P12, P15 e P17 a P20, nota-se que o campo registrou temperaturas do ar ligeiramente inferiores, em média $0,6^{\circ}\text{C}$ a menos em P1 e $0,8^{\circ}\text{C}$ a menos em P11. A variação mais expressiva entre o campo e a cidade foi de 1°C , comparando-se os pontos P19 e P11 (Figura 45 e Quadro 19).

A noite do dia seguinte, 19 de janeiro de 2018, também foi de céu estrelado em Alvinópolis-MG, com ventos fracos em certas localidades e ausência de precipitação. Neste episódio a porção meridional de Minas Gerais encontrava-se envolvida por isóbaras de 1016 hPa e ventos de nordeste adentravam o estado. A Alta Subtropical do Atlântico Sul atuante na região registrou núcleo de 1028 hPa, posicionada a leste de 10°W (fora do domínio da figura), segundo o boletim de análise sinótica do CPTEC. O cavado observado a tarde na confluência de MG, SP e MS não se fez presente a noite (Figura 46).

No dia 19 de janeiro, às 22:00 horas, as principais características do campo térmico observadas nos dois episódios anteriormente discutidos foram preservadas. Novamente as menores temperaturas do ar ocorreram nos fundos de vales atravessados pelo Rio do Peixe, pontos P3 (bairro Souza- 23°C) e P9 (“bairro da Fábrica”- $22,8^{\circ}\text{C}$). Nesta toada, encontra-se também a principal área de expansão da cidade, nos arredores do Hotel Nardy (P10), com $23,1^{\circ}\text{C}$. Foi observado a ocorrência de ventos fracos em tais pontos, o que contribui para o cenário em voga dado a elevada “sensibilidade” do termômetro de mercúrio, conforme discutido nas páginas anteriores (Figura 46).

O bairro Vila Manel A. Puig, em 19 de janeiro, reforçou a sua característica de ser a área mais aquecida da cidade às 22:00 horas, sobretudo nas localidades assistidas por P17 (fundo de vale – $25,3^{\circ}\text{C}$), P18 (encosta para norte – $25,8^{\circ}\text{C}$) e P19 (fundo de vale – $25,7^{\circ}\text{C}$), conforme demonstra-se na Figura 46.

No bairro Centro, o ponto P20 também repetiu o comportamento identificado nas noites anteriores, pois novamente obteve as maiores temperaturas do ar em comparação aos demais situados nesta parte da área de estudo. No terraço do bairro Souza (P2) e na praça São Sebastião (“Baixada”, P8), foram observadas no dia 19 de janeiro temperaturas do ar ligeiramente maiores em comparação às registradas nos dias anteriores (Figura 46 e Quadro 19).

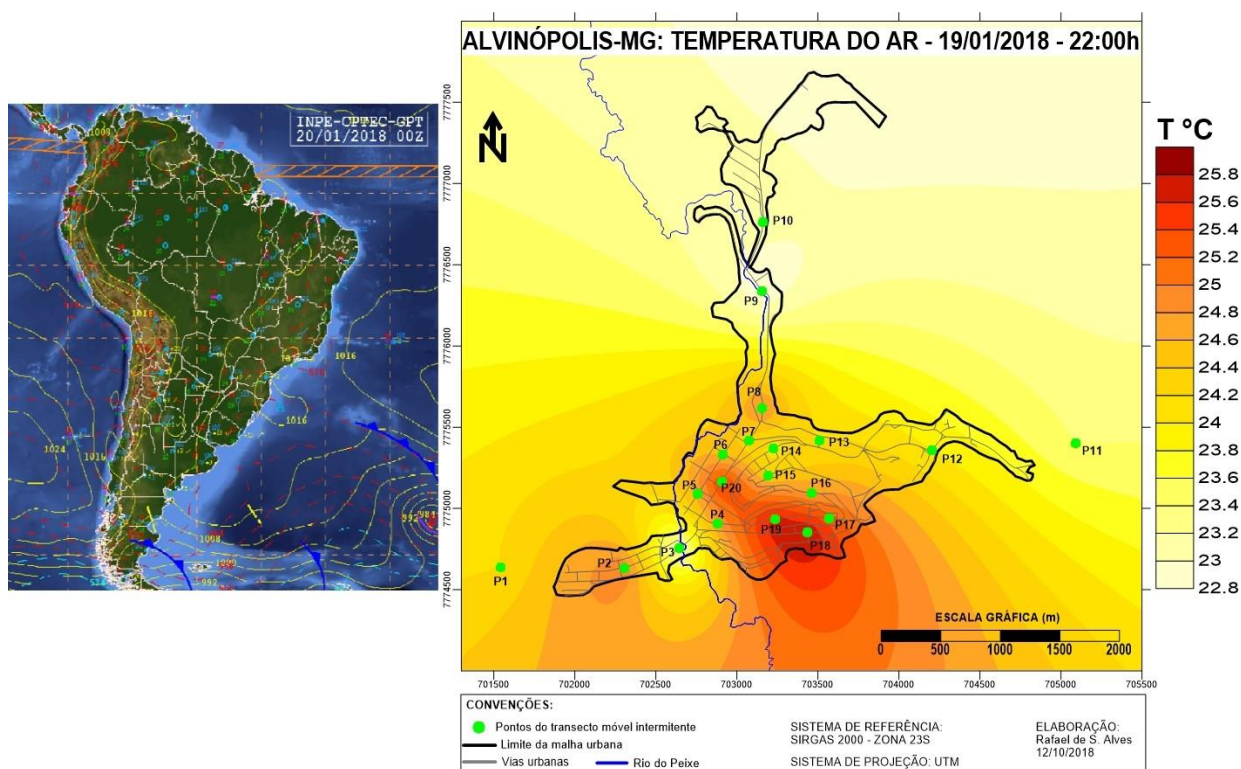


Figura 46. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por transectos móveis, dia 19/01/2018, às 22:00 horas.

Ainda sobre o dia 19 de janeiro, é possível observar contrastes térmicos mais nítidos entre o campo e a cidade. A temperatura do ar extraída no Morro Sombrio (P1 – 24,2°C) foi inferior a mensurada em 12 pontos localizados na malha urbana, em média 0,8°C a menos. Já a extraída na fazendinha Baluarte (P11 – 23,4°C) foi inferior a mensurada em 15 pontos situados na malha urbana, em média 1,4°C a menos. A variação mais expressiva entre o campo e a cidade foi de 2,4°C, uma vez que P18 apontou 25,8°C contra 23,4°C em P11 (Figura 46 e Quadro 19).

Quadro 19. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 22:00h, episódios de verão, janeiro de 2018.

PONTOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS INTERMITENTES	DIFERENÇAS (°C) ÀS 22h		
	17/01/2018	18/01/2018	19/01/2018
P1 - Alto do Morro Sombrio	1,4	1,2	1,4
P2 - R. Joaquim J. Souza, n° 20	1,4	1,4	2,2
P3 - R. Cel. Olímpio S. Pena, n° 20	0,2	0,1	0,2
P4 - R. Padre A. Pena, n° 136	1,4	1,1	2,0
P5 - Praça do Gaspar	1,4	1,1	1,9
P6 - Posto Ipiranga	1,5	0,9	1,7
P7 - Av. Padre J. Marciano, n° 136	1,6	1,2	1,5
P8 - Praça S. Sebastião (Baixada), clube do Industrial	1,4	1,0	2,1
P9 - Fabril Mascarenhas	0,0	0,0	0,0
P10 - Hotel Nardy	0,4	0,2	0,3
P11 - Fazendinha Baluarte	0,6	1,0	0,6
P12 - Praça Paulo Moreira, n° 80	0,7	1,6	1,2
P13 - R. Nana Kubtschek, n° 237	0,5	1,1	1,4
P14 - R. Monsenhor Rafael, n° 80	0,9	1,1	1,3

P15 - R. do Campus, quadra poliesportiva	1,7	1,5	1,6
P16 - R. José Geraldo Alves, nº 260	2,5	1,4	2,0
P17 - R. Antônio Menezes Terra, nº 123	2,8	1,8	2,5
P18 - R. José M. Quintão; R. Policarpo da Cruz	2,8	1,9	3,0
P19 - R. Monsenhor Horta, nº 220	3,0	2,0	2,9
P20 - Av. Padre J. Marciano, supermercado Santo Antônio	2,4	1,7	2,7

Elaborado por Rafael de Souza Alves, outubro de 2018.

A análise dos três episódios das 22:00 horas apontaram a prevalência de temperaturas do ar mais elevadas no bairro Vila Manoel A. Puig, sobretudo nas localidades assistidas por P17 (fundo de vale), P18 (encosta direcionada para norte) e P19 (fundo de vale). Faz-se necessário recordar que esta parte da área de estudo se caracteriza por um sítio em forma de vale ao longo de uma microbacia, de disposição preferencial leste-oeste; ausência de praças arborizadas e corpos hídricos, que causam efeitos amenizadores da temperatura do ar; maior adensamento de edificações e pessoas em comparação aos demais bairros da cidade.

Segundo as discussões teóricas travadas nesta pesquisa a ilha de calor é um fenômeno térmico de caráter momentâneo ou horário, reflexo da convergência de fatores geourbanos e geoambientais pontuais, que se manifesta em determinados tipos de tempo atmosférico reinantes. É mais identificada durante a noite e decorre da capacidade do ambiente em reter, conservar e liberar (vagarosamente) a energia para a atmosfera em comparação ao seu entorno. A condição do sítio urbano pode contribuir para intensificar ou minimizar as derivações térmicas intusiasmadas pelo uso e ocupação da terra (OKE, 1978; SOUCH e GRIMMOND, 2006; JARDIM, 2007; FIALHO, 2009 e 2012; UGEDA JUNIOR, 2012).

Nesta conjuntura, infere-se a existência da ilha de calor em Alvinópolis-MG no bairro Vila Manoel A. Puig, às 22:00 horas. No dia 17 de janeiro, de 3°C (moderada intensidade) no ponto P19 (Figura 44 e Quadro 19). No dia 18 de janeiro, de 2°C (fraca intensidade) também em P19 (Figura 45 e Quadro 19). E no dia 19 de janeiro, de 3°C (moderada intensidade) no ponto P18 (Figura 46 e Quadro 19).

O conceito em voga não foi empregado para as diferenças térmicas positivas observadas nos horários anteriores porque elas demonstraram ser provenientes mais de condições geoambientais do que geourbanas. Isso porque a posição do disco solar, o sítio urbano e a presença de nuvens foram mais influentes na organização do campo térmico do que o uso e ocupação da terra.

De modo predominante, às 22 horas as menores temperaturas do ar no interior da malha urbana foram tomadas nos pontos P3 (bairro Souza), P9 (“bairro da Fábrica”) e P10 (Hotel Nardy), que têm em comum a localização próxima ao Rio do Peixe e menor densidade de

construções ao entorno (sobretudo P9 e P10) e maior quantidade de vegetação, quando comparado aos demais pontos amostrais na cidade. Sendo assim, a interação entre fatores de geoambientais e geourbanos que favorecem a redução da carga térmica do ambiente (MARQUES et al., 2012) demonstraram condicionar o fato observado.

Após discorrer sobre as análises do campo térmico por transectos móveis intermitentes nos episódios de janeiro de 2018, é possível destacar os padrões mais recorrentes e confrontá-los à conformação do potencial térmico da malha urbana, obtido através da integração dos fatores geourbanos e geoambientais (Figura 33).

No período da manhã, houve preponderância de menores temperaturas do ar na porção norte da malha urbana, condizentes ao “bairro da Fábrica” (P9) e a zona de expansão da cidade (P10, Hotel Nardy), bem como maiores temperaturas do ar na vertente sul da Vila Manoel A. Puig (P16). Segundo a conformação do potencial térmico da malha urbana, que considera a interveniência dos fatores geourbanos (Figura 33), na fração norte da malha urbana há predominância de áreas com potencial térmico médio (3) e alto (4), e não de potencial térmico baixo (2) ou muito baixo (1), propensos às menores temperaturas do ar. A vertente sul da Vila Manoel A. Puig apresentou predomínio de potencial térmico médio (3) e baixo (2), em detrimento de alto ou muito alto (5), tendentes à ocorrência de maiores temperaturas do ar.

No período da tarde, os maiores valores de temperatura do ar foram periódicos nas vertentes noroeste (P14, Monte) e norte (P18, Vila Manoel A. Puig) e nos vales de orientação leste-oeste (P12 e P13, Parte Alta; P17 e P19, Vila Manoel A. Puig), quando isentos de nuvens. Tais localidades não apresentaram potencial térmico muito alto (5), ao ponto de distingui-los claramente como os mais favoráveis às maiores temperaturas do ar frente à maioria dos outros setores da malha urbana. Os mesmos contaram com potencial térmico alto (4), que por seu turno foi generalizado, semelhante à espacialidade das áreas dotadas com edificações (Figura 33).

No período da noite as maiores temperaturas do ar ocorreram, sobretudo, na Vila Manoel A. Puig, onde ilhas de calor foram identificadas. Entretanto, tal localidade não se distinguiu nitidamente dos demais bairros da cidade na integração dos fatores geoambientais e geourbanos, a ponto de apresentar hegemonia de potenciais térmicos muito alto (5) ou alto (4) frente aos outros setores da malha urbana, que levasse a adverti-la como a mais favorável às maiores temperaturas do ar e ocorrência da ilha de calor. Ainda no período noturno, os locais recorrentes de amenidade térmica do ar foram o “bairro da Fábrica” (P9), o fundo de vale do bairro Souza (P3) e a zona de expansão da cidade (P10), que também não se singularizaram por

haver áreas com predomínio estrito de potencial térmico muito baixo (1) e baixo (2) em comparação aos demais setores da malha urbana, como visualiza-se na Figura 33.

Conforme foi observado, as áreas de ocorrência de maiores e menores temperaturas do ar no interior da malha urbana não apresentaram estreitas similaridades com a espacialização dos potenciais térmicos. Entretanto, ao confrontar as temperaturas do ar registradas na cidade com as obtidas nos espaços relativos ao campo (P1 e P11), foi identificado que às 16:00 horas as temperaturas do ar no interior da malha urbana foram predominantemente superiores às registradas em P1 e P11, em todos episódios analisados. Logo, esta constatação vai ao encontro do que se observou na análise de integração dos fatores geourbanos e geoambientais, em que ao nível hipotético, o uso e ocupação da terra vigente na cidade de Alvinópolis aguça a ocorrência de áreas propícias a terem maiores temperaturas do ar em relação ao entorno não urbanizado (Figura 32 e Figura 33), contribuindo para a singularidade do seu campo térmico.

6.2.5. Por Pontos Fixos às 6:00 Horas

Nos dias 18, 19 e 20 de março de 2018, por volta das 6:00 horas, o comportamento da atmosfera em Alvinópolis-MG foi de estabilidade. Não foi verificada precipitação provocada por sistemas transientes de mesoescala ou atividade convectiva local, bem como rajadas de ventos.

O campo térmico em Alvinópolis-MG às 6:00 horas da manhã nos dias 18 e 19/03/2018, segundo os registros por pontos fixos, apontou temperaturas do ar mais baixas próximo ao Rio do Peixe (PF3, bairro Souza), com valores de 21,3°C e 18,6°C, respectivamente. Temperaturas do ar semelhantes a estas foram tomadas no bairro Novo Cruzeiro (PF7), situado em maiores altitudes. Já as temperaturas do ar mais elevadas, no dia 18 foram registradas no fundo do vale da Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9, 22,3°C e 22,1°C, respectivamente); no dia 19 também em PF9 e no bairro Parte Alta (PF6), 19,6°C e 19,7°C, respectivamente (Figura 47).

A temperatura do ar obtida no campo foi inferior à maioria das obtidas na cidade, nos dois primeiros episódios. Nos dias 18 e 19/03/2018, seis (PF2, PF4, PF5, PF6, PF8, PF9) dos oito equipamentos situados na cidade mensuraram temperaturas do ar superiores às obtidas no Sítio Gaspar (PF1), em média 0,4°C a mais. Os maiores contrastes térmicos entre o campo e a cidade foram de 0,8°C no dia 18 (entre PF8 e PF1), e de 0,6°C no dia 19 (entre PF6 e PF1). Contudo, cabe observar que os maiores contrastes térmicos na área de estudo não foram entre

o campo e a cidade, antes sim no interior da malha urbana, de cerca de 1°C , sendo no dia 18 entre a Vila Manoel A. Puig (PF8) e o fundo de vale no Souza (PF3), e no dia 19 entre o bairro Parte Alta (PF6) e novamente PF3 (Figura 47 e Quadro 20).

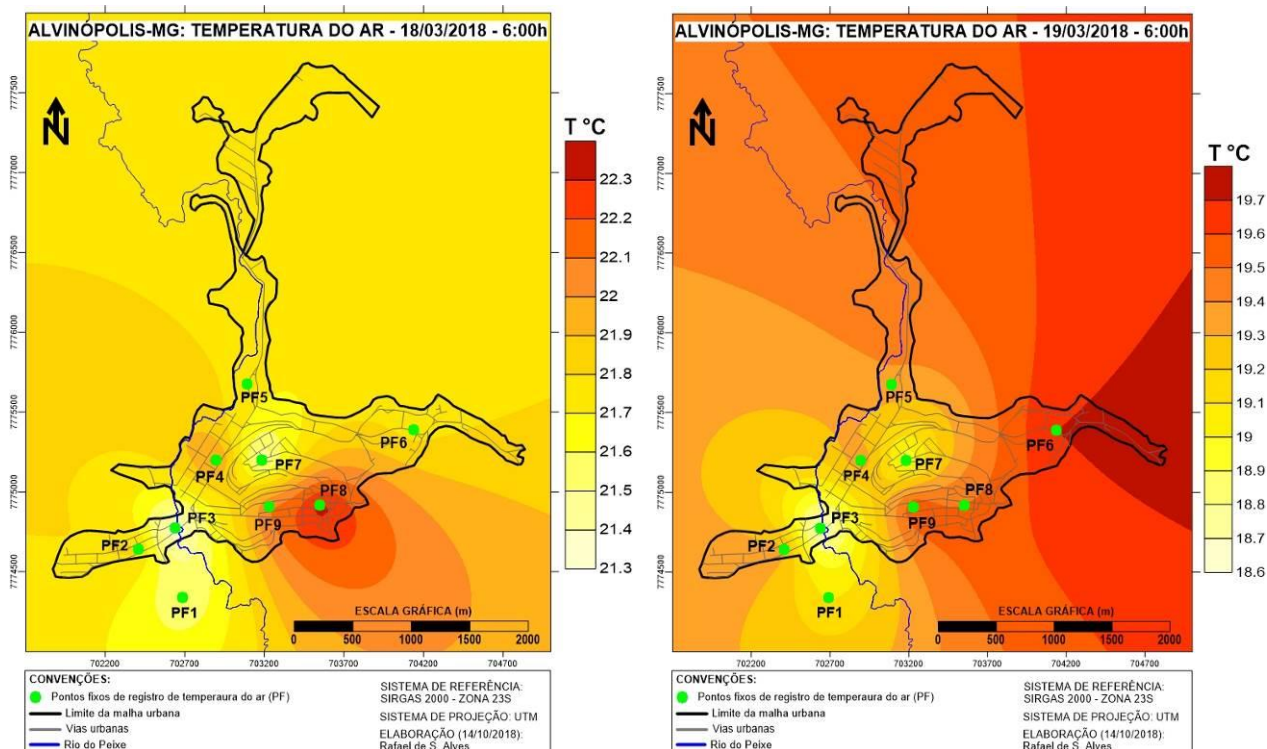


Figura 47. Campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dias 18 e 19/03/2018, às 6:00 horas.

No dia 20 de março de 2018, às 6:00 horas, os registros de temperatura do ar através dos pontos fixos apontaram uma conformação do campo térmico semelhante aos dois episódios anteriores. Isso porque as menores temperaturas do ar foram novamente identificadas no leito maior do Rio do Peixe ocupado pelo bairro Souza (PF3- $21,1^{\circ}\text{C}$)⁷⁴, ao passo que as áreas mais aquecidas foram os fundos de vale na Vila Manoel A. Puig (PF8- $22,2^{\circ}\text{C}$ e PF9- $22,5^{\circ}\text{C}$). No Sítio Gaspar (PF1) foi observado temperaturas do ar inferiores à maioria dos pontos na malha urbana, precisamente sete deles (PF2 e PF4 a PF9); logo, a cidade demonstrou ser predominantemente mais quente que o campo, em média $0,6^{\circ}\text{C}$. O maior contraste térmico verificado na área de estudo foi de $1,4^{\circ}\text{C}$, entre a Vila Manoel A. Puig (PF9) e o bairro Souza (PF3), como observa-se na Figura 48 e no Quadro 20.

⁷⁴ As menores temperaturas do ar observadas em PF3, para além da proximidade com o Rio do Peixe, podem ser decorrentes da influência da umidade da terra (revestida por herbáceas) sobre a qual o equipamento se encontrava, uma vez que o mês de março foi marcado por chuvas constantes em Alvinópolis-MG, conforme discutido.

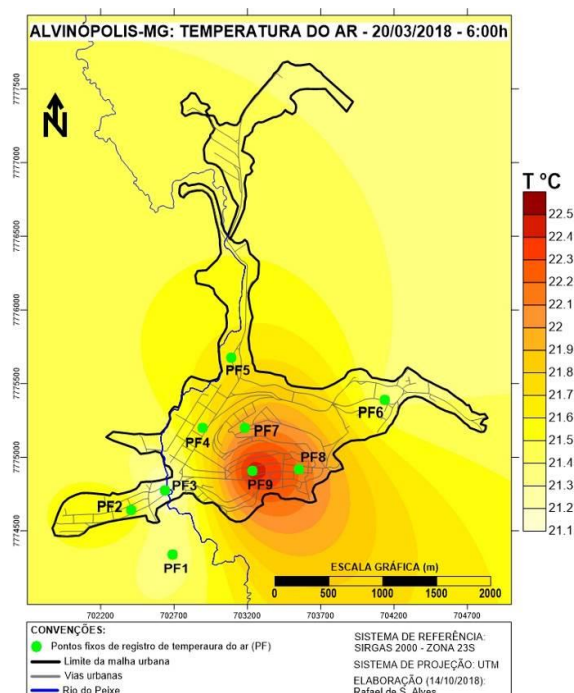


Figura 48. Campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 20/03/2018, às 6:00 horas.

Quadro 20. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 6:00h, episódios de verão, março de 2018.

PONTOS FIXOS (PF)	DIFERENÇAS (°C) ÀS 6h		
	18/03/2018	19/03/2018	20/03/2018
PF1 - Sítio Gaspar (Lala Paiva)	0,2	0,5	0,2
PF2 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 288	0,5	0,7	0,5
PF3 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 20	0,0	0,0	0,0
PF4 - Av. Padre José Marciano, n° 382	0,7	0,8	0,6
PF5 - Praça São Sebastião (Baixada), n° 171	0,5	0,8	0,6
PF6 - Rua do Rosário, n° 355	0,5	0,5	0,3
PF7 - Rua do Campos, n° 68	0,4	0,5	0,9
PF8 - Travessa da R. Antônio Menezes Terra com a R. José M. Azevedo, n° 16	1,0	0,9	1,1
PF9 - Rua Monsenhor Horta, n° 160	0,8	1,0	1,4

Elaborado por Rafael de Souza Alves, outubro de 2018.

De acordo com o observado nos três episódios das 6:00 horas é possível apontar a existência de uma ilha de calor no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9)⁷⁵, com magnitude entre 1°C (dia 18) a 1,4°C (dia 20), ou seja, de fraca intensidade (Quadro 20).

Conforme discutido nas páginas anteriores, uma das desvantagens da técnica de medição da temperatura do ar por pontos fixos é a ausência do pesquisador no instante do registro automático do parâmetro, o que impossibilita avaliar as condições reinantes em cada

⁷⁵ No dia 19/03/2018 temperaturas do ar mais elevadas ocorreram também no bairro Parte Alta (PF6), sendo ela 0,1°C a mais do que a registrada em PF9. Entretanto, este comportamento foi isolado, não se repetindo nos demais dias, diferente do ocorrido em PF8 e PF9.

lugar amostral, como padrões de sombreamentos, nebulosidade, ventos (na ausência de aparelhos para tal) e etc. Contudo, deduz-se que as maiores temperaturas do ar identificadas em PF8 e PF9 sejam decorrentes da influência de fatores geoambientais (sítio urbano) e geourbanos (uso e ocupação da terra) em propiciar o armazenamento do calor nesta área, e não por estarem recebendo maior quantidade de radiação solar, meramente, até mesmo em função do horário de registro do parâmetro climático, às 6:00 horas da manhã.

No verão, o arranjo do campo térmico observado nos primeiros episódios da manhã a partir dos registros por pontos fixos (às 6:00 horas), foi destoante do verificado no primeiro horário da manhã a partir dos registros por transectos móveis intermitentes (às 7:00 horas, horário de verão). Tais diferenças são no tocante às áreas que apresentaram maiores e menores temperaturas do ar de maneira mais recorrente. Também na magnitude das discrepâncias térmicas na área de estudo, sendo elas mais pronunciadas no emprego da técnica dos transectos móveis intermitentes. E ainda, na relação campo-cidade⁷⁶, pois, com os pontos fixos, a cidade apresentou ser predominantemente mais quente.

6.2.6. Por Pontos Fixos às 9:00 Horas

No dia 18/03/2018, às 09 horas local, o Sistema Tropical Atlântico exerceu predominância sobre Minas Gerais. A Alta Subtropical do Atlântico Sul apresentou núcleo de 1020 hPa à leste de 20°W, fora do domínio da carta, conforme descrições presentes no boletim de análise sinótica do CPTEC (Figura 49). Nesta manhã o céu em Alvinópolis-MG apresentou baixa nebulosidade e não houve chuva.

No primeiro episódio das 9:00 horas os registros por pontos fixos acusaram temperaturas do ar mais elevadas no bairro Souza (PF2-26,5°C) e Novo Cruzeiro (PF7-26,2°C). Menores temperaturas do ar verificaram-se no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8-24,6°C e PF9-25°C). Próximo ao Rio do Peixe (PF3), Centro (PF4 e PF5) e Parte Alta (PF6) observou-se valores semelhantes, mesmo contando com características geurbanas e geoambientais diferentes. Os contrastes térmicos entre o campo e a cidade foram caracterizados pelo predomínio de maior temperatura do ar no Sítio Gaspar (PF1) em relação à maioria dos

⁷⁶ Ao se comparar a relação campo-cidade observada a partir das duas técnicas, toma-se como referência o Morro Sombrio (P1) no caso dos transectos móveis intermitentes, por encontrar-se mais próximo do Sítio Gaspar (PF1 – pontos fixos) que a Fazendinha Baluarte (P11 – transectos móveis).

pontos registradores alocados na malha urbana, tais como PF3, PF4, PF5, PF8 e PF9, com expressão máxima de $1,1^{\circ}\text{C}$ (entre PF1 e PF8) e média de $0,5^{\circ}\text{C}$ a mais no campo do que em tais pontos da cidade. A maior variação mensurada na área de estudo foi entre pontos amostrais na malha urbana, PF2 e PF8, de $1,9^{\circ}\text{C}$ (Figura 49 e Quadro 21).

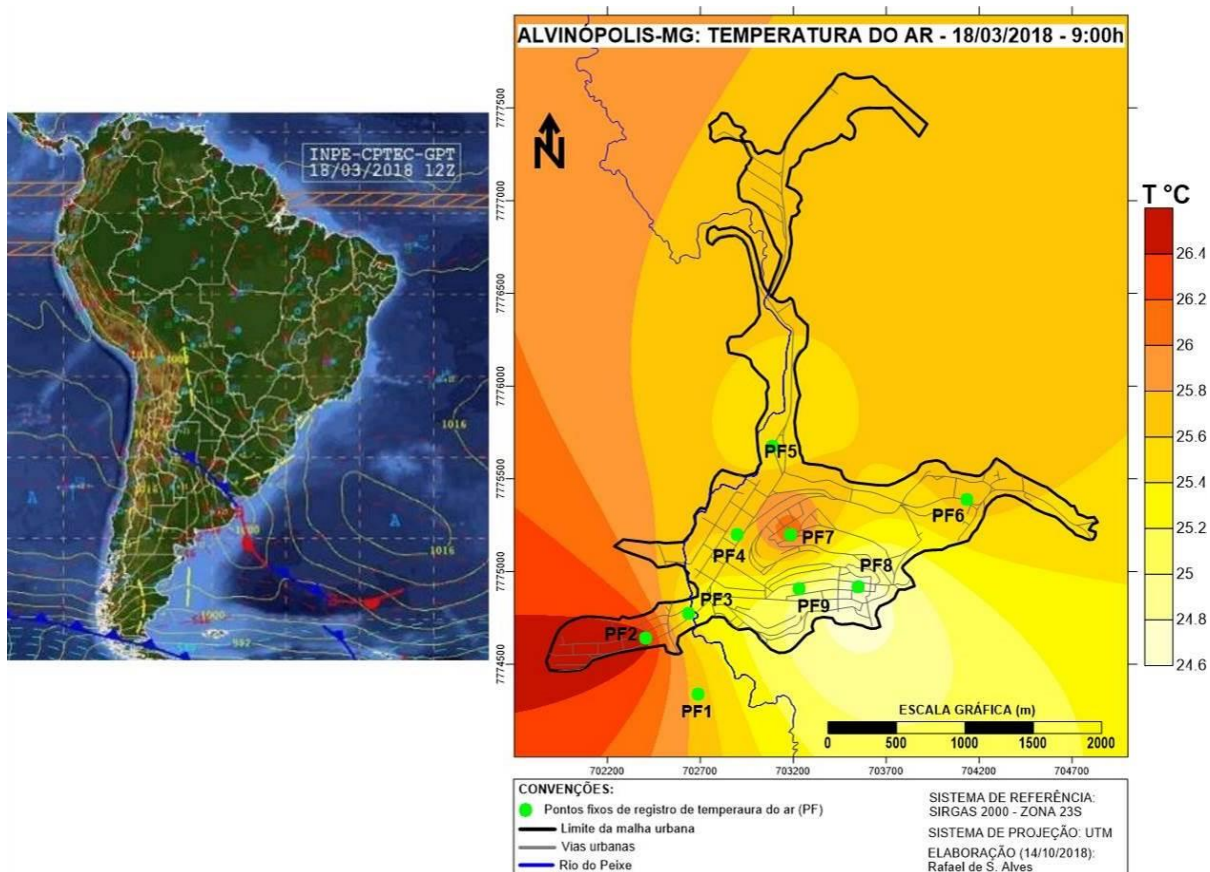


Figura 49. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 18/03/2018, às 9:00 horas.

Na manhã do dia 19/03/2018 o mesmo sistema produtor de tempo continuou atuante, sendo Minas Gerais envolvido por isóbaras de aproximadamente 1016 hPa e recebendo ventos de norte conforme simbologia da imagem. A Alta Subtropical do Atlântico Sul apresentou-se posicionada a leste de 10°W , fora do domínio da carta (Figura 50). O tempo atmosférico em Alvinópolis-MG neste episódio foi semelhante ao das 9:00 horas do dia anterior.

No segundo episódio das 9:00 horas o comportamento térmico foi semelhante ao do primeiro, discutido anteriormente. Observa-se que houve temperaturas do ar mais elevadas no terraço do bairro Souza (PF2) e no divisor de águas em que se encontra o bairro Novo Cruzeiro (PF7). Ambientes menos aquecidos foram detectados no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9). Os pontos PF3, PF4 e PF5 obtiveram temperaturas do ar pouco destoantes (não mais que $0,5^{\circ}\text{C}$ entre eles), ao passo que PF6 se destacou em relação aos mesmos por registrar

temperatura do ar mais alta, diferente do que ocorreu no dia 18. Na comparação entre o campo e a cidade, a temperatura do ar quantificada no Sítio Gaspar (P1) foi superior à obtida na maioria dos pontos situados na malha urbana, tais como PF3, PF4, PF5, PF8 e PF9. Logo, o campo apresentou ser em média $1,4^{\circ}\text{C}$ mais quente que tais pontos da cidade. A maior variação de temperatura do ar na área de estudo foi entre pontos amostrais na malha urbana, PF7 e PF8, de $3,2^{\circ}\text{C}$ (Figura 50 e Quadro 21).

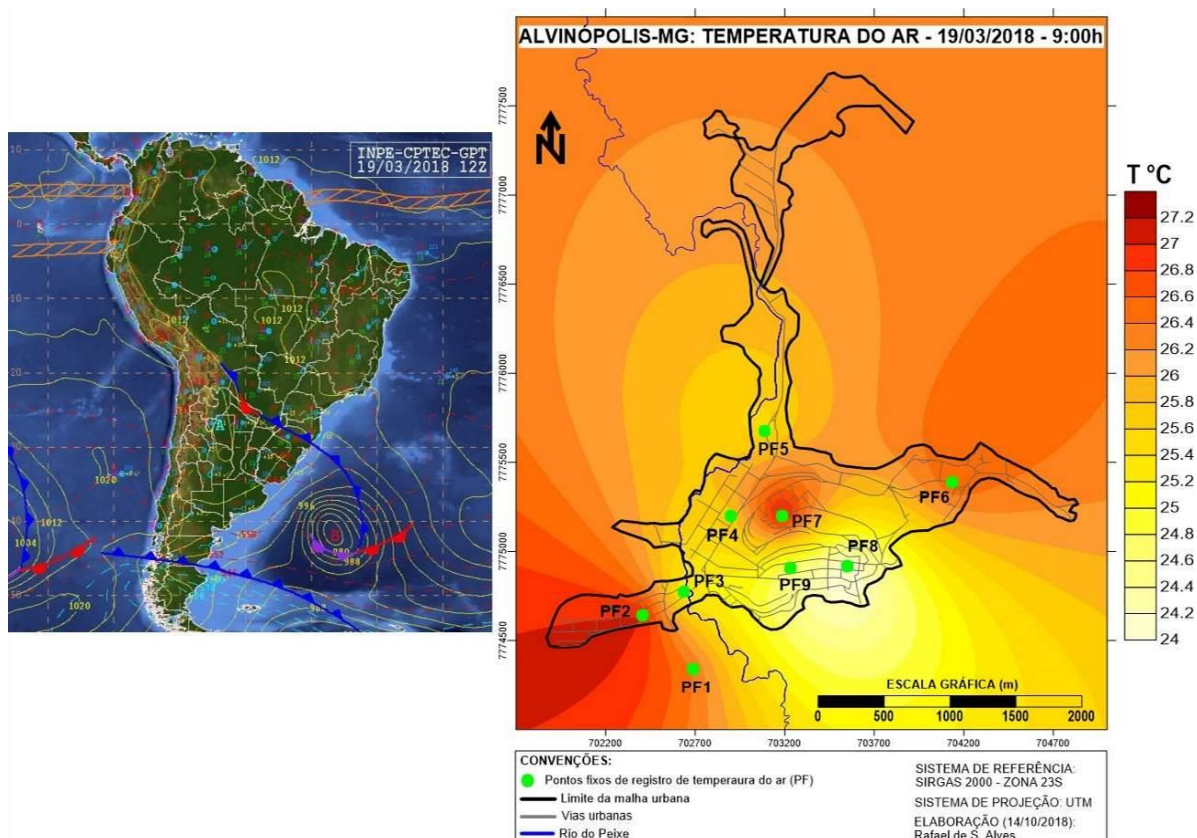


Figura 50. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 19/03/2018, às 9:00 horas.

No dia 20/03/2018, às 9:00 horas local, o Sistema Tropical Atlântico ainda atuante sobre Minas Gerais demonstrou rivalizar áreas de influência com o Sistema Polar Atlântico em progressão, cujo Sistema Frontal representa a zona de contato entre eles. O núcleo de baixa pressão situado próximo ao litoral de SP e RJ não provocou instabilidade em Alvinópolis-MG, sendo a condição de tempo atmosférico verificada neste episódio semelhante a dos dias anteriores neste mesmo horário. O núcleo da Alta Subtropical do Atlântico Sul, de 1022 hPa, manteve-se posicionado a oeste de 15°W , fora do domínio da carta, segundo o boletim de análise sinótica do CPTEC (Figura 51).

No terceiro episódio das 9:00 horas do mês de março os pontos PF2 (Souza) e PF6 (Parte Alta) foram os mais quentes, especialmente este último, com $33,1^{\circ}\text{C}$. O bairro Novo Cruzeiro

(PF7) que se destacou nos episódios anteriores por demonstrar temperaturas do ar mais elevadas, mostrou-se termicamente semelhante ao fundo de vale do bairro Souza (PF3) e ao centro da cidade (PF4 e PF5), cujas diferenças entre eles não foram superiores a $0,6^{\circ}\text{C}$. Novamente, no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9) foram quantificadas as menores temperaturas do ar. O contraste térmico entre o campo e a cidade foi caracterizado pelo predomínio de maior temperatura do ar no Sítio Gaspar (PF1) em relação à maioria dos pontos amostrais da malha urbana, sendo eles PF3, PF4, PF5, PF7, PF8 e PF9, com expressão máxima de 3°C (entre PF1 e PF8) e média de $1,3^{\circ}\text{C}$ a mais no campo do que em tais pontos da cidade. A maior variação na área de estudo foi entre pontos da malha urbana, PF6 e PF8, de $5,5^{\circ}\text{C}$ (Figura 51 e Quadro 21).

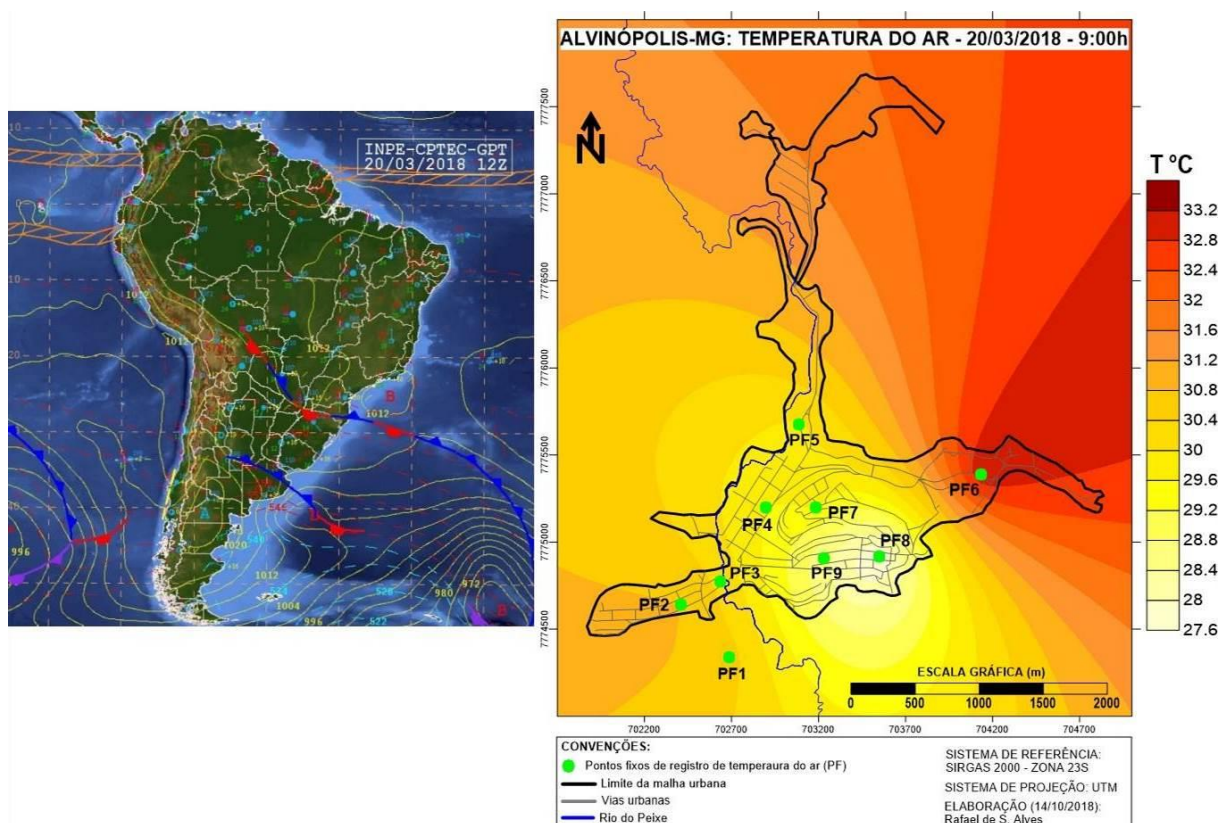


Figura 51. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 20/03/2018, às 9:00 horas.

Nos três episódios das 9:00 horas apresentados, em comparação às 6:00 horas, o arranjo espacial do campo térmico apresentou modificações no que tange aos locais mais e menos quentes. A área amostrada por PF3 deixou de ser a menos aquecida (conforme observado às 6:00 horas) em detrimento das menores temperaturas do ar registradas no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9), às 9:00 horas. Para tal, justifica-se a possibilidade dos equipamentos em PF8 e PF9 virem a ser iluminados pelo Sol tardiamente – em comparação aos

demais pontos da área de estudo –, por estarem alojados em quintais estreitos (sobretudo PF8, ainda rodeado por muros) e no fundo de vale de uma microbacia hidrográfica urbanizada.

Quadro 21. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 9:00h, episódios de verão, março de 2018.

PONTOS FIXOS (PF)	DIFERENÇAS (°C) ÀS 9h		
	18/03/2018	19/03/2018	20/03/2018
PF1 - Sítio Gaspar (Lala Paiva)	1,1	2,4	3,0
PF2 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 288	1,9	3,0	3,2
PF3 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 20	0,7	1,2	2,7
PF4 - Av. Padre José Marciano, n° 382	1,0	1,7	2,0
PF5 - Praça São Sebastião (Baixada), n° 171	0,8	1,5	2,4
PF6 - Rua do Rosário, n° 355	1,1	2,6	5,5
PF7 - Rua do Campos, n° 68	1,6	3,2	2,1
PF8 - Travessa da R. Antônio Menezes Terra com a R. José M. Azevedo, n° 16	0,0	0,0	0,0
PF9 - Rua Monsenhor Horta, n° 160	0,4	0,6	0,9

Elaborado por Rafael de Souza Alves, outubro de 2018.

O ponto PF2 no bairro Souza – que foi destaque por apontar maiores temperaturas do ar de maneira recorrente – tem seu entorno próximo revestido por piso de cerâmica, o que pode ter contribuído para o mais rápido aquecimento do ar nesta localidade, diferente do observado para as 6:00 horas.

O bairro Souza é caracterizado pelo uso residencial, predomínio de edificações entre um e dois pavimentos, baixo fluxo de pessoas e veículos. É constituído de três ruas principais paralelas entre si, uma revestida por asfalto, uma por pedra fincada e outra por bloquete de cimento (Quadro 13).

Em síntese, os fatores geourbanos ali prevalecentes pouco justificam as temperaturas do ar quantificadas em PF2, que podem ter sido sensivelmente mais elevadas em função do piso de cerâmica presente no quintal onde encontra-se o equipamento. Não se trata de dizer que as temperaturas do ar obtidas pelos termômetros se fazem pela relação única e direta entre o equipamento e o local que está fixado, em detrimento das características geourbanas que extrapolam seu ponto de permanência. Antes sim, de buscar interpretar os fatores intervenientes que possam sustentar a aplicação do conceito de ilha de calor, que neste caso suscita dúvidas.

O ponto PF7 é representativo de uma fração da malha urbana de uso residencial, edificações de um a dois pavimentos, baixo fluxo de pessoas e veículos, predomínio de pavimentação de bloquete de cimento e pedra fincada (Quadro 13). Ou seja, fatores geourbanos de menor potencial térmico, sobretudo quando comparado aos bairros Centro e Vila Manoel A. Puig. Entretanto, por ser favorecido pela localização no sítio urbano em maiores altitudes, com menos obstruções à radiação solar por conta da sinuosidade do relevo e paredes das edificações,

também se destacou com temperaturas do ar mais elevadas nos dois primeiros episódios das 9:00 horas, ao contrário das 6:00 horas. Logo, o comportamento térmico desta área – no horário em questão – é justificado mais pelas condições geoambientais do que geourbanas que encerra, configurando-se, portanto, como um núcleo de calor.

Conforme dito nas páginas anteriores, no mês de março houve chuvas praticamente todos os dias na área de estudo, inclusive nos dias precedentes aos tomados para análise. Sendo assim, a paulatina redução da umidade acumulada na terra ao longo dos três episódios das 9:00 horas amostrados, seja um fator a contribuir na compreensão do aumento da temperatura do ar em PF6⁷⁷ ao longo dos mesmos, em comparação aos demais pontos da área de estudo. Isso porque o menor teor de umidade na terra implica na redução da inércia e capacidade térmica, bem como na maior rapidez de absorção e concessão de calor para o ambiente. O comportamento térmico da terra exposta é semelhante ao dos materiais usados na construção civil, e quando muito seca, semelhante ao asfalto (JARDIM, 2007; UGEDA JUNIOR, 2012).

No verão, o arranjo do campo térmico observado na segunda medição da manhã a partir dos registros por pontos fixos (às 9:00 horas), foi destoante do verificado no segundo horário da manhã a partir dos registros por transectos móveis intermitentes (às 10:00 horas, horário de verão). Tais diferenças são no tocante as áreas que apresentaram maiores e menores temperaturas do ar de maneira mais recorrente. Por exemplo, enquanto os registros móveis apontaram predominância de temperaturas do ar mais elevadas no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig em comparação à maioria dos pontos situados nos demais bairros, os pontos fixos apontaram outro contrário. Também na magnitude das discrepâncias térmicas na área de estudo, sendo elas, novamente, mais pronunciadas no emprego da técnica dos transectos móveis intermitentes. Já na relação campo-cidade os dados registrados a partir das duas técnicas apontaram para uma mesma situação; ambos revelaram que a temperatura do ar obtida no campo é maior que a obtida na maioria dos pontos amostrais situados na malha urbana.

⁷⁷ Situado em um amplo quintal com terra exposta (Quadro 13).

6.2.7. Por Pontos Fixos às 15:00 Horas

No dia 18/03/2018 o Sistema Tropical Atlântico se manteve presente às 15 horas local, assim como observado no período da manhã. O cavado sobre o oceano Atlântico, na altura do litoral do Rio de Janeiro, não apresentou força a ponto de drenar quantidade significativa de umidade para o interior do continente e provocar chuvas na área de estudo, bem como elevada nebulosidade. A Alta Subtropical do Atlântico Sul apresentou núcleo de 1020 hPa, localizado à leste de 30°W (fora do domínio da carta), segundo o boletim de análise sinótica do CPTEC (Figura 52).

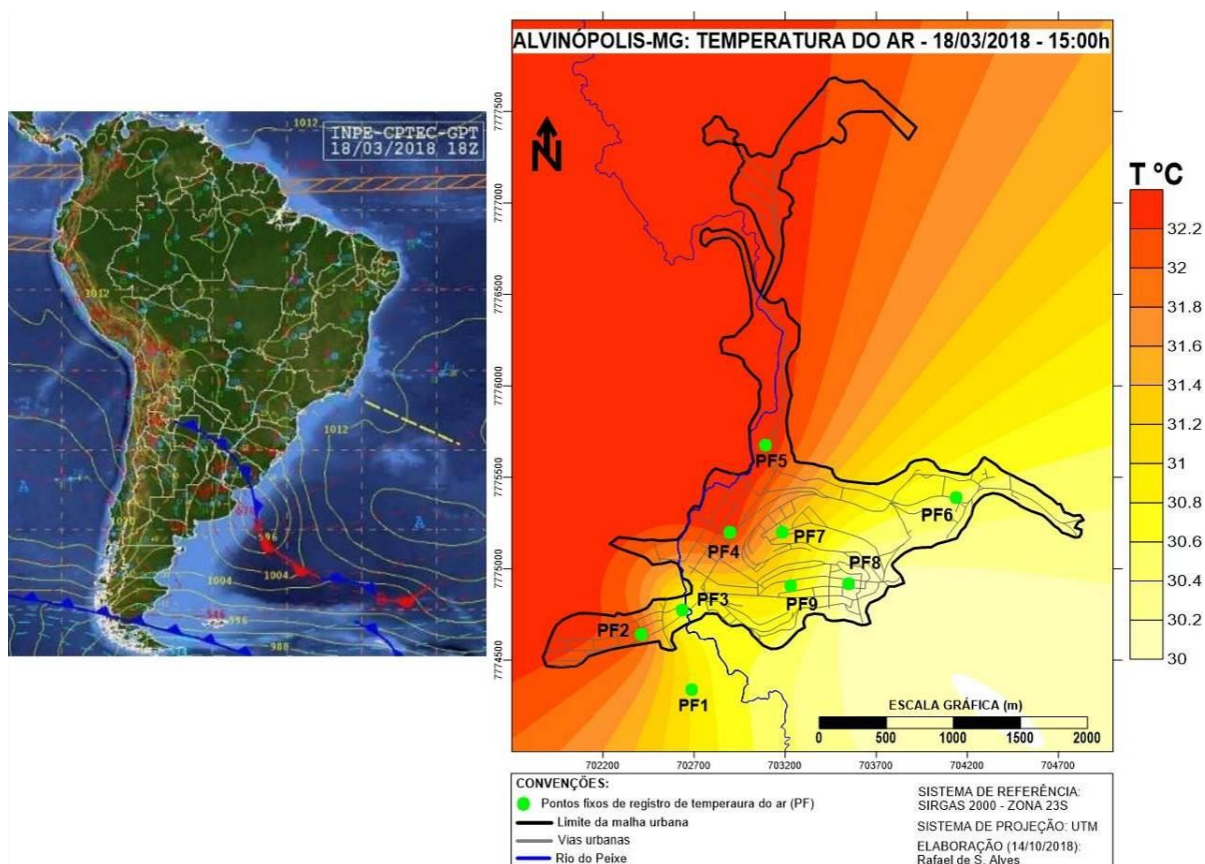


Figura 52. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 18/03/2018, às 15:00 horas.

No primeiro episódio das 15:00 horas, aos 18 de março de 2018, no centro da cidade foram registradas as maiores temperaturas do ar, conforme verifica-se nos pontos PF4 (32,3°C) e PF5 (32,4°C), localmente denominados “Gaspar” e “Baixada ou Praça São Sebastião”, respectivamente. Nessa toada, encontra-se PF2 (32,1°C), no bairro Souza. Os pontos mais frescos foram PF3, PF6 (ambos com 30,6°C) e PF8 (30,1°C), bairros Souza (fundo de vale), Parte Alta e Vila Manoel A. Puig, respectivamente. O ponto amostral do campo (PF1) obteve

temperatura do ar inferior a quatro pontos da malha urbana (PF2, PF4, PF5 e PF7), sendo em média 1°C de diferença. Entretanto, foi em média 0,6°C mais quente que outros três pontos da malha urbana (PF3, PF6 e PF8) e equivalente a PF9. Sendo assim, não é possível afirmar que o campo demonstrou ser mais ou menos aquecido que a maioria das áreas amostrais da malha urbana. Por último, a maior diferença térmica na área de estudo foi entre dois pontos situados na cidade, PF5 e PF8, sendo ela de 2,3°C (Figura 52 e Quadro 22).

No dia 19/03/2018 o Sistema Tropical Atlântico continuou atuante sobre todo o estado de Minas Gerais, assim como observado neste dia às 09h. O Sistema Polar Atlântico na retaguarda da Frente Fria ondulada por ramos quentes, se fez presente na porção austral do território brasileiro, e ventos de sul foram identificados sobre Minas Gerais, conforme simbologia da carta sinótica. A Alta Subtropical do Atlântico Sul manteve-se posicionada a leste de 15°W (fora do domínio da carta), com núcleo de 1020 hPa, conforme o boletim de análise sinótica do CPTEC (Figura 53). Em Alvinópolis-MG o tempo atmosférico foi de estabilidade.

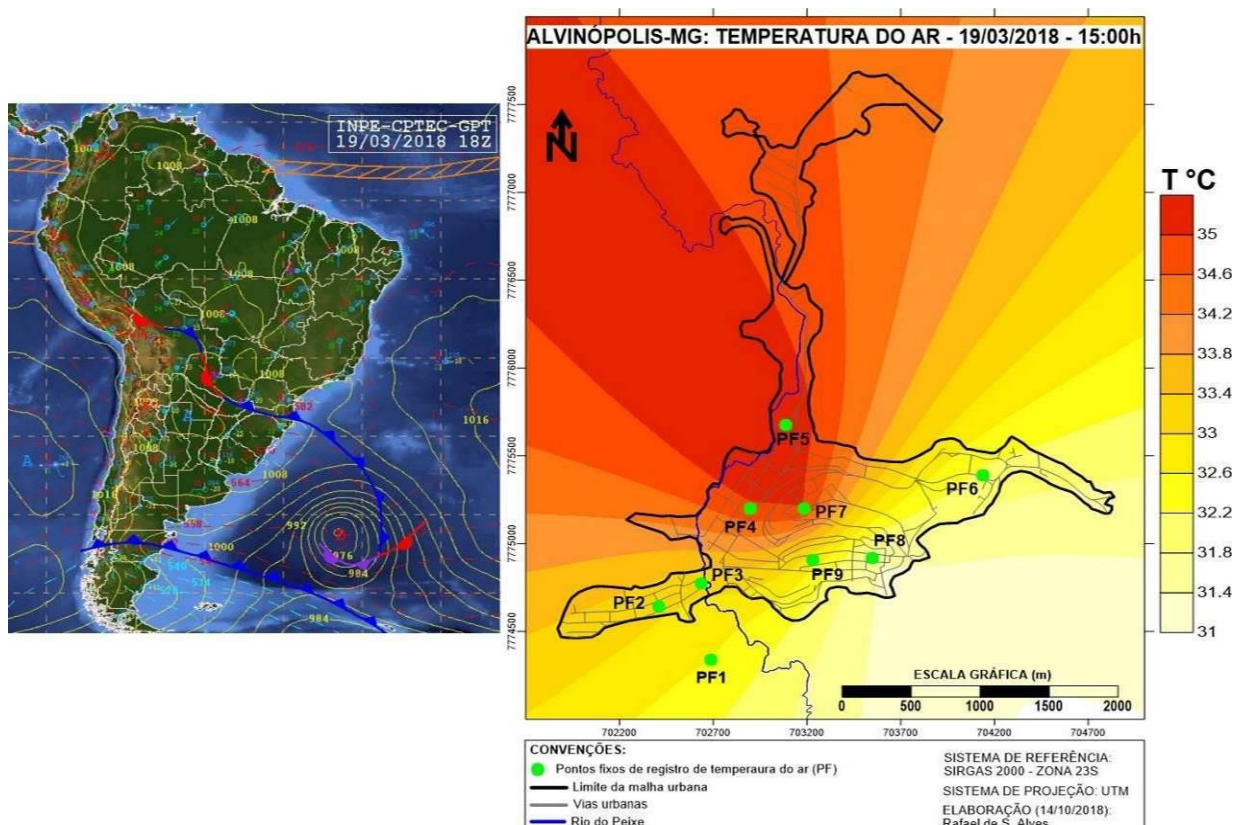


Figura 53. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 19/03/2018, às 15:00 horas.

No segundo episódio das 15:00 horas do mês de março de 2018, novamente as temperaturas do ar mais altas foram no centro da cidade, em PF4 (34,9°C) e PF5 (35,3°C).

Semelhante a eles foi PF7, com 35°C, no bairro Novo Cruzeiro. Observa-se que mesmo situados em locais de características geourbanas diferentes – como forma e densidade de edificações, áreas verdes, fluxos de pessoas e veículos – tais localidades obtiveram valores relativamente aproximados. Já as áreas com temperaturas do ar menores foram o fundo de vale da Vila Manoel A. Puig, no que compete a PF8 (31,5°C), e o bairro Parte Alta, representado por PF6 (32,1°C), reafirmando o comportamento identificado no dia anterior. No que se refere às disparidades entre o campo e a cidade, no Sítio Gaspar (PF1) a temperatura do ar mensurada foi inferior à maioria daquelas obtidas em pontos da malha urbana, como de PF2 a PF5, PF7 e PF9, sendo em média 1,4°C a menos. Logo, a malha urbana mostrou-se majoritariamente mais aquecida que o campo. Ademais, a maior discrepância térmica identificada na área de estudo foi de 3,8°C, entre PF5 e PF8, nos limites da malha urbana (Figura 53 e Quadro 22).

No dia 20/03/2018, às 15h local, foi observado uma Frente Fria sobre o Atlântico ondulada por ramos quentes na sua extremidade sobre o continente. Este sistema transiente demonstra dividir a área de influência do Sistema Polar Atlântico (na retaguarda) e do Sistema Tropical Atlântico (na dianteira). Logo, Minas Gerais permaneceu envolvido por este último e a receber ventos de norte, conforme simbologia da carta sinótica. A Alta Subtropical do Atlântico Sul apresentou núcleo de 1020 hPa, posicionado a oeste de 15°W (fora do domínio da carta), conforme informações do boletim de análise sinótica do CPTEC (Figura 54). Em Alvinópolis-MG o céu apresentou baixa nebulosidade e houve ausência de chuva. As temperaturas do ar mantiveram-se acima dos 30°C.

Neste terceiro episódio das 15:00 horas do mês de março de 2018, o campo térmico em Alvinópolis-MG foi caracterizado por temperaturas do ar mais elevadas na praça São Sebastião/”Baixada” (PF5-36,4°C), constituinte do bairro Centro. Da mesma forma, se destacaram os bairros Souza (PF2-35,4°C) e Novo Cruzeiro (PF7-35,2°C), em conformidade aos registros do dia anterior. Caracterizou-se ainda por, novamente, conter menores temperaturas do ar em PF8 (30,8°C) e PF6 (33,2°C), bairros Vila Manoel A. Puig e Parte Alta, respectivamente. As variações entre o campo e cidade apontam que em PF1 (Sítio Gaspar) a temperatura do ar obtida (33,5°C) foi inferior à maioria daquelas registradas no interior da malha urbana, especificamente em PF2, PF3, PF4, PF5, PF7 e PF9, sendo em média 1,2°C a menos. A maior discrepância térmica entre o campo e cidade foi de 2,9°C, comparando-se PF5 com PF1; já na área de estudo foi de 5,6°C, comparando-se PF5 com PF8 (Figura 54 e Quadro 22).

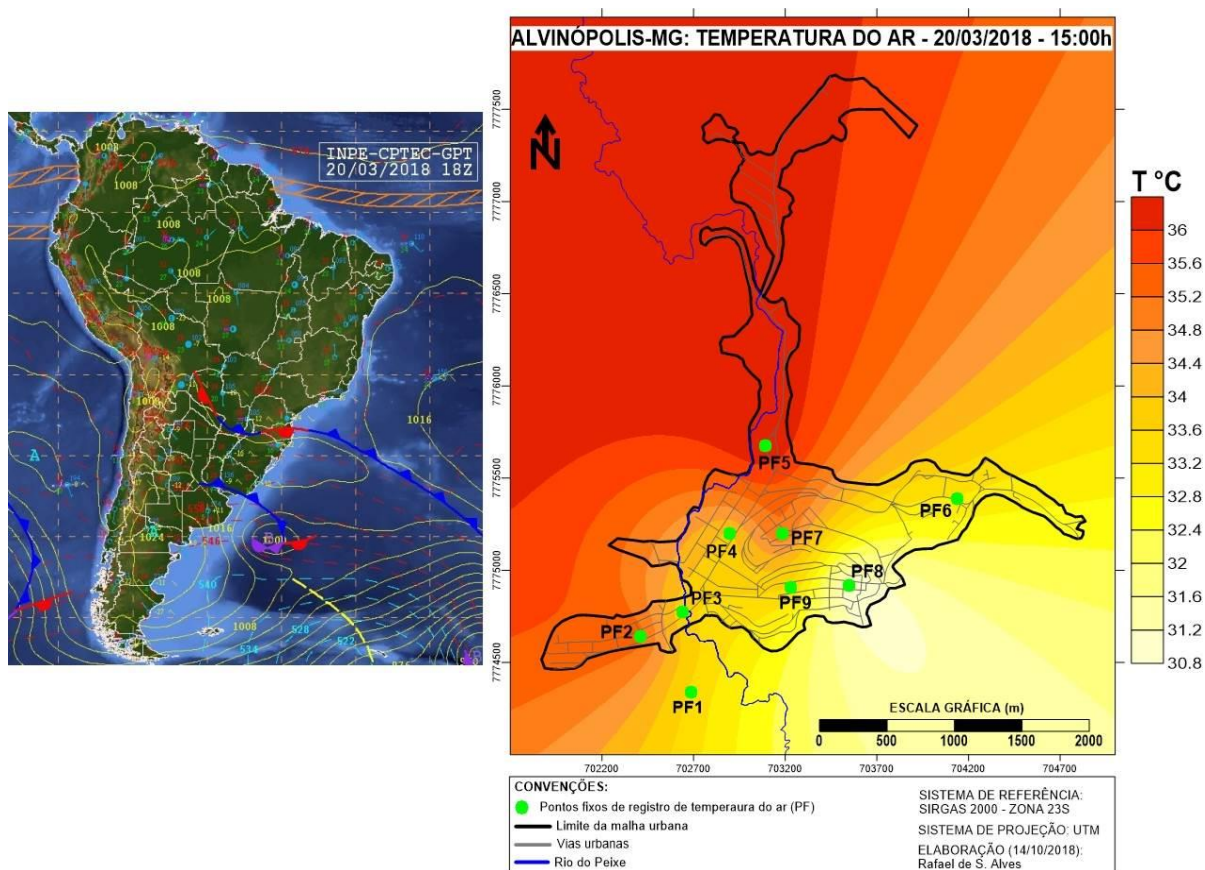


Figura 54. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 20/03/2018, às 15:00 horas.

Quadro 22. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 15:00h, episódios de verão, março de 2018.

PONTOS FIXOS (PF)	DIFERENÇAS (°C) ÀS 15h		
	18/03/2018	19/03/2018	20/03/2018
PF1 - Sítio Gaspar (Lala Paiva)	0,9	1,1	2,7
PF2 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 288	2,0	1,6	4,6
PF3 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 20	0,5	1,6	2,9
PF4 - Av. Padre José Marciano, n° 382	2,2	3,4	3,1
PF5 - Praça São Sebastião (Baixada), n° 171	2,3	3,8	5,6
PF6 - Rua do Rosário, n° 355	0,5	0,6	2,4
PF7 - Rua do Campos, n° 68	1,2	3,5	4,4
PF8 - Travessa da R. Antônio Menezes Terra com a R. José M. Azevedo, n° 16	0,0	0,0	0,0
PF9 - Rua Monsenhor Horta, n° 160	0,9	1,3	2,8

Elaborado por Rafael de Souza Alves, outubro e 2018.

Os maiores contrastes térmicas na área de estudo segundo os registros por pontos fixos ocorreram no período da tarde – tal como verificou-se em janeiro com uso dos transectos móveis intermitentes –, com variações entre 2,3°C a 5,6°C.

Em suma, os bairros Souza (PF2), Centro (PF4 e PF5) e Novo Cruzeiro (PF7) demonstraram ser os locais onde predominam as maiores temperaturas do ar, de acordo com os registros por pontos fixos no horário em questão, embora localizados em ambientes com fatores

geourbanos e fluxos diários desiguais. Os mesmos são relativos à faixa sudoeste, centro-oeste e norte da área de estudo.

Nota-se que no dia 18/03/2018 (Figura 52), os pontos PF2, PF4 e PF5 acusaram valores de temperaturas do ar aproximados, conquanto representem locais cuja densidade e forma das edificações sejam díspares, bem como a proporção de áreas verdes, fluxos de pessoas e veículos próximos. O mesmo se pode considerar para os pontos PF4, PF5 e PF7 no dia 19/03/2018 (Figura 53, Quadro 13 e Quadro 22). Dessa forma, o arranjo do campo térmico apresentou ser norteado mais pela posição do disco solar em relação à posição dos equipamentos e setores da cidade, do que pelo tipo de uso e ocupação da terra e as dinâmicas intraurbanas que intensificam o calor. Tanto assim que, em PF5, foi registrado a maior temperatura do ar nos três episódios em baila, mesmo situado em um local com maior presença de áreas verdes próximas, menor densidade de edificações e dinâmicas urbanas ao entorno quando comparado a PF4, por exemplo.

A aplicação do conceito de ilha de calor para as diferenças positivas de temperatura do ar identificadas entre os pontos amostrais é precipitada, por não ter sido observado uma estreita relação entre elas e os fatores geourbanos que aguçam a carga térmica do ambiente. Logo, de maneira generalizada, os espaços amostrados pelos pontos PF2, PF4, PF5 e PF7 configuram-se como núcleos de calor no horário em apreço.

De acordo com os registros por transectos móveis intermitentes em janeiro de 2018, às 16:00 horas (horário de verão), os fundos de vale e vertente norte da Vila Manoel A. Puig e o bairro Parte Alta demonstraram ser habitualmente os locais de maiores temperaturas do ar (juntamente com o bairro Monte). Contudo, eles foram apontados como os mais frescos pelos registros com pontos fixos, o que implica avaliar que a conformação do campo térmico segundo as duas técnicas de medições empregadas não foi coincidente, no que tange ao período da tarde na estação de verão.

Fialho (2009) afirma que os estudos de clima urbano até então desenvolvidos denunciam um aquecimento mais rápido do campo que da cidade durante o dia, o que explicaria as maiores temperaturas do ar no meio rural nestes horários.

No que diz respeito aos contrastes térmicos entre o campo e cidade, foi observado que a maioria dos pontos fixos amostrais situados na malha urbana registraram temperaturas do ar superiores ao ponto fixo situado no campo. Este mesmo comportamento foi identificado às 16:00 horas em janeiro, segundo registros por transectos móveis intermitentes. Desta maneira, a tendência nos estudos de clima urbano apontada por Fialho (2009) não foi verificada em

Alvinópolis-MG nos episódios de verão, perante as duas técnicas de registro da temperatura do ar utilizadas.

6.2.8. Por Pontos Fixos às 21:00 Horas

No dia 18/03/2018, às 21h local, o tempo atmosférico em Alvinópolis-MG manteve-se em condições de estabilidade, assim como verificado nos demais horários ao longo deste dia, sob atuação do Sistema Tropical Atlântico. Grande parte de Minas Gerais manteve-se envolvido por isóbaras de 1012 hPa e ventos de sudoeste adentravam o interior do estado, na mesma posição de avanço da Frente Fria situada no Rio Grande do Sul (Figura 55). A Alta Subtropical do Atlântico Sul apresentou valor de 1020 hPa à leste de 30°W (fora do domínio da carta), segundo o boletim de análise sinótica do CPTEC.

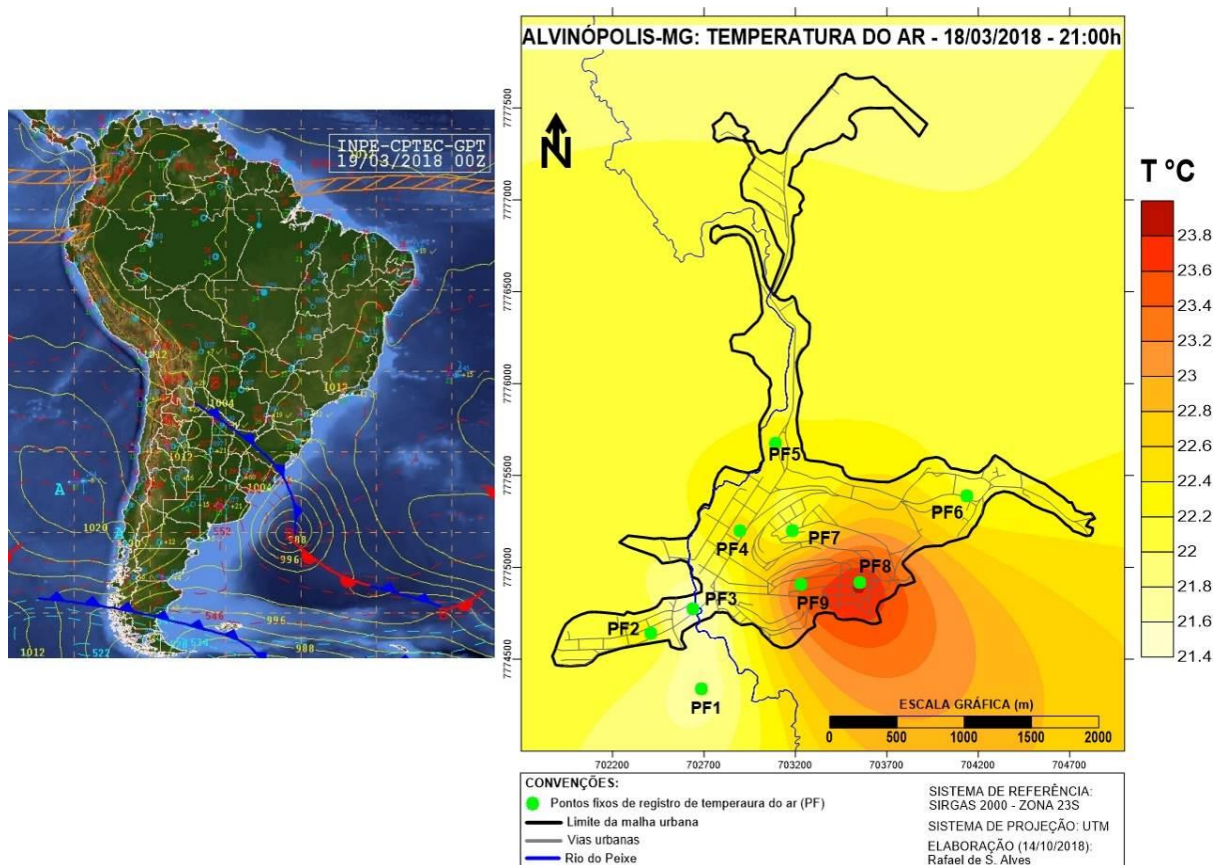


Figura 55. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 18/03/2018, às 21:00 horas.

O campo térmico em Alvinópolis-MG no dia 18/03/2018, às 21:00 horas, foi marcado por temperaturas do ar mais baixas no campo (PF1-21,6°C) e no bairro Souza, próximo ao Rio do Peixe (PF3-21,4°C). As temperaturas do ar mais elevadas ocorreram nos fundos de vale da

Vila Manoel A. Puig, assistidos por PF8 (23,9°C) e PF9 (23,5°C). Os demais pontos de medição distribuídos na área de estudo obtiveram valores semelhantes, entre 22°C e 22,5°C. Observou-se que no campo (PF1) a temperatura do ar quantificada foi inferior a todas as registradas na malha urbana, exceto em PF3. Sendo assim, em relação aos demais pontos da área de estudo, o campo mostrou-se ser em média 1°C mais fresco que a cidade. A maior diferença térmica entre estes dois espaços foi de 2,3°C (PF8 menos PF1), já na área de estudo como um todo foi de 2,5°C, entre localidades no interior da malha urbana, PF8 e PF3 (Figura 55 e Quadro 23).

No dia 19/03/2018 o Sistema Tropical Atlântico continuou atuante sobre Minas Gerais, assim como observado neste dia às 09h e 15h. A Frente Fria ondulada por ramos quentes observada nos horários anteriores deste dia pouco avançou em direção as baixas latitudes. Ventos de nordeste foram identificados adentrando Minas Gerais. A Alta Subtropical do Atlântico Sul obteve valor de 1020 hPa à leste de 15°W (fora do domínio da carta), segundo o boletim de análise sinótica do CPTEC (Figura 56). As condições atmosféricas em Alvinópolis-MG foram de estabilidade.

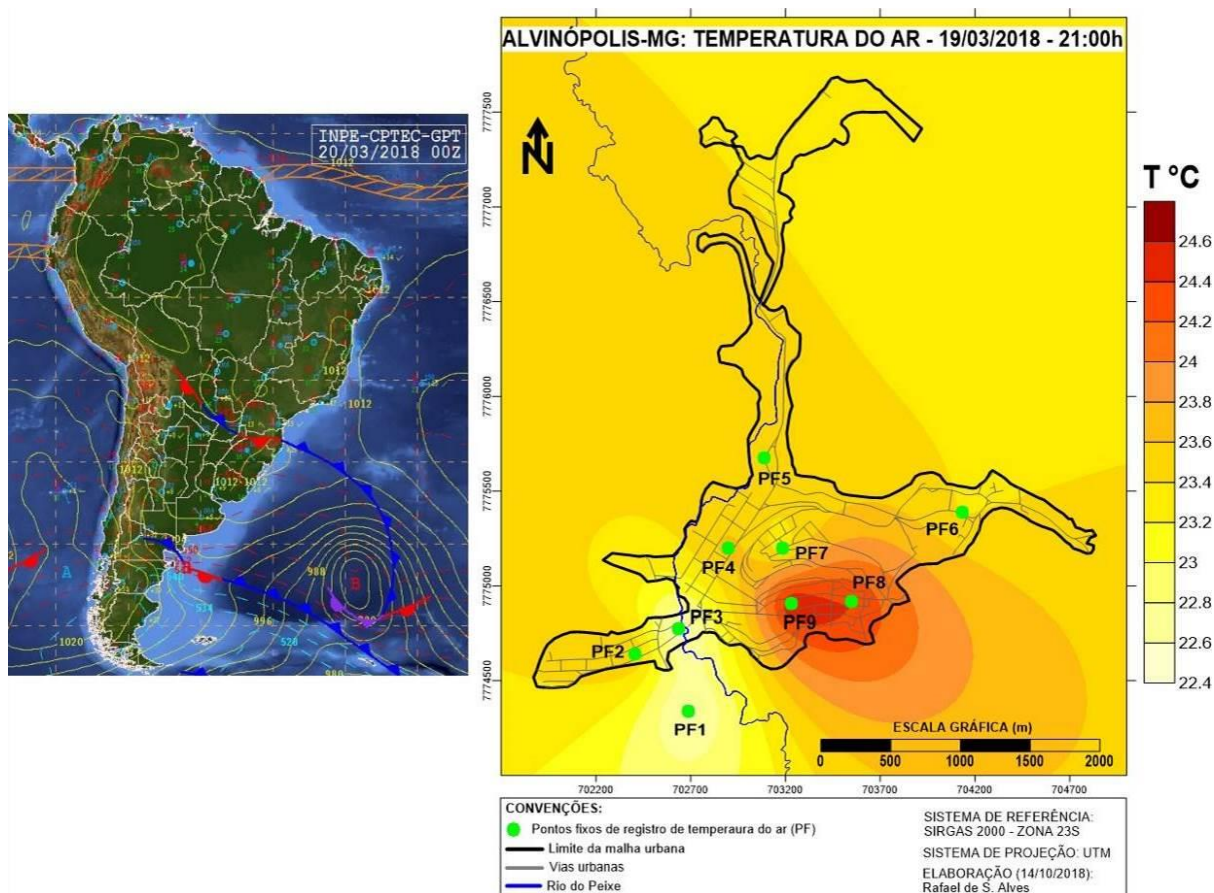


Figura 56. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 19/03/2018, às 21:00 horas.

No segundo episódio das 21:00 horas do mês de março de 2018 o campo térmico em Alvinópolis-MG apresentou o mesmo padrão do dia anterior, neste mesmo horário. Novamente as maiores temperaturas do ar foram na Vila Manoel A. Puig (PF8-24,4°C e PF9-24,6°C), e as menores no campo (PF1-22,5°C) e próximo ao Rio do Peixe no bairro Souza (PF3-22,4°C). As demais localidades obtiveram valores entre 23°C e 23,7°C. Apenas em PF3 foi quantificado uma temperatura do ar inferior a PF1, sendo assim, o ar na cidade mostrou-se predominantemente mais aquecido que no campo, em média 1,3°C. A maior variação entre o campo e a cidade foi de 2,1°C (PF9 menos PF1), já na área de estudo foi de 2,2°C, conforme a diferença entre PF9 e PF3 (Figura 56 e Quadro 23).

No dia 20/03/2018 o Sistema Tropical Atlântico atuante sobre Minas Gerais propiciou estabilidade atmosférica na área de estudo, não sendo esta afetada pelo núcleo de baixa pressão posicionado no oceano Atlântico, na altura do litoral sul capixaba. A Alta Subtropical do Atlântico Sul obteve valor de 1024 hPa à leste de 10°W (fora do domínio da carta), conforme o boletim de análise sinótica do CPTEC (Figura 57).

No terceiro episódio das 21:00 horas do mês de março de 2018 as variações térmicas na área de estudo revelaram-se sutilmente mais delineadas em comparação aos dias anteriores, mantendo os padrões identificados para o horário. Sítio Gaspar (PF1-23,5°C) e fundo de vale do bairro Souza (PF3-23,6°C) permaneceram como localidades mais frescas, ao passo que a Vila Manoel A. Puig (PF8-26,3°C e PF9-26,1°C) reafirmou sua característica de detentora das maiores temperaturas do ar. Foi observado no centro da cidade, nas imediações de PF4, temperatura do ar (25°C) sensivelmente superior à quantificada nos pontos PF2, PF5, PF6 e PF7, o que faz jus às características geourbanas da sua área face aos aspectos geourbanos dos locais representados por tais pontos. O mesmo pode-se considerar para a temperatura do ar um pouco mais baixa extraída em PF7 (23,8°C). O ar na cidade apresentou ser mais aquecido que o ar no campo segundo todos os pontos de registro da malha urbana, em média 1,1°C a mais. A maior variação entre o campo e a cidade foi de 2,8°C (PF8 menos PF1), já na área de estudo foi de 2,8°C, conforme a diferença entre PF8 e PF1 (Figura 57 e Quadro 23).

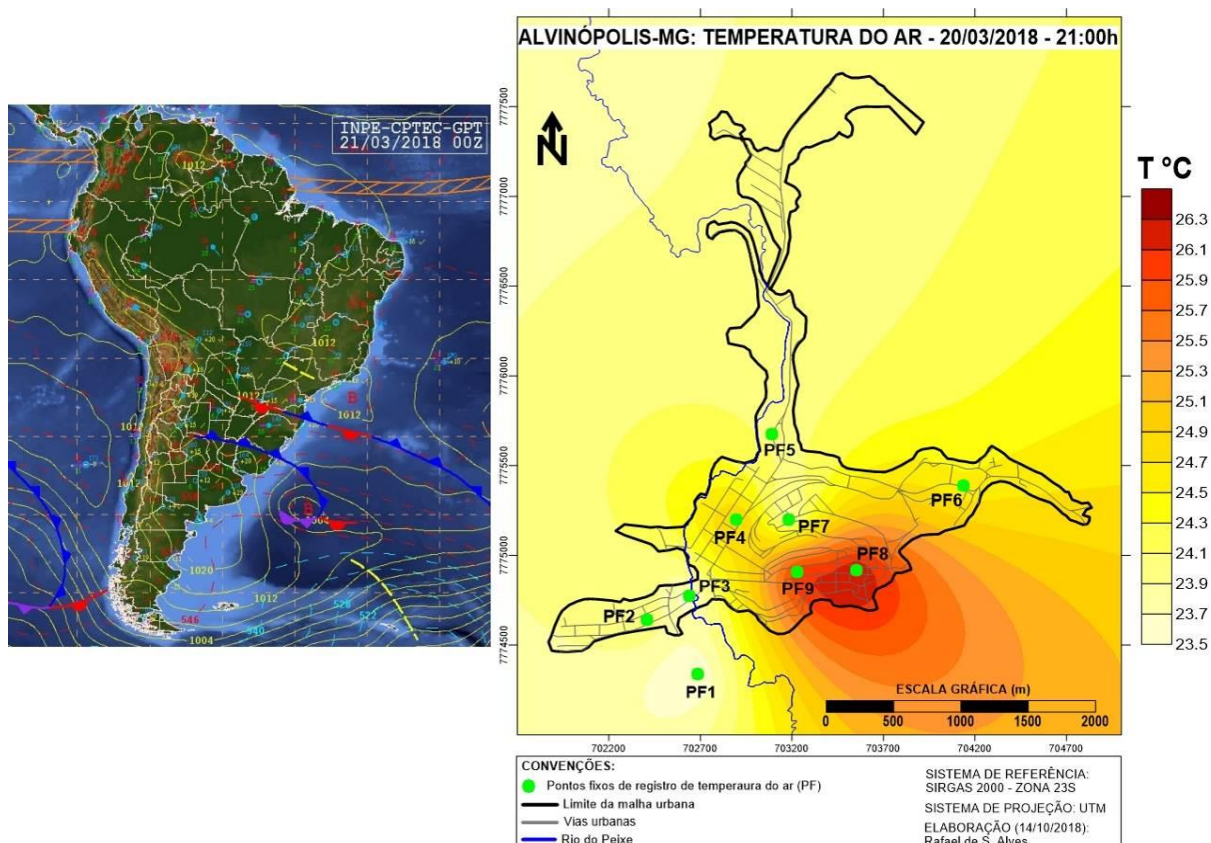


Figura 57. Carta sinótica da América do Sul e campo térmico de Alvinópolis-MG por pontos fixos, dia 20/03/2018, às 21:00 horas.

Quadro 23. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 21:00h, episódios de verão, março de 2018.

PONTOS FIXOS (PF)	DIFERENÇAS (°C) ÀS 21h		
	18/03/2018	19/03/2018	20/03/2018
PF1 - Sítio Gaspar (Lala Paiva)	0,2	0,1	0,0
PF2 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 288	0,9	1,2	0,6
PF3 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 20	0,0	0,0	0,1
PF4 - Av. Padre José Marciano, n° 382	1,1	1,3	1,5
PF5 - Praça São Sebastião (Baixada), n° 171	0,8	1,1	0,6
PF6 - Rua do Rosário, n° 355	0,7	1,0	1,0
PF7 - Rua do Campos, n° 68	0,6	0,9	0,3
PF8 - Travessa da R. Antônio Menezes Terra com a R. José M. Azevedo, n° 16	2,5	2,0	2,8
PF9 - Rua Monsenhor Horta, n° 160	2,1	2,2	2,6

Elaborado por Rafael de Souza Alves, março de 2018.

Em síntese, às 21 horas, os equipamentos distribuídos na malha urbana registraram temperaturas do ar predominantemente superiores às registradas no campo, sendo em média 1°C a 1,3°C a mais. O contraste térmico mais expressivo entre estes dois espaços foi de 2,8°C, no dia 20/03/2018, entre PF8 (na cidade, mais quente) e PF1 (no campo, menos quente) conforme verifica-se na Figura 57 e no Quadro 23.

As diferenças entre o campo e a cidade observadas – ainda que de baixa magnitude e numa cidade de pequeno porte – endossam a compreensão do papel exercido pela massa edificada da cidade no balanço de energia. Devido às suas propriedades térmicas e rugosidade da superfície, as áreas dotadas de construção civil são mais eficientes em armazenar energia e liberá-la para o alto da atmosfera mais lentamente, quando comparado aos espaços abertos (GEIGER, 1961; LANDSBERG, 2006; BARRY e CHORLEY, 2013). Sendo assim, tem-se como resultado um maior saldo positivo de energia nas áreas construídas, uma vez que a atmosfera e o ambiente urbano se amalgamam numa relação integrada e dinâmica (MONTEIRO, 1990c).

Nos três episódios apresentados as maiores temperaturas do ar quantificadas foram pelos equipamentos (PF8 e PF9) instalados na fração da malha urbana mais densamente ocupada, cujo sítio urbano é um fundo de vale envolvido por encostas íngremes. Logo, os fatores de ordem geoambiental e geourbana se coadunam e propiciam a formação de uma ilha de calor no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig. Esta foi de 2,5°C em PF8, no dia 18 (Figura 55); de 2,2°C em PF9, no dia 19 (Figura 56); e de 2,8°C em PF8, no dia 20 (Figura 57). Todas de moderada intensidade, tal como predominou nos episódios de janeiro de 2018 às 22 horas mediante os transectos móveis intermitentes.

Foi observado que a conformação do campo térmico às 21 horas, nos três episódios de março de 2018, foi semelhante à observada nos três episódios das 22 horas no mês de janeiro de 2018. Desta maneira, as duas técnicas de registro da temperatura do ar empregadas revelaram-se sincronizadas no período da noite, na estação de verão.

Assim como feito para os episódios de janeiro, cabe relacionar as análises do campo térmico por pontos fixos nos episódios de março de 2018 – no que compete aos padrões mais recorrentes –, com a conformação do potencial térmico da malha urbana, obtido através da integração dos fatores geourbanos e geoambientais (Figura 33).

Às 6:00 e 21:00 horas as menores temperaturas do ar foram insistentes no leito maior do Rio do Peixe (PF3, Souza), e as maiores no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9), onde ilhas de calor foram identificadas. Segundo a conformação do potencial térmico da malha urbana, que considera a interveniência dos fatores geourbanos, no leito maior do Rio do Peixe não foi observado o predomínio de potencial térmico muito baixo (1) ou baixo (2), de forma a inferir que esta localidade é mais propensa às menores temperaturas do ar perante o potencial térmico dominante nos outros setores da cidade. Já os fundos de vale da Vila Manoel A. Puig não se distinguiram dos demais bairros da cidade, a ponto de apresentar hegemonia de

potencial térmico muito alto (5), que levasse a adverti-la como a mais favorável às maiores temperaturas do ar e ocorrência da ilha de calor, na comparação com as demais áreas edificadas. Os mesmos obtiveram predomínio de potencial térmico alto (4), que foi generalizado na área de estudo, manifestando-se em todos os bairros da cidade, ao longo dos espaços dotados com construção civil (Figura 33).

Às 9:00 e 15:00 horas, as temperaturas do ar elevadas ocorreram no terraço do bairro Souza (PF2) e no bairro Novo Cruzeiro (PF7). Entretanto, assim como grande parte da área dotada com construção civil nos demais bairros, no Souza houve predomínio de potencial térmico alto (4) e pequenas áreas com potencial médio (3), sem notar a ocorrência de potencial térmico muito alto (5), que pudesse sinalizar a propensão desta parte da área de estudo às maiores temperaturas do ar, na comparação com outras áreas edificadas da cidade. O Novo Cruzeiro apresentou predominância de potencial térmico médio (3) e pequenas áreas com potencial baixo (2), contrariando os valores de temperaturas do ar ali observados. Ainda naqueles horários, as menores temperaturas do ar se deram, sobretudo, nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig, onde observou-se a predominância de potencial térmico alto (4), conforme visualiza-se na Figura 33.

Diante do exposto, afirma-se que as áreas de ocorrência de maiores e menores temperaturas do ar no interior da malha urbana não apresentaram estreitas correspondências com a espacialidade dos potenciais térmicos. Porém, ao confrontar as temperaturas do ar registradas na cidade com a obtida no campo (PF1), foi identificado que às 6:00 e 21:00 horas as temperaturas do ar no interior da malha urbana foram superiores às registradas em PF1, em todos episódios analisados. Com efeito, esta constatação vai ao encontro do que se observou na análise de integração dos fatores geourbanos e geoambientais, em que, ao nível hipotético, o uso e ocupação da terra vigente na cidade de Alvinópolis aguça a ocorrência de áreas propícias a terem maiores temperaturas do ar em relação ao entorno não urbanizado, contribuindo para a singularidade do seu campo térmico.

6.3. O Campo Térmico em Alvinópolis-MG nos Episódios de Inverno de 2018

6.3.1. Por Transectos Móveis Intermitentes e Pontos Fixos às 6:00 Horas

No dia 23/07/2018 – primeiro episódio das 6:00 horas no inverno – houve ausência de precipitação e nuvens em Alvinópolis-MG.

Os registros feitos através dos transectos móveis intermitentes apontaram menores temperaturas do ar no campo em comparação a malha urbana. A rigor, no Morro Sombrio (P1) foi registrado o menor valor da área de estudo ($10,8^{\circ}\text{C}$), em média $1,3^{\circ}\text{C}$ a menos que os obtidos na cidade. Já na Fazendinha Baluarte (P11), a temperatura do ar verificada ($11,8^{\circ}\text{C}$) foi menor que a maioria das registradas na cidade, em média $0,5^{\circ}\text{C}$ a menos, exceto em relação a P3, P4, P9 e P10. A maior variação térmica entre o campo e a cidade – e também na área de estudo como um todo – foi de $1,8^{\circ}\text{C}$, como observa-se ao comparar P7 e P20 com P1 (Figura 58 e Quadro 24).

Os registros por pontos fixos, no mesmo episódio em voga, também sinalizou a predominância da menor temperatura do ar no campo (PF1-Sítio Gaspar, $10,1^{\circ}\text{C}$) em relação a maioria dos pontos amostrais situados na malha urbana, exceto PF3 (bairro Souza, próximo ao Rio do Peixe) que obteve o menor valor ($9,9^{\circ}\text{C}$) na área estudo. Em média, PF1 foi $1,5^{\circ}\text{C}$ menos quente que a cidade. A maior amplitude térmica entre o campo e a cidade foi de $2,6^{\circ}\text{C}$, entre PF8 e PF1, superior à desvelada pelos transectos móveis. Já o maior contraste na área de estudo foi entre pontos amostrais da malha urbana, PF8 e PF3, de $2,8^{\circ}\text{C}$ (Figura 58 e Quadro 24).

Segundo os transectos móveis intermitentes do dia 23, o centro da cidade (P6-Posto Ipiranga, P7-próximo à biblioteca municipal, P8-Praça São Sebastião, P20-Av. Padre José Marciano) e setores do bairro Vila Manoel A. Puig (P17 e P19-fundo de vale, P18-vertente norte) foram as áreas mais quentes na configuração do campo térmico identificado, com temperaturas do ar entre $12,3^{\circ}\text{C}$ a $12,6^{\circ}\text{C}$. Os registros fixos, de maneira semelhante, acusaram os bairros Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9) e Centro (nas imediações de PF4) como detentores de maiores temperaturas do ar (Figura 58).

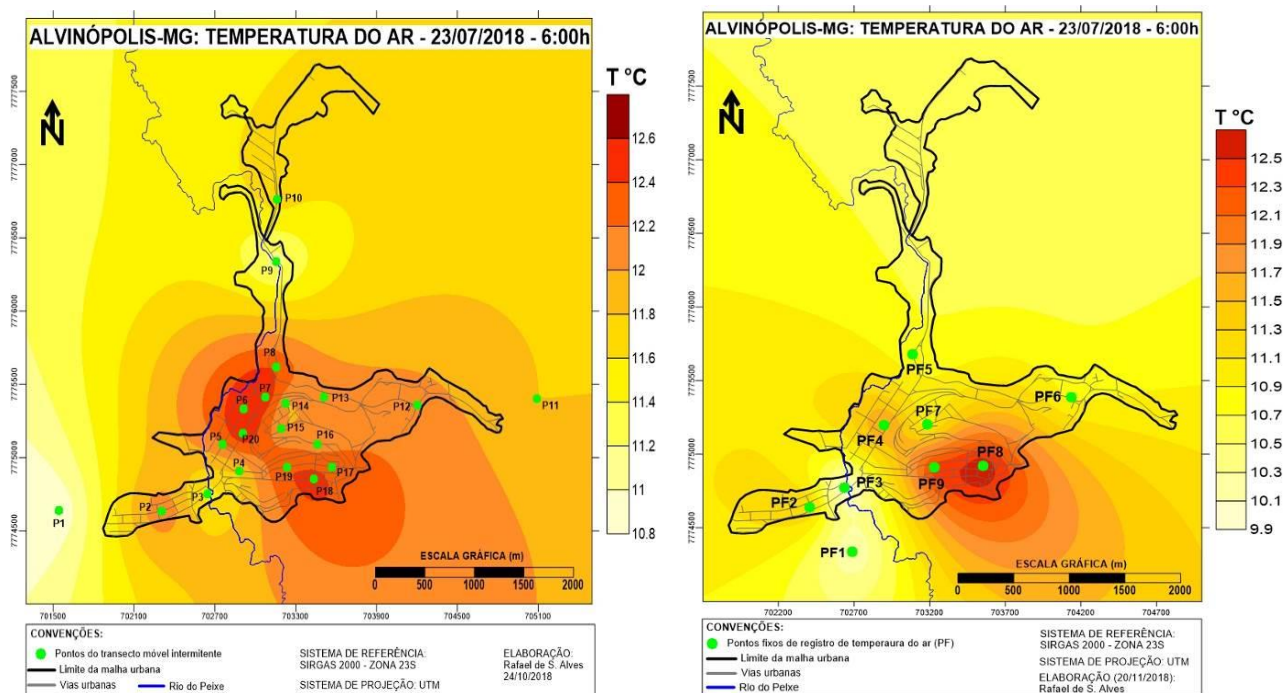


Figura 58. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 23/07/2018, às 6:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

Quanto aos locais de menor temperatura do ar, de acordo com os pontos fixos, destacou-se o leito maior do Rio do Peixe ocupado pelo bairro Souza (PF3-9,9°C) e o Sítio Gaspar (PF1-10,1°C), conforme apontado. De acordo com os transectos móveis, por sua vez, destacou-se o Morro Sombrio (P1-10,8°C), o “bairro da Fábrica” (P9-11,1°C), o leito maior do Rio do Peixe (P3-11,5°C) e o Hotel Nardy (P10-11,7°C). Em suma, estes locais têm em comum a proximidade com o Rio do Peixe no interior da malha urbana ou serem pertencentes ao campo, o que denota relativa concordância nos padrões térmicos tomados pelas duas técnicas aplicadas, no que tange as áreas mais frias (Figura 58).

No dia 23 de julho, às 6:00 horas da manhã, a ocorrência das maiores temperaturas do ar segundo o arranjo do campo térmico apresentou ser condicionada, principalmente, pelos fatores geourbanos de uso e ocupação da terra. Isso porque os fatores geoambientais como a radiação solar e a relação que detém com as faces de exposição das vertentes mostravam-se “inexpressivos”, devido ao horário. Da mesma forma, a altimetria não demonstrou guiar as variações térmicas entre os pontos de registro, assim como foi verificado nos episódios da estação de verão.

Sinaliza-se a existência de uma ilha de calor de 1,8°C (fraca intensidade) no bairro Centro (P7 e P20), conforme os registros por transectos móveis intermitentes, bem como outra

de 2,8°C no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8), conforme as medições por pontos fixos (Figura 58, Quadro 24 e Quadro 25).

No dia 24/07/2018 – segundo episódio das 6:00 horas no inverno – o céu estava parcialmente escuro em Alvinópolis-MG e essa condição foi se desfazendo ao longo da realização dos transectos móveis intermitentes. Não houve precipitação e fortes rajadas de ventos, bem como nuvens. Estas se fizeram presentes apenas a partir das 7:30h, após a finalização das medições móveis.

O campo térmico em Alvinópolis-MG no dia 24 de julho, segundo os transectos móveis, foi caracterizado por menores temperaturas do ar na porção norte da malha urbana, “bairro da Fábrica” (P9-12,0°C) e Hotel Nardy (P10-12,3°C). Já as maiores temperaturas do ar ocorreram na porção centro-leste e sudoeste da cidade, especialmente no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (P19-14,5°C) e Novo Cruzeiro (P15-14°C), conforme ilustrado na Figura 59.

Ainda sobre o segundo episódio das 6:00 horas, com vista aos transectos móveis, a relação entre o campo e a cidade não foi uniforme. Isso porque apenas P1 (Morro Sombrio) obteve temperatura do ar inferior à maioria dos pontos amostrais da malha urbana (em média 0,5°C a menos), ao passo que P11 (Fazendinha Baluarte) obteve temperatura do ar superior à maioria dos pontos de registros da cidade. O contraste térmico mais expressivo entre o campo e a cidade foi de 1,2°C, de P19 em relação a P1. Entretanto, a maior diferença na área de estudo se deu entre localidades da malha urbana, de P19 em relação a P9, de 2,5°C. Ou seja, de uma área mais densamente ocupada e num fundo de vale para outra menos ocupada, próxima ao curso d'água e com maior quantidade de vegetação ao entorno, respectivamente (Figura 59 e Quadro 24).

Neste mesmo dia – 24 de julho – as leituras através dos pontos fixos, por sua vez, também denunciaram maiores temperaturas do ar no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9, ambos com 14,2°C) às 6:00 horas da manhã. No campo (PF1, Sítio Gaspar) a temperatura do ar (12,3°C) foi inferior à maioria daquelas mensuradas na cidade (em média 1°C a menos), exceto em comparação a PF3, sobre influência do Rio do Peixe, que foi o local mais frio segundo essa técnica. Sendo assim, a tendência observada entre o campo e a cidade pelos transectos móveis, estritamente com base em P1 (Morro Sombrio), se repetiu nos registros por pontos fixos (Figura 59). A maior variação térmica na área de estudo através dos pontos fixos, no dia 24 de julho, foi entre localidades no interior da malha urbana (PF8/PF9 menos PF3, de 2,2°C), tal como observou-se por meio dos transectos móveis intermitentes (Figura 59, Quadro 24 e Quadro 25).

Através dos pontos fixos o centro da cidade (PF4) se diferenciou em relação ao bairro Souza (PF2 e PF3), Praça são Sebastião (PF5), bairro Parte Alta (PF6) e bairro Novo Cruzeiro (PF7) por apresentar temperatura do ar sensivelmente superior, o que não foi verificado com os transectos móveis. As duas técnicas também divergiram no que diz respeito às temperaturas do ar registradas no bairro Novo Cruzeiro (P15 nos transectos móveis e PF7 nos pontos fixos) e no bairro Parte Alta (P12 nos transectos móveis e PF6 nos pontos fixos), sendo elas menos expressivas na conformação do campo térmico pelos pontos fixos (Figura 59).

No que tange à ilha de calor no dia 24 de julho, afirma-se que ambas as técnicas de mensuração apontaram o fundo do vale da Vila Manoel A. Puig como o local de ocorrência do fenômeno. Na perspectiva dos registros por transectos móveis a mesma foi de 2,5°C (P19), já na perspectiva dos registros por pontos fixos foi de 2,2°C (PF8 e PF9), ambas de moderada intensidade (Figura 59, Quadro 24 e Quadro 25).

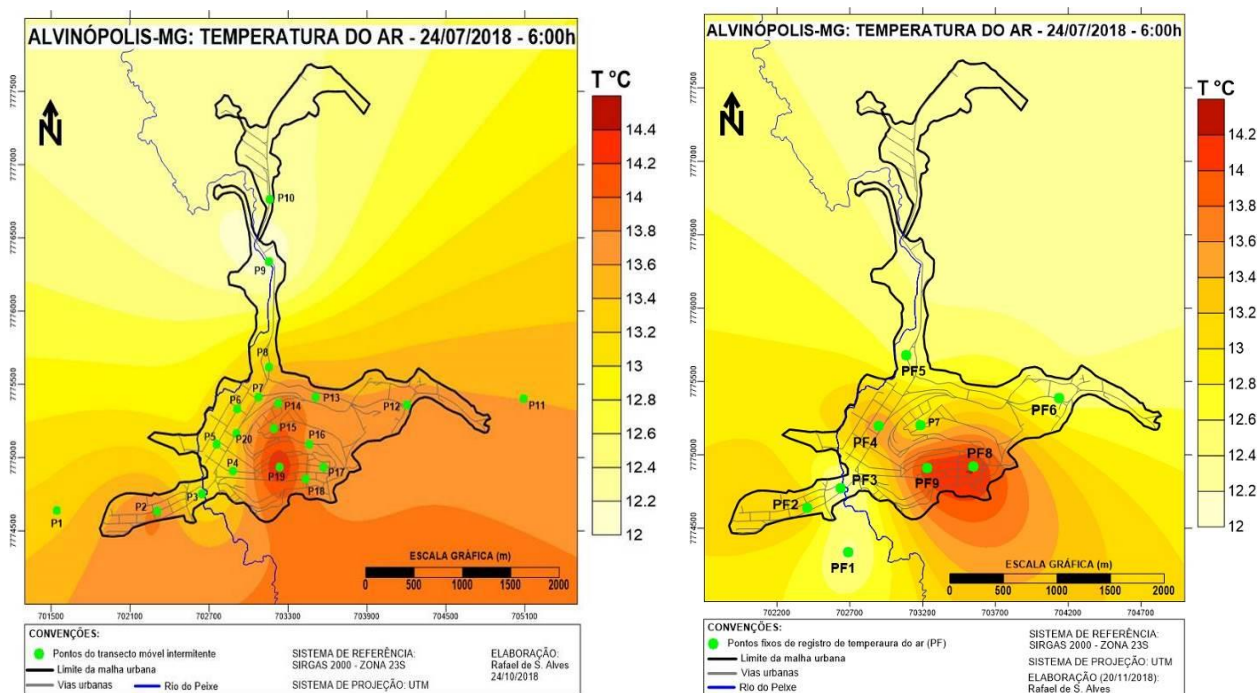


Figura 59. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 24/07/2018, às 6:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

A diferença térmica positiva identificada apresenta ser decorrente da conjugação entre fatores geourbanos e geambientais vigentes na localidade, que ampliam o seu potencial térmico, dado a maior densidade de ocupação atrelada à condição do sítio urbano em fundo de vale, envolvido por encostas íngremes e urbanizadas. Devido ao horário de registro das temperaturas do ar na Vila Manoel A. Puig, não é possível acusar que sejam elas produto da

maior incidência dos raios solares nesta parte específica da área de estudo, como é possível observar na Figura 60.

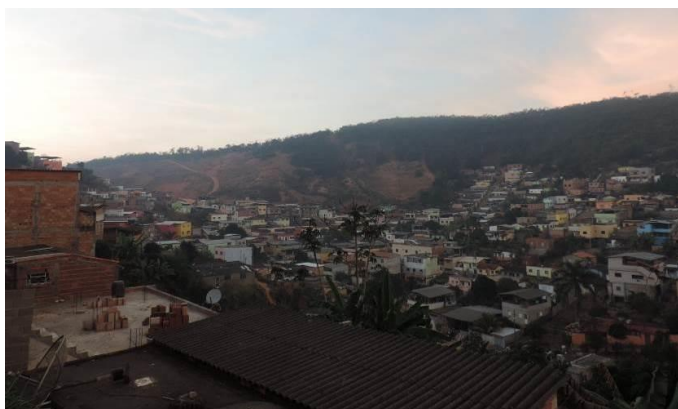


Figura 60. Vista parcial do fundo de vale e encosta norte do bairro Vila Manoel Antônio Puig, dia 24/07/2018, cerca das 6:25 horas.

Foto: Rafael de Souza Alves, 24/07/2018.

No dia 25/07/2018 – terceiro episódio das 6:00 horas no inverno – o céu estava parcialmente escuro e a condição de tempo atmosférico em Alvinópolis-MG foi de estabilidade, sem presença de ventos fortes e precipitação, com cerca de 1/8 de nebulosidade na porção sudoeste da malha urbana. As temperaturas do ar registradas nessa manhã foram inferiores, comparadas a dos outros dias também neste horário. Foi observado nevoeiro em partes da malha urbana.

O campo térmico no dia 25 de julho foi caracterizado por maiores temperaturas do ar no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig, segundo os transectos móveis (P17 e P19, ambos com 10,7°C) e também segundo os pontos fixos (PF8-11,5°C e PF9-11,1°C). Logo, novamente a ilha de calor ocorreu nesta fração da malha urbana, de 2,6°C em P17/P19 pelos transectos móveis, e de 3,7°C em PF8 pelos pontos fixos, ambas de moderada intensidade (Figura 61, Quadro 24 e Quadro 25).

Nesta vereda, o centro da cidade também veio a ser destaque de acordo com as duas técnicas empregadas, nas imediações dos pontos P20 (transectos móveis) e PF4 (pontos fixos). Já as menores temperaturas do ar, de acordo com as medições móveis, ocorreram na porção norte da malha urbana, com destaque para o “bairro da Fábrica” (P9-8,1°C), e de acordo com os pontos fixos ocorreram no bairro Souza (PF3-7,8°C). As duas áreas apontadas como as menos quentes têm em comum a proximidade com o Rio do Peixe, que contribui para reduzir o potencial térmico do ambiente (Figura 61).

Observa-se no terceiro episódio que as medições móveis revelaram, de modo geral, maiores temperaturas do ar nos bairros Parte Alta (P12 e P13), Monte (P14), Novo Cruzeiro

(P15) e praça São Sebastião (P8), ao lado das registradas na Vila Manoel A. Puig (P16, P17, P19). Entretanto, esse mesmo arranjo do campo térmico não foi observado nos registros por pontos fixos (PF5, PF6, PF7), conforme visualiza-se na Figura 61.

No que diz respeito às variações entre o campo e a cidade no dia 25 de julho, de acordo com os transectos móveis a temperatura do ar no Morro Sombrio (P1-8,4°C) foi inferior a todas registradas na malha urbana, em média 1,5°C a menos, exceto em comparação a P9, que acusou 8,1°C, a menor da área de estudo segundo esta técnica, como já apontado. Já a temperatura do ar observada na Fazendinha Baluarte (P11-9,8°C) foi inferior (em média 0,5°C a menos) a maioria das registradas na malha urbana, exceto em relação a P2, P3, P4, P5, P9, P10 e P15. O contraste térmico mais expressivo entre o campo e a malha urbana foi de 2,3°C, na comparação entre P17/P19 com P1 (Figura 61 e Quadro 24).

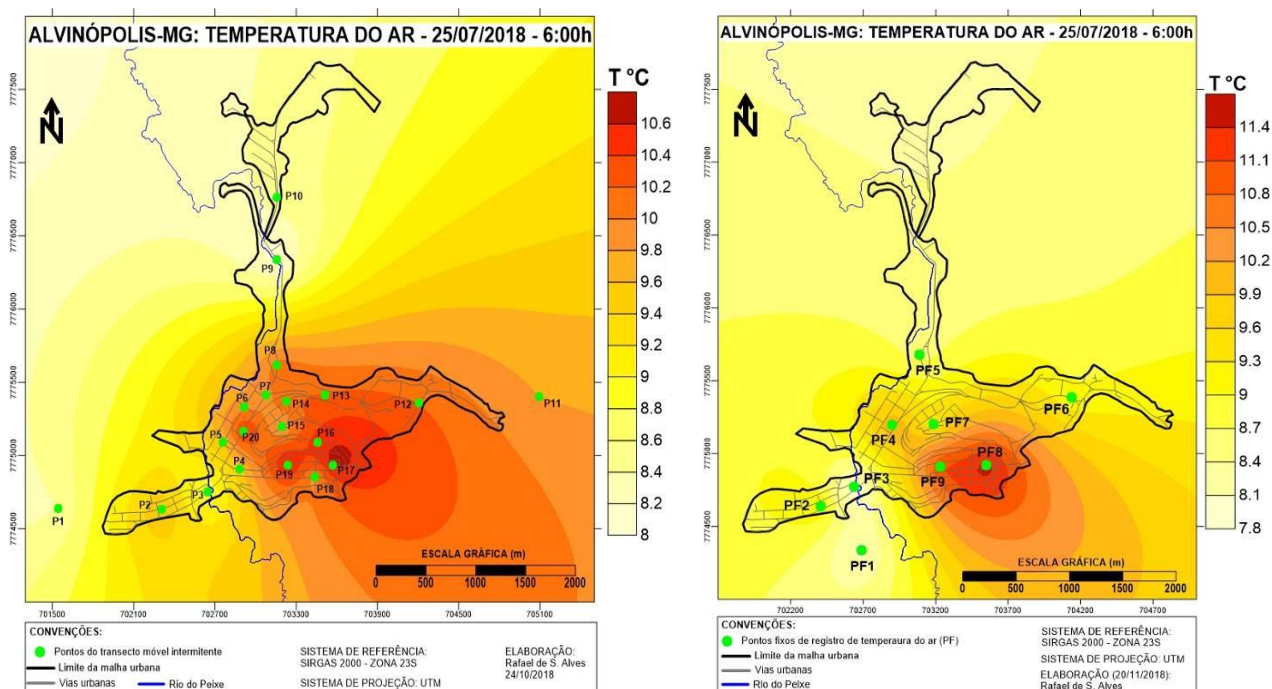


Figura 61. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 25/07/2018, às 6:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

As variações de temperatura do ar entre o campo e a malha urbana de acordo com os pontos fixos seguiu a tendência anteriormente apresentada. No Sítio Gaspar (PF1) foi mensurado 8°C, valor inferior todos os obtidos na malha urbana (em média 1,9°C a menos), exceto em relação a PF3 (7,8°C). A maior discrepância térmica entre o campo e a cidade segundo esta técnica foi de 3,5°C, na comparação de PF8 com PF1 (Figura 61 e Quadro 25).

Como sinalizado, no dia 25 de julho houve a ocorrência de nevoeiro, observado durante a realização dos transectos móveis intermitentes. A Figura 62 (A)⁷⁸ ilustra que o mesmo abarcou o fundo de vale do bairro Souza (P3 dos transectos móveis e PF3 dos pontos fixos). Já a Figura 62 (B)⁷⁹ ilustra a Praça São Sebastião (P8 dos transectos móveis e PF5 dos pontos fixos) tomada pelo mesmo. Outras partes da área de estudo, não abarcadas pelas fotos, também contaram com a presença de nevoeiro, como ao entorno de P1, P5, P6, P7, P9 e P10 dos transectos móveis intermitentes, ou seja, praticamente todo o percurso sudoeste-norte.



Figura 62. Nevoeiro na área de estudo no dia 24/07/2018, aproximadamente às 6:20 horas, sobre o bairro Souza (A) e sobre a praça São Sebastião (B).

Fotos: Rafael de Souza Alves, 25/07/2018.

A formação de nevoeiro, tal como discutido nos aspectos teóricos da pesquisa, pode ser alimentado ou formado pelo ar frio que tende a ser drenado para o fundo do vale (brisa de montanha) e ali se acumular. Concomitante a esse fluxo ao longo do eixo do vale ocorre os ventos catabáticos, em um fluxo frio encosta abaixo. Esta dinâmica tende a ocorrer de forma mais pronunciada antes do Sol nascer, quando a superfície atinge o resfriamento diário máximo (BARRY e CHORLEY, 2013).

Foi observado que a fração do centro da cidade (P20, Av. Padre José Marciano) isenta de nevoeiro no instante da medição móvel, obteve temperatura do ar mais elevada que os pontos de medição ao seu entorno (P5, P6, P7), sendo esta diferença entre 0,6°C e 0,9°C. O mesmo comportamento foi identificado através dos registros por pontos fixos, uma vez que PF4 mostrou-se mais quente (em média 1,9°C) que PF3 e PF5 (tomados por nevoeiro), em

⁷⁸ Foto obtida a partir da vertente sul da Vila Manoel A. Puig (P16 dos transectos móveis intermitentes), às 6:20 horas, com vista parcial para o bairro Souza, ao centro da foto, tomado pelo nevoeiro.

⁷⁹ Obtida a partir de P14 dos transectos móveis intermitentes, situado numa meia encosta, às 6:15 horas.

proporções acima das verificadas nos episódios anteriores sem ocorrência de nevoeiro (Figura 61, Quadro 24 e Quadro 25).

No dia 26/07/2018 – quarto episódio das 6:00 horas – a condição de tempo em Alvinópolis-MG foi de estabilidade, com ausência precipitação e rajadas de ventos. Cerca de 2/8 da abóbada celeste encontrava-se encoberta por nuvens.

Na perspectiva dos transectos móveis, no dia 26 de julho, o campo térmico em Alvinópolis-MG reafirmou o predomínio de maiores temperaturas do ar no bairro Vila Manoel A. Puig, nas áreas assistidas por P17 (fundo de vale, com 13,9°C), P18 (vertente norte, com 14,1°C) e P19 (fundo de vale, com 14,1°C). Nesta toada, também se destacou P12 (bairro Parte Alta, na Praça Paulo Moreira, com 14°C) e, de modo mais tímido, os demais pontos de registros que compõem a porção centro-leste da malha urbana, cujas temperaturas do ar foram entre 13,4°C e 13,9°C (Figura 63).

As medições por transectos móveis, no quarto episódio das 6:00 horas, acusou o ponto P20 (Av. Padre José Marciano) como área de temperatura do ar mais elevada no centro da cidade, em comparação aos demais que se encontram neste setor da malha urbana. Este traço foi também observado na maioria dos episódios anteriores, no mesmo horário, na estação de inverno. Acusou também predominar temperaturas do ar amenas nas localidades mais próximas ao Rio do Peixe, como P3 (bairro Souza), P9 (“bairro da Fábrica”) e P10 (Hotel Nardy), como observa-se na Figura 63.

No que diz respeito às variações entre o campo e a cidade, de acordo com os transectos móveis, no dia 26 de julho, o campo na porção sudoeste da malha urbana (P1) apresentou temperatura do ar (11,4°C) inferior a todos registros feitos na cidade, sendo em média 1,9°C a menos. Já o campo a leste da malha urbana (P11) revelou comportamento contrário, pois obteve temperatura do ar mais elevada que praticamente todas aquelas quantificadas na cidade, exceto em relação a P18 e P19, sendo em média 0,8°C mais quente. O contraste térmico mais expressivo entre o campo e a cidade foi de 2,7°C (P18/P19 menos P1), sendo também a maior variação de temperatura do ar identificada na área de estudo, através da referida técnica (Figura 63 e Quadro 24).

Os registros de temperatura do ar por pontos fixos, no dia 26 de julho às 6:00 horas, levaram a uma configuração do campo térmico não muito destoante da obtida pelos transectos móveis intermitentes. Isso porque o campo (PF1) e o leito maior do Rio do Peixe (PF3) foram os ambientes mais frios. No Sítio Gaspar (PF1) em especial, a temperatura do ar foi 11,3°C,

sendo em média $1,4^{\circ}\text{C}$ menor que a mensurada em todos pontos amostrais da malha urbana, exceto em relação a PF3 (Figura 63).

Semelhante aos transectos móveis, os pontos fixos no quarto episódio das 6:00 horas também revelaram haver maiores temperaturas do ar no fundo de vale urbanizado da Vila Manoel A. Puig, monitorado por PF8 e PF9. Nesta direção, destacou-se o centro da cidade (PF4), mas com temperatura do ar abaixo da verificada no bairro antes citado. De acordo com os registros por pontos fixos a maior variação térmica na área de estudo foi de $2,7^{\circ}\text{C}$, entre PF8 e PF3. Já ao nível campo-cidade foi de $2,3^{\circ}\text{C}$, entre PF8 e PF1, inferior a quantificada pelos transectos móveis intermitentes (Figura 63 e Quadro 25).

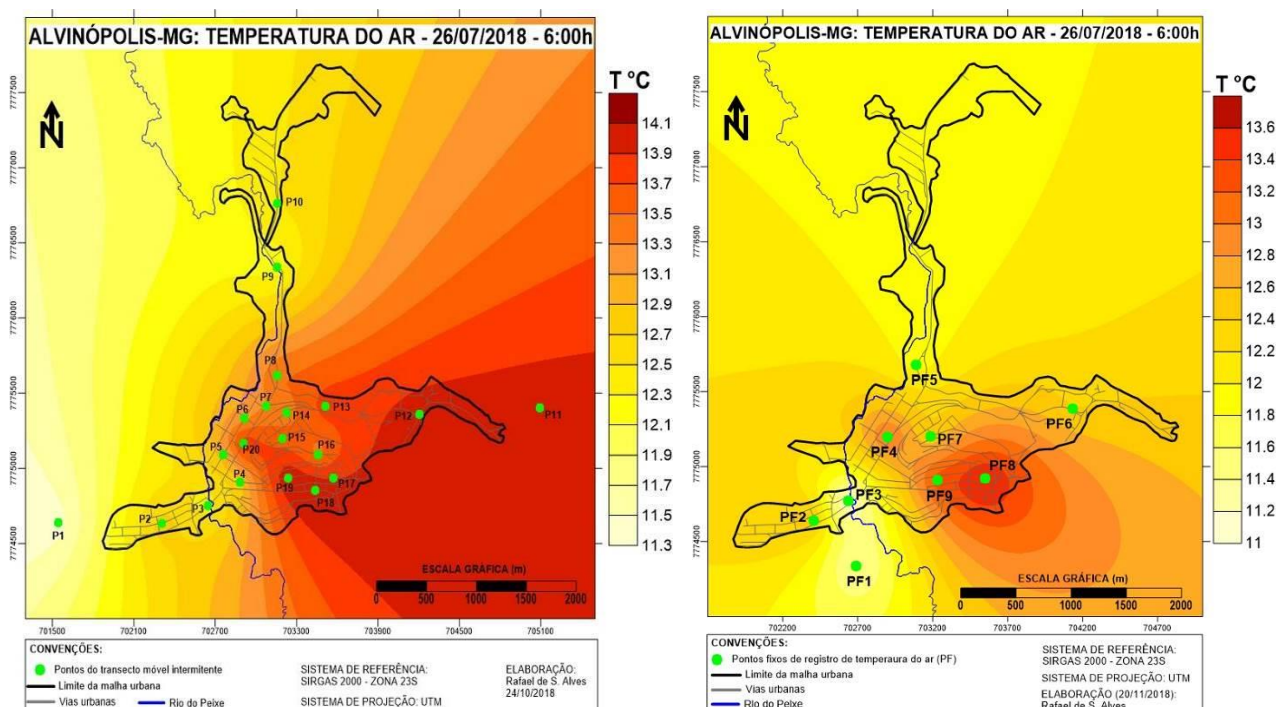


Figura 63. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 26/07/2018, às 6:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

Nota-se que as duas técnicas de medições foram destoantes em relação à temperatura do ar na fração leste da malha urbana, como observa-se na comparação entre P12 e os demais pontos amostrais dos transectos móveis, e entre PF6 na comparação com os demais pontos de registros fixos. Entretanto, ambas as formas de coleta de dados apontaram uma ilha de calor de $2,7^{\circ}\text{C}$ (moderada intensidade) no bairro Vila Manoel A. Puig, nas imediações de P18/P19 e PF8 (Figura 63, Quadro 24 e Quadro 25).

Quadro 24. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 6:00h, episódios de inverno, julho de 2018.

PONTOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS INTERMITENTES	DIFERENÇAS (°C) ÀS 6h			
	23/07/18	24/07/18	25/07/18	26/07/18
P1 - Alto do Morro Sombrio	0,0	1,3	0,3	0,0
P2 - R. Joaquim J. Souza, n° 20	1,4	1,9	1,5	1,4
P3 - R. Cel. Olímpio S. Pena, n° 20	0,7	1,0	0,7	1,0
P4 - R. Padre A. Pena, n° 136	1,0	1,3	1,4	1,4
P5 - Praça do Gaspar	1,4	1,1	1,5	1,6
P6 - Posto Ipiranga	1,7	1,3	1,8	1,8
P7 - Av. Padre J. Marciano, n° 136	1,8	1,4	1,8	1,9
P8 - Praça S. Sebastião (Baixada), clube do Industrial	1,6	1,4	2,0	2,1
P9 - Fabril Mascarenhas	0,3	0,0	0,0	0,8
P10 - Hotel Nardy	0,9	0,3	0,4	1,1
P11 - Fazendinha Baluarte	1,0	1,6	1,7	2,6
P12 - Praça Paulo Moreira, n° 80	1,3	1,7	2,1	2,6
P13 - R. Nana Kubtschek, n° 237	1,3	1,7	2,1	2,4
P14 - R. Monsenhor Rafael, n° 80	1,2	1,9	2,1	2,0
P15 - R. do Campus, quadra poliesportiva	1,2	2,0	1,6	2,2
P16 - R. José Geraldo Alves, n° 260	1,3	1,7	2,4	2,0
P17 - R. Antônio Menezes Terra, n° 123	1,5	1,7	2,6	2,5
P18 - R. José M. Quintão; R. Policarpo da Cruz	1,7	1,8	1,8	2,7
P19 - R. Monsenhor Horta, n° 220	1,6	2,5	2,6	2,7
P20 - Av. Padre J. Marciano, supermercado Santo Antônio	1,8	1,4	2,4	2,5

Elaborado por Rafael de Souza Alves, setembro de 2018.

Quadro 25. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 6:00h, episódios de inverno, julho de 2018.

PONTOS FIXOS (PF)	DIFERENÇAS (°C) ÀS 6h			
	23/07/2018	24/07/2018	25/07/2018	26/07/2018
PF1 - Sítio Gaspar (Lala Paiva)	0,2	0,3	0,2	0,3
PF2 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 288	1,4	1,3	1,5	1,5
PF3 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 20	0,0	0,0	0,0	0,0
PF4 - Av. Padre José Marciano, n° 382	1,9	1,7	2,4	2,1
PF5 - Praça São Sebastião (Baixada), n° 171	0,8	0,5	0,8	0,9
PF6 - Rua do Rosário, n° 355	0,9	0,5	1,3	1,4
PF7 - Rua do Campos, n° 68	1,0	1,0	1,6	1,4
PF8 - Travessa da R. Antônio Menezes Terra com a R. José M. Azevedo, n° 16	2,8	2,2	3,7	2,7
PF9 - Rua Monsenhor Horta, n° 160	2,5	2,2	3,3	2,3

Elaborado por Rafael de Souza Alves, setembro de 2018.

Em síntese, nos episódios de inverno por transectos móveis intermitentes, às 6:00 horas da manhã, ocorrem menores temperaturas do ar na malha urbana nas áreas próximos ao Rio do Peixe e de menor densidade de edificações ao entorno, como P3 (bairro Souza), P9 (“bairro da Fábrica”) e P10 (Hotel Nardy). As maiores temperaturas do ar foram recorrentes nas áreas com maior densidade de ocupação, como no bairro Vila Manoel A. Puig – em especial no fundo de vale (P19) e na encosta norte (P17) – e no centro da cidade, em menor medida, ao entorno de P20 (Av. Padre José Marciano). A relação campo-cidade foi caracterizada pelo predomínio de

menores temperaturas do ar no campo a sudoeste da malha urbana (P1, Morro Sombrio), uma vez que o campo a leste da mesma (P11, Fazendinha Baluarte) nem sempre se comportou deste modo. As maiores variações térmicas identificadas entre estes dois espaços flutuaram de 1,2°C a 2,7°C, com o ar na cidade mais aquecido. Entretanto, os contrastes de temperatura do ar dentro da malha urbana, em certos episódios (dias 24 e 25), foram superiores. A ilha de calor mais expressiva foi de 2,7°C (moderada intensidade) e ocorreu nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (P17 e P19), no dia 26 de julho.

Em síntese, nos episódios de inverno por pontos fixos às 6:00 horas, por seu turno, as menores temperaturas do ar na malha urbana ocorreram no leito maior do Rio do Peixe (PF3, bairro Souza), semelhante ao verificado com os transectos móveis. As maiores temperaturas do ar foram recorrentes na Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9) e, em menor medida, no centro da cidade (PF4), também em conformidade com o observado através dos transectos móveis. A relação campo-cidade foi caracterizada pelo predomínio de menores temperaturas do ar no campo (PF1, Sítio Gaspar), tal como observou-se na relação campo-cidade com as medições móveis considerando P1 (Morro Sombrio). As maiores diferenças térmicas entre tais espaços flutuaram de 1,9°C a 3,5°C, superiores àquelas observadas com os transectos móveis. Nos quatro episódios de inverno, os registros por pontos fixos apontaram que as variações de temperatura do ar na escala intraurbana foram superiores do que ao nível campo-cidade. A ilha de calor mais expressiva foi de 3,7°C (moderada intensidade), no dia 25 de julho, no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8). Logo, no que diz respeito a este fenômeno, as duas técnicas utilizadas apontaram para um menos local de sua ocorrência, porém com valores máximos ocorrendo em episódios diferentes.

Uma inflexão no arranjo do campo térmico ao comparar as duas técnicas de registro adotadas foi em relação à parte leste da área de estudo, nas proximidades de P12 (transectos móveis) e PF6 (pontos fixos). De acordo com os transectos móveis essa fração do bairro Parte Alta tende a temperaturas do ar maiores, na comparação com outros setores da cidade. Entretanto, esta tendência não foi confirmada pelos registros em pontos fixos.

Ao comparar o “desenho” do campo térmico acima sumarizado (relativo ao inverno) com os padrões de conformação espacial da temperatura do ar observados nos episódios de janeiro (verão), às 7:00 horas, por transectos móveis, é possível notar que:

- A) Em janeiro, maiores temperaturas do ar ocorreram na vertente sul da Vila Manoel A. Puig (P16), que na ocasião recebia radiação solar direta, ao passo que a vertente norte (P18) e os fundos de vales (P17 e P19) encontravam-se parcialmente sombreados por

influência do sítio e das edificações. Em julho – onde os efeitos do sombreamento não foram notados às 6:00 horas –, os transectos móveis apontaram maiores temperaturas do ar nos fundos de vale (P17 e P19) e encosta norte (P18) da Vila Manoel A. Puig. O fato observado assemelha-se ao que foi destacado por Allocca (2018) no estudo do campo térmico em Ponte Nova-MG, que determinados pontos têm sua dinâmica de aquecimento alterada em decorrência do dia do mês e da estação do ano.

Os pontos fixos apontaram maiores temperaturas do ar também no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig e no centro da cidade. Sendo assim, houve variações no campo térmico de uma estação do ar para outra, no que tange as áreas de ocorrência das maiores temperaturas do ar.

- B) Em janeiro, menores temperaturas do ar ocorreram, sobretudo, na porção norte da malha urbana, no “bairro da Fábrica” (P9) e no Hotel Nardy (P10). Em julho, os transectos móveis acusaram que as menores temperaturas do ar foram também nessas localidades, assim como no leito maior do Rio do Peixe (P3). Os pontos fixos em julho também mostraram haver baixas temperaturas do ar no leito maior do Rio do Peixe (PF3). Logo, no verão e no inverno houve similaridades quanto as áreas da malha urbana menos quentes.
- C) No verão, o campo a sudoeste da malha urbana (P1) foi majoritariamente mais quente que a cidade, ao contrário do observado no inverno através dos transectos móveis e pontos fixos. Também no verão, o campo a leste da malha urbana (P11) foi majoritariamente menos quente que a cidade, ao contrário do observado no inverno. Logo, houve variações no comportamento térmico entre o campo e cidade da estação de verão para a de inverno.
- D) Os contrastes térmicos mais expressivos entre o campo e cidade no verão flutuaram de 1,1°C a 2,1°C (sempre em relação a P11, menos quente). Já no inverno, segundo os registros móveis, flutuaram de 1,2°C a 2,7°C (sempre em relação a P1, menos quente); segundo os registros fixos, flutuaram de 1,9°C a 3,5°C (campo menos aquecido, PF1). Logo, as variações de temperatura do ar entre o campo e a cidade foram mais agudas no inverno, tanto pelos transectos móveis quanto pelos pontos fixos.
- E) No verão, às 7:00 horas, não foi identificado o fenômeno da ilha de calor, antes sim o de núcleos de calor, devido à influência majoritária dos fatores geoambientais na conformação do campo térmico. No inverno, às 6:00 horas, a mesma foi identificada e

a influência dos fatores geourbanos na conformação do campo térmico foi mais expressiva.

6.3.2. Por Transectos Móveis Intermitentes e Pontos Fixos às 9:00 Horas

No dia 23/07/2018 – primeiro episódio das 9:00 horas no inverno – isóbaras de 1024 hPa envolviam a porção centro-leste de Minas Gerais e ventos de sudeste adentravam o estado. A alta Subtropical do Atlântico Sul estava posicionada a cerca de 42°S/19°W com núcleo de 1032 hPa segundo o boletim técnico e CPTEC (Figura 64). Em função do avanço progressivo de uma Frente Fria no Sudeste do Brasil desde o dia 21, a área de estudo encontrava-se sob influência do Sistema Polar Atlântico, bem como sem nuvens e rajadas de ventos – uma manhã ensolarada. O Sistema Frontal mencionado não provocou chuvas na região como no Sul do país, sendo assim, houve queda da temperatura do ar e permanência da condição de ar seco.

Os registros por transectos móveis, no dia 23 de julho, mostraram o predomínio de temperaturas do ar mais elevadas no bairro Vila Manoel A. Puig (P16 a P19), em especial nas localidades íngremes, ou seja, vertentes sul (P16) e norte (P18), ambas com 20,6°C. No centro da cidade, o lugar mais quente foi ao entorno de P7 (20,1°C). Já as temperaturas do ar amenas ocorreram na porção norte da malha urbana, ao longo de P8, P9 e P10. Faz-se necessário destacar que na Praça São Sebastião (P8-17,9°C), ao efetuar o registro do parâmetro climático, observou-se um ambiente repleto de áreas sombreadas, devido à copa das árvores e edificações. O “bairro da Fábrica” (P9-17,5°C) e o Hotel Nardy (P10-18,1°C), embora não sombreados, contam com áreas verdes ao entorno, menor concentração de edificações, proximidade com o Rio do Peixe e um relativo déficit energético, por abarcar temperaturas do ar mais baixas desde as 6:00 horas, conforme discutido nas páginas anteriores (Figura 65).

Neste primeiro episódio das 9:00 horas, no que tange às variações entre o campo e a cidade, através dos transectos móveis constatou-se o predomínio de menores temperaturas do ar nos espaços referentes ao campo, de maneira geral. O Morro Sombrio (P1-18,6°C) foi em média 1,1°C menos quente a maioria dos pontos amostrais da malha urbana, exceto em relação a P8, P9 e P10. Do mesmo modo, a Fazendinha Baluarte (P11-19,2°C) foi em média 0,6°C menos quente, exceto em relação aos ambientes representados por P2, P8, P9, P10 e P14. O contraste térmico mais expressivo entre o campo e a cidade foi de 2°C, na comparação de

P16/P18 com P1. Entretanto, a maior variação de temperatura do ar na área de estudo ocorreu entre localidades da malha urbana, de P16/P18 para com P9, de 3,1°C (Figura 65 e Quadro 26).

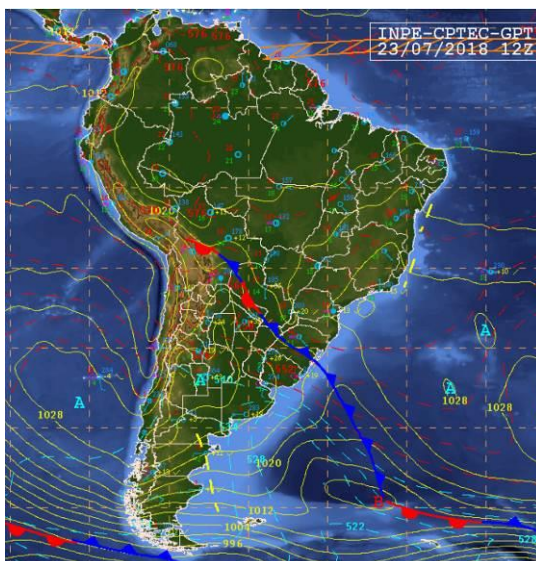


Figura 64. Carta sinótica da América do Sul do dia 23 de julho de 2018, às 9h local.

Na perspectiva dos registros por pontos fixos, no dia 23 de julho, o campo térmico em Alvinópolis-MG foi caracterizado por temperaturas do ar mais baixas nos fundos de vales da Vila Manoel A. Puig (PF8-15,6 e PF9-15,4°C), ao contrário do que se verificou com as medições móveis, bem como às 6:00 horas. Na Praça São Sebastião (PF5) também houve temperatura do ar amena (15,5°C), o que vai ao encontro do verificado através dos transectos móveis. No bairro Souza (PF2-21,5°C) e Centro (PF4-21,3°C) foram quantificadas temperaturas do ar praticamente iguais (interceptadas por PF3, mais fresco), com apenas 0,2°C de diferença entre eles. Tais bairros possuem características geourbanas díspares, o que insita apontar que o uso e ocupação da terra e as dinâmicas urbanas que os cercam não foram os maiores fatores a condicionar o comportamento térmico em ambos. O local de maior temperatura do ar foi no bairro Parte Alta (PF6), com 21,9°C, porção leste da malha urbana (Figura 65).

A partir dos registros fixos no dia 23 de julho não é possível afirmar que na malha urbana houve predomínio de maiores temperaturas do ar em comparação ao campo (tal como foi identificado com os transectos móveis), ou ainda o contrário. Notadamente, no Sítio Gaspar (PF1) a temperatura do ar obtida (19,9°C) foi inferior (em média 1,5°C) a quatro pontos amostrais alojados na cidade (PF, PF4, PF6 e PF7), e superior a outros quatro (PF3, PF5, PF8 e PF9), em média 3,6°C. O maior contraste térmico entre tais espaços foi de 4,5°C (PF1 menos PF9). Já na área de estudo foi de 6,5°C, entre PF6 e PF9 (Figura 65 e Quadro 27).

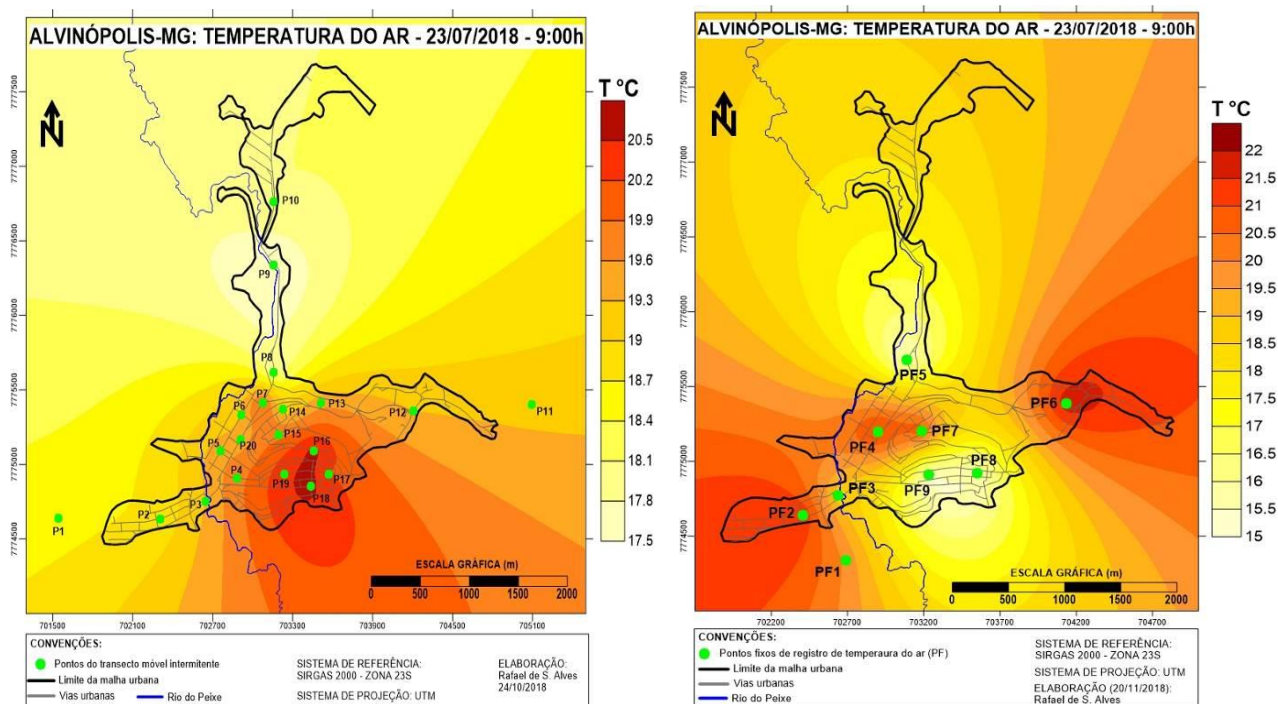


Figura 65. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 23/07/2018, às 9:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

Após apresentar o comportamento do campo térmico no dia 23 de julho alcançado com as duas técnicas, destaca-se que houve formação da ilha de calor no bairro Vila Manoel A. Puig, mediante as tomadas de temperatura do ar por transectos móveis. Neste dia, todos os pontos amostrais neste bairro obtiveram maiores temperaturas do ar, em especial as vertentes sul (P16) e norte (P18) que acusaram valores iguais, $20,6^{\circ}\text{C}$. Sendo assim, a diferença térmica positiva de $3,1^{\circ}\text{C}$ (moderada intensidade) vigente em tais pontos (Quadro 26) não aparenta ser determinada pela posição do sítio urbano em relação ao Sol, ou seja, por uma peculiaridade geoambiental. Se assim fosse, era de se esperar que P16 (vertente sul) viesse a ter temperatura do ar mais baixa que P18 (vertente norte), ou ainda que P14 (bairro Monte, numa encosta íngreme, voltada para noroeste) se sobressaísse termicamente em relação à vertente sul da Vila Manoel A. Puig (P16) e fundos de vale, como P12, P13, P17 e P19 (Figura 65).

No que se refere ao campo térmico obtido com os dados dos pontos fixos no dia 23, destaca-se que a maior temperatura do ar no bairro Parte Alta (PF6), porção leste da malha urbana, decorra da influência do sítio urbano. Nele foi quantificado $21,9^{\circ}\text{C}$, apenas $0,4^{\circ}\text{C}$ a mais que o obtido no bairro Souza (PF2) e $0,6^{\circ}\text{C}$ a mais que o obtido no centro da cidade (PF4), que contam com fatores geourbanos mais favoráveis à ocorrência de temperaturas do ar mais elevadas em relação ao mesmo.

Observa-se que PF6 situa-se em um amplo quintal de terra exposta, cujas características ao entorno (porção leste da malha urbana) são: baixo adensamento de construções (Figura 21), predomínio de casas entre um e dois pavimentos (uso residencial), áreas verdes nos quintais das edificações (Figura 20), baixo fluxo de pessoas e veículos no horário em apreço. Sendo assim, os fatores geourbanos que o cercam pouco contribuem para a existência de maiores temperaturas do ar. Entretanto, PF6 situa-se em um fundo de vale de orientação leste-oeste, favorável à chegada da radiação solar em virtude da trajetória aparente do Sol, bem como a posição do mesmo às 9:00 horas. Dadas as circunstâncias, julga-se inconsistente a atribuição do conceito de ilha de calor para categorizar o saldo energético positivo em pauta, vindo a ser mais prudente o de núcleo de calor (Figura 65).

No dia 24/07/2018 – segundo episódio das 9:00 horas no inverno – a Alta Subtropical do Atlântico Sul esteve localizada a 38°S/15°W, com núcleo de 1032 hPa, segundo o boletim de análises técnicas do CPTEC (Figura 66). A região Sudeste do Brasil encontrou sobre atuação do Sistema Polar Atlântico Velho, que favoreceu a ocorrência de temperaturas mais elevadas na área de estudo em comparação ao dia anterior. Cerca de 3/8 do céu em Alvinópolis-MG foi contemplado com nuvens. Não houve chuva e fortes rajadas de ventos.



Figura 66. Carta sinótica da América do Sul do dia 24 de julho de 2018, às 9h local.

Neste segundo episódio o campo térmico em Alvinópolis-MG, pelo viés dos transectos móveis, foi marcado por maiores temperaturas do ar nos bairros Parte Alta (P12-19,7°C e P13-19,4°C), Monte (P14-19,3°C), Novo Cruzeiro (P15-19,8°C) e Vila Manoel A. Puig (P16-19,5°C e P18-19,6°C), ou seja, as porções centro-leste da malha urbana, preferencialmente. Em menor medida, no bairro Souza também houve temperaturas do ar mais elevadas (P2-19,4°C e

P319,3°C), onde a presença de nuvens demonstrou homogeneizar os dados coletados. O campo térmico foi também marcado por temperaturas do ar amenas na porção norte da malha urbana, ao longo da Praça São Sebastião (P8-17,3°C), do “bairro da Fábrica” (P9-17,2°C) e do Hotel Nardy (P10-17,6°C), tal como no dia 23. O centro da cidade e os fundos de vale na Vila Manoel A. Puig (P17 e P19) obtiveram temperaturas do ar intermediárias, comparadas às demais áreas da malha urbana (Figura 67).

A relação campo-cidade no dia 24 de julho, a partir dos transectos móveis, caracterizou-se pela prevalência de temperaturas do ar mais elevadas na maioria dos pontos amostrais da malha urbana (em média 1,2°C a mais) em relação ao Morro Sombrio (P1), que registrou 18°C, sob influência de nuvens. Entretanto, ocorreu o contrário em relação à Fazendinha Baluarte (P11), que registrou 19,6°C, mais aquecido que a maioria dos pontos da malha urbana (em média 1°C a mais), mesmo sob influência de nuvens. Destaca-se que a variação térmica mais expressiva entre a cidade e o campo a sudoeste da malha urbana foi de 1,8°C (P15 menos P1); entre a cidade e o campo a leste da malha urbana foi de 2,4°C (P11 menos P9). Já no interior da malha urbana a variação térmica mais aguda foi de 2,6°C, na comparação do bairro Novo Cruzeiro (P15) com o “bairro da Fábrica” (P9), superior aos contrastes campo-cidade (Figura 67 e Quadro 26).

Pelo viés dos pontos fixos, no dia 24 de julho, os contornos do campo térmico foram semelhantes ao desvelado no dia 23 por esta mesma técnica. Em conformidade com os transectos móveis, os bairros Parte Alta (PF6-27,7°C) e Novo Cruzeiro (PF7-23°C) se destacaram com as maiores temperaturas do ar, e em menor medida, o bairro Souza (PF2-21°C). Entretanto, as duas técnicas divergiram no que diz respeito aos ambientes com menores temperaturas do ar, uma vez que através dos pontos fixos as temperaturas amenas foram, sobremaneira, nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8-18°C e PF9-17,9°C), bem como no leito maior do Rio do Peixe (PF3-18,5°C). Também divergiram quanto ao centro da cidade, uma vez que na ótica dos registros por pontos fixos, a temperatura do ar nas imediações da Av. Padre José Marciano foi proeminente (PF4-22,8°), fato não verificado com os transectos móveis (P20), como observa-se na Figura 67.

A partir dos registros fixos no dia 24 de julho, tal como verificou-se no dia anterior, não é possível afirmar que na malha urbana houve predomínio de maiores temperaturas do ar em comparação ao campo, como foi identificado com os transectos móveis considerando o campo a sudoeste da malha urbana. Isso porque, no Sítio Gaspar (PF1) a temperatura do ar obtida (20,9°C) foi inferior (em média 1,5°C) a quatro pontos amostrais situados na cidade (PF2, PF4,

PF6 e PF7), e superior a outros quatro (PF3, PF5, PF8 e PF9), em média $2,6^{\circ}\text{C}$. O maior contraste térmico entre esses dois espaços foi 3°C (PF1 menos PF9). Já na área de estudo foi $5,1^{\circ}\text{C}$, entre PF7 e PF9 (Figura 67 e Quadro 27), mais elevado que ao nível campo-cidade, assim como verificou-se com os transectos móveis.

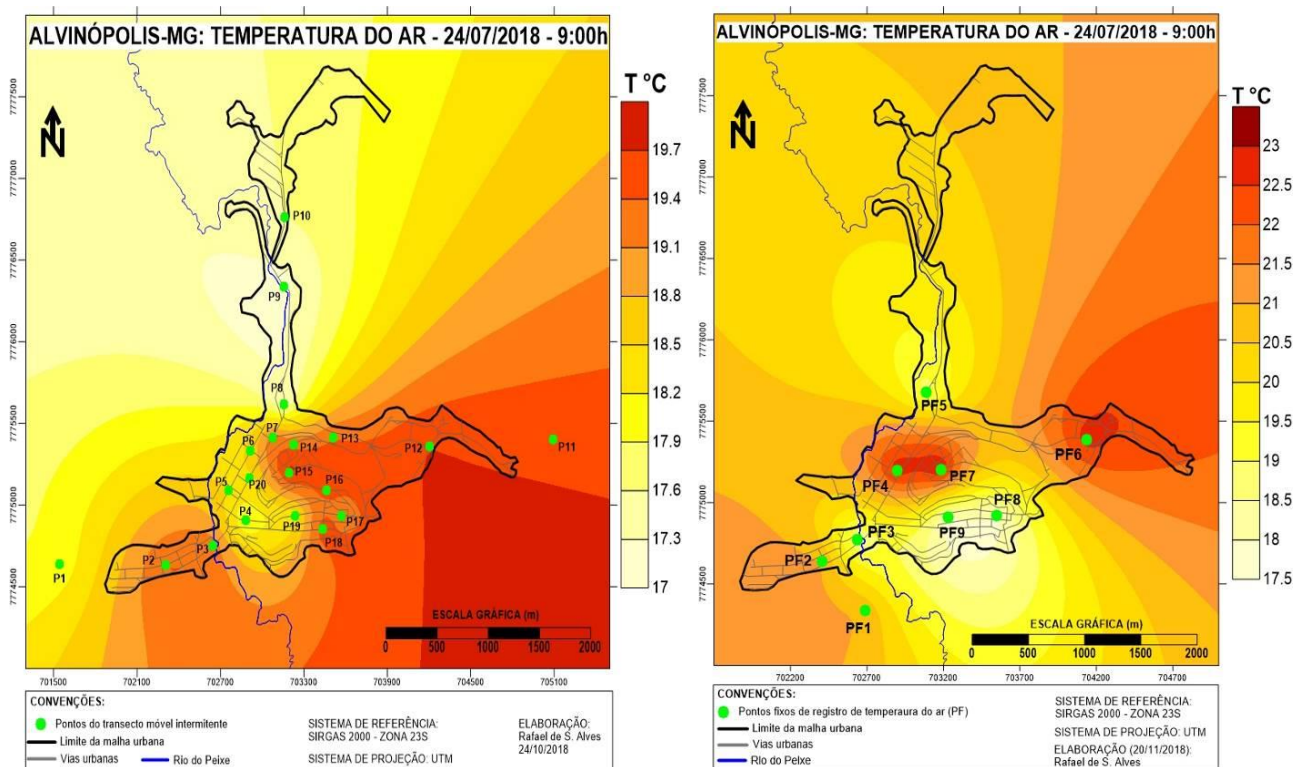


Figura 67. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 24/07/2018, às 9:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

Mediante a interpretação do campo térmico do dia 24 de julho, obtido através dos transectos móveis, não é possível sinalizar a formação da ilha de calor em Alvinópolis-MG nas áreas de maiores temperaturas do ar (P11, P12, P13, P14, P15, P16 e P18, porção centro-leste da malha urbana, preferencialmente), antes sim o de núcleo de calor. Isso porque os fatores geourbanos que vigoram ao longo desta parte da área de estudo não demonstraram orquestrar as diferenças térmicas entre os mesmos. A rigor, tal variação não foi acima de $0,5^{\circ}\text{C}$, mesmo entre espaços relativos ao campo e a cidade, ou ainda atrelados a fatores geourbanos de potencial térmico distintos.

Observa-se que P11, P12 e P13, representativos de áreas de campo e cidade, apresentaram apenas $0,2^{\circ}\text{C}$ de diferença entre eles. Tais pontos comungam de um mesmo fator geoambiental, sendo ele o sítio, pois situam-se ao longo de um fundo de vale de disposição

leste-oeste, que contribui para a incidência da radiação solar⁸⁰ no horário das 9:00 horas. Os pontos P14 e P18 encontram-se em encostas íngremes e direcionadas para noroeste e norte, respectivamente, o que favorece o processo de aquecimento da superfície, dado ao maior fluxo de energia que recebem e maior perpendicularidade na incidência da radiação (GEIGER, 1961; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Por último, o ponto P15, no bairro Novo Cruzeiro, que apresentou a maior temperatura do ar, localiza-se em maiores altitudes e por isso mais exposto à radiação direta desde as primeiras horas de brilho solar.

Já mediante a interpretação do campo térmico obtido pelos pontos fixos no dia 24 de julho, por sua vez, sinaliza-se a configuração de núcleos de calor mais expressivos nos bairros Novo Cruzeiro (PF7) e Parte Alta (PF6), em função da maior influência dos fatores geoambientais na conformação da temperatura do ar registrada nessas áreas mais aquecidas da malha urbana (Figura 67), conforme discutido nos parágrafos anteriores.

No dia 25/07/2018 – terceiro episódio das 9 horas no inverno – o território mineiro estava envolvido por isóbaras de 1024 hPa e a receber ventos de sudeste. A Alta Subtropical do Atlântico Sul – ainda prevalecente – teve núcleo de 1028 hPa posicionado a 28°S/26°W, ou seja, em menor latitude comparado ao dia 24, devido ao avanço do Sistema Frontal sobre o oceano impulsionado pelo núcleo de alta pressão sobre Atlântico, de 1032 hPa e próximo a 40°S (Figura 68). Em Alvinópolis-MG o céu estava aberto e com predomínio de Sol, sem fortes rajadas de ventos e nuvens sobre os pontos amostrais dos transectos móveis.

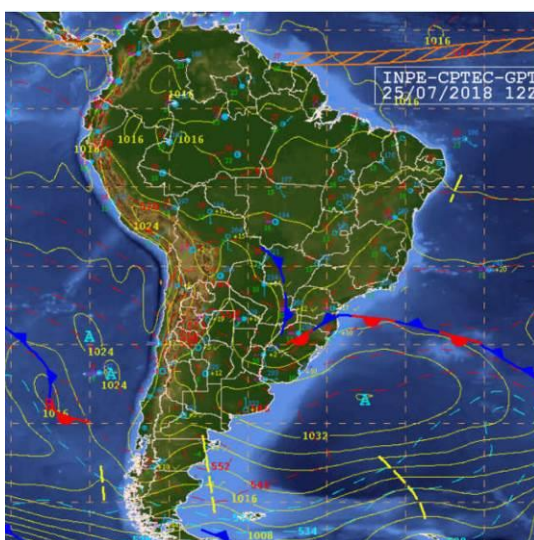


Figura 68. Carta sinótica da América do Sul do dia 25 de julho de 2018, às 9h local.

⁸⁰ Nota-se na Figura 18 que o fundo de vale de disposição leste-oeste, na porção leste da malha urbana, apresenta maiores saldos positivos de energia solar no mês de julho de 2018.

No terceiro episódio de inverno, às 9:00 horas, os transectos móveis revelaram que os espaços relativos ao campo foram os mais aquecidos, tanto a sudoeste (P1) quanto a leste (P11) da malha urbana, em relação à maioria dos pontos amostrais situados na cidade. No Morro Sombrio (P1) e na Fazendinha Baluarte (P11) as temperaturas do ar (19,5°C e 19,4°C, respectivamente) foram superiores a todas aquelas obtidas na cidade, em média 1,2°C e 1,1°C a mais, respectivamente, exceto em relação a vertentes norte (P18) da Vila Manoel A. Puig. A variação térmica mais aguda entre o campo e a cidade foi de 3,3°C, na comparação do Morro Sombrio (P1) com o “bairro da Fábrica” (P9), conforme visualiza-se na Figura 69 e no Quadro 26.

No dia 25 de julho, na perspectiva dos transectos móveis, nos limites da malha urbana predominaram temperaturas do ar mais elevadas na vertente norte da Vila Manoel A. Puig (P18-19,8°C), no bairro Souza (P2-19,2°C e P3-19,3°C) e frações do centro da cidade, como na Praça do Gaspar (P5) e próximo à biblioteca municipal (P7), ambos com 19,1°C. Valores semelhantes a estes foram quantificados na localidade de maior altitude na área de estudo (P15-19°C, bairro Novo Cruzeiro) e no bairro Monte (P14-18,8°C, numa encosta direcionada para noroeste). Temperaturas do ar amenas foram observadas na porção norte da malha urbana, tal como nos episódios anteriores. A variação térmica mais expressiva na área de estudo foi entre localidades do interior da malha urbana, de 3,6°C (P18 menos P9), mais elevada que a obtida entre o campo e a cidade (Figura 69 e Quadro 26).

O arranjo do campo térmico através dos registros por pontos fixos no dia 25 de julho foi semelhante ao observado no dia anterior por esta mesma técnica, incluindo a relação entre o campo e a cidade.

No referido episódio, ao comparar as duas técnicas, observa-se concordância entre as mesmas no que diz respeito à temperatura do ar mais elevada no terraço do bairro Souza (PF2-24,3°C) e amena na porção mais a norte da malha urbana (PF5-14,9°C). Por outro lado, divergiram quanto aos aspectos térmicos prevaletentes nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig, uma vez que, na perspectiva dos registros fixos (PF8-15°C e PF9-15,1°C), tais localidades foram tão frescas quanto à Praça São Sebastião (PF5-14,9°C), diferente do observado com os registros móveis. Divergiram também com relação ao leito maior do Rio do Peixe (PF3), pois esta localidade foi nitidamente mais fresca que o terraço do bairro Souza (PF2) segundo os pontos fixos. Por último, divergiram ainda em relação ao bairro Parte Alta (PF6-24,9°C), considerado o mais quente na área de estudo pelos pontos fixos; e também em relação aos bairros Centro (PF4-24,3°C) e Novo Cruzeiro (PF7-23,4°C), uma vez que não apresentaram

temperaturas do ar tão expressivas comparado aos demais bairros, como ocorreu nos registros fixos (Figura 69).

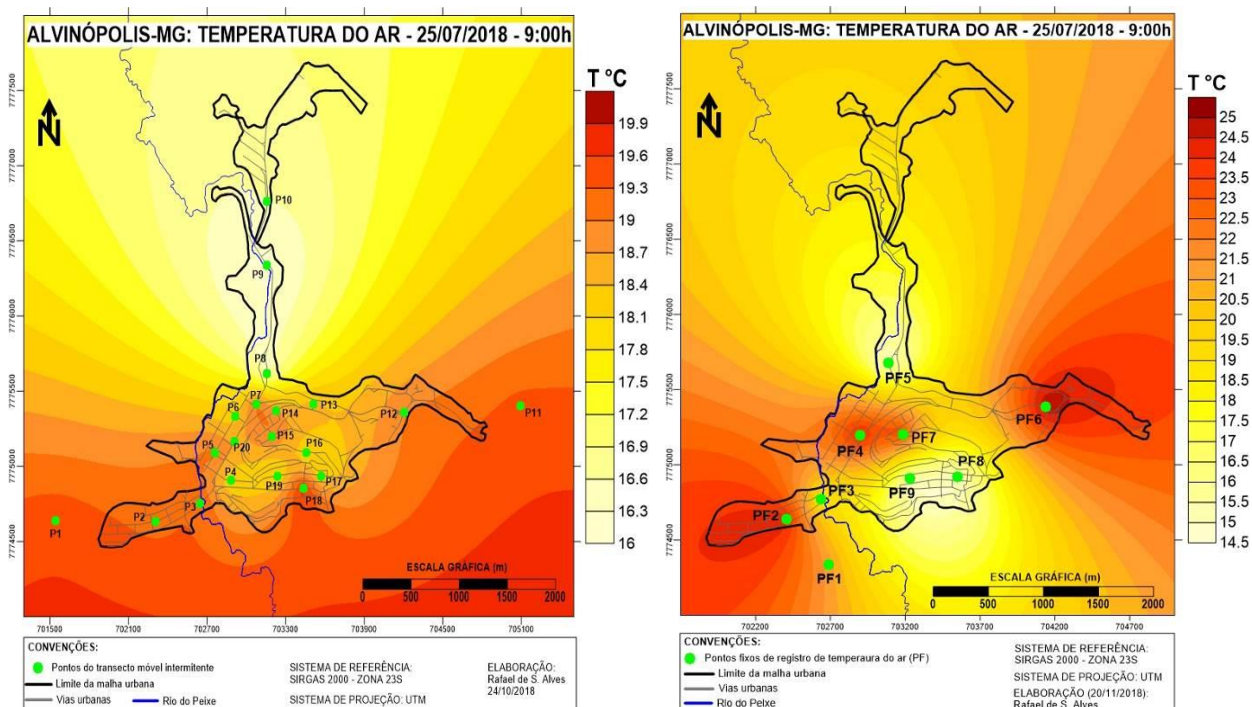


Figura 69. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 25/07/2018, às 9:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

As maiores variações térmicas no dia 25 de julho segundo os registros por pontos fixos foram de $6,4^{\circ}\text{C}$ entre o campo e a cidade (PF1 menos PF5), e de 10°C entre localidade da malha urbana (PF6 menos PF5), conforme visualiza-se na Figura 69 e no Quadro 27). Ambas superiores às identificadas através dos transectos móveis.

Ao interpretar os traçados do campo térmico no dia 25 de julho obtidos pelos transectos móveis, observa-se que a maior temperatura do ar registrada na malha urbana, no ponto P18, possa ter sido favorecida pelo sítio urbano, haja vista tratar-se de uma encosta íngreme voltada para o quadrante norte. Localidades ao entorno de P18 que possuem os mesmos padrões de uso e ocupação da terra apresentaram temperaturas inferiores, como P16, P17 e P19, e não estavam sobre efeitos de sombreamentos. Sendo assim, infere-se que os fatores geourbanos não foram os mais proeminentes na conformação da temperatura do ar observada em P18, o que implica na atribuição do conceito de núcleo de calor, face ao de ilha de calor. No bairro Souza (P2 e P3), onde verificou-se valores expressivos com os transectos móveis, também não é coerente o uso do conceito de ilha de calor. O fato de P11, relativo ao campo, ter demonstrado maior temperatura do ar que P2 e P3, leva a indagar se as mesmas foram decorrentes da influência

majoritária dos fatores geourbanos (amalgamados ao uso e ocupação da terra) em relação aos geoambientais (Figura 69).

Por último, ao interpretar os arranjos do campo térmico no dia 25 de julho obtidos com os registros por pontos fixos, não foi possível estabelecer estreitas relações entre o comportamento espacial da temperatura do ar e uso e ocupação da terra. Os maiores valores registrados nas extremidades leste (PF6) e sudoeste (PF2) da malha urbana demonstram ser consonantes aos padrões térmicos verificados nas áreas relativas ao campo, isentos das interferências geourbanas, conforme identificado através dos transectos móveis em P1 e P11. O ponto fixo PF4, no centro da cidade, onde há uso residencial e comercial, maiores fluxos e densidade de edificações entre dois e quatro andares, pavimentação asfáltica, revelou temperatura do ar idêntica a PF6, mesmo envolvido por fatores geourbanos favoráveis à elevação da temperatura do ar. Sendo assim, aponta-se a existência de três núcleos de calor segundo os pontos fixos: porções leste (bairro Parte Alta, PF6), sudoeste (bairro Souza, PF2) e central (bairro Centro, “Gaspar”, PF4) da malha urbana (Figura 69).

No dia 26/07/2018 – quarto e último episódio das 9:00 horas no inverno – a região Sudeste encontrou-se no limiar de influência de sistemas sinóticos distintos. Segundo o boletim técnico do CPTEC, a Alta Subtropical do Atlântico Sul foi deslocada para 11°S e 23°S, com núcleo desconfigurado. Nesse imbróglcio, um sistema de alta pressão pós-frontal, com núcleo de 1032 hPa sobre o Atlântico, a 37°S/43°W, ampliou sua área de influência. Em Minas Gerais foram identificados ventos de sudeste (Figura 70). Em Alvinópolis-MG foi observado aumento significativo da nebulosidade a partir das 7:30 horas (de 2/8 para cerca de 6/8), levando à redução na incidência dos raios solares. No decorrer das 9:00 horas para as 10:00 horas a nebulosidade reduziu para cerca de 4/8. Foi observado em campo que apenas os pontos P4, P5, P6, P7, P10 e P20 (centro da cidade e porção norte da malha urbana) não estavam sobre influência de nuvens no instante dos registros por transectos móveis. Não houve chuva ou fortes rajadas de ventos.

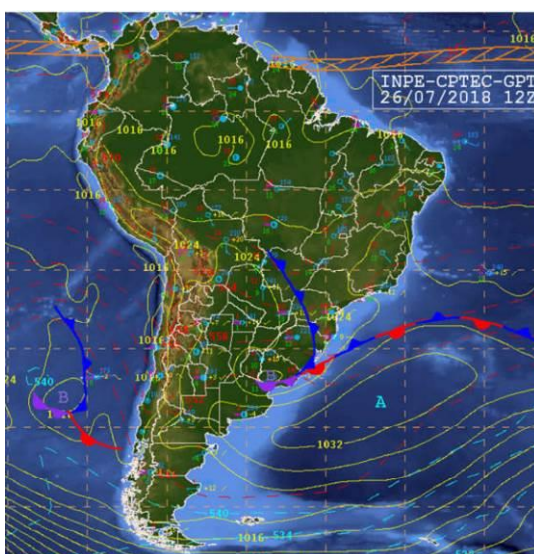


Figura 70. Carta sinótica da América do Sul do dia 26 de julho de 2018, às 9h local.

No quarto episódio das 9:00 horas na estação de inverno, o campo térmico em Alvinópolis-MG, segundo os registros por transectos móveis, foi constituído por temperaturas do ar mais elevadas nos bairros Novo Cruzeiro (P15) e Parte Alta (P12), ambos com 18,1°C, embora de características geoambientais distintas. Sendo assim, observa-se que, mesmo com ausência de nuvens, o centro da cidade (P4, P5, P6 P7 e P20) não deteve as maiores temperaturas do ar. Ainda na malha urbana, os pontos situados em encostas direcionadas para noroeste (P14, bairro Monte), norte (P18, Vila Manoel A. Puig) e para sul (P16, Vila Manoel A. Puig) obtiveram praticamente os mesmos valores, entre 17,6°C e 17,7°C, embora contam com características geourbanas e geoambientais diferentes. As menores temperaturas do ar na malha urbana foram identificadas na Praça São Sebastião (P8-16,3°C), “bairro da Fábrica” (P9-16,6°C) e terraço do bairro Souza (P2-16,6°C), de características geourbanas destoantes. Vale observar que o ponto amostral Hotel Nardy (P10-17°C), isento de nuvens no instante da tomada da temperatura do ar, não seguiu estritamente a tendência observada nos episódios anteriores (Figura 71).

Os transectos móveis no dia 26 de julho sinalizaram que o ar no campo a sudoeste da malha urbana (P1-16,4°C) foi menos quente (em média 0,9°C), comparado aos registros feitos na cidade, exceto em relação a P8. Já a temperatura do ar registrada no campo a leste da malha urbana (P11-17,8°C) foi superior à maioria daquelas obtidas na cidade, em média 0,6°C a mais, exceto em relação a P12 e P15. A variação térmica mais notória entre estes dois espaços foi de 1,7°C (P12/P15 menos P1). Já no interior da malha urbana foi de 1,8°C, entre P12/P15 e P8 (Figura 71 e Quadro 26).

O campo térmico em Alvinópolis-MG na perspectiva dos registros com pontos fixos, no dia 26 de julho, apresentou contornos e magnitudes diferentes em relação aos episódios anteriores por esta mesma técnica.

As maiores temperaturas do ar ocorreram nos bairros Parte Alta (PF6-17,7°C) e Souza (PF2-17,5°C); em menor medida, também na praça São Sebastião (PF5-17,3°C), destoando do que foi observado para esta localidade nos dias anteriores. Já as menores foram nos fundos de vales da Vila Manoel A. Puig (PF8-16°C e PF9-16,2°C), tal como verificou-se nas outras datas. O centro da cidade (PF4) e o bairro Novo Cruzeiro (PF7), que até então vinham se destacando com temperaturas do ar mais elevadas, apresentaram valores intermediários aos demais, ambos com 17,1°C (Figura 71).

As variações térmicas entre o campo e a cidade no dia 26 de julho, na ótica dos registros por pontos fixos, foram caracterizadas pelo predomínio de maiores temperaturas do ar na malha urbana (exceto em PF8 e PF9), uma vez que no Sítio Gaspar (PF1) a temperatura do ar (16,9°C) foi em média 0,4°C abaixo das registradas pelos demais pontos amostrais. A discrepância térmica mais aguda entre o campo e a cidade foi 0,8°C, na comparação de PF6 com PF1. Já na malha urbana foi 1,7°C, entre PF6 e PF8 (Figura 71 e Quadro 27).

Por fim, no dia 26 de julho, os resultados obtidos através da duas técnicas de registro da temperatura do ar empregadas foram concordantes em apenas dois aspectos: (a) a porção leste da malha urbana, bairro Parte Alta, monitorada por P12 e PF6, mostrou ser a mais quente às 9:00 horas; (b) o campo a sudoeste da malha urbana (P1 e PF1) registrou temperatura do ar abaixo da quantificada pela maioria dos pontos amostrais situados na malha urbana (Figura 71).

Diante do cenário verificado no dia 26 de julho, não é possível dizer que houve formação de ilha de calor na porção leste da malha urbana, onde foi quantificado temperaturas do ar mais elevadas pelos transectos móveis (P12) e pontos fixos (PF6). Afirmar que esta fração da cidade se mostrou mais aquecida em virtude dos fatores geourbanos reinantes no local, beira a um equívoco de análise, uma vez que o campo a leste da malha urbana (P11) também se mostrou mais aquecido, embora isento das interveniências dos fatores geourbanos. Logo, infere-se que as maiores temperaturas do ar ali observadas decorram da relação entre o sítio urbano e o movimento aparente do Sol, por tratar-se de um vale de orientação leste-oeste, como discutido nos episódios anteriores (Figura 71).

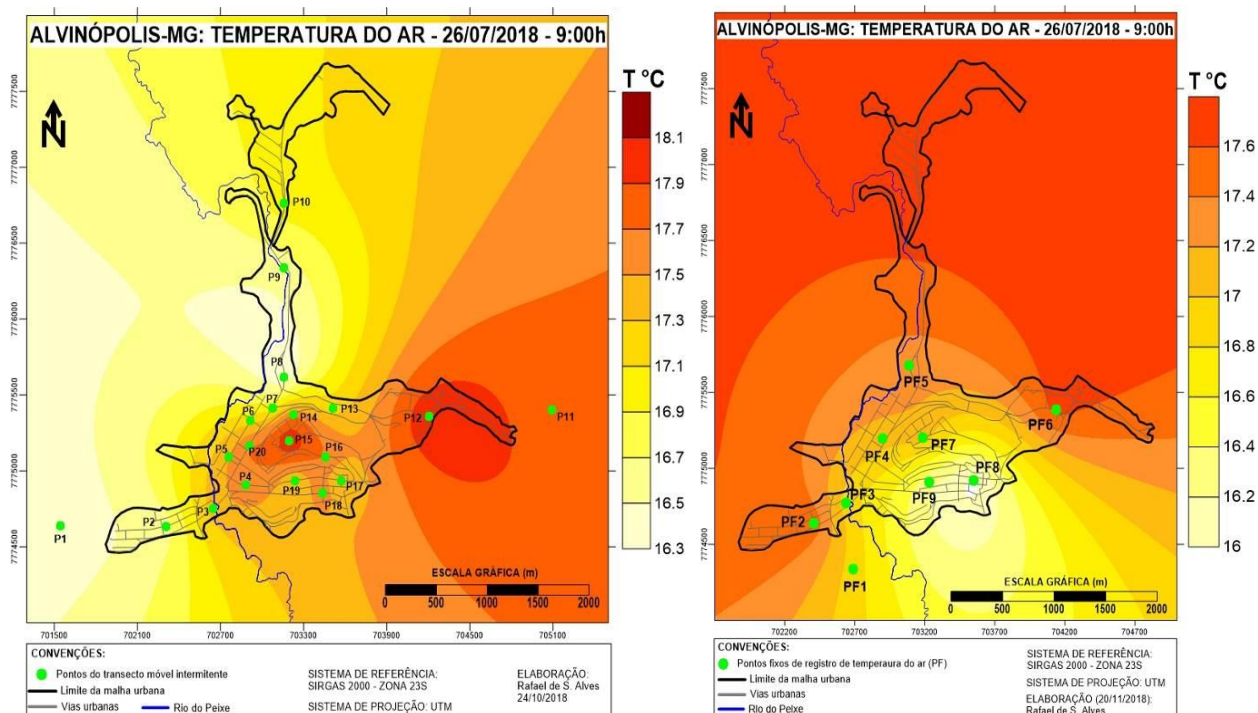


Figura 71. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 26/07/2018, às 9:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

Quadro 26. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 9:00h, episódios de inverno, julho de 2018.

PONTOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS INTERMITENTES	DIFERENÇAS (°C) ÀS 9h			
	23/07/18	24/07/18	25/07/18	26/07/18
P1 - Alto do Morro Sombrio	1,1	0,8	3,3	0,1
P2 - R. Joaquim J. Souza, n° 20	1,3	2,2	3,0	0,3
P3 - R. Cel. Olímpio S. Pena, n° 20	1,8	2,1	3,1	1,1
P4 - R. Padre A. Pena, n° 136	2,3	0,7	1,9	1,3
P5 - Praça do Gaspar	2,0	1,3	2,9	1,2
P6 - Posto Ipiranga	1,8	1,4	2,0	0,9
P7 - Av. Padre J. Marciano, n° 136	2,6	2,1	2,9	0,7
P8 - Praça S. Sebastião (Baixada), clube do Industrial	0,4	0,1	0,3	0,0
P9 - Fabril Mascarenhas	0,0	0,0	0,0	0,3
P10 - Hotel Nardy	0,6	0,4	0,4	0,7
P11 - Fazendinha Baluarte	1,7	2,4	3,2	1,5
P12 - Praça Paulo Moreira, n° 80	1,8	2,5	2,8	1,8
P13 - R. Nana Kubtschek, n° 237	2,0	2,2	2,3	0,9
P14 - R. Monsenhor Rafael, n° 80	1,6	2,1	2,6	1,4
P15 - R. do Campus, quadra poliesportiva	2,3	2,6	2,8	1,8
P16 - R. José Geraldo Alves, n° 260	3,1	2,3	2,0	1,4
P17 - R. Antônio Menezes Terra, n° 123	2,7	2,0	1,9	1,0
P18 - R. José M. Quintão; R. Policarpo da Cruz	3,1	2,4	3,6	1,3
P19 - R. Monsenhor Horta, n° 220	2,9	1,1	1,8	1,0
P20 - Av. Padre J. Marciano, supermercado Santo Antônio	1,9	1,2	2,5	1,4

Elaborado por Rafael de Souza Alves, setembro de 2018.

Quadro 27. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 9:00h, episódios de inverno, julho de 2018.

PONTOS FIXOS (PF)	DIFERENÇAS (°C) ÀS 9h			
	23/07/2018	24/07/2018	25/07/2018	26/07/2018
PF1 - Sítio Gaspar (Lala Paiva)	4,5	3,0	6,4	0,9
PF2 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 288	6,1	3,1	9,4	1,5
PF3 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 20	3,3	0,6	4,0	0,9
PF4 - Av. Padre José Marciano, n° 382	5,9	4,9	9,4	1,1
PF5 - Praça São Sebastião (Baixada), n° 171	0,1	0,9	0,0	1,3
PF6 - Rua do Rosário, n° 355	6,5	4,8	10,0	1,7
PF7 - Rua do Campos, n° 68	5,4	5,1	8,5	1,1
PF8 - Travessa da R. Antônio Menezes Terra com a R. José M. Azevedo, n° 16	0,2	0,1	0,1	0,0
PF9 - Rua Monsenhor Horta, n° 160	0,0	0,0	0,2	0,2

Elaborado por Rafael de Souza Alves, setembro de 2018.

Em síntese, o campo térmico em Alvinópolis-MG através dos transectos móveis, nos episódios das 9:00 horas na estação de inverno, foi caracterizado pelo predomínio de maiores temperaturas do ar na vertente norte da Vila Manoel A. Puig (P18), Fazendinha Baluarte (P11), bairro Parte Alta (sobretudo em P12), bairro Novo Cruzeiro (P15) e, em menor medida, no terraço do bairro Souza (P2). Não foi identificado o predomínio da influência dos fatores geourbanos na conformação das maiores temperaturas do ar em tais localidades, conforme discutido após a apresentação do campo térmico em cada episódio. Sendo assim, a categoria de análise empregada foi, sobretudo, núcleo de calor. A ilha de calor formou-se apenas no dia 23, na Vila Manoel A. Puig, de moderada intensidade (3,1°C).

As menores temperaturas do ar segundo os transectos móveis ocorreram, sobretudo, na porção norte da malha urbana, ao longo da Praça São Sebastião (P8), do “bairro da Fábrica” (P9) e do Hotel Nardy (P10). Na Praça São Sebastião foi observado grandes porções de áreas sombreadas pelas copas das árvores e pelas casas (próximo ao local de parada do veículo). Trata-se também de uma área com baixa densidade de edificações. No “bairro da Fábrica” e no Hotel Nardy, embora isentos de sombras, contam com consideráveis espaços verdes ao entorno da malha urbana, baixa concentração de edificações, proximidade com o Rio do Peixe e um déficit energético em comparação aos demais locais da cidade, haja vista as menores temperaturas do ar registradas em tais lugares às 6:00 horas.

A relação entre o campo e a cidade na perspectiva dos transectos móveis, de maneira geral, foi caracterizada pelo predomínio de menores temperaturas do ar no campo a sudoeste da malha urbana, sendo em média 0,9°C a 1,2°C mais fresco que a cidade. Por outro lado, o campo a leste da malha urbana foi caracterizado pelo predomínio de maiores temperaturas do ar em relação à maioria dos dados obtidos na cidade, em média 0,6°C a 1,1°C a mais. Mesmo que na cidade os entes constituintes do espaço possuem propriedades térmicas favoráveis a um

aquecimento do ar mais rápido, não é possível estabelecer generalizações, uma vez que nem sempre o campo é majoritariamente mais frio que a cidade. As diferenças térmicas mais expressivas entre estes dois espaços flutuaram de 1,7°C a 3,3°C. Entretanto, no interior da malha urbana, as variações térmicas mais agudas foram um pouco mais expressivas, entre 1,8°C e 3,6°C, pois os espaços urbanos carregam variáveis que atenuam e agravam as temperaturas do ar (FERREIRA, 2014), tornando complexo a conformação do campo térmico.

Em síntese, o campo térmico em Alvinópolis-MG através dos pontos fixos, por sua vez, foi caracterizado pelo predomínio de maiores temperaturas do ar na porção leste da malha urbana (bairro Parte Alta-PF6, assim como nos transectos móveis), porção central da malha urbana (“Gaspar”-PF4 e bairro Novo Cruzeiro-PF7) e, em menor medida, na porção sudoeste da malha urbana (bairro Souza-PF2). Tais localidades mostraram-se como núcleos de calor, conforme discutido ao longo dos quatro episódios das 9:00 horas. Não foi possível afirmar que a temperatura do ar no campo a sudoeste da malha urbana é predominantemente superior ou inferior às quantificadas na cidade, diferente do que se observou com os transecto móveis, no tocante a P1. As variações térmicas mais expressivas entre estes dois espaços flutuaram de 0,8°C a 6,4°C. Entretanto, nos limites da malha urbana as maiores diferenças térmicas quantificadas foram superiores, entre 1,7°C e 10°C, tal como observou-se com os transectos móveis.

Em Ponte Nova-MG – cidade próxima a Alvinópolis-MG, também de pequeno porte e sobre relevo de Mares de Morros Florestados – Allocca (2018, p. 153) identificou variação térmica superior às mensuradas em Alvinópolis-MG, sendo ela de 13,8°C dentro da área urbana, também às 9:00 horas, em julho de 2017, estação de inverno. Neste estudo o autor afirma que “[...] o urbano não é capaz de gerar alterações significativas no comportamento do clima local de Ponte Nova”, e que os fatores geoambientais apresentam ser mais influentes.

Em Alvinópolis-MG, as expressivas variações da temperatura do ar na malha urbana identificadas com os pontos fixos, demonstram ser condicionadas mais por interferência das sombras do que pela “capacidade” que a cidade possui de provocar derivações térmicas positivas. Isso porque em PF5, PF8 e PF9 – onde as temperaturas do ar foram consideravelmente inferiores aos demais pontos amostrais, incluindo o campo – foi possível observar ambientes sombreados. No caso de PF8 e PF9 em específico, ao passar de carro pelas ruas durante a realização dos transectos móveis, observava-se os sombreamentos entre as casas e a projeção das mesmas nos quintais onde estavam localizados os equipamentos, ao passo que as ruas contavam com a incidência dos raios solares.

Teixeira (2015) também observou os efeitos das sombras no campo térmico de Rancharia-SP às 9:00 horas da manhã. Amorim (2012, p. 59), ao comparar as temperaturas do ar obtidas em quatro pontos amostrais na cidade de Presidente Prudente-SP com as registradas no entorno rural, em abril de 2012, também destaca o que denominou de “efeito sombra”, conforme explica:

No ponto representativo do ambiente rural as temperaturas ficaram, em vários dias, superiores às registradas no ambiente urbano [...]. Este fato mostra o “efeito sombra” que as áreas construídas exercem na temperatura do ar quando se compara com o ambiente rural. Quando os raios solares passam pela atmosfera terrestre, parte deles não a aquecem diretamente. Ao atingirem a superfície da terra, transformam as ondas curtas em ondas longas, aquecendo-a, com mais intensidade próximo da superfície. Como no ambiente rural, especialmente no entorno de Presidente Prudente, onde há o predomínio de vegetação rasteira (pastagens), os raios solares raramente são interceptados antes de atingirem o solo e as ondas curtas rapidamente se transformam em ondas longas provocando o aquecimento do ar. Por outro lado, nas áreas intraurbanas, como as estações meteorológicas foram instaladas a cerca de 1,60cm do solo, ficaram de certa forma, protegidas da incidência direta dos raios solares.

Ao comparar o campo térmico acima sumarizado (relativo ao inverno) com os padrões de conformação espacial da temperatura do ar observados nos episódios de janeiro (verão), às 10:00 horas, por transectos móveis, é possível notar que:

- A) No verão, as maiores temperaturas do ar foram recorrentes no bairro Vila Manoel A. Puig, em especial na vertente sul (P16). Em menor medida, a porção leste da malha urbana também apresentou ser mais quente, ao entorno de P12 e P13. No inverno, os transectos móveis denunciaram temperaturas do ar mais elevadas, sobretudo, na vertente norte (P18) daquele bairro. As maiores temperaturas do ar na porção leste da malha urbana (P12 e PF6, em especial) foram mais marcantes (expressivas em relação aos demais setores da cidade) no inverno, tanto pelos transectos móveis quanto pelos pontos fixos.

As temperaturas do ar sensivelmente maiores na porção centro-leste da malha urbana em relação a outros setores da cidade – identificadas nos dias 26 e 24, sobretudo – demonstram ser favorecidas pela maior incidência dos raios solares nesta fração da área de estudo por volta das 9:00 horas, devido à posição do Sol no quadrante leste no período da manhã. Dinâmica semelhante a essa foi identificada por Amorim (2012) em Presidente Prudente-SP e Ortiz (2012) em Cândido Mota-SP, nas áreas a sudoeste e oeste das cidades, respectivamente, ao final da tarde, momento em que o Sol estava se pondo no quadrante oeste.

- B) No verão, o arranjo do campo térmico demonstrou ser regido, sobretudo, pelos fatores geoambientais, especialmente o sítio urbano. Logo, não foi identificado ilhas de calor, e sim núcleos de calor. No inverno, esse aspecto foi também o predominante, entretanto foi observado a formação da ilha de calor no dia 23, através dos registros por transectos móveis.
- C) No verão e no inverno as menores temperaturas do ar ocorreram, sobretudo, na parte norte da malha urbana, principalmente no “bairro da Fábrica”, segundo os transectos móveis.
- D) No verão, de modo predominante, o campo a sudoeste (P1) da malha urbana obteve temperaturas do ar superiores à maioria dos pontos amostrais situados na cidade, e o campo a leste (P11) da malha urbana obteve temperaturas do ar inferiores à maioria dos pontos amostrais situados na cidade. No inverno, em linhas gerais, foi observado o oposto, ou seja, P1 predominantemente mais frio e P11 mais quente, comparado à cidade, segundo os transectos móveis. Desta maneira, afirma-se que nem sempre a cidade é mais quente que todo o campo ao entorno da malha urbana, às 10:00h/9:00h da manhã, no verão e no inverno. Temperaturas do ar mais altas no entorno da malha urbana foram também identificadas por Amorim (2012) em Presidente Prudente-SP, em episódios das 10:00 horas.
- E) Os contrastes térmicos mais expressivos entre o campo e a cidade foram de 2°C a 3,2°C na estação de verão, ao longo dos três episódios analisados. No inverno, estes foram de 1,7°C a 3,3°C, segundo os registros móveis, e de 0,8°C a 6,4°C, segundo os registros por pontos fixos. Logo, na perspectiva dos transectos móveis, da estação de verão para a de inverno, a magnitude das diferenças térmicas entre o campo e a cidade foram semelhantes, entretanto com arranjos espaciais distintos conforme citado no item D.
- F) No verão as variações térmicas dentro da malha urbana foram superiores às observadas ao nível campo-cidade, assim como ocorreu no inverno. No verão, os contrastes térmicos mais expressivos na malha urbana foram de 2°C a 5°C (sempre entre P16 e P9/P10). No inverno, segundo os transectos móveis, foram de 1,8°C a 3,6°C, um pouco menos expressivos comparado ao verão. Entretanto, no inverno segundo os pontos fixos, as variações térmicas na malha urbana foram substancialmente mais agudas, de 1,7°C a 10°C.

6.3.3. Por Transectos Móveis Intermitentes e Pontos Fixos às 15:00 Horas

No dia 23/07/2018 – primeiro episódio das 15:00 horas no inverno – a porção centro-leste de Minas Gerais foi envolvida por isóbaras de 1020 hPa. A Alta Subtropical do Atlântico Sul continuou posicionada a 42°S/19°W e com núcleo de 1032 hPa, segundo o boletim técnico do CPTEC (Figura 72). A área de estudo permaneceu sobre influência do Sistema Polar Atlântico, com céu claro, poucas nuvens e sem rajadas de ventos.

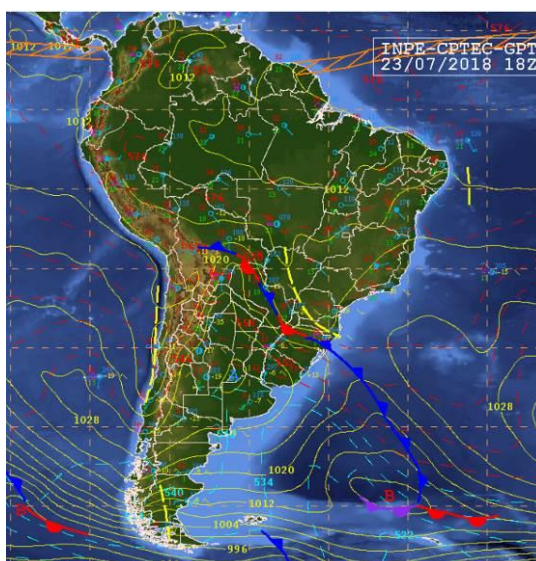


Figura 72. Carta sinótica da América do Sul do dia 23 de julho de 2018, às 15h local.

Na perspectiva dos transectos móveis, neste primeiro episódio, as maiores temperaturas do ar ocorreram no centro da cidade, na Av. Padre José Marciano (P20-28,4°C) e no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig assistido por P19 (27,8°C). Em menor medida, as vertentes direcionadas para norte e noroeste, na Vila Manoel A. Puig (P18-27°C) e no bairro Monte (P14-27,2°C), respectivamente, também se destacaram com temperaturas do ar mais elevadas, com diferença de apenas 0,2°C entre elas, embora P18 possui maior adensamento de edificações. Já as menores temperaturas do ar ocorreram na Praça São Sebastião (P8-25,2°C) – cujo local de parada do veículo encontrava-se totalmente sombreado por edificações e árvores altas existentes na praça –, na parte leste da malha urbana (P12-25,5°C) – sobre influência de nuvens –, numa porção do centro da cidade (P6-26,1°C e P7-25,8°C) – em que a rua estava sombreada por edificações –, e por último, no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig representado por P17 (26,1°C), cuja rua estava sombreada por edificações e morros circundantes (Figura 73).

Os contrastes térmicos entre o campo e a cidade no dia 23, segundo os transectos móveis, foram caracterizados pelo predomínio de menores temperaturas do ar nos espaços

relativos ao campo, que estavam sobre influência de nuvens. O Morro Sombrio (P1) obteve valor de 25,9°C, em média 0,8°C a menos que os quantificados na malha urbana, exceto em relação a P7, P8 e P12. A Fazendinha Baluarte (P11) obteve valor de 25,6°C, em média 1°C a menos que os quantificados na malha urbana, exceto em relação a P8 e P12. A maior variação de temperatura do ar entre o campo e a cidade foi de 2,8°C, na comparação da A. Padre José Marciano (P20) com o Morro Sombrio (P1). Entretanto, a variação térmica mais aguda na área de estudo foi entre localidades da malha urbana, de P20 em relação a P8, de 3,2°C (Figura 73 e Quadro 28).

Na perspectiva dos pontos fixos, por sua vez, no dia 23 de julho o bairro Souza (PF2) apresentou a maior temperatura do ar (27,2°C). Esta foi cerca de 0,7°C acima das obtidas em outros locais da cidade que também se destacaram por valores mais elevados e semelhantes entre eles, tal como o centro (P4-26,6°C), a Praça São Sebastião (PF5-26,5°C) e o bairro Novo Cruzeiro (PF7-26,6°C), que apresentam características geourbanas díspares. Já as menores temperaturas do ar ocorreram nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8-23,9°C e PF9-24,9°C). Logo, é possível notar que as duas técnicas de registro empregadas não coadunam na conformação do campo térmico, no que tange aos locais de temperaturas do ar mais altas e mais baixas (Figura 73).

No que diz respeito aos contrastes térmicos entre o campo e a malha urbana no dia 23 de julho, os registros por pontos fixos não permitem dizer que na cidade predominam as maiores ou as menores temperaturas do ar, diferente do foi observado com os transectos móveis. No Sítio Gaspar (PF1) o valor obtido (26,5°C) foi superior aos registrados no leito maior do rio do Peixe (PF3, bairro Souza), no bairro Parte Alta (PF6) e nos fundos de vales da Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9). Entretanto, o valor obtido no campo foi inferior aos registrados no terraço do bairro Souza (PF2), centro (PF4) e bairro Novo Cruzeiro (PF7), bem como o mesmo da Praça São Sebastião/Baixada (PF5). A maior diferença térmica entre o campo e a cidade foi de 2,6°C (PF1 menos PF8); e na malha urbana foi de 3,3°C, na comparação de PF2 com PF8. Sendo assim, as duas técnicas apontaram que as variações térmicas na malha urbana são maiores que ao nível campo-cidade (Figura 73 e Quadro 29).

Diante do exposto para o dia 23 de julho, observou-se que os locais de menores temperaturas do ar encontravam-se sobre influência de nuvens ou sombras provocadas por edificações, vegetação ou morros, na perspectiva dos transectos móveis e pontos fixos.

A conformação do campo térmico a partir dos dados obtidos com os pontos fixos não apresentou ser orquestrado pelos fatores geourbanos e as derivações térmicas estimadas para

tais, antes sim pela localização na malha urbana em relação ao movimento aparente do Sol. Portanto, as áreas de maiores temperaturas do ar (PF2, PF4, PF5 e PF7) comportaram-se como núcleos de calor. Por outro lado, as maiores temperaturas do ar apontadas pelos registros com os transectos móveis (P19 e P20) são condizentes a locais de maior adensamento de edificações (sobretudo P19, embora P20 localize-se numa área mais verticalizada em relação a P19), fluxos de pessoas e veículos (sobretudo P20, centro da cidade) e pavimentação asfáltica. Logo, a maior temperatura do ar obtida em P20 em relação aos outros pontos amostrais da malha urbana apresenta-se como uma ilha de calor, de moderada intensidade (3,3°C). Isso porque os fatores geourbanos vigentes ao seu entorno demonstram ter contribuído⁸¹ para a existência de saldos positivos de energia, amasiado a sua localização mais na porção oeste da malha urbana, cuja incidência da radiação solar é favorecida pela posição do Sol às 15:00 horas. Cabe ressaltar que na Av. Padre José Marciano, onde situa-se P20, foi observado frações de áreas ensolaradas intercaladas com áreas sombreadas, tal como às 16:00 horas em janeiro, devido a influência de casas acima de dois andares.

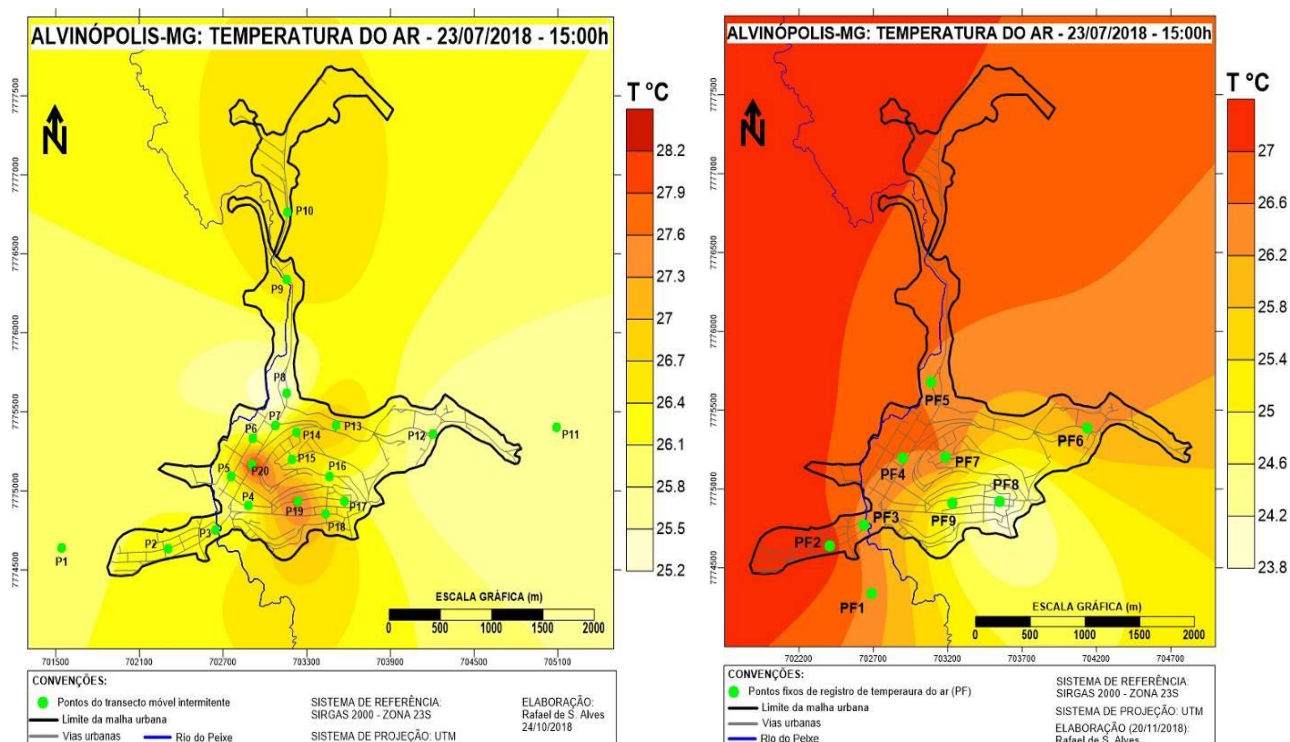


Figura 73. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 23/07/2018, às 15:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

⁸¹ Outras partes da malha urbana favorecidas pela incidência da radiação solar no horário em questão, por estar localizadas mais a sudoeste e oeste da área de estudo, conforme verificou-se na realização dos transectos móveis, não obtiveram maiores temperaturas do ar como P20. Por isso, foi interpretado que os fatores geourbanos, ao lado dos geoambientais, vigentes em P20, contribuíram o maior aquecimento do local.

No dia 24/07/2018 – segundo episódio das 15:00 horas no inverno – a Alta Subtropical do Atlântico Sul esteve localizada a 40°S/10°W, com núcleo de 1032 hPa, segundo o boletim de análises técnicas do CPTEC. Um novo Sistema Frontal se aproximou do Sudeste do Brasil que ainda permanecia sob ação do Sistema Polar Atlântico Velho (Figura 74). Foi observado nuvens sobre partes da cidade (P5, P6, P7, P15, P16, P17 e P20), ausência de chuva e ocorrência de ventos apenas em P1 (Figura 75).

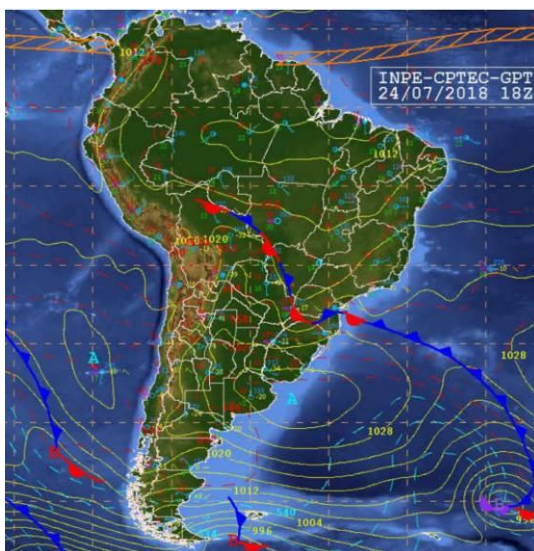


Figura 74. Carta sinótica da América do Sul do dia 24 de julho de 2018, às 15h local.

O campo térmico em Alvinópolis no segundo episódio das 15:00 horas, na ótica dos transectos móveis, apontou temperaturas do ar mais elevadas na malha urbana no bairro Parte Alta (P12-28°C e P13-28,1°C), e em menor medida, nas encostas íngremes direcionadas para noroeste (P14, bairro Monte) e norte (P18, Vila Manoel A. Puig), ambas com 27,1°C. Apontou menores temperaturas do ar na Praça São Sebastião (P8) – cujas circunstâncias foram as mesmas destacadas no dia 23, às 15:00h – e no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig nas imediações de P17, ambos com 24,5°C. Este último, além do sombreamento em todo o entorno provocado por casas e morros circundantes, contou com nuvens na abóbada celeste no instante do registro. Temperaturas do ar amenas foram ainda observadas em P6 e P7 (sombreados por nuvens e edificações) e em P15 e P16 (sombreados por nuvens), conforme ilustrado na Figura 75.

Os contrastes térmicos entre o campo e a cidade no dia 24, segundo os transectos móveis, apontaram que em P1 (Morro Sombrio, onde observou ventos) a temperatura do ar (26°C) foi inferior à obtida em dez pontos situados na cidade (P2, P3, P4, P9, P12, P13, P14, P18, P19 e P20, em média 0,9°C a menos), e superior a outros oito pontos (P5, P6, P7, P8, P10, P15, P16 e P17, em média 1°C a mais). Sendo assim, não é possível afirmar que a cidade foi

absolutamente mais quente ou fria que o campo a sudoeste da malha urbana. Entretanto, o campo a leste da malha urbana (P11-28,4°C) foi mais quente que todos setores da cidade, em média 2,4°C. A maior diferença térmica entre o campo e a cidade foi de 3,9°C (P11 menos P8), superior à identificada na malha urbana, de 3,6°C, entre P13 e P8 (Figura 75 e Quadro 28).

O campo térmico obtido a partir dos pontos fixos, no dia 24 de julho, mostrou que as maiores temperaturas do ar ocorreram na Praça São Sebastião (PF5-30,1°C), no centro da cidade (PF4-29,2°C, “Gaspar”) e no terraço do bairro Souza (PF2-28,8°C), ou seja, na fração mais a sudoeste e oeste da malha urbana, tal como ocorreu no episódio anterior, segundo a mesma técnica. As menores temperaturas do ar se deram no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8-24,6°C) – cujas circunstâncias foram destacadas no dia 23 – e no bairro Parte Alta (PF6-25,8°C). Sendo assim, os transectos móveis e os pontos fixos foram discordantes quanto aos locais de maiores temperaturas do ar, e concordantes em sinalizar o fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8 e P17) como o mais fresco (Figura 75).

Os pontos fixos no dia 24 de julho mostraram que todas temperaturas do ar quantificadas na cidade foram superiores à registrada no campo (PF1-25,1°C), exceto em relação a PF8, em média 2,2°C a mais. Este comportamento não foi identificado através dos transectos móveis, no que diz respeito ao campo a sudoeste da malha urbana (P1). O maior contraste térmico entre o campo e a cidade foi de 5°C (PF5 menos PF1), inferior ao quantificado no interior da malha urbana, de 5,5°C, entre PF5 e PF8 (Figura 75 e Quadro 29).

Diante do exposto para o dia 24 de julho, destaca-se a não identificação da ilha de calor no campo térmico obtido pelas duas técnicas empregadas. Não foi observado estreitas relações entre os fatores geourbanos potencializadores da temperatura do ar e a espacialidade das mesmas. Sendo assim, infere-se o uso da categoria de análise “núcleo de calor” para os locais com saldo positivo de energia térmica.

As maiores temperaturas do ar reveladas pelos transectos móveis ocorreram na porção leste da área de estudo, se manifestando desde a malha urbana (P12 e P13, bairro Parte Alta) até o campo (P11, Fazendinha Baluarte), ao longo de fundos de vales de orientação leste-oeste. Nesta área, o sítio urbano e o sentido do arruamento favorecem a penetração da radiação solar no período da tarde, conforme já discutido nas páginas anteriores desta obra. Entretanto, o mesmo comportamento não foi observado nesta parte da área de estudo através dos pontos fixos. Espera-se que a posição e localização dos equipamentos possam ter levados a tais divergências (Figura 75).

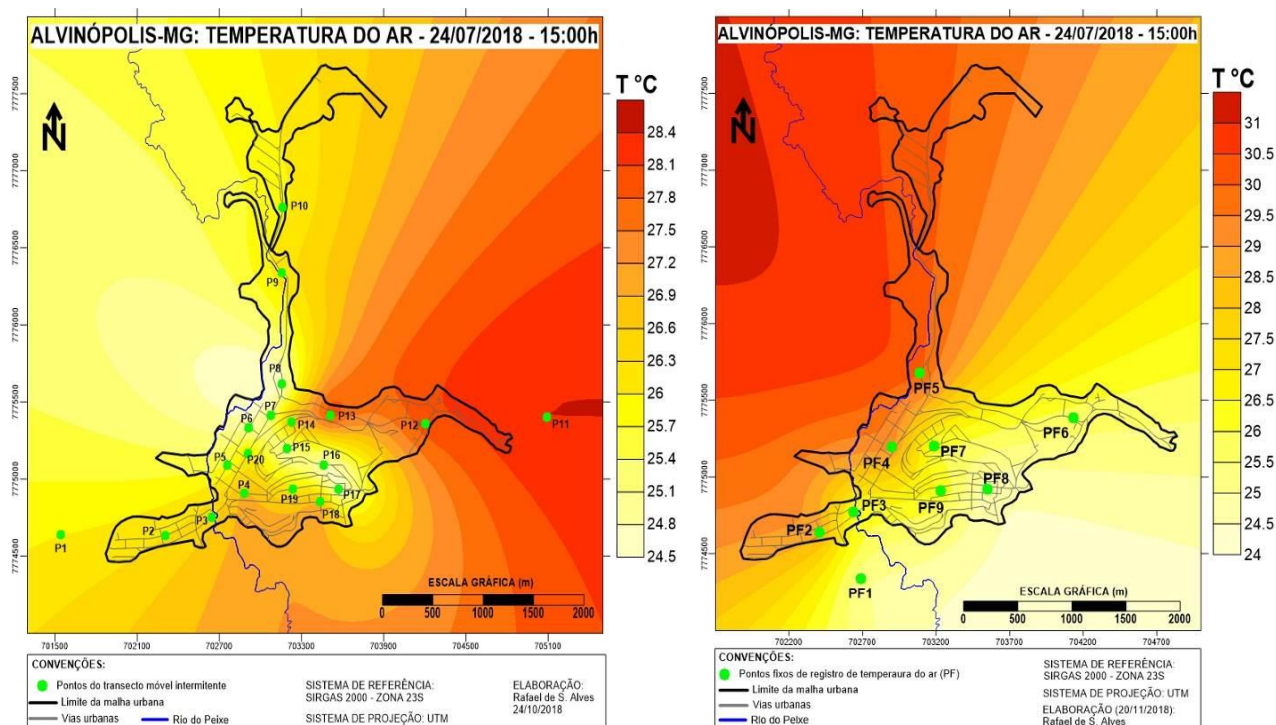


Figura 75. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 24/07/2018, às 15:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

No dia 25/07/2018 – terceiro episódio das 15:00 horas no inverno – a condição sinótica reinante foi mesma verificada às 9:00 horas, entretanto o Sistema Frontal avançou ainda mais para as baixas latitudes e Alta Subtropical do Atlântico Sul deslocou-se para 20°W, fora do domínio da carta (Figura 76). Em Alvinópolis-MG o céu estava aberto e com predomínio de Sol, com cerca de 3/8 de nebulosidade, sem fortes rajadas de ventos e precipitação.

No terceiro episódio das 15:00 horas as medições por transectos móveis apontaram maiores temperaturas do ar no fundo de vale leste-oeste no bairro Parte Alta (P13-28,5°C), na encosta voltada para noroeste no bairro Monte (P14-28,4°C), no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (P19-28,4°C) e na Av Padre José Marciano (P20-28,2°C). Tais localidades obtiveram valores semelhantes (máximo de 0,3°C de diferença), embora contem com fatores geourbanos e geoambientais distintos. Assim como nos outros episódios deste horário, a menor temperatura do ar foi quantificada na Praça São Sebastião (P8-25,3°C), dadas às circunstâncias que encerram, destacadas nas páginas anteriores. Temperatura do ar amena também ocorreu em P4 (25,3°C), cuja rua revestida com pedra fincada estava sombreada por casas e nuvens. Estas se fizeram presentes ao longo de P3, P2 (bairro Souza, ambos com 26,7°C) e P1, restringindo a radiação de onda curta. O ponto P12 que se destacou no dia anterior com maiores temperaturas do ar não apresentou o mesmo comportamento, talvez por influência de nuvens sobre esta parte

da malha urbana, que se fizeram presentes no instante da medição, assim como em P11 (Figura 77).



Figura 76. Carta sinótica da América do Sul do dia 25 de julho de 2018, às 15h local.

As variações térmicas entre o campo e malha urbana no dia 25 de julho, no âmbito dos transectos móveis, foram caracterizadas pelo predomínio de menor temperatura do ar no Morro Sombrio (P1-26,2°C), que apresentou ser em média 1,1°C mais fresco que os demais pontos de registros situados na cidade, exceto em relação a P4, P7, P8 e P10. Já na fazendinha Baluarte (P11-27,2°C), a temperatura do ar obtida foi superior à observada em 11 pontos amostrais situados na cidade (em média 0,9°C a mais), exceto em relação a P6, P13, P14, P16, P18, P19 e P20. A maior disparidade térmica entre o campo e malha urbana foi de 1,9°C (P11 menos P8), inferior à identificada entre locais da cidade, que foi de 3,2°C, na comparação de P13 com P8 (Figura 77 e Quadro 28).

O campo térmico no dia 24 de julho, no âmbito dos registros por pontos fixos, apresentou os mesmos padrões identificados no dia 23, também às 15:00 horas. Sendo assim, para não ser prolixo, serão destacados as divergências e convergências entre as duas técnicas empregadas, bem como a intensidade das diferenças térmicas quantificadas por meio dos registradores fixos.

Na comparação da espacialidade da temperatura do ar obtida pelos transectos móveis e através dos pontos fixos, as disparidades sobressaíram às similaridades, no que diz respeito aos locais mais quentes e mais frescos, nos limites da malha urbana. Uma exceção foi o centro da cidade, pois ambas as técnicas evidenciaram haver temperaturas do ar mais elevadas neste local em relação ao entorno, como observa-se em PF4 e P20. No que se refere aos contrastes entre o campo e a cidade, assim como nos transectos móveis (P1), os pontos fixos revelaram que o

campo a sudoeste da malha urbana (PF1-25,2°C) foi menos quente que a cidade, em média 2°C a menos, exceto em relação a PF8. A maior variação entre estes dois espaços foi de 4,3°C (PF5 menos PF1), menos intensa que a existente no interior da malha urbana, que foi de 5°C, entre PF5 e PF8 (Figura 77 e Quadro 29).

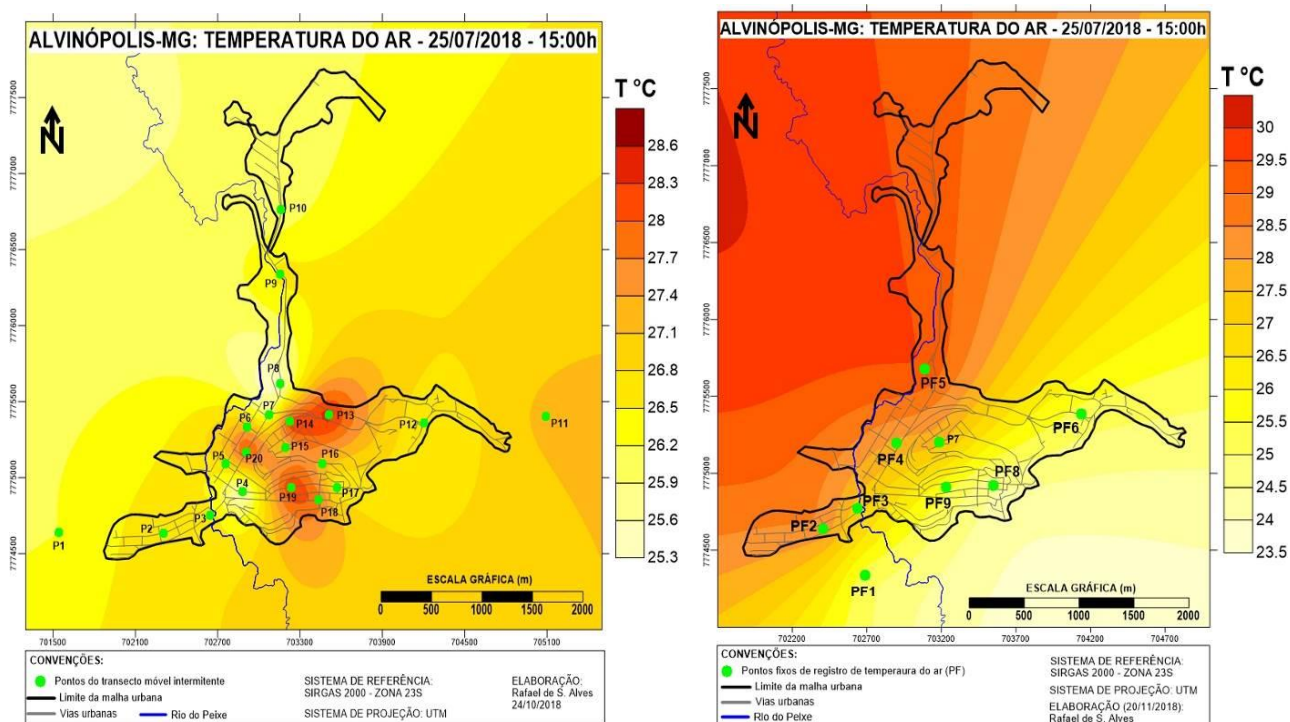


Figura 77. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 25/07/2018, às 15:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

Em suma, não foi atribuído o conceito de ilha de calor para as localidades de maior temperatura do ar identificadas através de ambas as técnicas de registros, no dia 25 de julho às 15:00 horas. Isso porque os fatores geourbanos não demonstraram ser nitidamente os propulsores das diferenças térmicas positivas observadas na área de estudo.

A maior temperatura do ar verificada com os transectos móveis foi no bairro Parte Alta, nas imediações de P13. Esta área conta com edificações de um a dois andares, uso residencial, baixo fluxo de pessoas e veículos, pouco adensamento urbano e pavimentação de pedra fincada (Quadro 11). Ou seja, fatores geourbanos menos favoráveis a propiciar derivações térmicas positivas. Entretanto, P13 situa-se em um vale de orientação leste-oeste, cujo sítio urbano na sua relação com o movimento aparente do Sol favorece uma maior incidência da radiação solar direta e aquecimento da área no horário em questão. Já com os pontos fixos, a maior temperatura do ar ocorreu na Praça São Sebastião (PF5), em um largo com áreas verdes próximas, baixa densidade de edificações ao entorno e fluxo de pessoas e veículos comparado ao centro da

cidade (Quadro 13); porém, intensamente exposta à radiação solar às 15:00 horas, por sua localização na malha urbana e posição do equipamento na localidade (Figura 77).

Faz-se necessário destacar que tanto os fatores geoambientais quanto os geourbanos atuam concomitantemente na formação do campo térmico. Logo, não se desconsidera que as maiores temperaturas do ar verificadas em P13 e PF5, destacado anteriormente, contam com a participação dos equipamentos urbanos vigentes nas respectivas localidades, ao lado dos fatores geoambientais. Entretanto, o conceito de ilha de calor não foi aplicado face às dúvidas dos fatores geourbanos como principais propulsores das maiores temperaturas do ar em tais áreas, no horário das 15:00 horas.

No dia 26/07/2018 – quarto e último episódio das 15:00 horas no inverno – foram mantidas as condições sinóticas prevaletentes às 9:00 horas, conforme destacado anteriormente. Entretanto, faz-se necessário sublinhar que o Sistema Frontal Estacionário avançou sensivelmente para as baixas latitudes, decorrente da ampliação de áreas de influência do núcleo de alta pressão pós-frontal sobre o Atlântico, de 1032 hPa. A Alta Subtropical do Atlântico Sul teve seu núcleo desconfigurado, não sendo possível apontar sua posição (Figura 78). Em Alvinópolis-MG o céu contava com cerca de 3/8 a 4/8 de nebulosidade, sobre os pontos P12, P15, P16, P17, P18 e P19 (Figura 79). Não houve chuva ou fortes rajadas de ventos.

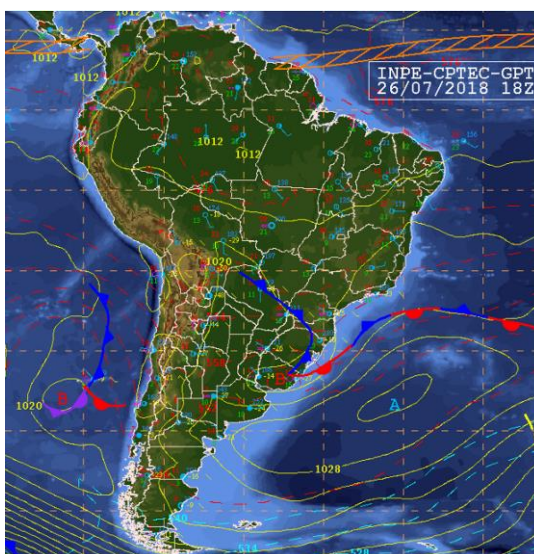


Figura 78. Carta sinótica da América do Sul do dia 26 de julho de 2018, às 15h local.

Os registros por meio dos transectos móveis no dia 26 indicaram locais mais quentes no fundo de vale de orientação leste-oeste no bairro Parte Alta (P13-26,7°C), bem como na encosta voltada para noroeste no bairro Monte (P14-26,6°C), assim como no episódio anterior. Nesta toada, porém em menor medida, temperaturas do ar elevadas ocorreram na Av. Padre José

Marciano (P20-26,3°C) e no leito maior do Rio do Peixe (P3-26,2°C, bairro Souza). Já os locais mais frescos foram a Praça São Sebastião (P8-23,9°C) e o Hotel Nardy (P10-24,2°C). Em P8 persistiram as mesmas condições assistidas nos episódios anteriores, às 15:00 horas. Em P10 foi averiguado ventos durante a tomada do parâmetro climático, o que pode ter contribuído para o valor ameno, ao lado das características geourbanas ali prevaletentes, como a baixa densidade de edificações e áreas verdes (Figura 79).

Como dito anteriormente, ao longo dos bairros Parte Alta (em P12, especificamente), Novo Cruzeiro (P15) e Vila Manoel A. Puig (P16 a P19), foi observado nuvens na abóbada celeste. Por interferir nos fluxos de radiação de onda curta, as nuvens podem ter contribuído para que P18 (encosta voltada para norte) e P19 (que se destacou nos episódios anteriores) tenham demonstrado temperaturas do ar não muito expressivas, como esperava-se (Figura 79).

O campo a sudoeste da malha urbana (P1, Morro Sombrio) foi mais quente que a maioria dos pontos de coleta da cidade (13 deles), em média 0,9°C, exceto em relação a P3, P13, P14, P18 e P20. O mesmo cenário se repetiu no campo a leste da malha urbana (P11, Fazendinha Baluarte), pois a temperatura do ar obtida nesta localidade foi superior à de nove pontos amostrais da cidade (em média 1°C a mais), exceto em relação a P2, P3, P13, P14, P18 e P20. A discrepância térmica mais intensa entre o campo e a cidade foi de 2,1°C (P1 menos P8), inferior à maior variação de temperatura do ar assistida na malha urbana, de 2,8°C, entre P13 e P8 (Figura 79 e Quadro 28).

A conformação do campo térmico no dia 26 de julho, à luz dos dados por pontos fixos, apresentou os mesmos padrões dos episódios anteriores, por esta mesma técnica, às 15:00 horas. Ou seja, as localidades mais a sudeste, sul e leste da malha urbana com menores temperaturas do ar (PF8, PF9, PF6, respectivamente), e as localidades mais a sudoeste e oeste da malha urbana (PF2, PF3, PF4 e PF5) com maiores temperaturas do ar. Dentre estes últimos, o terraço do bairro Souza se destacou como o mais quente (PF2-26,1°C). Ao lado dos ambientes de maiores temperaturas do ar encontra-se PF7, cuja condição geoambiental possa ter contribuído, dado a altitude mais elevada, que favorece a insolação (Figura 79).

Na perspectiva dos pontos fixos no dia 26, o campo a sudoeste da malha urbana (P1, Sítio Gaspar) obteve temperatura do ar de 24,4°C, inferior à quantificada pela maioria dos pontos amostrais situados na cidade, sendo em média 0,7°C mais fresco, exceto em relação a PF6, PF8 e PF9. A maior discrepância térmica entre o campo e a cidade foi de 1,8°C (PF1 menos PF8), e no interior da cidade foi de 3,5°C, entre PF2 e PF8 (Figura 79 e Quadro 29).

As duas técnicas de obtenção da temperatura do ar utilizadas no dia 26 de julho foram discordantes quanto aos locais menos quentes, sendo a Praça São Sebastião segundo os transectos móveis (P8) e o fundo de vale da Vila Manoel A. Puig segundo os pontos fixos (PF8). Divergiram ainda quanto aos contrastes entre o campo e a cidade, haja vista que P1 (Morro Sombrio) foi mais quente que a maioria dos pontos amostrais na cidade, ao passo que PF1 (Sítio Gaspar) foi menos quente, ambos a sudoeste da malha urbana. Contudo, as duas técnicas foram, em certa medida, semelhantes em apontar o bairro Souza (P2, P3, PF2, PF3) e o centro da cidade (P20 e PF4) como locais inclinados às maiores temperaturas do ar (Figura 79).

Em suma, após a apreciação dos campos térmicos no dia 26, infere-se que não foi observado uma estreita relação entre os fatores geourbanos propulsores de derivações térmicas positivas⁸² e a ocorrência espacial das maiores temperaturas do ar, em ambas as técnicas utilizadas.

Com os transectos móveis, o local mais quente foi P13, onde predomina baixo fluxo de pessoas e veículos, casas de um pavimento, calçamento de pedra fincada e áreas verdes nos quintais e pastagens próximas. Entretanto, está situado em um fundo de vale de orientação leste-oeste (bem como o arruamento) intensamente ensolarado às 15:00 horas, conforme observava-se em campo. No ponto P14, também com temperaturas mais elevadas, predominam fatores geourbanos semelhantes aos de P13, contudo em uma encosta íngreme voltada para noroeste, de elevado potencial térmico dada a característica geoambiental. Sendo assim, tais localidades conformaram núcleos de calor na malha urbana (Figura 79).

Com os pontos fixos, os locais de maiores temperaturas do ar apresentam ser favorecidos pela radiação solar às 15:00 horas, por localizassem nas porções mais a sudoeste e oeste da malha urbana. Logo, conformaram núcleos de calor, sobretudo o bairro Souza (PF2), que também se destacou através dos transectos móveis (Figura 79).

⁸²Adensamento de edificações, maiores fluxos de pessoas e veículos, predomínio de pavimentação asfáltica, carência de áreas verdes.

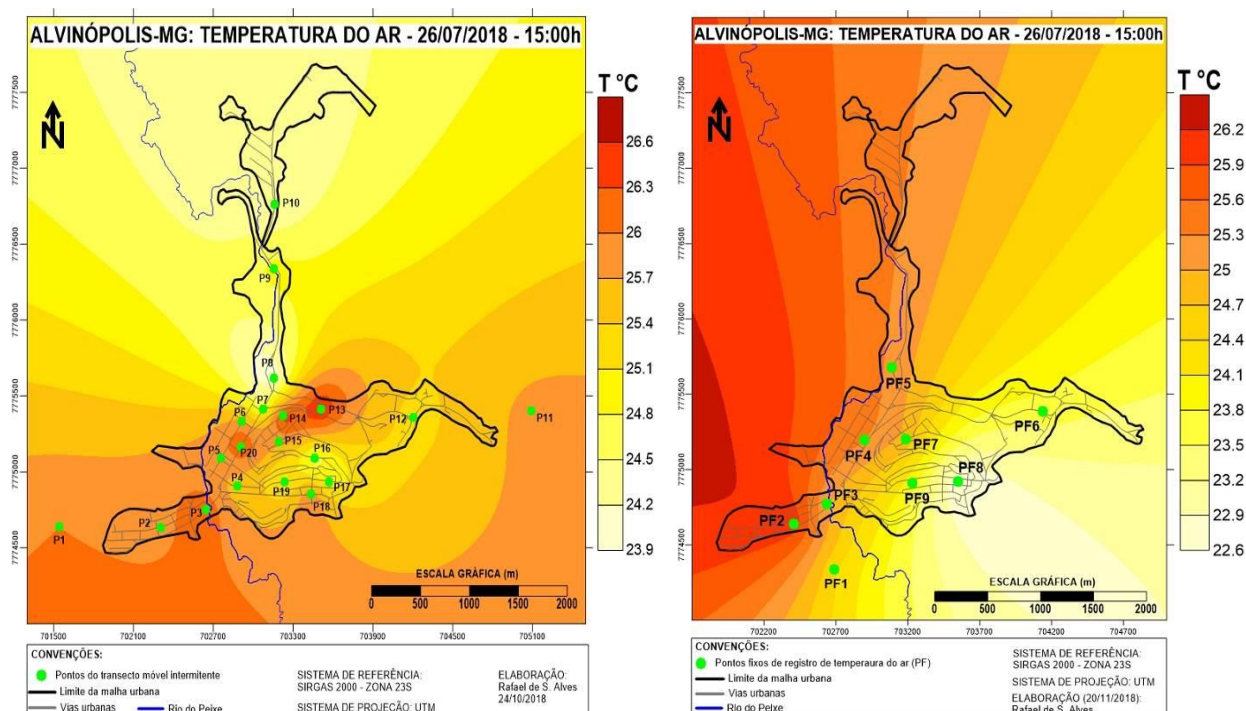


Figura 79. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 26/07/2018, às 15:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

Quadro 28. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 15:00h, episódios de inverno, julho de 2018.

PONTOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS INTERMITENTES	DIFERENÇAS (°C) ÀS 15h			
	23/07/18	24/07/18	25/07/18	26/07/18
P1 - Alto do Morro Sombrio	0,7	1,5	0,9	2,1
P2 - R. Joaquim J. Souza, n° 20	1,1	1,8	1,4	2,0
P3 - R. Cel. Olímpio S. Pena, n° 20	1,0	2,0	1,4	2,3
P4 - R. Padre A. Pena, n° 136	0,8	2,5	0,0	1,6
P5 - Praça do Gaspar	1,0	1,1	1,5	1,9
P6 - Posto Ipiranga	0,9	0,4	2,0	1,9
P7 - Av. Padre J. Marciano, n° 136	0,6	0,6	0,5	0,8
P8 - Praça S. Sebastião (Baixada), clube do Industrial	0,0	0,0	0,0	0,0
P9 - Fabril Mascarenhas	1,5	1,7	1,3	1,0
P10 - Hotel Nardy	1,4	1,4	0,7	0,3
P11 - Fazendinha Baluarte	0,4	3,9	1,9	1,9
P12 - Praça Paulo Moreira, n° 80	0,3	3,5	1,2	1,4
P13 - R. Nana Kubtschek, n° 237	1,9	3,6	3,2	2,8
P14 - R. Monsenhor Rafael, n° 80	2,0	2,6	3,1	2,6
P15 - R. do Campus, quadra poliesportiva	1,2	0,3	1,8	1,9
P16 - R. José Geraldo Alves, n° 260	0,9	0,1	1,9	0,7
P17 - R. Antônio Menezes Terra, n° 123	0,9	0,0	1,2	1,0
P18 - R. José M. Quintão; R. Policarpo da Cruz	1,8	2,6	2,6	2,1
P19 - R. Monsenhor Horta, n° 220	2,6	1,7	3,1	1,1
P20 - Av. Padre J. Marciano, supermercado Santo Antônio	3,2	1,7	2,9	2,4

Elaborado por Rafael de Souza Alves, setembro de 2018.

Quadro 29. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 15:00h, episódios de inverno, julho de 2018.

PONTOS FIXOS (PF)	DIFERENÇAS (°C) ÀS 15h			
	23/07/2018	24/07/2018	25/07/2018	26/07/2018
PF1 - Sítio Gaspar (Lala Paiva)	2,6	0,5	0,7	1,8
PF2 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 288	3,3	4,2	3,9	3,5
PF3 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 20	2,5	1,7	2,8	2,4
PF4 - Av. Padre José Marciano, n° 382	2,7	4,6	3,4	2,7
PF5 - Praça São Sebastião (Baixada), n° 171	2,6	5,5	5,0	2,6
PF6 - Rua do Rosário, n° 355	2,4	1,2	0,8	1,1
PF7 - Rua do Campos, n° 68	2,7	1,4	3,2	2,3
PF8 - Travessa da R. Antônio Menezes Terra com a R. José M. Azevedo, n° 16	0,0	0,0	0,0	0,0
PF9 - Rua Monsenhor Horta, n° 160	1,0	1,9	1,1	1,3

Elaborado por Rafael de Souza Alves, setembro de 2018.

Em linhas gerais, o campo térmico através dos transectos móveis apresentou ser orquestrado pelos fatores geoambientais, sobretudo; em especial o sítio urbano e a incidência da radiação solar. Apenas no dia 23/07/2018 que os fatores geourbanos se destacaram e uma ilha de calor de moderada intensidade (3,3°C) foi observada em P20. As maiores temperaturas do ar foram mais recorrentes em P13 (fundo de vale de orientação leste-oeste) e P14 (encosta voltada para noroeste), cujo sítio urbano amalgamado à posição do disco solar às 15:00 horas favoreceram tal comportamento térmico. As menores temperaturas do ar foram recorrentes na Praça São Sebastião (P8), dado aos sombreamentos, destacados em cada episódio analisado. Padrões de sombreamentos foram também identificados em P6, P7 e P17. O campo a leste da malha urbana (P11, Fazendinha Baluarte) apresentou temperaturas do ar mais elevadas que as obtidas pela maioria dos pontos amostrais na malha urbana, exceto no primeiro episódio. Já o campo a sudoeste da malha urbana (P1, Morro Sombrio) não seguiu este comportamento, pois nem sempre obteve maiores temperaturas do ar em relação aos pontos amostrais da malha urbana. As variações térmicas mais agudas entre o campo e a cidade foram entre 1,9°C e 3,9°C, enquanto que no interior da malha urbana as mesmas foram entre 2,8°C e 3,6°C.

Em linhas gerais, o campo térmico pelo viés dos registros por pontos fixos, por sua vez, também não demonstrou ser guiado pela influência dos fatores geourbanos, principalmente. Nas partes a sudoeste e a oeste da área de estudo as temperaturas do ar mais elevadas foram recorrentes, ao longo dos quatro episódios, sobretudo em PF2 e PF5. As menores temperaturas do ar foram nas partes centro-sul, sudeste e leste, especialmente em PF8. Este fato pode estar relacionado à posição do disco solar na abóbada celeste às 15:00 horas, mais ao quadrante oeste, bem como à posição dos equipamentos. Este mesmo arranjo espacial da temperatura do ar não foi identificado através dos transectos móveis. O campo a sudoeste da malha urbana (PF1, Sítio

Gaspar) obteve temperatura do ar inferior às quantificadas na cidade na maioria dos episódios (exceto em 23/07/2018). As maiores diferenças térmicas entre o campo e a cidade foram entre 1,8°C e 5°C, inferiores às identificadas na malha urbana, que variaram de 3,3°C a 5,5°C.

Faz-se necessário destacar que as temperaturas do ar registradas na Praça São Sebastião foram claramente destoantes entre as duas técnicas, conforme observa-se na comparação de P8 (transectos móveis) e PF5 (pontos fixos) em relação aos demais pontos amostrais da área de estudo. Durante a realização dos transectos móveis foi observado em campo que a face leste da Praça São Sebastião se encontrava sobre o “efeito sombra”, por razão das copas das árvores e edificações, incluindo a rua onde se parava o veículo para efetivação dos registros. Já a face oeste da Praça São Sebastião se encontrava exposta à radiação solar sem haver áreas sombreadas, incluindo o local do equipamento PF5, situado no campo de visão do pesquisador. Logo, P8 mostrou-se inclinado às menores temperaturas do ar e PF5 às maiores temperaturas do ar.

Devido às propriedades térmicas dos materiais urbanos – inércia térmica, calor específico, capacidade térmica, albedo – esperava-se que na cidade houvesse o predomínio de maiores temperaturas do ar em relação ao campo às 15:00 horas, por ambas as técnicas de medição utilizadas, tal como identificado por Amorim (2012) em Presidente Prudente-SP.

O Rio do Peixe mostrou exercer papel de fator geoambiental amenizador da temperatura do ar, de maneira mais nítida, através dos pontos fixos, nos quatro episódios das 15:00 horas. Isso porque em PF3 foi observado um ambiente de descontinuidade de maiores temperaturas do ar entre os pontos PF2, PF4 e PF5.

Ao comparar o campo térmico acima sumarizado, relativo aos episódios das 15:00 horas da estação de inverno, com os padrões de conformação espacial da temperatura do ar observados nos episódios de janeiro (verão), às 16:00 horas por transectos móveis, é possível notar que:

- A) No verão, as temperaturas do ar registradas na malha urbana foram predominantemente superiores às quantificadas nos espaços relativos ao campo, em todos os episódios. Nos episódios de inverno esse comportamento térmico entre o campo e a cidade não se repetiu através dos transectos móveis, exceto no dia 23/07/2018. Entretanto, foi constatado por meio dos registros com pontos fixos, exceto no dia antes citado.
- B) No verão, as maiores variações térmicas na área de estudo se deram às 16:00 horas (entre 3,2°C e 4,8°C). No inverno, os transectos móveis apontaram esta mesma

tendência; porém, segundo os pontos fixos, as variações térmicas na área de estudo foram mais expressivas às 9:00 horas.

- C) As maiores temperaturas do ar no verão ocorreram no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (P17 e P19) e no bairro Parte Alta (P12 e P13), cujo vale de orientação leste-oeste e o sentido do arruamento favorecem a chegada da radiação solar às 16:00 horas, sem ocorrência de sombras. As vertentes voltadas para noroeste (P14) e norte (P18) também se destacaram termicamente, quando não sombreadas. No inverno, segundo os transectos móveis, os locais mais quentes foram P13 e P14, principalmente, não muito destoante do observado em janeiro. Segundo os pontos fixos as maiores temperaturas do ar foram em PF2 (terraço do bairro Souza), PF4 (Centro) e PF5 (Praça São Sebastião), diferente dos locais identificados com os transectos móveis, tanto no verão quanto no inverno.
- D) Nas duas estações do ano em comparação o arranjo do campo térmico foi orquestrado, sobretudo, pelos fatores geoambientais, principalmente o sítio urbano e a incidência da radiação solar.

6.3.4. Por Transectos Móveis Intermitentes e Pontos Fixos às 21:00 Horas

No dia 23/07/2018 – primeiro episódio das 21:00 horas no inverno – o território mineiro foi envolvido por isóbaras de 1020 hPa. A Alta Subtropical do Atlântico Sul localizava-se a 40°S/18°W e com núcleo de 1032 hPa, segundo o boletim técnico do CPTEC (Figura 80). Entretanto, a área de estudo permaneceu sobre influência do Sistema Polar Atlântico, com poucas nuvens e sem rajadas de ventos, em noite de céu estrelado.

Na perspectiva dos transectos móveis, o campo térmico em Alvinópolis-MG neste primeiro episódio das 21:00 horas foi caracterizado por menores temperaturas do ar na malha urbana nas áreas de maior influência do Rio do Peixe, dado à proximidade com o mesmo, conforme observa-se em P3 (bairro Souza) e P9 (“bairro da Fábrica”). Nesta mesma direção encontra-se P10 (Hotel Nardy), situado na zona de expansão da cidade. Tais localidades obtiveram valores semelhantes, entre 15,3°C e 15,5°C, sendo P9 o mais frio. O campo térmico foi também caracterizado por maiores temperaturas do ar nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (P17-17,1°C e P19-17°C), e em menor medida nos bairros Parte Alta (P13), Monte (P14) e Novo Cruzeiro (P15), cujos valores foram parecidos aos mensurados nas encostas sul

(P16) e norte (P18) da Vila Manoel A. Puig, entre 16,6°C e 16,7°C. Nas demais localidades da malha urbana a temperatura do ar variou de 16°C a 16,5°C (Figura 81).

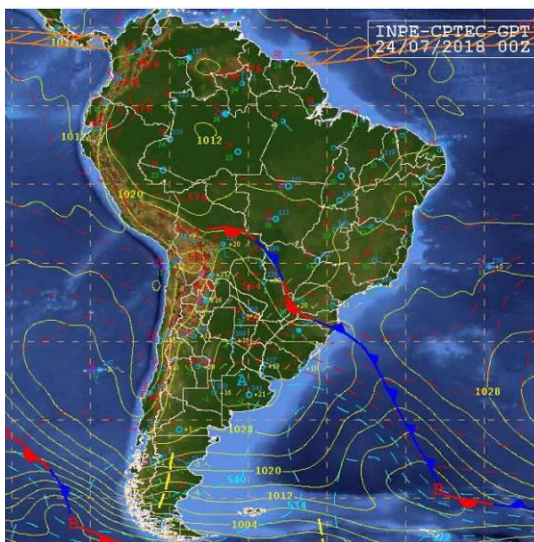


Figura 80. Carta sinótica da América do Sul do dia 23 de julho de 2018, às 21h local.

No dia 23 de julho os transectos móveis revelaram predomínio de menores temperaturas do ar no campo comparado à malha urbana, tanto a sudoeste (P1) quanto a leste (P11) da mesma. No Morro Sombrio (P1-15,7°C) o valor obtido foi em média 0,8°C abaixo dos observados na cidade, exceto em relação a P3, P9 e P10. Já na Fazendinha Baluarte (P11-15,2°C), por sua vez, foi em média 1,1°C abaixo dos dados observados na cidade. Este ponto amostral foi o mais frio da área de estudo e proporcionou uma variação térmica máxima de 1,9°C entre o campo e a malha urbana, como observa-se na subtração de P17 por P11 (Figura 81 e Quadro 30).

Na ótica do registros por pontos fixos, no primeiro episódio das 21:00 horas no inverno, a conformação do campo térmico foi similar à obtida com os transectos móveis, no que se refere aos ambientes de menores e maiores temperaturas do ar monitorado por ambas as técnicas. Isso porque no leito maior do Rio do Peixe (PF3-14°C, bairro Souza) foi registrado o menor valor, na malha urbana e na área de estudo como um todo. E nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig foram quantificados os maiores valores (PF8-17°C e PF9-17,3°C). No centro da cidade (PF4-16,3°C) também houve temperatura do ar mais elevada em comparação aos demais bairros da cidade (Figura 81).

Assim como os transectos móveis, os pontos fixos revelaram o predomínio de maiores temperaturas do ar na cidade em comparação ao campo, no dia 23 de julho de 2018. No Sítio Gaspar (PF1-14,4°C) o valor observado foi em média 1,6°C inferior aos quantificados na malha urbana, exceto em relação a PF3. O contraste térmico mais expressivo entre o campo e a cidade

foi de $2,9^{\circ}\text{C}$ (PF9 menos PF1), já no interior da malha urbana foi de $3,3^{\circ}\text{C}$ (PF9 menos PF3), como observa-se na Figura 81 e no Quadro 31.

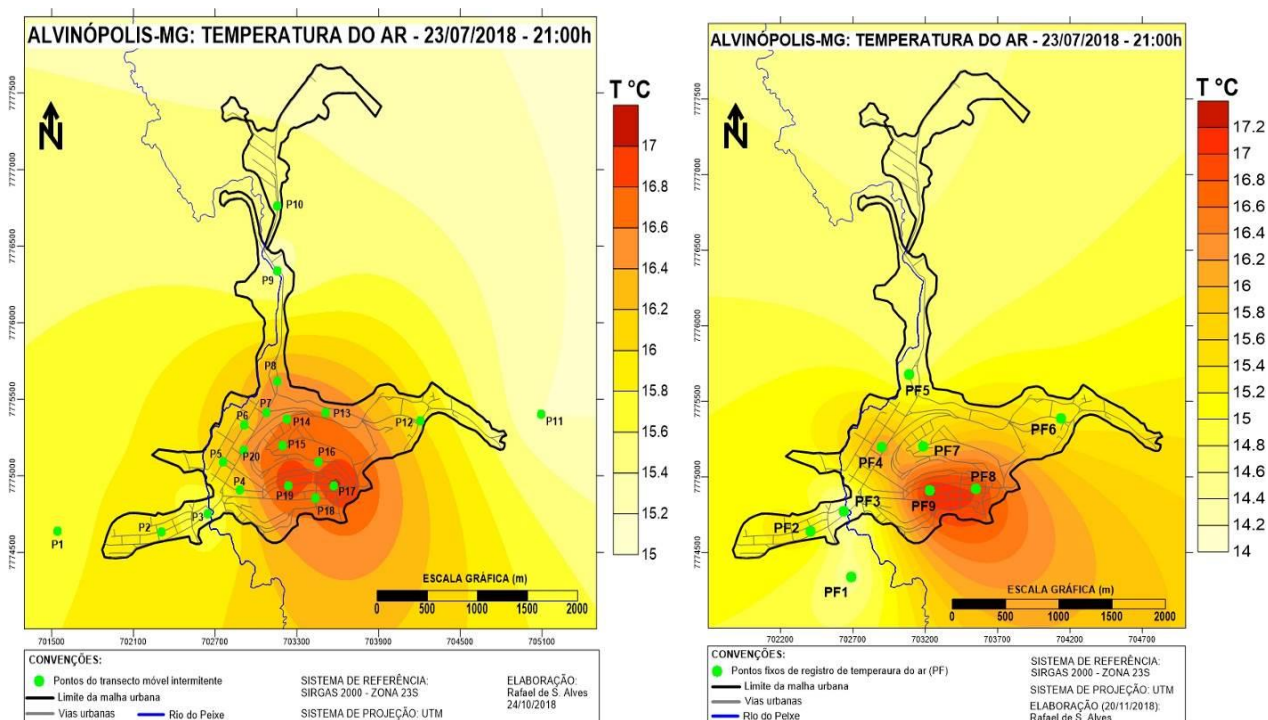


Figura 81. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 23/07/2018, às 21:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

No dia 24/07/2018 – segundo episódio das 21:00 horas no inverno – a Alta Subtropical do Atlântico Sul esteve localizada a $37^{\circ}\text{S}/12^{\circ}\text{W}$, com núcleo de 1032 hPa, segundo o boletim de análises técnicas do CPTEC. Entretanto, o sistema atuante na área de estudo foi o Polar Atlântico Velho (Figura 82). Nesta noite o céu em Alvinópolis-MG estava estrelado e não foi observado rajadas de ventos fortes durante os registros de temperatura do ar, bem como precipitação.

No segundo episódio das 21:00 horas de inverno, com base nos transectos móveis, menores temperaturas do ar ocorreram nas mesmas partes da malha urbana verificadas na noite anterior, ou seja, em P3 (bairro Souza), em P9 (“bairro da Fábrica”) e em P10 (Hotel Nardy). Tais pontos acusaram valores semelhantes, entre $13,7^{\circ}\text{C}$ e $13,9^{\circ}\text{C}$, sendo P9 o mais frio. As maiores temperaturas do ar foram identificadas nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (P17- $15,8^{\circ}\text{C}$ e P19- $15,7^{\circ}\text{C}$) e no centro da cidade (P6- $15,8^{\circ}\text{C}$), seguido de outros pontos amostrais como P2 (terraço do bairro Souza), P7 (Centro), P14 (Monte) e P18 (Vila Manoel A. Puig), todos com $15,5^{\circ}\text{C}$ (Figura 83).

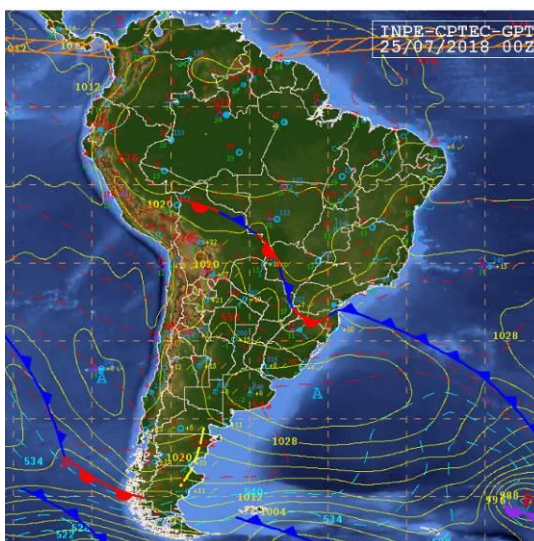


Figura 82. Carta sinótica da América do Sul do dia 24 de julho de 2018, às 21h local.

A temperatura do ar obtida no Morro Sombrio (P1-14°C) foi em média 1,4°C abaixo das obtidas na cidade, exceto em relação a P3, P9 e P10. Já a obtida na Fazendinha Baluarte (P11-15,2°C) foi em média 0,3°C abaixo, exceto na comparação com P3, P9, P10, P15 e P16, que se mostraram mais aquecidos. Logo, nota-se que, segundo os transectos móveis do dia 24, o ar na cidade foi predominantemente mais quente que no campo. A maior variação térmica entre estes dois espaços foi de 1,8°C (P6/P17 menos P1), e no interior da malha urbana foi de 2,1°C (P6/P17 menos P9), conforme observa-se na Figura 83 e no Quadro 30.

O campo térmico em Alvinópolis-MG na perspectiva dos registros por pontos fixos, no dia 24 de julho, obteve os mesmos contornos apresentados para o dia 23, também às 21:00 horas. Logo, foi semelhante aos transectos móveis no que se refere aos ambientes de menores (PF3, bairro Souza, próximo ao Rio do Peixe) e maiores (PF8 e PF9, Vila Manoel A. Puig) temperaturas do ar assistidos por ambas as técnicas. No campo a sudoeste da malha urbana (PF1) também foi quantificado valor abaixo dos registrados na cidade (exacto em relação a PF3), sendo em média 1,9°C a menos. A maior variação térmica entre o campo e a cidade foi de 3,4°C (PF9 menos PF1), já no interior da malha urbana foi de 3,7°C (PF9 menos PF3), conforme observa-se na Figura 83 e no Quadro 31.

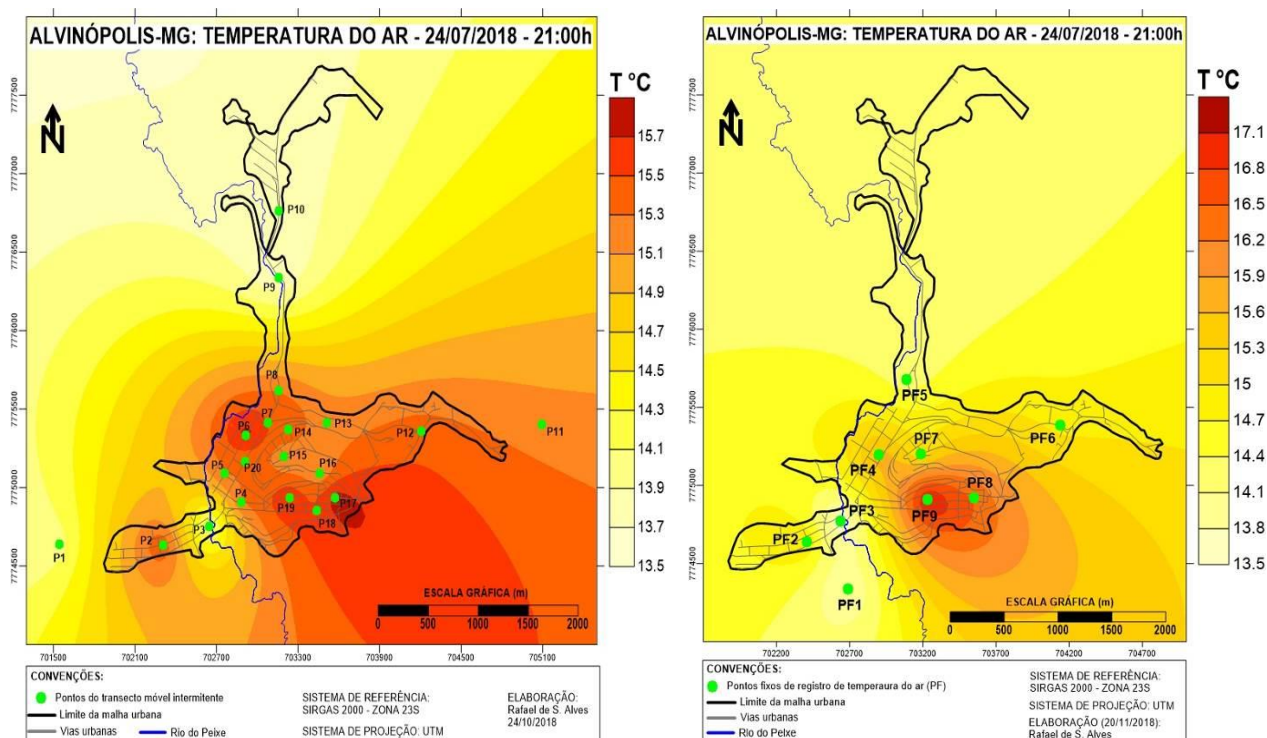


Figura 83. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 24/07/2018, às 21:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

No dia 25/07/2018 – terceiro episódio das 21:00 horas no inverno – o sistema sinótico atuante na região Sudeste foi o mesmo verificado às 15:00 horas. Entretanto, destaca-se que a Frente Estacionária sobre o Atlântico foi deslocada para sul e uma Frente Fria sobre a Bolívia, oeste do MS e RS tendeu a se aproximar do Sudeste do Brasil (Figura 84). Em Alvinópolis-MG a noite foi de céu estrelado, poucos ventos e ausência de nuvens e chuva.

No terceiro episódio das 21:00 horas na estação de inverno, as incursões a campo para realização dos transectos móveis resultaram na identificação de temperaturas do ar amenas nos pontos próximos ao Rio do Peixe e na zona de expansão da cidade, ou seja, em P3 (bairro Souza), em P9 (“bairro da Fábrica”) e em P10 (Hotel Nardy). Nestas localidades os valores extraídos foram demasiadamente semelhantes, de 14°C a 14,1°C. Assim como nos dias anteriores, nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig foram constatados as maiores temperaturas do ar (P17-16,6°C e P19-16,5°C). Em menor medida, estas também ocorreram de modo generalizado na malha urbana, nas áreas assistidas por P2, P4, P12, P13, P16, P18 e P20, cujos valores foram entre 16,1°C e 16,3°C (Figura 85).

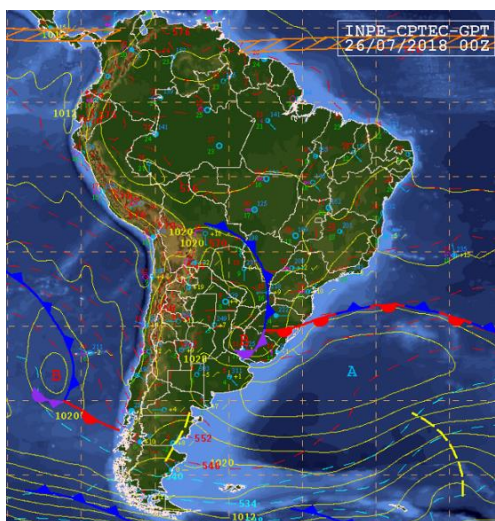


Figura 84. Carta sinótica da América do Sul do dia 25 de julho de 2018, às 21h local.

No que diz respeito aos comportamentos térmicos envolvendo o campo e a cidade, no dia 25 de julho, segundo os transectos móveis, na cidade predominou maiores temperaturas do ar. No Morro Sombrio (P1-14,5°C) e na Fazendinha Baluarte (P11-15°C) o valor quantificado foi em média 1,5°C inferior aos registrados na malha urbana, exceto em relação a P3, P9 e P10 por serem os mais frios no episódio em cena. A variação térmica mais intensa entre o campo e a cidade foi de 2,1°C (P17 menos P1), e no interior da malha urbana foi de 2,6°C, entre P17 e P9 (Figura 85 e Quadro 30).

Os dados informados pelos registradores fixos no dia 25 de julho indicaram um comportamento espacial da temperatura do ar que vai ao encontro do que foi observado com os transectos móveis, bem como similar aos contornos térmicos verificados em Alvinópolis-MG nos episódios anteriores, também às 21:00 horas, no inverno, pelos pontos fixos. Logo, próximo ao Rio do Peixe (PF3-14,1°C) houve a menor temperatura do ar e nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8-17°C e PF9-17,5°C) houveram as maiores. Nos bairros Souza (PF2), Parte Alta (PF6) e Novo Cruzeiro (PF7) os valores quantificados foram semelhantes, 15,5°C a 15,6°C, tal como nos episódios passados. No Sítio Gaspar (PF1-14,5°C) a temperatura do ar foi inferior às registradas na cidade (exceto em relação a PF3), sendo em média 1,5°C a menos. A maior diferença térmica entre o campo e a malha urbana foi de 3°C (PF9 menos PF1); já no interior da malha urbana foi de 3,4°C, entre PF9 e PF3 (Figura 85 e Quadro 31).

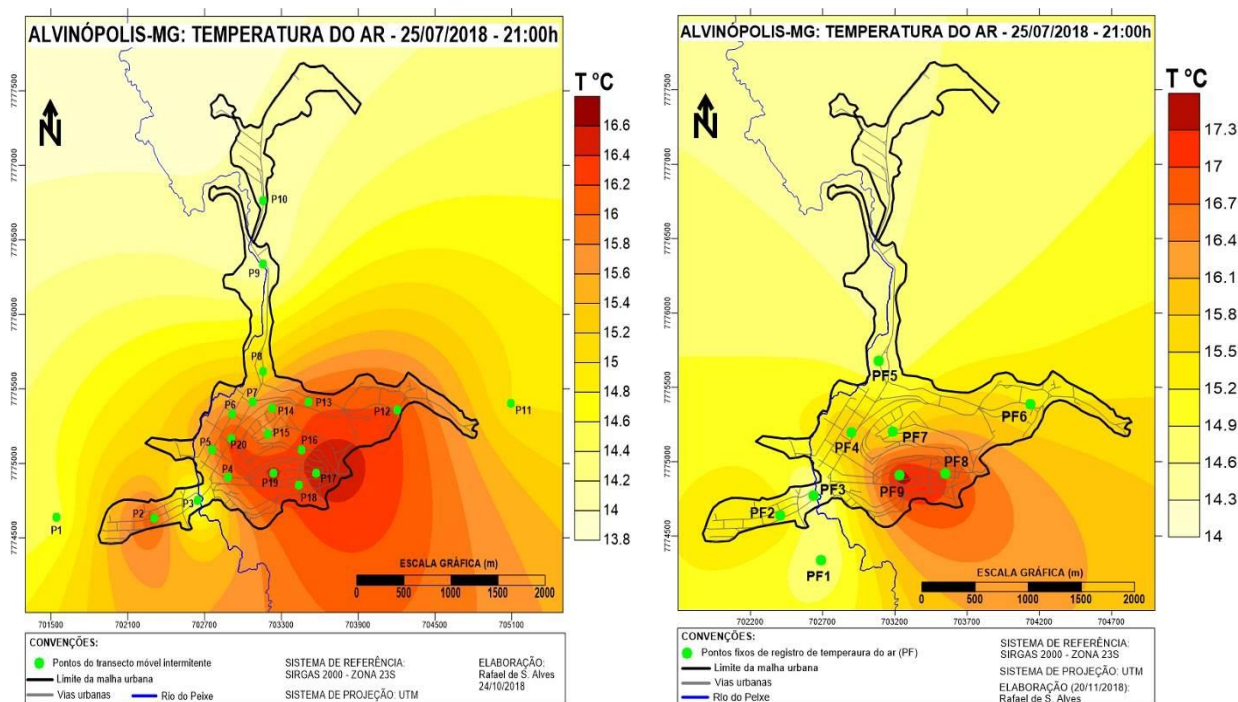


Figura 85. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 25/07/2018, às 21:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

No dia 26/07/2018 – quarto e último episódio das 21:00 horas no inverno – a situação sinótica no Sudeste do Brasil foi a mesma observada às 9:00 horas. Em Minas Gerais foram verificadas a entrada de ventos de sudoeste, no sentido do deslocamento de uma nova Frente Fria que, na ocasião, situava-se desde o MS até o RS (Figura 86). Em Alvinópolis-MG o céu estava parcialmente estrelado e ventos fracos esporádicos foram observados durante a realização dos transectos móveis intermitentes em P1, P9, P10, P11, P12 e P15. Entretanto, não foi observado uma conformação do campo térmico destoante dos dias anteriores (Figura 87).

O quarto episódio das 21:00 horas, relativo aos transectos móveis, reafirmou os contornos do campo térmico identificados nas noites anteriores, na estação de inverno. Novamente, na malha urbana, os locais próximos ao Rio do Peixe (P3-13,8°C e P9-13,6°C) foram os mais frios, e em menor medida a área de expansão da cidade assistida por P10, com 14°C. Nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (P17-16,7°C e P19-16,6°C) ocorreram as maiores temperaturas do ar, bem como na Av Padre José Marciano (P20), com 16,2°C. Valores semelhantes a este foram observados nas encostas voltadas para sul (P16) e norte (P18) da Vila Manoel A. Puig, com 15,9°C e 16,1°C, respectivamente. Os demais lugares da cidade apresentaram valores entre 15,1°C (P8) e 15,8°C (P15, ainda que sob influência de ventos fracos), conforme verifica-se na Figura 87.

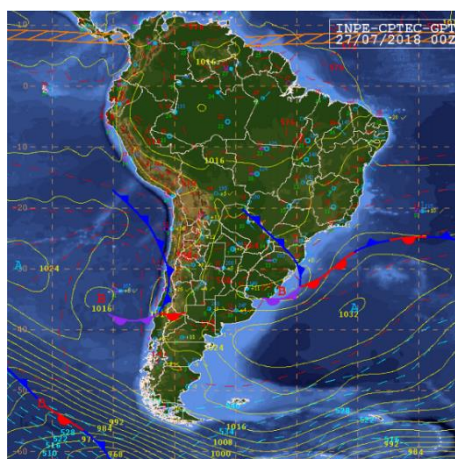


Figura 86. Carta sinótica da América do Sul do dia 26 de julho de 2018, às 21h local.

Por meio dos transectos móveis, no dia 26 foi constatado temperatura do ar no campo a sudoeste da malha urbana (P1, Morro Sombrio) inferior às registradas na maioria dos pontos amostrais da cidade, em média $1,6^{\circ}\text{C}$ a menos, exceto em relação a P3 e P10. O mesmo comportamento foi identificado no campo a leste da malha urbana (P11, Fazendinha Baluarte), que foi em média $1,2^{\circ}\text{C}$ a menos que os registros tomados na atmosfera envolvida com a cidade. A variação térmica mais aguda entre o campo e a cidade foi de $2,8^{\circ}\text{C}$, entre P17 e P1. Já no interior da malha urbana a maior disparidade quantificada foi de $3,1^{\circ}\text{C}$, entre P17 e P9 (Figura 87 e Quadro 30).

A conformação do campo térmico alcançada com os dados por pontos fixos, no dia 26 de julho, obedeceu aos contornos identificados nos episódios anteriores, também às 21:00 horas, por essa mesma técnica. Na comparação com os transectos móveis, apontou correspondências espaciais quanto as maiores e menores temperaturas do ar. Logo, próximo ao Rio do Peixe (PF3- $13,3^{\circ}\text{C}$) foi verificado o menor valor obtido na malha urbana, enquanto que nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8- $16,2$ e PF9- $16,6^{\circ}\text{C}$) ocorreram as maiores temperaturas do ar, bem como no centro da cidade, em PF4 ($15,5^{\circ}\text{C}$). As demais localidades obtiveram temperaturas do ar intermediárias, entre $13,8^{\circ}\text{C}$ e $14,7^{\circ}\text{C}$ (Figura 87).

No que se refere aos comportamentos térmicos entre o campo e a malha urbana, também houve semelhança entre as duas técnicas empregas. Isso porque de acordo com os pontos fixos, o campo a sudoeste da malha urbana mostrou-se menos aquecido que o ar comprometido com a mesma, em média $1,5^{\circ}\text{C}$ a menos, exceto em relação a PF3. A maior disparidade térmica entre os dois espaços foi de 3°C (PF9 menos PF1), inferior à quantificada dentro da cidade, de $3,3^{\circ}\text{C}$, entre PF9 e PF3 (Figura 87 e Quadro 31).

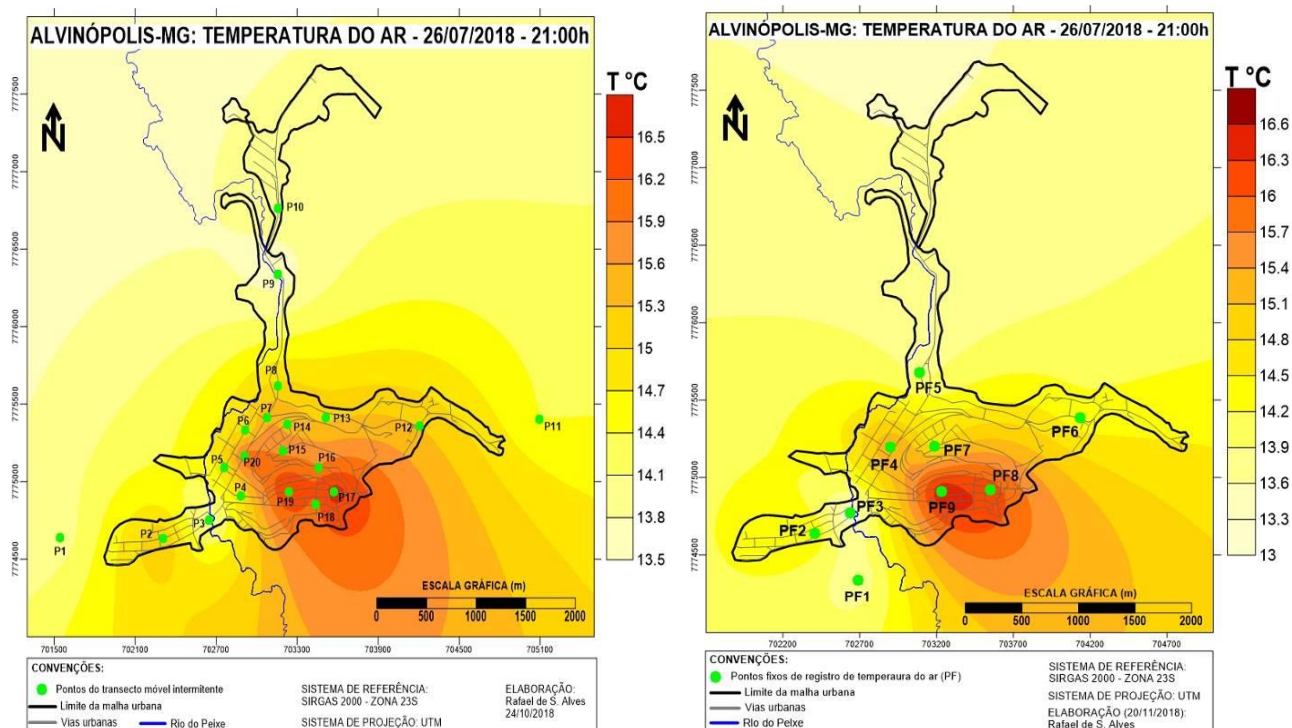


Figura 87. Campo térmico de Alvinópolis-MG, dia 26/07/2018, às 21:00 horas, por transectos móveis intermitentes e pontos fixos, respectivamente.

Quadro 30. Diferenças térmicas entre os pontos dos transectos móveis intermitentes às 21:00h, episódios de inverno, julho de 2018.

PONTOS DOS TRANSECTOS MÓVEIS INTERMITENTES	DIFERENÇAS (°C) ÀS 21h			
	23/07/18	24/07/18	25/07/18	26/07/18
P1 - Alto do Morro Sombrio	0,5	0,3	0,5	0,3
P2 - R. Joaquim J. Souza, n° 20	0,8	1,8	2,2	1,7
P3 - R. Cel. Olímpio S. Pena, n° 20	0,3	0,2	0,1	0,2
P4 - R. Padre A. Pena, n° 136	0,9	1,6	2,1	1,3
P5 - Praça do Gaspar	1,0	1,6	1,8	1,3
P6 - Posto Ipiranga	1,0	2,1	1,8	1,3
P7 - Av. Padre J. Marciano, n° 136	1,3	1,8	1,6	2,0
P8 - Praça S. Sebastião (Baixada), clube do Industrial	1,3	1,6	1,2	1,5
P9 - Fabril Mascarenhas	0,1	0,0	0,0	0,0
P10 - Hotel Nardy	0,3	0,1	0,1	0,4
P11 - Fazendinha Baluarte	0,0	1,5	1,0	0,8
P12 - Praça Paulo Moreira, n° 80	0,8	1,7	2,2	1,7
P13 - R. Nana Kubtschek, n° 237	1,4	1,5	2,1	1,6
P14 - R. Monsenhor Rafael, n° 80	1,4	1,8	1,9	1,9
P15 - R. do Campus, quadra poliesportiva	1,5	1,4	1,7	2,2
P16 - R. José Geraldo Alves, n° 260	1,5	1,4	2,3	2,3
P17 - R. Antônio Menezes Terra, n° 123	1,9	2,1	2,6	3,1
P18 - R. José M. Quintão; R. Policarpo da Cruz	1,4	1,8	2,2	2,5
P19 - R. Monsenhor Horta, n° 220	1,8	2,0	2,5	3,0
P20 - Av. Padre J. Marciano, supermercado Santo Antônio	1,3	1,6	2,3	2,6

Elaborado por Rafael de Souza Alves, setembro de 2018.

Quadro 31. Diferenças térmicas entre os pontos fixos às 21:00h, episódios de inverno, julho de 2018.

PONTOS FIXOS (PF)	DIFERENÇAS (°C) ÀS 21h			
	23/07/2018	24/07/2018	25/07/2018	26/07/2018
PF1 - Sítio Gaspar (Lala Paiva)	0,4	0,3	0,4	0,4
PF2 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 288	1,4	1,5	1,5	1,2
PF3 - R. Cel. Olímpio Soares Pena, n° 20	0,0	0,0	0,0	0,0
PF4 - Av. Padre José Marciano, n° 382	2,3	2,3	1,9	2,2
PF5 - Praça São Sebastião (Baixada), n° 171	0,7	0,7	0,5	0,5
PF6 - Rua do Rosário, n° 355	1,3	1,4	1,4	1,0
PF7 - Rua do Campos, n° 68	1,6	1,6	1,4	1,4
PF8 - Travessa da R. Antônio Menezes Terra com a R. José M. Azevedo, n° 16	3,0	3,0	2,9	2,9
PF9 - Rua Monsenhor Horta, n° 160	3,3	3,7	3,4	3,3

Elaborado por Rafael de Souza Alves, setembro de 2018.

A apresentação do campo térmico em Alvinópolis-MG distendida nas páginas anteriores, concernentes a episódios de inverno às 21:00 horas, em que foram aplicadas as técnicas dos transectos móveis intermitentes e pontos fixos, aproxima-se das afirmações de Amorim (2012). Segundo ela, no período noturno, a posição dos bairros em relação à incidência dos raios solares⁸³ é menos determinante na configuração espacial da temperatura do ar, ao passo que as características urbanas ganham relevo. A título de exemplo, foi observado que as encostas direcionadas para norte e sul na Vila Manoel A. Puig, de aspectos geourbanos semelhantes, apresentaram valores de temperatura do ar aproximados em todos os registros das 21:00 horas, diferente do que foi constatado às 15:00 horas, em que a radiação solar articulada ao sítio urbano proporcionaram padrões térmicos distintos entre tais localidades.

Nos episódios das 21:00 horas houve maior aproximação dos arranjos térmicos espaciais obtidos pelos transectos móveis intermitentes e pelos pontos fixos, comparado aos episódios das 9:00 e 15:00 horas. Similaridades entre tais técnicas de obtenção da temperatura do ar no período noturno também foram identificadas por Ortiz (2012), Ugeda Junior (2012) e Teixeira (2015).

Foi observado um saldo positivo de energia de onda longa na malha urbana em relação ao campo, devido ao maior armazenamento de calor dos materiais utilizados na construção civil, ainda que numa cidade de pequeno porte. O maior armazenamento de calor é decorrente das propriedades térmicas dos materiais construtivos e da geometria das cidades. Além disso, as menores taxas de evaporação decorrente da redução de áreas verdes nos espaços urbanos, restringe os fluxos de calor latente para a atmosfera e contribui para o aumento do calor sensível

⁸³ E também dos equipamentos de registro da temperatura do ar, embora esta grandeza não seja derivada apenas da posição dos registradores em relação ao Sol.

nas áreas dotadas de construção civil. Esta dinâmica energética entre as superfícies e a atmosfera levou à ocorrência de maiores temperaturas do ar na cidade em relação ao campo, em Alvinópolis-MG, sobretudo nas áreas mais densamente ocupadas, como verificou-se no bairro Vila Manoel A. Puig, por ambas as técnicas.

As maiores variações térmicas entre o campo e a cidade ao longo dos quatro episódios foram entre 1,8°C e 2,8°C, segundo os transectos móveis; e entre 2,9°C e 3,4°C, segundo os pontos fixos. Logo, esta última acusou diferenças térmicas mais agudas entre tais espaços no período noturno.

O fundo de vale do bairro Souza (P3 e PF3), o “bairro da Fábrica” (P9) e a área de expansão da cidade (P10, Hotel Nardy) apresentaram as menores temperaturas do ar ao longo dos quatro episódios, e por vezes, demasiadamente com valores semelhantes. Os dados quantificados nestes três pontos fazem jus aos seus aspectos geourbanos e geoambientais proporcionadores de amenidades térmicas, comparado às demais localidades da malha urbana. Trata-se de ambientes susceptíveis à maior influência do Rio do Peixe, menor densidade construtiva e maior concentração de áreas verdes ao entorno, como gramíneas nas pastagens e fragmentos de mata secundária, sobretudo em P9 e P10. Além disso, devido ao horário, não se descarta a possibilidade destes três pontos amostrais sofrerem os efeitos térmicos decorrentes do escoamento de ar ao longo da calha do rio, denominado brisas de montanha (GEIGER, 1961; FIALHO 2009; BARRY e CHORLEY, 2013), como verificado em certos episódios por Allocca (2015).

As temperaturas do ar mais elevadas às 21:00 horas ocorreram nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (P17 e P19; PF8 e PF9), envolvidos por encostas íngremes e urbanizadas. Esta porção da malha urbana tem como sítio uma microbacia hidrográfica. Possui maior adensamento urbano-populacional, com lotes menores em sua maioria, concentração de ruas dispostas preferencialmente no sentido leste-oeste revestidas com asfalto e pedra fincada. O resfriamento mais lento no período noturno proporcionou à Vila Manoel A. Puig diferenças térmicas positivas em comparação aos outros setores da cidade.

Dessa forma, na perspectiva dos transectos móveis foram identificadas ilhas de calor de fraca e moderada intensidade nos pontos P17 e P19⁸⁴, sendo elas de 1,9°C no dia 23; de 2,1°C no dia 24; de 2,6°C no dia 25; e de 3,1°C no dia 26. Já na perspectiva dos pontos fixos foram

⁸⁴ Nos quatro episódios as temperaturas do ar obtidas em P19 foram praticamente iguais às de P17, com diferenças de 0,1°C. Sendo assim, considerou-se a formação da ilha de calor no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig como sendo “polinuclear”.

identificadas ilhas de calor de maiores magnitudes, ainda que de moderada intensidade, com núcleo em PF9, sendo elas de 3,3°C no dia 23; de 3,7°C no dia 24; de 3,4°C no dia 25; e de 3,3°C no dia 26.

No centro da cidade também houve manifestações de maiores temperaturas do ar, porém de modo secundária, sobretudo em P20 e PF4. Entretanto, no dia 24 de julho os transectos móveis acusaram formação de uma ilha de calor de moderada intensidade na área assistida por P6 (Posto Ipiranga). Esta foi de 2,1°C, mesma magnitude da verificada em P17, no mesmo dia (Figura 83).

Conforme destacado na apresentação dos campos térmicos em cada episódio, as diferenças térmicas mais intensas no interior da malha urbana foram de maior magnitude que ao nível campo-cidade, em ambas as técnicas de medição, pois flutuaram de 1,9°C a 3,1°C, segundo os transectos móveis, e de 3,3°C a 3,7°C, segundo os pontos fixos. Isso porque os espaços urbanos são dotados de uma gama de variáveis a condicionar a temperatura do ar, de modo a potencializar ou minimizar o calor, o que torna complexo a conformação espacial desta grandeza entretida com a cidade.

Ao comparar o campo térmico acima sumarizado, relativo aos episódios das 21:00 horas da estação de inverno, com os padrões de conformação espacial da temperatura do ar observados nos episódios de janeiro (verão), às 22:00 horas por transectos móveis, é possível notar que:

- A) No verão, as menores temperaturas do ar ocorreram em P3, P9 e P10, já as maiores foram nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig. Sendo assim, nos limites da malha urbana, a áreas com ar atmosférico mais quente e menos quente foram as mesmas nas duas estações do ano.
- B) As ilhas de calor identificadas no verão, na Vila Manoel A. Puig, foram de 2°C a 3°C (fraca a moderada intensidade), com valores muito semelhantes aos identificados nos episódios de inverno através dos registros por transectos móveis. Entretanto, foram sensivelmente inferiores às obtidas no inverno através dos dados obtidos por pontos fixos.
- C) O campo a leste da cidade (P11) apresentou temperaturas do ar inferiores às obtidas na malha urbana em todos os episódios de verão, tal como verificou-se no inverno.
- D) O campo a sudoeste da malha urbana (P1), no verão, nem sempre apresentou temperaturas do ar predominantemente inferiores às obtidas na malha urbana. No inverno, tanto P1 quanto PF1 apresentaram ser menos quentes que a maioria dos pontos

amostrais da cidade, em todos episódios. Logo, este foi um cenário de distorções no campo térmico entre as estações de verão e inverno.

- E) As maiores diferenças térmicas identificadas entre o campo e a malha urbana no verão foram entre 1°C e 2,4°C, sendo a cidade mais quente. No inverno, as diferenças mais agudas entre estes dois espaços foram de magnitudes superiores, de 1,8°C a 2,8°C (transectos móveis) e de 2,9°C a 3,4°C (pontos fixos), sendo a cidade também mais quente.

Tendo em vista a conformação do campo térmico nos episódios de inverno, na perspectiva das duas técnicas de registros da temperatura do ar empregadas, faz-se oportuno relacionar os padrões mais recorrentes com a espacialidade do potencial térmico da malha urbana, alcançada com a integração dos fatores geourbanos e geoambientais elencados para a análise (Figura 33).

Segundo os dados por transectos móveis e pontos fixos, no mês de julho de 2018, às 6:00 e 21:00 horas, as maiores temperaturas do ar e a formação da ilha de calor ocorreram, sobretudo, na Vila Manoel A. Puig. Esta porção da malha urbana não se diferenciou expressivamente das demais áreas dotadas de edificações nos outros bairros da cidade, no que diz respeito ao potencial térmico apresentado, a ponto de se destacar como a mais propensa às maiores temperaturas do ar e ocorrência da ilha de calor. Isso porque veio a manifestar potencial térmico alto (4), assim como os outros bairros nas áreas com construção civil, de maneira generalizada, em detrimento de um potencial térmico muito alto (5). Já as menores temperaturas do ar foram insistentes no fundo de vale do bairro Souza (P3 e PF3) – bem como o “bairro da Fábrica” (P9) e a zona de expansão da cidade (P10), de acordo com os transectos móveis – que também não se singularizaram por haver áreas com predomínio estrito de potencial térmico muito baixo (1) e baixo (2), em comparação aos demais setores da malha urbana (Figura 33), a ponto de sincronizar-se com os dados de temperatura do ar registrados em campo.

Os transectos móveis em específico, às 9:00 horas, acusaram o predomínio de maiores temperaturas do ar na vertente norte da Vila Manoel A. Puig (P18), no bairro Parte Alta (P12) e no bairro Novo Cruzeiro (P15). Entretanto, estas localidades não apresentaram potencial térmico muito alto (5), tão pouco foram as únicas a apresentar potencial alto (4) e médio (3). Os locais de amenidade térmica mais recorrentes foi a porção norte da malha urbana, que como dito no parágrafo anterior, não vieram a contar com potencial térmico muito baixo (1) e baixo (2). Às 15:00 horas, as maiores temperaturas do ar se deram, sobretudo, no bairro Parte Alta

(P13) – de potencial térmico médio (3) a alto (4) – e no bairro Monte (P14) – de potencial térmico alto (4), conforme observa-se na Figura 33.

Já os pontos fixos em específico, às 9:00 horas, acusaram persistir maiores temperaturas do ar no terraço do bairro Souza (PF2) e no bairro Parte Alta, nas imediações de PF6. Como sinalizado anteriormente, no bairro Souza houve predomínio de potencial térmico alto (4) e médio (3), assim como na grande parte da área dotada com construção civil nos demais bairros, sem notar a ocorrência de potencial térmico muito alto (5), que pudesse sinalizar a propensão desta parte da área de estudo às maiores temperaturas do ar, na comparação com outros bairros da cidade. O mesmo pode-se dizer para PF6, que ainda veio a apresentar porções de áreas com potencial térmico baixo (2) próximo à localização do equipamento. Às 15:00 horas foi observado os mesmos padrões identificados no mês de março, também neste horário. Logo, não houve nítidas correspondências entre as áreas de menores e maiores temperaturas do ar e a distribuição do potencial térmico na malha urbana (Figura 33).

Diante do exposto, assinala-se que, no inverno, as áreas de ocorrência preferencial de maiores e menores temperaturas do ar no interior da malha urbana não apresentaram estreitas similaridades com a espacialidade dos potenciais térmicos, dada a generalidade da ocorrência de áreas com potencial térmico alto (4) e médio (3). Todavia, ao confrontar as temperaturas do ar registradas na cidade com as obtidas no campo (P1 e P11 para os transecto móveis, PF1 para os pontos fixos), foi identificado o predomínio de valores térmicos do ar mais elevados na malha urbana em relação ao seu entorno, no horário das 21:00 horas, segundo ambas as técnicas de medições utilizadas. Para tanto, esta constatação vai ao encontro do que se observou na análise de integração dos fatores geourbanos e geoambientais, em que, ao nível hipotético, o uso e ocupação da terra vigente na cidade de Alvinópolis favorece a ocorrência de áreas propícias às maiores temperaturas do ar em relação ao entorno não urbanizado, contribuindo para a singularidade do seu campo térmico.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises do campo térmico a partir da integração das variáveis geoambientais e geourbanas, feitas com base nos mapas de potencial térmico, permitiram apontar que o uso e ocupação da terra em Alvinópolis-MG contribuiu para intensificar as diferenças térmicas entre o campo e a cidade, bem como elevar a carga térmica do espaço relativo a malha urbana. Entretanto, não foi possível estabelecer relações evidentes entre os locais de maior/menor capacidade térmica e a ocorrência de temperaturas do ar mais/menos elevadas, como verificaram Marques et al. (2012, p. 946) e Ferreira (2014, p. 66). Isso porque a ocorrência de potencial térmico alto (4) e médio (3) foi hegemônica e generalizada em todos os bairros, não sendo possível identificar nítidas singularidades entre os mesmos, no que tange ao potencial térmico apresentado. Sendo assim, as maiores e as menores temperaturas do ar registradas em campo foram sempre correspondentes a locais com predominância de potencial térmico alto (4) e médio (3).

Foi observado a atuação majoritária do Sistema Tropical Atlântico nos episódios de verão, e do Sistema Polar Atlântico e Polar Atlântico Velho nos episódios de inverno. Cabe lembrar que em março, à medida que as condições de estabilidade propiciada pelo sistema reinante foram se perpetuando, as discrepâncias térmicas na área de estudo se evidenciaram com maior nitidez.

O campo térmico não é exatamente igual em todos os períodos do dia e estações do ano. Ele está associado à relação entre o sítio e o movimento aparente do Sol, densidade de edificações, espaços verdes, curso d'água, “efeito sombra” (ocasionado por construções, praças arborizadas, morros), bem como as formas de coleta dos dados.

Nos episódios de verão, a partir dos transectos móveis (janeiro de 2018), observou-se maior influência dos fatores geoambientais na conformação do campo térmico, durante a manhã e à tarde. Destaque-se o sítio e o movimento aparente do Sol. Pela manhã, o cenário mais recorrente foi de temperaturas do ar menores no “bairro da Fábrica” (P9) e na zona de expansão da cidade (P10, Hotel Nardy), e maiores na vertente sul da Vila Manoel A. Puig (P16). Pela à tarde, os maiores valores foram periódicos nas vertentes noroeste (P14, Monte) e norte (P18, Vila Manoel A. Puig) e nos vales de orientação leste-oeste (P12 e P13, Parte Alta; P17 e P19, Vila Manoel A. Puig), quando isentos de nuvens. A influência dos fatores geourbanos foi mais notória às 22:00 horas. A Vila Manoel A. Puig, de maior adensamento urbano-populacional, mostrou-se mais aquecida, onde ilhas de calor foram identificadas. Os locais de amenidade

térmica do ar foram o “bairro da Fábrica” (P9), o fundo de vale do bairro Souza (P3) e a zona de expansão da cidade (P10), cujos fatores geourbanos e geoambientais favoreceram tal cenário. O predomínio de maiores temperaturas do ar na cidade face ao campo ocorreu às 16:00 e 22:00 horas. Os maiores contrastes entre o campo e a malha urbana ocorreram às 16:00 horas (máxima de 4,8°C, dia 18, P18 menos P1); já no interior da malha urbana ocorreram às 10:00 horas (máxima de 5°C, dia 17, P16 menos P9) e às 16:00 horas (máxima de 4,3°C, dia 17, P19 menos P2).

Ainda nos episódios de verão, à luz dos dados obtidos por pontos fixos (março de 2018), os fatores geourbanos na conformação do campo térmico foram mais influentes às 6:00 e 21:00 horas. Nestes horários, as menores temperaturas do ar foram recorrentes no leito maior do Rio do Peixe (PF3, Souza), e as maiores no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9), onde ilhas de calor foram identificadas. Tanto às 9:00 quanto às 15:00 horas, os fatores geoambientais se sobressaíram, principalmente o movimento aparente do Sol e o sítio. Às 9:00 horas, as temperaturas do ar elevadas ocorreram no terraço do bairro Souza (PF2) e no bairro Novo Cruzeiro (PF7), bem como às 15:00 horas, em que o centro da cidade (PF4, “Gaspar”; PF5, Praça São Sebastião) também veio a se destacar. Espreita-se que os sombreamentos nos quintais das propriedades tenham propiciado amenidades térmicas nos pontos em que se encontravam os equipamentos nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (PF8 e PF9), às 9:00 e 15:00 horas. As temperaturas do ar na cidade foram predominantemente superiores às do campo em todos os períodos do dia, exceto às 9:00 horas. Os contrastes térmicos mais intensos entre o campo e a malha urbana se deram às 15:00 horas (máxima de 2,9°C, dia 20, PF5 menos PF1), bem como no interior da malha urbana (máxima de 5,6°C, dia 20, PF5 menos PF8).

Nos episódios de inverno (julho de 2018), na perspectiva dos registros por transectos móveis, às 6:00 e 21:00 horas constatou-se maior participação dos fatores geourbanos na organização espacial da grandeza em voga. Os padrões mais recorrentes foram semelhantes aos verificados às 22:00 horas pelos transectos móveis em janeiro, no que se refere aos setores da malha urbana com maiores e menores temperaturas do ar. Às 9:00 e 15:00 horas os fatores geoambientais passaram a ser os mais influentes. Às 9:00 horas, os locais mais aquecidos foram, sobretudo, a vertente norte da Vila Manoel A. Puig (P18), o bairro Parte Alta (P12, em especial), o bairro Novo Cruzeiro (P15) e, em menor medida, o terraço do bairro Souza (P2). Já os menos aquecidos foram a porção norte da malha urbana (P8, P9 e P10). No período da tarde as maiores temperaturas do ar se deram, preferencialmente, nos bairros Parte Alta (P13) e Monte (P14), ao passo que as menores foram na Praça São Sebastião (P8), devido a sombreamentos. Não é

possível afirmar que a cidade conta com maiores temperaturas do ar que o campo a leste e sudoeste da mesma em todos períodos do dia, exceto às 21:00 horas. Os contrastes mais agudos entre o campo e a malha urbana ocorreram às 15:00 horas (máxima de 3,9°C, dia 24, P11 menos P8), bem como no interior da malha urbana (máxima de 3,6°C, dia 24, P13 menos P8). Ambos foram inferiores aos observados no verão, em janeiro.

Ainda nos episódios de inverno, na ótica dos registros por pontos fixos, o campo térmico identificado nos episódios das 6:00, 15:00 e 21:00 horas foi análogo aos do verão, por essa mesma técnica, no que tange aos locais de maiores e menores temperaturas do ar na malha urbana, de modo periódico. A maioria dos pontos amostrais da cidade apresentaram valores superiores de temperatura do ar que o campo, exceto às 9:00 horas. Os contrastes mais expressivos entre o campo e a malha urbana ocorreram às 9:00 horas (máxima de 6,4°C, dia 25, PF1 menos PF5), bem como dentro da malha urbana (máxima de 10°C, dia 25, PF6 menos PF5). Sendo assim, no inverno, os pontos fixos revelaram disparidades térmicas mais acentuadas na área de estudo, em relação aos transectos móveis (verão e inverno) e os pontos fixos no verão.

Diante do exposto e em atenção à hipótese da pesquisa, foi constatado diferenças na temperatura do ar no interior da malha e desta em relação ao entorno, induzidas por fatores geoambientais e geourbanos. As temperaturas do ar na malha urbana se diferenciam em relação àquelas do campo circundante com mais singularidade às 15:00/16:00 horas no verão, e às 21:00 horas no inverno. Nestes horários, ambas as técnicas de registro utilizadas foram absolutamente concordantes quanto ao predomínio de maiores temperaturas do ar no interior da cidade em relação ao campo.

Acerca da aplicação das duas técnicas de registro da temperatura do ar, constatou-se maiores semelhanças nos arranjos do campo térmico obtidos através das mesmas no período noturno (no verão e no inverno), e também no início do amanhecer da estação de inverno (6:00 horas). Nos demais episódios, os padrões de sombreamentos causados por edificações, sítio urbano e áreas verdes interferiram nos registros feitos por cada técnica, proporcionando cenários mais destoantes entre as medições tomadas em pontos situados nas vias urbanas (transectos móveis) e nos quintais das propriedades (pontos fixos), mesmo que geograficamente próximos.

Com a técnica do transecto móvel intermitente foi possível uma maior cobertura de pontos amostrais na área de estudo, e assim, observar em detalhes o comportamento térmico do ar em meio à heterogeneidade do sítio, da estrutura física da cidade e suas dinâmicas. Trafegar

pela área de estudo repetidas vezes possibilitou correlacionar variáveis dignas de nota no instante dos registros, como os padrões de sombreamentos nas ruas, nebulosidade, ventos, posição do disco solar em relação aos setores e ruas da cidade em distintos momentos do dia. Porém, foi preciso vencer as dificuldades de formação da equipe, disponibilidade de dois veículos para abranger a gama de pontos de coleta, sincronizar a disponibilidade da equipe de campo com as condições do tempo atmosférico de estabilidade, manter a fidelidade dos pontos de parada dos veículos a cada realização dos percursos, sobretudo às 9:00 e 15:00 horas.

Com a técnica dos pontos fixos foi possível avaliar o campo térmico da área de estudo com dados obtidos em simultaneidade e com a isenção dos procedimentos de aferições, susceptíveis às distorções. Logo, permitiu interpretar o fato estudado numa outra perspectiva, que por vezes convergia e divergia da alcançada com os transectos móveis. Para tanto, deparou-se com as dificuldades de estabelecer pontos representativos face ao número de equipamentos, bem como avaliar possíveis fatores intervenientes *in loco*, peculiares a cada ponto amostral (nuvens, sombras, ventos), uma vez que não foi possível ao pesquisador estar presente em cada um dos mesmos nos horários de registros.

Em linhas gerais, o uso concomitante das técnicas transectos móveis intermitentes e pontos fixos é recomendado, por possibilitar a compreensão do campo térmico em diferentes prismas.

As maiores variações de temperatura do ar ocorreram entre pontos da malha urbana, e não entre o campo e a cidade, nas duas estações do ano e segundo as duas técnicas empregas, de modo predominante. Isso porque, ao lado do sítio, as estruturas urbanas ainda que numa cidade de pequeno porte, comportam-se como verdadeiros “redimensionadores” de energia. Criam padrões de sombreamentos, potencializam a capacidade de retenção do calor em setores do espaço, alteram os fluxos de trocas de energia com a atmosfera, proporcionam ambientes com inércia térmica díspares.

As ilhas de calor em Alvinópolis-MG foram de fraca e moderada intensidade, não ultrapassando a intensidade observada em outras cidades de pequeno porte apreciadas nesta pesquisa (Quadro 2). Apresentou pico máximo no inverno, perante os transectos móveis e os pontos fixos. Foram mais assíduas no período noturno em janeiro, e nos períodos matutino (às 6:00 horas) e noturno em março e julho. Ocorreram principalmente nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig, de maior adensamento urbano-populacional. Logo, os moradores de tais localidades são mais susceptíveis às situações de desconforto térmico provocadas pelo calor, podendo ter a qualidade de vida afetada, sobretudo no verão. Afinal, como aponta Teixeira

(2015), a ilha de calor nas cidades de pequeno porte, se por um lado pouco aguçam os efeitos da poluição do ar devido às poucas fontes potenciais de emissão de poluentes, por outro lado intensifica o desconforto termohigrométrico, especialmente no verão em regiões de clima tropical.

Por se formar na Vila Manoel A. Puig preferencialmente, a ilha de calor em Alvinópolis-MG escapa aos apontamentos de Oke (1973) e Souch e Grimmond (2006), quanto ao centro da cidade como principal área de sua manifestação. Porém, reafirma as colocações destes autores de que a sua manifestação é mais notória à noite.

No verão, através dos registros por transectos móveis, a ilha de calor de magnitude mais expressiva foi de 3°C no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig, às 22:00 horas (em P19 no dia 17/01/2018; em P18 no dia 19/01/2018). Já através dos registros por pontos fixos foi de 2,8°C no mesmo bairro, também no fundo do vale, às 21:00 horas (em PF8 no dia 20/03/2018). Sendo assim, coaduna com as dicções de Fialho (2009), de que a maioria dos trabalhos assumem o horário das 21:00/22:00 horas como provável ao pico máximo do fenômeno.

Entretanto, no inverno, está tendência verificada principalmente nos trabalhos feitos em cidades de clima temperado (JARDIM, 2007; FIALHO, 2009) é contrariada. Em Alvinópolis-MG, através dos registros por transectos móveis, a ilha de calor de magnitude mais expressiva foi de 3,3°C na Av. Padre José Marciano, às 15:00 horas (P20, centro da cidade, dia 23/07/2018). Já através dos registros por pontos fixos foi de 3,7°C, às 6:00 horas no dia 25/07/2018 (PF8) e às 21:00 horas no dia 24/07/2018 (PF9), ambas nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig.

Recomenda-se para os estudos posteriores a inserção da variável “volumetria urbana”, como fizeram Marques et al. (2012) e Ferreira (2014), no que tange à simulação do comportamento térmico espacial da cidade, a partir da integração dos fatores geoambientais e geourbanos em ambiente computacional. Nessa esteira, também se faz necessário a construção de um “[...] inventário minucioso dos elementos que compõe o espaço urbano [...]”, com vista aos tipos de materiais adotados nas coberturas das casas, cor e densidade das edificações, grau de impermeabilização, entre outros. Ou seja, criar uma minuciosa base de dados dos elementos que compõem e revestem a superfície, a fim de integra-los e avançar nas compreensões da relação clima-cidade, como fez Ferreira (2014, p. 51). Para isso, serão necessários mapeamentos em escalas maiores à utilizada nesta pesquisa (1:3.500), com uso de imagens de alta resolução espacial. Tais esforços trarão nitidez nas analogias entre locais de maior/menor potencial térmico e temperaturas do ar mais/menos elevadas.

Ademais, sugere-se que pesquisas doravante sejam pautadas não somente em novos registros da temperatura do ar, mas também na umidade relativa do ar e informações do fator de visão do céu (*Sky View Factor*) nos pontos amostrais, bem como o uso da estatística para as correlações entre as variáveis⁸⁵. Isso, nas quatro estações do ano, para o alcance mais detalhado e preciso das condições atmosféricas local e o papel dos fatores intervenientes. Assim, tornar-se-á mais fecundo e sólido apontamentos concernentes ao planejamento e reordenamento urbano-territorial.

⁸⁵ Tal como proposto pelo professor Fábio de Oliveira Sanches (UFJF), no intento de engrandecer a obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Revista Geonomas**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p.17-22, dez. 1998.
- AB’SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editora, 2003.
- ALLOCCA, R. A. **Análise do campo térmico na área urbana de Ponte Nova, Minas Gerais**. 2018, 177f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória-ES, 2018.
- ALMEIDA, A. J. P. **Alvinópolis: história (1696-1992), evolução e proposta de diretrizes para a lei de ocupação do solo**. 1992, 110f. Monografia (Curso de Especialização em Urbanismo) – Escola de Arquitetura, UFMG, Belo Horizonte-MG, 1992.
- ALVES, E. D. L. Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 13, v. 20, p. 97-116, jan/jul 2017.
- ALVES, E. D. L.; BIUDES, M. S.; VECCHIA, F. A. S. Interpolação espacial na climatologia: análise dos critérios que precedem sua aplicação. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v.1, n.5, p.606-618, 2012.
- ALVES, R. S. **Interações entre fatores e elementos do clima no percurso Ponte Nova – Viçosa – Ubá, Zona da Mata Mineira: identificação de diferentes ambientes termohigrométricos**. 2015, 79f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2015.
- ALVES, R. S.; FERREIRA, C. C. M. O campo térmico de Alvinópolis-MG: notas de uma pesquisa em curso. In: Anais do V Seminário de Pós-Graduação em Geografia, Juiz de Fora-MG, novembro de 2017, p. 366-371. Disponível em: http://www.ufjf.br/ppgeografia/files/2017/09/COMPILADO_ANAIS_2_VERSAO.pdf. Acesso em 21 abr., 2018.
- AMORIM, M. C. C. T. A produção do clima urbano em ambiente tropical: o exemplo de Presidente Prudente/SP. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v. 2, n. 5, p. 52-64, 2012.
- _____. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: episódios de inverno. **Geosul**, UFSC - Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.
- AMORIM, N. C. R. **O sistema de espaços livres na forma urbana de Patos de Minas**. 2015. 184f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2015.
- ARMANI, G. **Análise topo e microclimática tridimensional em uma microbacia hidrográfica de clima tropical úmido de altitude**. 2009. 123f., 2v. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2009.
- ASSIS, D. C.; VIANNA, Y. C. G.; PIMENTEL, F. O.; OLIVEIRA, D. E.; FERREIRA, C. C. M. Mensuração de ilhas de calor em Juiz de Fora com uso de transecto móvel. In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 7., 2016. Goiânia-GO: Universidade Federal de Goiás, 25 a 29 de outubro, 2016, p. 1553-1564. Disponível em: [www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_3/trabalho%20\(64\).pdf](http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_3/trabalho%20(64).pdf). Acessado em: 26 jun. 2017.

ASSIS, W. L. Os climas naturais do município de Belo Horizonte-MG. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012, p.115-135.

ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R.; YANAGI, S. N. M.; SACRAMENTO NETO, O. B. Tendências de temperaturas mínimas e máximas do ar no estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 4, p. 247-256, abr. 2014.

AZEVEDO, T. R. Técnicas de Campo e Laboratório em Climatologia. In: VENTURI, L. A. B. (org.). **Praticando a Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, cap. 8, p. 131-146.

BACELAR, W. K. A. Pequena cidade: caracterização e conceituação pelo ponto de vista político-administrativo. In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, 16., 2010. **Anais...** Porto Alegre, Associação dos Geógrafos Brasileiros, junho de 2010.

BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, ano 8, n. 16, p. 255-261, 2009.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, Tempo e Clima**. Trad. Ronaldo Cataldo Costa. 9 ed. Porto Alegre-RS: Bookman, 2013, 512p.

BASTOS, C. C; FERREIRA, N. J. Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro, p. 612-619, 2000.

CEREDA JUNIOR, A. **Análise de fragilidade ambiental com métodos multicritério – críticas e propostas metodológica**. 147f. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2011.

DRUMOND, J. C. P. **Caracterização fisiográfica da cobertura florestal nativa e do produtor rural do Alto Rio do Peixe – Alvinópolis, MG**. 2008. 89f. Dissertação (Mestrado) – Núcleo de Pesquisa e Pós-Graduação Em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 2008.

ENDLICH, A. M. Na trilha conceitual e de definição das pequenas cidades. In: BOVO, M. C.; COSTA, F. R. (orgs.). **Estudos urbanos: conceitos, definições e debates**. Unespar, Campo Mourão: Fecilcam, 2017, 300p., cap.2, p. 33-54.

FERNANDES, F. S.; MELO, D. J. História evolutiva da Mata Atlântica: análise paleoambiental preliminar da bacia de Fonseca, eoceno de Minas Gerais. In: Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13 a 17 de setembro de 2009, São Lourenço – MG.

FERREIRA, C. C. M. Modelo para análise das variáveis de cobertura da terra e a identificação de microclimas, em centros urbanos. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 10, v. 14, p. 50-75, jan./jul. 2014.

FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira**. 2009. 259f. Tese (Doutorado em Geografia) Faculdade de Filosofia, Ciência, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 2009.

_____. Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, Esp. Climatologia Geográfica, p. 61-76, 2012.

FIALHO, E. S.; CELESTINO, E. J.; QUINA, R. R. O campo térmico em situação episódica de primavera em uma cidade de pequeno porte, na Zona da Mata Mineira: um estudo de caso em Cajuri-MG. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 33, n. 4, p. 299-318. 2016.

GEIGER, R. **Manual de microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo**. 4. ed. Tradução de Ivone Gouveia. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1961, 556p.

GOLDREICH, Y. Updating the urban topoclimatology - a review. In: In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 7., Yokohama, Japan, 2009. **Proceedings...** Yokohama, Japan, 2009.

HASENACK, H.; BECKE, V. L. Comparação entre dois métodos de medida móvel de temperatura em ambiente urbano. **Boletim de Geografia Teorética**, v. 15, n. 29-30, p. 405-407, 1985.

HASENACK, H; FLORES, F. E. V. O ambiente urbanizado e o clima urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**, n. 19, p. 57-70, dez/1994.

HISSA, C. E. V. Plano de Redação: imaginar, fantasiar. In. _____. **Entrenotas: compreensões de pesquisa**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013. p. 59-64.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Arranjos populacionais e concentrações urbanas no Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=310230&search=||infoгр%Е1ficos%:-informa%E7%F5es-completas>. Acessado em: 15 jul. 2017.

JARDIM, C. H. **Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas**. 2007. 357f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, Instituto de Geociências, 2007.

_____. Variações da temperatura do ar e o papel das áreas verdes nas pesquisas de climatologia urbana. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 9-25, jan/jun 2010.

JARDIM, C. H.; FERREIRA, M. A correlação dos fatos geográficos em climatologia e partir da noção de “sítio” e “situação”. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 5., 2005. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 20 a 26 de março de 2005.

KATZSCHNER, L.; THORSSON, S. Microclimatic Investigations as Tool for Urban Design. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 7., Yokohama, Japan, 2009. **Proceedings...** Yokohama, Japan, 2009.

KEGLER, J. J. **O clima de cidades pequenas: configuração urbano-rural com uso de transectos móveis em Agudo/RS**. 2016. 135f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2016.

LANDSBERG, H. E. O Clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 18, p. 95-111, 2006.

LEITE, N. B. F. **Associação da Análise Booleana e Lógica Fuzzy ao sistema de informação geográfica aplicados a planos diretores. Estudo de caso: Ponte Nova, MG**. 85f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

LENCIONI, S. Observações sobre o conceito de cidade e urbano. **Geusp – Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 24, p. 109-123, 2008.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985

LIMA, N. G. B.; GALVANI, E.; FALCÃO, R. M. Análise da temperatura do ar no perfil topoclimático do Pico da Bandeira, Parque Nacional do Alto Caparaó, Brasil, entre as altitudes de 1106 a 2892 m. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6., SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2., 2010, Coimbra. **Anais...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010. p. 1-11.

MACHADO, F. L. V.; JARDIM, C. H. Indicadores climáticos de degradação ambiental em áreas urbanas: o Aglomerado da Serra em Belo Horizonte/Brasil. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S.; STEINKE, E. T. **Experimentos em climatologia geográfica**. Dourados-MS: UFGD, 2014, cap. 7, p. 129-144.

MACHADO, L. A.; ASSIS, W. L. Proposta metodológica de mapeamento de unidades topoclimáticas. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 13, v. 21, p. 186-204, jul./out. 2017.

MARQUES, D.; GANHO, N.; CORDEIRO, A. M. R. Mapas climáticos urbanos e definição de climatopos: aplicação à cidade de Figueira da Foz (Portugal). **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 943-955, 2012.

MARTÍNEZ. J. M. Estudio de la isla de calor de la ciudad de Alicante. **Investigaciones Geográficas**, n. 62, p. 83-99, jul./dic., 2014.

MELLO, M. A. R.; MARTINS, N.; SANT'ANNA NETO, J. L. A influência dos materiais construtivos na produção do clima urbano. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 5, p. 27- 40, set/2009.

MELLO, C. L.; SANT'ANNA, L. G.; BERGQVIST, L. P. Fonseca, MG - Vegetais fósseis do Terciário brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. (Orgs.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 1. ed.

Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. v. 01, p 73-79.

MENDONÇA, F. O clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teóricos metodológicos e estudo de caso. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (org.). **Variabilidade e mudanças climáticas**. Maringá: Editora UEM, p. 167-192, 2000.

_____. O estudo do clima urbano no Brasil: evolução, tendências e alguns desafios. In: MONTEIRO, C. A. F. MENDONÇA, F. (Orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, p. 175-192, 2003a.

_____. 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. MENDONÇA, F. (Orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, p. 93-120, 2003b.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MINAKI, C. **O clima urbano como indicador de qualidade ambiental: estudo de caso da paisagem urbana de Araçatuba/SP**. 2014. XVIII, 265f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2014.

MONTEIRO, C. A. F. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano – estratégias na abordagem geográfica. **Geosul**, Florianópolis, Ano 5, n. 9, Jan/Jun 1990a.

_____. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de clima urbano no Brasil. **Geosul**. Florianópolis, Ano 5, n. 9, p. 6-17, Jan/Jun 1990b.

_____. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**. Florianópolis, Ano 5, n. 9, p. 57-74, Jan/Jun 1990c.

_____. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F. (orgs.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. cap. 1, p. 9-67.

MONTE-MÓR, R. L. M. Gênese e estrutura da cidade mineradora. Belo Horizonte: CEDEPLAR/FACE/UFMG, 2001. 14p. (Texto para discussão; 164). Disponível em: <http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20164.pdf>. Acessado em: 21 set. 2017.

MOREIRA, F. R.; BARBOSA, C.; CÂMARA, G.; ALMEIDA FILHO, R. Inferência geográfica e suporte à decisão. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (orgs). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos, INPE, cap. 9, 2001.

NIMER, E. Climatologia da Região Sudeste. In: _____. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989, p. 265-313, 422 p.

NUNES, L. H.; VICENTE, A. K; CANDIDO, D. H. Clima da região Sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (orgs.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo, Oficina de Textos, p. 243-258, 2009.

OLIVEIRA, H. P. V. Tutorial para obtenção, correções e interpolação (opcional) do Modelo Digital de Elevação (sensor PALSAR) do Satélite ALOS-1 de 2006 a 2011. 2017. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/352325754/TutorialMDE-ALOS-1-HuascarVidal-v1>. Acesso em 10 fev. 2018.

OKE, T. R. City Size and the Urban Heat Island. **Atmospheric Environment Pergamon Press**, vol. 7, p. 769-779, 1973.

_____. **Boundary Layer Climates**. London: Methuem & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.

ORTIZ, G. F. **O clima urbano de Cândido Mota/SP: análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão**. 2012. 158f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

PIMENTEL, M. R. S. **A influência dos fatores geográficos nas variações térmicas e higrométricas na área urbana de Caldas Novas (GO)**. 2010. 208f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2010.

POELKING, E. L.; SCHAEFER, C. E. R.; ANDRADE, A. M.; FERNANDES FILHO, E. I. F. Análise espacial integrada da vegetação e radiação solar em Stranger Point, Península Potter, Antártica Marítima. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal, Brasil, 25-30 de abr., p. 5373-5379. Disponível em: <http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.23.48.50/doc/5373-5379.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2015.

PONGARA, G. F. O.; TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T. Procedimentos metodológicos para análise da ilha de calor em cidades de pequeno e médio porte. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 13, v. 21, p. 225-247, jul./dez. 2017.

QUINA, R. R. **Análise da influência de condicionantes geoambientais e urbanos sobre o comportamento térmico do município de Viçosa-MG, durante o período de verão de 2014/15 e inverno de 2015**. 2016. 105f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2016.

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 11, v. 17, jul./dez. 2015.

REGO, R. L.; MENEGUETTI, K, S. A respeito de morfologia urbana. Tópicos básicos para estudos da forma da cidade. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 33, n. 2, p. 123-127, 2011.

RIBEIRO, H.; PESQUERO, C. R.; COELHO, M. S. Z. S. Clima urbano e saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 67-82, 2016.

ROSA, L. R.; FERREIRA, D. A. O. As categorias rural, urbano, campo, cidade: a perspectiva de um *continuum*. In: SPOSITO, M. E. B.; WHITACKER, A. M. (orgs.). **Cidade e campo:**

relações e contradições entre urbano e rural. 3 ed. São Paulo: Outras Expressões, p. 187-204, 248 p., 2013.

ROSSATO, P. S. **O sistema termodinâmico do clima urbano de Nova Palma, RS: contribuições ao clima urbano de cidades pequenas**. 2010. 119f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2010.

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 43-60, dez./2005.

SANT'ANNA NETO, J. L. LA Climatología Geográfica em Brasil: de lo producido a lo enseñado. **Investigaciones Geográficas**, n. 27, p. 227-237, 2002.

SANTOS, J. A. A. **O campo térmico na área central da cidade de Viçosa-MG em situação sazonal de outono em 2007**. 2007. 57f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

SILVA, C. H. **Uma análise da relação uso/cobertura da terra e temperatura do ar em cidade e clima tropical – Viçosa (MG)**. 2009. 89f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

SORRE, M. Objeto e Método da Climatologia. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 18, p. 89-94, 2006.

SOUCH, C.; GRIMMOND, S. Applied climatology: urban climate. **Progress in Physical Geography**, v. 30, n. 2, p. 270-279, 2006.

SPOSITO, M. E. B. S. A questão cidade-campo: perspectivas a partir da cidade. In: SPOSITO, M. E. B.; WHITACKER, A. M. (orgs.). **Cidade e campo: relações e contradições entre urbano e rural**. 3 ed. São Paulo: Outras Expressões, p. 111-130, 248 p., 2013.

SUMIDA, S. S. **Avaliação multicriterial na definição de áreas protegidas, no município de Piedade-SP**. 2013. 61f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2013.

TEIXEIRA, D. C. F. **O clima urbano de Rancharia-SP**. 2015. 212f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente-SP, 2015.

TROPPEMAIR, H. Condições geoambientais, ocorrência de neblina e acidentes em rodovias paulistas. **Geografia**, Rio Claro, v. 23, n. 3, p. 25–38, 1998.

UGEDA JÚNIOR, J. C. **Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP**. 2012. 383f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente-SP, 2012.

UGEDA JUNIOR, J. C.; AMORIM, M. C. C. T. Reflexões acerca do Sistema Clima Urbano e sua aplicabilidade: pressupostos teóricos-metodológicos e inovações técnicas. **Revista do Departamento de Geografia**, volume especial, p. 160-173, 2016.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: Versão Digital 2, 2006, 463p.

VIANELLO, R. L.; MAIA, L. F. P. G. Estudos preliminares da climatologia dinâmica do estado de Minas Gerais. In: I Congresso Interamericano de Meteorologia, 1986, Brasília. **Anais I**, 1986. p. 185-194. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/15-b54829593da3f5d6971afaabdf515ca.pdf>. Acessado em: 18 abr. 2013.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, C.; SCHIFFER, S. R. (orgs.). **O processo de Urbanização no Brasil**. 1 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap. 6, p. 169-243, 2004.

XAVIER DA SILVA, J. O que é Geoprocessamento? **Revista do Crea-RJ**, p. 42-44, out./nov. 2009.

XIMENES, N. L. B. **Morfologia urbana: teoria e suas interrelações**. 2016. 170f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2016.

WANNER, H.; RINGER, P. Orographic influence on urban climate. **Weather and Climate**, n. 9, p. 22-28, 1989.

ZAMPARONI, C. A. G. P.; LOMBARDO, M. A. As variações da temperatura e umidade relativa em cidades de pequeno porte em área tropical: estudo de caso – Barra do Bugres e Tangará da Serra-MT. **Revista Mato-grossense de Geografia**, Cuiabá, ano 1, n. 0, p. 46-60, dez. 1995.

ZAVATTINI, J. A. A razão de uma influência: uma teoria do clima. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 146-158, 2005.

ZAVATTINI, J. A. O uso das cartas sinóticas nos estudos de climatologia geográfica. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S.; STEINKE, E. T. **Experimentos em climatologia geográfica**. Dourados-MS: UFGD, 2014, cap. 13, p. 243-269.