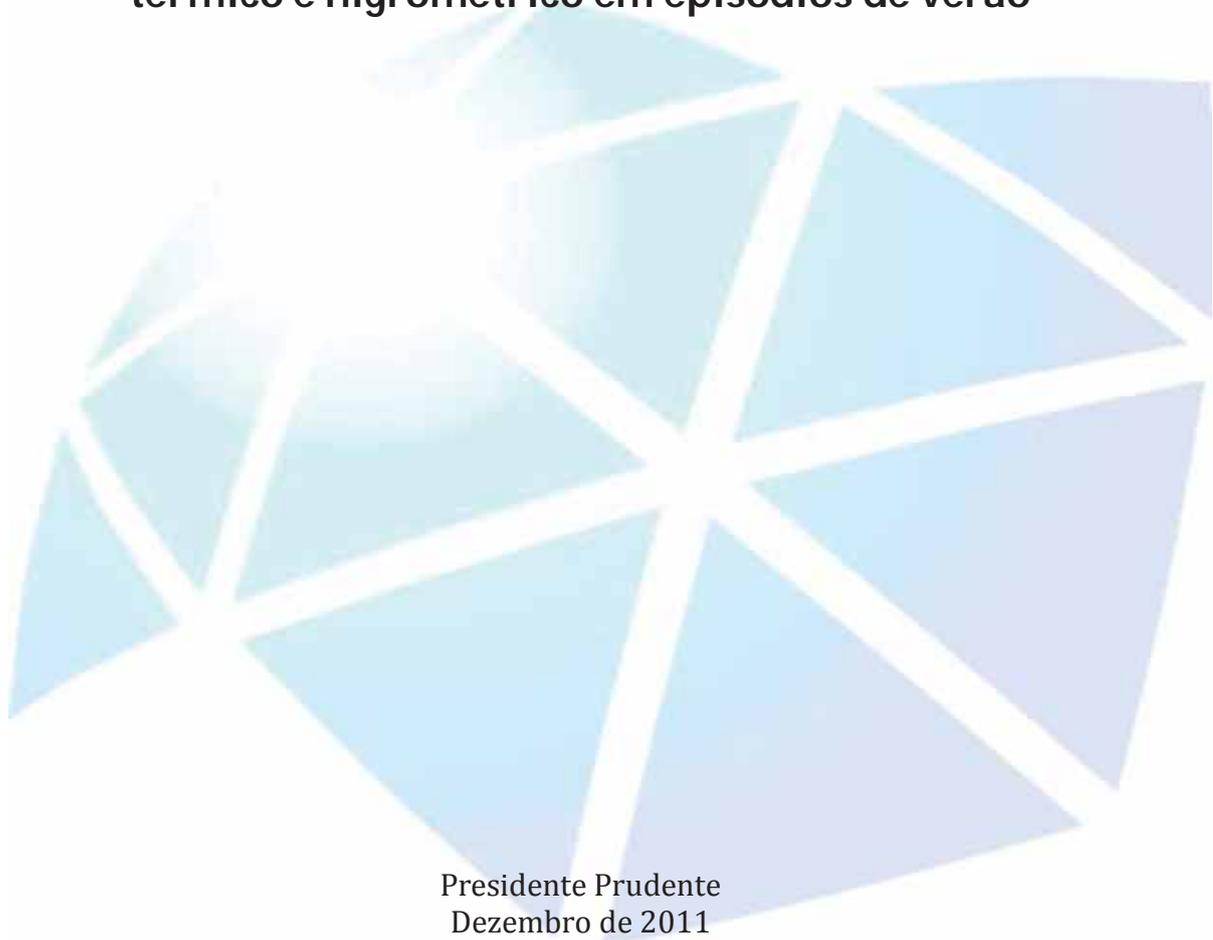


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

GISLENE FIGUEIREDO ORTIZ

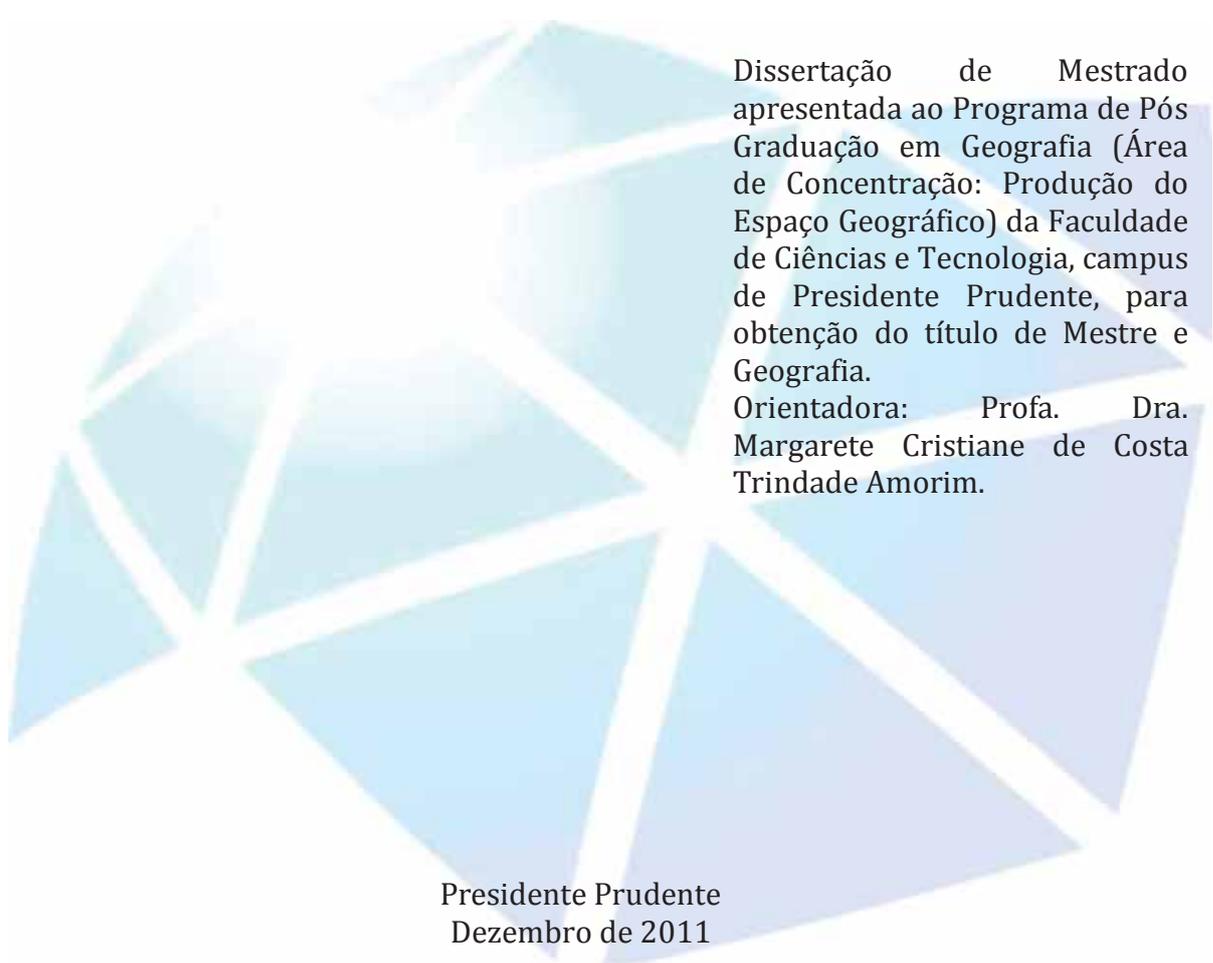
**O CLIMA URBANO DE CÂNDIDO MOTA: análise do perfil
térmico e higrométrico em episódios de verão**



Presidente Prudente
Dezembro de 2011

GISLENE FIGUEIREDO ORTIZ

**O CLIMA URBANO DE CÂNDIDO MOTA/SP: análise do perfil
térmico e higrométrico em episódios de verão**



Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia (Área de Concentração: Produção do Espaço Geográfico) da Faculdade de Ciências e Tecnologia, campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre e Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim.

Presidente Prudente
Dezembro de 2011

Ortiz, Gislene Figueiredo.

O89c O clima urbano de Candido Mota : análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão / Gislene Figueiredo Ortiz.
- Presidente Prudente : [s.n], 2012
158 f.

Orientador: Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1.Geografia. 2 Climatologia geográfica.. 3. Clima urbano. I.,
Amorim, Margarete Cristiane de Costa Trindade. II. Universidade
Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. o clima
urbano de Cândido Mota : análise do perfil térmico e
higrométrico em episódios de verão.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Presidente Prudente.

Ficha de aprovação

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho
ao meu pai Aparecido,
à minha mãe Fátima,
à minha irmã Évelin e
ao meu noivo Danilo.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por Sua providência diária e por todas as minhas conquistas.

À minha orientadora, Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim, por acreditar no meu trabalho, pelos conselhos, por me ouvir e sempre me passar a confiança necessária para seguir em frente.

À minha eterna gratidão à minha família, que me apoiou em todos os momentos, em especial, neste trabalho. Agradeço ao meu pai Aparecido, à minha mãe Fátima e à minha irmã Évelen, por ajudar na coleta de dados e trabalhos de campo.

Ao meu noivo Danilo, pelo seu companheirismo, pelo seu sorriso e por sempre me auxiliar.

Às minhas avós Dita e Dete, por torcerem por mim e me apoiar no que precisei.

Aos amigos do curso de Pós-Graduação Christian, Ronaldo, Renata e Carmen, pela amizade, conversas, risadas e companhia.

A todos os colegas de Pós-Graduação que passaram por minha vida durante esses dois anos.

As meninas da República Trucats que me receberam de braços abertos, Camila, Paula, Gabriela, Taiasmim, Ariane e Alessandra.

À amiga Danielle pela amizade desde os tempos da graduação.

Ao amigo Márcio por sempre se fazer presente mesmo distante.

Agradeço a todos que consentiram com que eu instalasse os equipamentos para a coleta de dados em suas residências, em especial, à minha madrinha Regina (*in memoriam*), que sempre me apoiou e não teve tempo de ver a conclusão deste trabalho.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Geografia da FCT-UNESP, por dividir seus conhecimentos conosco.

Aos funcionários da sessão de Pós-Graduação, que sempre me atenderam gentilmente.

Aos funcionários do Instituto Agronômico de Campinas pela liberação dos dados meteorológicos.

Aos funcionários da Prefeitura Municipal de Cândido Mota, por me passarem o material necessário para a realização deste trabalho.

Um especial obrigado, ao Assis Araújo, por me ajudar com a base cartográfica de Cândido Mota.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro durante a pós-graduação.

Agradeço de coração a todos que me ajudaram de forma direta ou indireta.

*Pode ser que um dia deixemos de nos falar...
Mas, enquanto houver amizade,
Faremos as pazes de novo.*

*Pode ser que um dia o tempo passe...
Mas, se a amizade permanecer,
Um de outro se há de lembrar.*

*Pode ser que um dia nos afastemos...
Mas, se formos amigos de verdade,
A amizade nos reaproximará.*

*Pode ser que um dia não mais existamos...
Mas, se ainda sobrar amizade,
Nascemos de novo, um para o outro.*

*Pode ser que um dia tudo acabe...
Mas, com a amizade construiremos tudo novamente,
Cada vez de forma diferente.
Sendo único e inesquecível cada momento
Que juntos viveremos e nos lembraremos para sempre.*

*Há duas formas para viver a sua vida:
Uma é acreditar que não existe milagre.
A outra é acreditar que todas as coisas são um milagre.
Albert Einstein*

Muito Obrigada!!!

"A verdadeira sabedoria consiste em saber como aumentar o bem-estar do mundo".

Benjamin Franklin

ORTIZ, Gislene Figueiredo. **O CLIMA URBANO DE CÂNDIDO MOTA/SP: análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão.** 2012. 158 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

RESUMO

Com a intensificação da urbanização, a partir da Revolução Industrial, as modificações do meio natural foram mais incisivas e conseqüentemente os problemas ambientais foram agravados. A crescente urbanização sem um planejamento eficaz fez e faz com que a degradação ambiental aumente e afete de certa forma a qualidade de vida da população. É certo que essas modificações realizadas pela sociedade no meio urbano, em especial, resultam em graves problemas ambientais, tais como: o aumento das precipitações, a poluição do ar, a queda na umidade relativa do ar, as enchentes, os deslizamentos, o aumento da temperatura do ar, gerando assim um novo clima local – o clima urbano. Esses problemas são percebidos com maior intensidade nas metrópoles, entretanto, as populações de cidades de médio e pequeno porte também já sofrem de tais mazelas. Todos esses problemas estão relacionados com o clima urbano e os elementos que mais influenciam no cotidiano do cidadão são a temperatura e a umidade do ar, que provocam o desconforto térmico. Assim, o objetivo principal do presente estudo foi analisar a temperatura e a umidade relativa do ar, para se detectar possíveis diferenças nesses elementos e diagnosticar a geração do clima urbano em Cândido Mota/SP, cidade de pequeno porte, localizada no oeste do Estado de São Paulo. Para tanto, a pesquisa se pautou nas proposições teórico-metodológicas de Monteiro (1976), que sinaliza para uma análise sistêmica do clima urbano, integrando o natural e o social. Primeiramente, foi realizada a classificação do uso e ocupação do solo urbano, com imagens de satélites e trabalhos de campo. Posteriormente, foi feito o levantamento dos valores referentes à temperatura e umidade relativa do ar, utilizando-se de estações automáticas e transecto móvel, em dezembro de 2010 e janeiro de 2011. As cartas de isotermas e isoígras foram utilizadas para se detectar diferenças térmicas e higrométricas em Cândido Mota, que juntamente com os dados meteorológicos dos sistemas atmosféricos superiores possibilitaram a análise do clima urbano da mesma. Os resultados apontaram que a cidade, mesmo sendo de pequeno porte, já apresenta diferenças térmicas significativas, como no dia 15 de janeiro de 2011, quando foi constatada uma ilha de calor de 8°C. Tal estudo ainda poderá auxiliar nas políticas públicas de planejamento urbano e ambiental na cidade em questão.

Palavras-chave: Clima Urbano, Temperatura do Ar, Umidade relativa, Cândido Mota.

ORTIZ, Gislene Figueiredo. **THE URBAN CLIMATE OF CÂNDIDO MOTA/SP: analysis of the thermal and the hygrometric profile in summer episodes.** 2012 158 f. Dissertation (Master degree in Geography). – Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

ABSTRACT

Due to the intensification of the urbanization, with the emergence of the Industrial Revolution, the changes of the environment were stronger and, consequently, their problems were compounded. The growth of the urbanization, without an effective planning, has made and makes that the environmental degradation increases and, somehow, affects the quality of life of the population. It is true that these changes made by the society in the urban environment, particularly, result in some serious environmental problems, such as: the increase of the precipitation, the air pollution, the drop in the relative humidity, the floods, the mudslides and an increase of the air temperature, thus, it is created a new local climate – the urban climate. These problems are realized with a greater intensity in the metropolises; however, the population in the cities with medium and small size is also already suffering with them. All these problems are related to the urban climate and the elements which most influence people's daily lives: the temperature and the relative humidity. They are the responsible to cause the thermal discomfort. Thus, the main objective of the present study was to analyze the temperature and relative humidity, in order to detect the possible differences in these elements and to diagnose the origin of the urban climate in Cândido Mota/SP, a small town located in the western of São Paulo/Brazil. Therefore, the research was based on a theoretical and a methodological proposition of Monteiro (1976) who studied for a systemic analysis of the urban climate integrating the natural and the social. Firstly, it was done the classification of the use and occupation of the urban land, using satellite images and environment work. Later, it was done a survey about the values of the temperature and the relative humidity, using the automatic stations and a mobile transect on December 2010 and on January 2011. The isotherm and isoígras letters were used to detect the thermal and the hygrometric differences in Cândido Mota, thus, with both information, added with the meteorological weather superior system, it would be possible to analyze the urban climate. The results showed that the city, even with a small size, has already significant thermal differences, such as on January 15, 2011, when it was observed a heat island of 8°C degree. This study also may support in the public politics of the urban and the environmental planning of the city.

key works: urban climate, air temperature, relative humidity, Cândido Mota.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Termômetro digital e automóvel equipado com a haste de madeira.....	20
Figura 2 – Estações automáticas, sensor externo e sensor interno.....	21
Figura 3 – Mapa com a indicação do percurso realizado para os registros da temperatura no ambiente intraurbano e rural próximo (transecto móvel) e localização dos pontos fixos de registros da temperatura e da umidade do ar.....	22
Figura 4 – Perfil clássico da ilha de calor urbana.....	30
Figura 5 – Representação esquemática da atmosfera urbana com conceitos.....	30
Figura 6 – Representação esquemática dos componentes da atmosfera urbana.....	31
Figura 7 – Zonas climáticas locais.....	35
Figura 8 – Noção de hierarquia segundo Arthur Koestler.....	38
Figura 9 – Mapa de localização de Cândido Mota no estado de São Paulo.....	54
Figura 10 – Mapa de planialtimetria urbana de Cândido Mota/SP.....	55
Figura 11 – Imagem de satélite (CNES/SPOT) do córrego do Panário em Cândido Mota/SP.....	56
Figura 12 – Localização dos bairros na cidade de Cândido Mota/SP.....	57
Figura 13 – Imagem de satélite (CNES/SPOT) da Lagoa do Sapo em Cândido Mota/SP....	58
Figura 14 – Imagem de satélite (CNES/SPOT) do lago artificial da indústria de bebidas em Cândido Mota/SP.....	59
Figura 15 – Imagem de satélite (CNES/SPOT) de Cândido Mota/SP.....	61
Figura 16 – Mapa de uso e ocupação do solo de Cândido Mota/SP.....	62
Figura 17 – Imagem de satélite com vista parcial do setor I.....	63
Figura 18 – Imagem de satélite com vista parcial do setor I.....	64
Figura 19 – Imagem de satélite com vista parcial do Centro (Setor II) da cidade.....	65
Figura 20 – Imagem de satélite com vista parcial dos conjuntos habitacionais (Setor III).....	66
Figura 21 – Imagem de satélite com vista do Jardim Paraíso (Setor IV).....	67
Figura 22 – Imagem de satélite com vista parcial dos conjuntos habitacionais (Setor IV).....	67
Figura 23 – Imagem de satélite com vista do Jardim Santa Terezinha (Setor V).....	69
Figura 24 – Imagem de satélite com vista do distrito industrial (Setor VI).....	69
Figura 25 – Imagem de satélite com vista da área rural localizada no norte da área urbana.....	70
Figura 26 – Imagem de satélite com vista da área rural localizada no nordeste da área urbana.....	71
Figura 27 – Imagem de satélite com vista da área rural localizada no sul da área urbana.....	72
Figura 28 – Ilustração do satélite Landsat 7.....	74
Figura 29 – Carta de temperatura da superfície de Cândido Mota/SP.....	77

Figura 30 – Áreas destacadas para análise da temperatura de superfície.....	79
Figura 31 – Os centros de ação da América do Sul.....	81
Figura 32 – As massas de ar na América do Sul.....	84
Figura 33 – Gráfico de análise rítmica de Cândido Mota – 31 de dezembro de 2010 e janeiro de 2011.....	87
Figura 34 – Carta de isoterma e isoígra do dia 31/12/2010 – 7h – Cândido Mota/SP.....	94
Figura 35 – Carta de isoterma e isoígra do dia 01/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP.....	95
Figura 36 – Carta de isoterma e isoígra do dia 02/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP.....	96
Figura 37 – Carta de isoterma e isoígra do dia 04/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP.....	97
Figura 38 – Carta de isoterma e isoígra do dia 17/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP.....	98
Figura 39 – Carta de isoterma e isoígra do dia 19/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP.....	99
Figura 40 – Carta de isoterma e isoígra do dia 20/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP.....	100
Figura 41 – Carta de isoterma e isoígra do dia 31/12/2010 – 9h – Cândido Mota/SP.....	103
Figura 42 – Carta de isoterma e isoígra do dia 01/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP.....	104
Figura 43 – Carta de isoterma e isoígra do dia 02/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP.....	105
Figura 44 – Carta de isoterma e isoígra do dia 04/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP.....	106
Figura 45 – Carta de isoterma e isoígra do dia 15/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP.....	107
Figura 46 – Carta de isoterma e isoígra do dia 19/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP.....	108
Figura 47 – Carta de isoterma e isoígra do dia 20/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP.....	108
Figura 48 – Carta de isoterma e isoígra do dia 21/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP.....	108
Figura 49 – Carta de isoterma e isoígra do dia 31/12/2010 – 15h – Cândido Mota/SP....	111
Figura 50 – Carta de isoterma e isoígra do dia 15/01/2011 – 15h – Cândido Mota/SP....	113
Figura 51 – Carta de isoterma e isoígra do dia 21/01/2011 – 15h – Cândido Mota/SP....	114
Figura 52 – Carta de isoterma e isoígra do dia 23/01/2011 – 15h – Cândido Mota/SP....	115
Figura 53 – Carta de isoterma e isoígra do dia 24/01/2011 – 15h – Cândido Mota/SP....	116
Figura 54 – Carta de isoterma e isoígra do dia 18/01/2011 – 15h – Cândido Mota/SP....	117
Figura 55 – Carta de isoterma e isoígra do dia 01/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP....	120
Figura 56 – Carta de isoterma e isoígra do dia 15/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP...	121
Figura 57 – Carta de isoterma e isoígra do dia 16/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP....	122
Figura 58 – Carta de isoterma e isoígra do dia 27/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP....	123
Figura 59 – Carta de isoterma e isoígra do dia 19/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP....	124
Figura 60 – Carta de isoterma do dia 13/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	126
Figura 61 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 13/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	127
Figura 62 – Carta de isoterma do dia 14/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	128
Figura 63 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 14/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	129
Figura 64 – Carta de isoterma do dia 15/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	130
Figura 65 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 15/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	131
Figura 66 – Carta de isoterma do dia 16/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	132

Figura 67 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 16/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	133
Figura 68 – Carta de isoterma do dia 24/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	134
Figura 69 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 24/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	135
Figura 70 – Carta de isoterma do dia 25/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	136
Figura 71 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 25/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	137
Figura 72 – Carta de isoterma do dia 26/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	138
Figura 73 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 26/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	139
Figura 74 – Carta de isoterma do dia 27/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	140
Figura 75 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 27/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP.....	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Intervalo de resolução espectral e espacial do Landsat 7.....	24
Tabela 2 – Parâmetros utilizados no tratamento das imagens do Landsat 7.....	25
Tabela 3 – ETM + Constantes de calibração da banda termal.....	26
Tabela 4 – Categorias taxonômicas da organização geográfica do Clima e suas articulações com o Clima Urbano.....	39
Tabela 5 – Propriedades radiativas de materiais urbanos.....	47
Tabela 6 – Propriedades radiativas de materiais rurais.....	48
Tabela 7 – Alterações produzidas pelo ambiente urbano.....	49
Tabela 8 – Emissividade na faixa espectral (8 - 14 μm) para materiais selecionados.....	76
Tabela 9 – Diferenças térmicas e higrométricas entre os pontos fixos (urbano e rural) - 7h.....	93
Tabela 10 – Variação térmica e higrométrica entre os pontos fixos (urbano e rural) – 9h.....	102
Tabela 11 – Variação térmica e higrométrica entre os pontos fixos (urbano e rural) – 15h.....	110
Tabela 12 – Variação térmica e higrométrica entre os pontos fixos (urbano e rural) – 21 h.....	118

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	19
2.1 Procedimentos metodológicos para a elaboração da carta de temperatura de superfície da cidade de Cândido Mota/SP	23
3 AS MODIFICAÇÕES NA ATMOSFERA URBANA: o Clima Urbano.....	27
3.1 O clima urbano no Brasil	35
3.2 Ilhas de Calor	45
4 CARACTERÍSTICAS DE CÂNDIDO MOTA/SP	53
4.1 Formação histórica de Cândido Mota/SP	53
4.2 Algumas informações sobre Cândido Mota/SP	53
4.3 Dados Gerais de Cândido Mota/SP.....	60
4.4 Caracterização do uso e ocupação do solo de Cândido Mota/SP	60
4.4.1 O entorno rural próximo da área urbana	69
4.5 A temperatura de superfície da cidade de Cândido Mota/SP.....	72
4.5.1 O Satélite Landsat 7.....	73
4.5.2 A carta de temperatura de superfície de Cândido Mota/SP	75
5 A CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA NA AMÉRICA DO SUL	80
5.1 Sistemas atmosféricos atuantes durante a pesquisa de campo em Cândido Mota/SP..	86
6 CLIMA URBANO: características térmicas e higrométricas em Cândido Mota/SP	92
5.2.1 Condições térmicas e higrométricas às 7h	92
5.2.2 Condições térmicas e higrométricas às 9h	101
5.2.3 Condições térmicas e higrométricas às 15h	109
5.2.4 Condição térmica e higrométrica às 21h.....	117
6.1 Características térmicas de Cândido Mota a partir de medidas móveis	124
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	143
REFERÊNCIAS	147
ANEXO 1	154

1 INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais resultam das transformações antrópicas, que vem ocorrendo ao longo dos tempos, em especial, no meio urbano, onde essas transformações são mais intensas, devido à maior concentração de pessoas nas cidades. Lombardo (1985, p.16) afirma que “[...] a natureza humanizada através das modificações do ambiente, alcança maior expressão nos espaços ocupados pelas cidades, criando um ambiente artificial”.

Nas últimas décadas, o processo de urbanização se expandiu de forma muito rápida e, atualmente, metade da população do planeta, vive em áreas urbanas (MENDONÇA, 2009, p. 175). A cidade, ao se tornar a maior expressão das modificações realizadas pelo ser humano, reflete a conturbada relação entre o homem e a natureza.

Concentração de população, estruturada socialmente, produzindo economicamente e, pelas suas funções e múltiplos serviços, núcleo de polarização e organização do espaço, e tudo o mais que daí decorre, **a cidade é, também, o lugar de mais efetiva interação entre Homem e Natureza.** A partir da organização primitiva da segunda, o primeiro promove, de maneira concentrada, uma série infindável de derivações que se aglutinam na massa de edificações urbanas [...] (MONTEIRO, 2009, p. 10, grifo da autora).

Desta forma, a maioria das cidades, cresceu sem um planejamento urbano adequado e, as consequências, são os diversos problemas de ordem ambiental, social e econômica.

O Brasil vivenciou um rápido processo de urbanização, a partir, da expansão da industrialização e expropriação no campo. Com a mecanização da agricultura, o aumento das pastagens, o advento da industrialização e a falta de políticas públicas, que eram os incentivos à fixação da população no campo, o êxodo rural foi inevitável. Assim, as pessoas se deslocaram do campo para cidade, em busca de “novas oportunidades” de trabalho e melhores condições de vida, ocupando áreas sem infra-estrutura adequada e, até mesmo áreas de proteção ambiental, trazendo riscos para a sociedade em geral.

O desenvolvimento da industrialização brasileira, a partir da década de 1950 – com grande ênfase no setor automobilístico num primeiro momento, e diversificado num segundo – aliado diretamente ao capital internacional, produziu disparidades gritantes nas condições sociais, econômicas e políticas nas cidades. As relações de produção, voltadas quase que exclusivamente à reprodução econômica, desconsideraram a necessidade do planejamento de caráter social e criaram, por conseguinte, uma

“urbanização corporativa”, resultando em ambientes urbanos caóticos tanto no Brasil quanto nos demais países nos quais a produção do espaço seguiu dinâmica parecida (MENDONÇA, 2009, p. 180).

De acordo com Amorim (2000, p. 16), “o processo de urbanização, comum nos países industrializados, começou a ocorrer de forma significativa no Brasil, durante a década de 1950. Mas, desde a década de 1940, já se observou um pequeno aumento da população urbana e a diminuição da rural”. Com base em Santos (1994, p.135), na década de 1970, a população urbana brasileira ultrapassou os 56%. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2005) confirmaram tal crescimento, ou seja, essa população, em 1940, era de 34,3% e no ano de 2000, chegou a 81,25%. Os resultados do Censo do IBGE (2010) apontaram que 84,4% (169,9 milhões) vivem em áreas urbanas, enquanto que, 15,6% (29,8 milhões) moram em áreas rurais, ou seja, um crescimento da população urbana de 50,1% em 60 anos.

Assim, com o crescimento das cidades brasileiras os problemas de ordem ambiental, começaram a ganhar proporções alarmantes e as discussões acerca desse tema se destacaram.

Dentre tantos problemas detectados nas cidades, pode-se elencar a retirada de vegetação arbórea, o acréscimo da pavimentação e impermeabilização do solo, que potencializam as enchentes urbanas e a falta de saneamento básico, principalmente, ligada, à coleta e destinação de lixo e o recolhimento do esgoto, o aumento da poluição do ar através da circulação de veículos e chaminés industriais, a poluição do solo, rios, lagos e lençóis freáticos.

Nessa perspectiva, o aquecimento da atmosfera, próxima à superfície urbanizada, é um fato conhecido e sabe-se que, os efeitos do mesmo sobre a cidade são preocupantes, já que acarretam: ilhas de calor, inversão térmica, poluição do ar, mudança na direção e velocidade dos ventos, queda da umidade relativa do ar e aumento da concentração das precipitações, configuram o clima urbano.

O homem tem exercido um impacto tão grande nessas áreas, que o clima urbano é bastante distinto, por suas características, do clima das áreas rurais circundantes. Nas áreas urbanas, altera-se a composição química da atmosfera. As propriedades térmicas e hidrológicas da superfície terrestre, assim como seus parâmetros aerodinâmicos são modificados pelos processos de urbanização e industrialização. Os pântanos são drenados e as

superfícies naturais são substituídas por superfícies pavimentadas, ruas e telhados de prédios (AYOADE, 2006, p.300).

Uma das características mais preocupantes do clima urbano é o aumento da temperatura do ar, pois, esta está diretamente ligada à percepção humana.

Como característica cada vez mais marcante das cidades, fatores como a elevada densidade demográfica, a concentração de áreas construídas, a pavimentação asfáltica do solo e as áreas industriais podem provocar alterações no clima local, essencialmente nos valores de temperatura do ar (LOMBARDO, 1985, p.27).

A radiação solar, que incidente sobre a cidade é modificada, as edificações absorvem maior quantidade de radiação durante o dia e a liberam no decorrer da noite, reforçando o efeito da ilha de calor.

Portanto, “o clima próprio gerado pela cidade provoca efeitos que são sentidos pela população através do desconforto térmico, da qualidade do ar [...] e das crescentes inundações ocasionadas pelas chuvas concentradas” (AMORIM, 2000, p. 25). Assim, entende-se que o cidadão sofre os efeitos do clima urbano, em especial, o de baixa renda, que não têm condições de obter climatizadores de ambiente ou, moram em áreas de risco, afetadas por inundações e deslizamentos, tendo sua qualidade de vida comprometida.

Os grandes centros urbanos são as áreas que mais sofrem com os problemas ambientais, entretanto, cidades de médio e pequeno porte, também merecem atenção. Diferentes autores, tais como, Cruz (1995), Amorim (2000) e Mendonça (2009) apontaram em seus estudos, os efeitos negativos da urbanização em cidades de pequeno porte e, diferentemente das grandes, elas podem receber ações de forma mais eficaz e, crescerem apoiadas em um planejamento ambiental urbano mais adequado.

Mendonça (2009, p. 182), destaca que cidades de médio e pequeno porte são objetos de estudo dos pesquisadores do clima urbano no Brasil, e que o enfoque central, é o campo termodinâmico, devido à sua condição de tropicalidade, que em muitos casos, eleva o desconforto térmico.

Nesse sentido, o objetivo principal do presente estudo, foi analisar a temperatura e a umidade relativa do ar, para se detectar possíveis diferenças nesses elementos e, diagnosticar a geração do clima urbano em Cândido Mota/SP, com os seguintes objetivos específicos: verificar como a atmosfera da cidade estudada respondia aos diferentes sistemas

atmosféricos atuantes durante o período da pesquisa; detectar, através do cruzamento de dados coletados, via pontos fixos e móveis, à influência do uso e ocupação de solo urbano na temperatura e umidade do ar; propor melhorias para amenizar os efeitos do clima urbano ao poder público municipal de Cândido Mota/SP.

De acordo com Cruz (1995, p.7), “estudos demonstram que cidades médias ou pequenas, pouco ou não industrializadas e com pequena densidade populacional poderiam manifestar o fenômeno ilha de calor como os grandes centros, isto porque, os fatores inerentes à urbanização estavam presentes”.

Levando em consideração que, a maioria dos estudos acerca do clima urbano, está voltada para cidades de grande porte, este estudo poderá contribuir para demonstrações de técnicas de análises do clima urbano, com a particularidade, de estudar uma cidade de pequeno porte.

Pesquisas como a proposta são importantes para que cidades de pequeno porte possam atingir um nível de expansão territorial mais equilibrado e, também apontar alternativas de planejamento ambiental urbano para o poder público.

2 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo se pautou nas proposições teórico-metodológicas do Sistema Clima Urbano (S.C.U.) de Monteiro (1976), sob subsistema termodinâmico, que tem como canal de percepção humana o conforto térmico. Esse subsistema aborda questões a respeito do campo térmico da cidade e está ligado diretamente à vida das pessoas.

Para o embasamento teórico foi feita revisão bibliográfica, acerca da temática clima urbano e da qualidade ambiental urbana, com foco em autores que desenvolveram pesquisas em cidades brasileiras e autores estrangeiros.

Antes da coleta de dados, se fez necessária uma caracterização do uso e da ocupação do solo urbano, para a seleção das diferentes unidades de cobertura da superfície urbana. Para tanto, se utilizou como parâmetro os procedimentos utilizados por Lombardo (1985) e Amorim (2000). Assim, a partir da análise de imagens de satélite obtidas através do programa *Google Earth*® e trabalho de campo, pode-se definir seis setores com diferentes características urbanas relacionados ao tipo de uso e ocupação do solo, tais como: cobertura vegetal, densidade das construções e área industrial.

A coleta de dados de temperatura e umidade foi realizada com duas diferentes técnicas: transecto móvel noturno (medidas itinerantes) e instalação de estações automáticas.

O transecto móvel noturno, consistiu em tomar a temperatura do ar intraurbana e rural circunvizinha da cidade estudada, às 21 horas durante oito dias (de 13 a 16 e de 24 a 27) do mês de janeiro de 2011 com condições sinóticas adequadas (sem chuva e sem vento), contemplando todos os diferentes usos de solo (Figura 1). Para tanto, foram utilizados termômetros digitais "*Termometro* Max. e Min. Mod.9950.02.1.00 VCAH NF. 152706". Os termômetros foram instalados em hastes de 1,5m de altura, presas nas laterais de dois automóveis, que percorreram os caminhos delimitados para a coleta de dados nos dias da pesquisa de campo, registrando-se a temperatura em 57 pontos de coleta. A velocidade dos veículos não ultrapassou os 30 km/h e durou, em média, 30 minutos.

A coleta de dados com veículos requer que o tempo gasto entre a medida do ponto inicial e no ponto final do itinerário não ultrapasse uma hora, com velocidade que deve variar entre 30 e 40 Km/h. Esta metodologia foi adaptada, com base nos trabalhos de Oke e Maxwell (1975); Gomez e Garcia (1984); Johnson (1985); Pitton (1997). (AMORIM, 2005, p.123)



Figura 1 – Termômetro digital e automóvel equipado com a haste de madeira
Foto: Gislene Figueiredo Ortiz (2011)

A coleta de dados a partir de pontos fixos foi realizada durante 30 dias do verão (de 31 de dezembro de 2010 a 29 de janeiro de 2011). As estações automáticas *Klima Logger Thermo Mygro-Satation – TFA* com sensor interno e externo, foram instaladas em 8 pontos da malha urbana e 3 pontos da área rural próxima (Figura 2 e 3). Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados de hora em hora. Para análise dos dados, foram selecionados os horários das 7h, 9h, 15h e 21h, pois esses horários representam as diferenças atmosféricas no decorrer de cada período do dia. Às 7h a cidade começa a se aquecer devido ao nascer do sol. O período de maior aquecimento atinge pico em torno das 15h. As 21h não há mais radiação solar incidindo diretamente, caracterizando o início do resfriamento noturno.

Os dados coletados foram tratados no *Excel*¹ gerando planilhas com valores de temperatura em graus Celsius e umidade relativa do ar em porcentagem. As planilhas foram utilizadas para se gerar gráficos e elaborar as cartas de isotermas e isoígras. As cartas de isotermas e isoígras foram elaboradas no programa *Surfer*², a partir do método de interpolação de *Krigging*, de modo a auxiliar na visualização dos dados das planilhas e espacializá-los na malha urbana e área rural circunvizinha. Foram geradas 120 cartas de isotermas e 120 isoígras referentes aos pontos fixos e 8 cartas de isotermas representativas do transecto móvel noturno.

¹ *Excel* - é marca registrada da Microsoft Corporation.

² *Surfer* - é marca registrada da Golden Software



Figura 2 – Estações automáticas, sensor externo e sensor interno (esquerda para direita)³.
Foto: Gislene Figueiredo Ortiz (2011)

³ Esses equipamentos foram adquiridos com recursos do Edital Universal - MCT/CNPq 02/2006, processo n. 476092/2006-0, sob a coordenação da Profa. Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim.

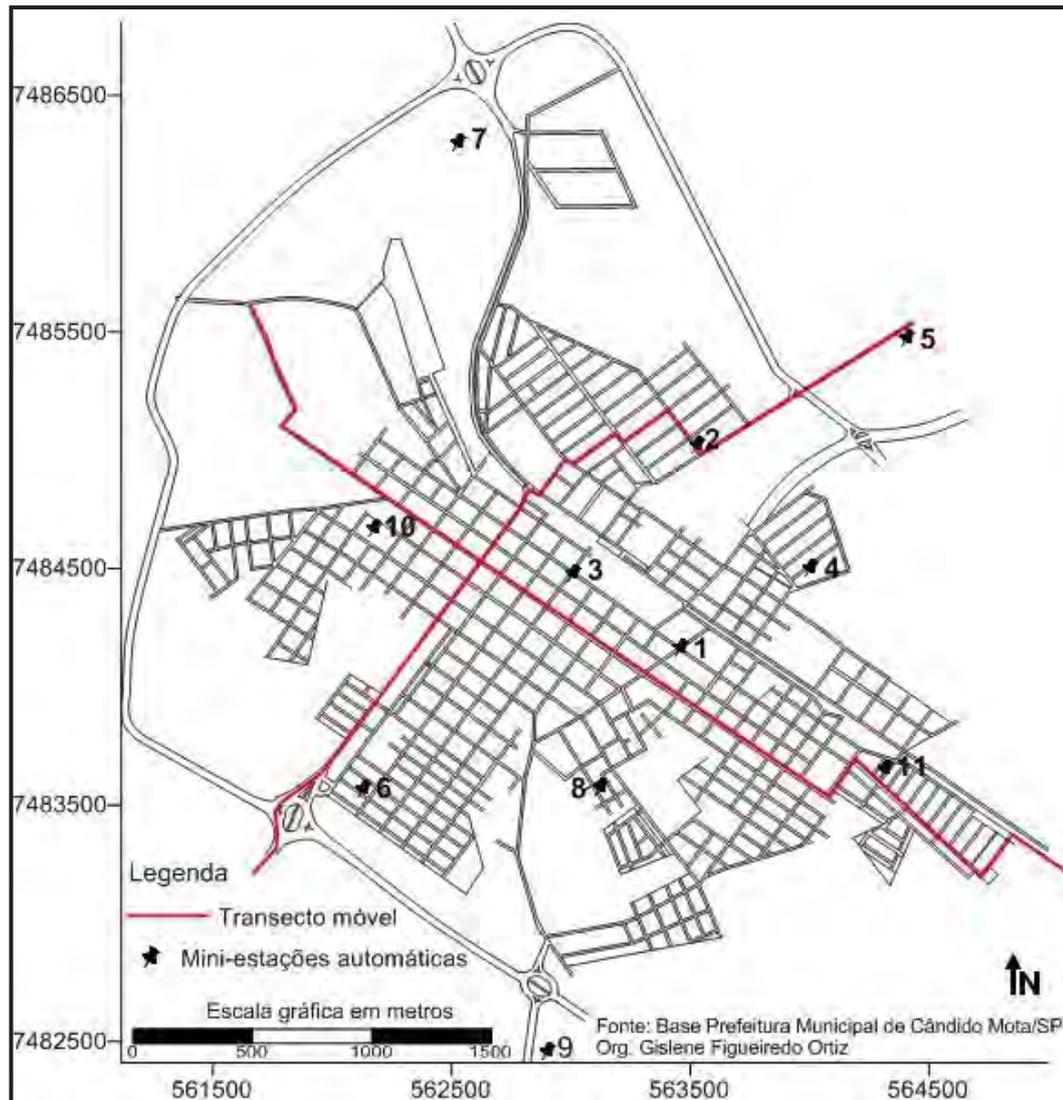


Figura 3 – Mapa com a indicação do percurso realizado para os registros da temperatura no ambiente intraurbano e rural próximo (transecto móvel) e localização dos pontos fixos de registros da temperatura e da umidade do ar

A análise e interpretação dos sistemas atmosféricos atuantes no período da pesquisa de campo se deu através de cartas sinóticas de superfície, disponíveis no site da Marinha do Brasil⁴, imagens do satélite Goes⁵, dados de superfície obtidos junto ao Instituto Agrônomo de Campinas do Estado de São Paulo (IAC), Boletim Técnico do Centro de Previsão do Tempo e Clima – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPETC/INPE)⁶ e dados da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)⁷ localizada em Ourinhos/SP (utilizou-se os dados referentes à direção dos ventos, devido à falta de sensor

⁴ Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>

⁵ Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_antiores.jsp>

⁶ Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/bol_tecnico>

⁷ Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>

de direção do vento em estações mais próximas da cidade). Tais informações foram utilizadas também para a montagem do gráfico de análise rítmica.

Para o gráfico de análise rítmica, foram utilizados dados de temperatura e umidade relativa do ar das 8h da manhã da estação automática do IAC. A pluviosidade foi obtida também da estação automática do IAC. A pressão atmosférica foi retirada da estação automática do INMET de Ourinhos/SP. Os valores de nebulosidade foram estimados através de observações de imagens do satélite Goes de alta resolução e dados meteorológicos da Estação Meteorológica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP – Campus Presidente Prudente (este último apenas para se comparar as observações das imagens).

Após a sistematização dos dados, foi possível fazer uma análise acerca das características térmicas e higrométricas da atmosfera urbana em Cândido Mota/SP.

2.1 Procedimentos metodológicos para a elaboração da carta de temperatura de superfície da cidade de Cândido Mota/SP

A carta de temperatura de superfície se revela um excelente instrumento para auxiliar na análise das características térmicas dos ambientes urbanos. Assim, para tal pesquisa, foi elaborada uma carta de temperatura de superfície de Cândido Mota/SP, a partir do tratamento da imagem do satélite Landsat 7, do dia 04 de março de 2003, da banda 6 do infravermelho termal, com resolução espacial de 60 metros e resolução espectral de 10,4 a 12,5 μm (Tabela 1). As imagens desse satélite podem ser obtidas gratuitamente junto ao site da *United States Geological Survey* (USGS)⁸.

O tratamento da imagem consistiu em transformar os valores digitais da mesma para temperatura em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) no programa IDRISI Andes 15.0, “[...] com a utilização de parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza da imagem (NC) para radiância, depois para temperatura absoluta e finalmente para graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) obtidos no site⁹ do satélite Landsat (NASA)” (LIMA; AMORIM, 2010, p. 5).

⁸ Disponível em: <<http://www.usgs.gov/>>

⁹ Disponível em: <http://Landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter11/chapter11.html>.

Tabela 1 – Intervalo de resolução espectral e espacial do Landsat 7

Banda	Resolução Espectral (μm)	Resolução Espacial (m) no Nadir
1	0,450 – 0,515	30 x 30
2	0,525 – 0,605	30 x 30
3	0,630 – 0,690	30 x 30
4	0,750 – 0,900	30 x 30
5	1,55 – 1,75	30 x 30
6	10,40 – 12,50	60 x 60
7	2,08 – 2,35	30 x 30
8 (pancromática)	0,52 – 0,90	15 x 15

Organização: ORTIZ, G. F. Fonte: Jensen (2009, p. 213)

Conforme aponta Dumke (2007, p. 246), o cálculo para se obter as temperaturas de superfície, de modo geral, deve cumprir a sequência:

- Os valores de níveis de cinza (NC) da imagem são primeiro convertidos para radiância espectral, por meio dos parâmetros de radiância calibração absoluta de pós-lançamento do sensor TM. Os valores de radiância espectral obtidos são, então, transformados em refletância aparente;
- A estimativa das temperaturas da superfície terrestre, em graus Kelvin, por radiometria, baseia-se nas Leis de Stefan-Boltzman e Lei de Plank. Com base nos valores estimados de emissividade obtêm-se a temperatura da superfície mediante a inversão da equação de Plank para corpos radiadores seletivos; e,
- Gera-se a grade de temperatura da superfície mediante a transformação de Kelvin para graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), subtraindo os valores de T de 273,16.

Desta forma, primeiramente no programa IDRISI®¹⁰, criou-se um novo projeto para importar a imagem do infravermelho termal – banda 6, convertendo-se os níveis de cinza para informações de radiância a partir da seguinte fórmula:

$$L_{\lambda} = ((I_{\max \lambda} - \lambda L_{\min}) / (QCAL_{\max} - QCAL_{\min})) * (QCAL - QCAL_{\min}) + L_{\min} \lambda \quad (1)$$

onde:

L_{λ} = Radiância espectral em sensor de abertura de em Watts

QCAL = Valor quantizado calibrado pixel em DN

$L_{\min} \lambda$ = Radiância espectral, que é dimensionado para QCALMIN em Watts = 0.000

¹⁰ Idrisi é marca registrada da *Clark University*.

$L_{Max \lambda}$ = Radiância espectral, que é dimensionado para $QCALMAX = 17.040$

$QCALMIN$ = O mínimo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a $L_{min \lambda}$), em $DN = 1$

$QCALMAX$ = O máximo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a $L_{max \lambda}$), em $DN = 1$

De acordo com Dumke (2007, p. 411), “os valores de $L_{i,max}$ e $L_{i,min}$ podem se alterar em função da data de imageamento e do tipo de sensor”. Os parâmetros que devem ser utilizados em imagens ETM^+ encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros utilizados no tratamento das imagens do Landsat 7

Número de Bandas	Processada antes de 01 de julho de 2000				Processada depois de 01 de julho de 2000			
	Baixo ganho		Alto Ganho		Baixo ganho		Alto ganho	
	L_{min}	L_{max}	L_{min}	L_{max}	L_{min}	L_{max}	L_{min}	L_{max}
1	- 6,2	297,5	- 6,2	194,3	- 6,2	293,7	- 6,2	191,6
2	- 6,0	303,4	- 6,0	202,4	- 6,4	300,9	- 6,4	196,5
3	- 4,5	235,5	- 4,5	158,6	- 5,0	234,4	- 5,0	152,9
4	- 4,5	235,0	- 4,5	157,5	- 5,1	241,1	- 5,1	157,4
5	- 1,0	47,70	- 1,0	31,76	- 1,0	47,57	- 1,0	31,06
6	0,0	17,04	3,2	12,65	0,0	17,04	3,2	12,64
7	0,35	16,60	0,35	10,932	0,35	16,54	0,35	10,80
8	- 5,0	244,00	- 5,0	158,40	- 4,7	243,1	- 4,7	158,3

Fonte: <<http://Landsathandbook.gsfc.nasa.gov>>

Em seguida, aplicou-se a fórmula a seguir para converter os valores digitais em temperatura em Kelvin:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad (2)$$

onde:

T = temperatura efetiva registada pelo sensor do satélite em Kelvin;

K2 = constante de calibração 2, valores na tabela 4;

K1 = constante de calibração 1, valores na tabela 4

$L = \text{radiância espectral em Watts / (metros quadrado * ster * } \mu\text{m)}$

A tabela 3 apresenta os valores que foram substituídos na fórmula para a conversão em Kelvin.

Tabela 3 – ETM + Constantes de calibração da banda termal

	Constant 1 - K1 Watts (Watts / (metros quadrado * ster * * μm))	Constant 2 - K2 Kelvin
Landsat 7	666.09	1282.71

Fonte: <<http://Landsathandbook.gsfc.nasa.gov>>

Posteriormente, aplicou-se a fórmula para converter os Kelvin em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), ainda no programa IDRISI. Assim, subtraiu-se 273,15 dos valores de temperatura gerando a grade da temperatura de superfície.

Para finalizar, foi dado um zoom para selecionar a área onde a cidade se encontra e salvá-la em formato BMP. A malha urbana foi inserida na imagem no programa *SURFER*.

3 AS MODIFICAÇÕES NA ATMOSFERA URBANA: o Clima Urbano

Dentre tantas transformações realizadas na superfície terrestre a cidade é reconhecida como a mais radical. De acordo com García (1995, p. 253) “la ciudad constituye la forma más radical de transformación del paisaje natural, pues su impacto no se limita a cambiar la morfología del terreno, sino que además modifica las condiciones climáticas y ambientales”.

Essas transformações vêm ocorrendo ao longo da história humana. Conforme Mendonça (2009, p. 176), “a cidade, materialização do processo de urbanização e cuja concepção pode ser expressa, genericamente, pela aglomeração de pessoas com suas construções e atividades num determinado local, é uma produção humana bastante antiga”. Entretanto, houve uma intensificação dessas transformações a partir da Revolução Industrial e da expansão da urbanização. Sendo esta última, decorrente do desenvolvimento industrial e do êxodo rural, causando modificações significativas no meio natural em que se localizam.

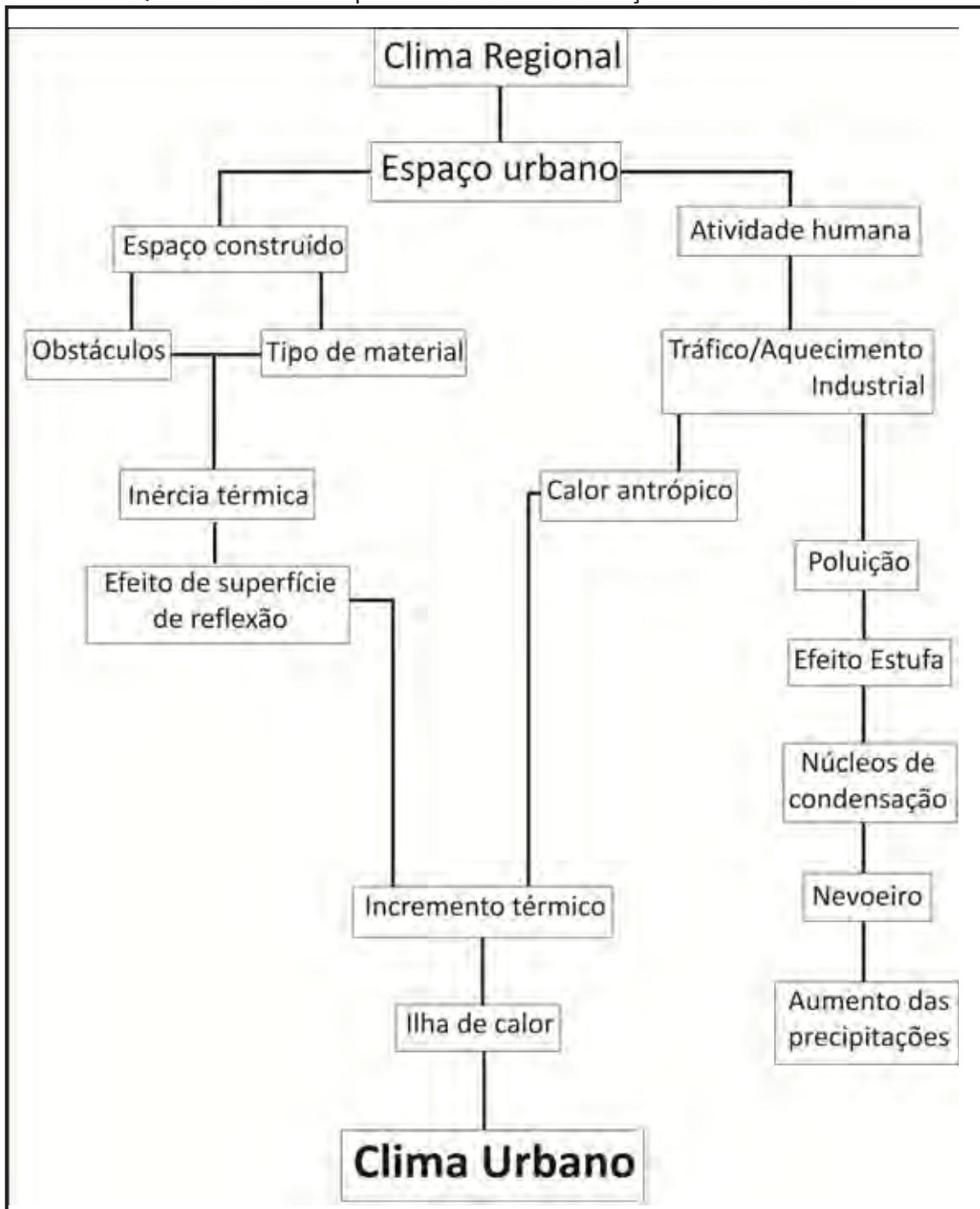
O campo também foi alvo das interferências humanas no decorrer dos tempos, mas as modificações antrópicas no espaço urbano são as mais expressivas da sociedade e acabam por criar um novo ambiente com características próprias.

Desta forma, a modificação da superfície terrestre pela urbanização faz com que a camada da atmosfera urbana mais próxima ao solo fique mais aquecida que a da rural. Os materiais artificiais colocados no lugar de materiais naturais alteram o balanço energético da cidade caracterizando o clima urbano. No quadro 1 podem ser observados os fatores que influenciam na formação do clima urbano de acordo com García (1995).

Na perspectiva dos estudos do clima urbano, esses se iniciaram no século XIX e a primeira cidade a ser estudada foi Londres, pelos pesquisadores Evelyn (1661) e Howard (1833). John Evelyn (1661), em sua obra *Fumifugium* descreveu suas observações sobre o clima urbano londrino e destacou a poluição por parte da fumaça industrial. Luke Howard (1833) escreveu o clássico *The climate of London*, no qual publicou dados referentes à temperatura do ar e seu aumento em relação ao entorno rural próximo.¹¹

¹¹ Notas de aulas.

Quadro 1 – Fatores que influenciam na formação de clima urbano



Fonte: Tradução da autora (GARCÍA, 1995, p. 254).

Landsberg (2006, p. 95) destacou os trabalhos de Louis Besson, Wilhelm Schmidt, Rudolf Geiger e Albert Kratzer. Kratzer (1937), em sua tese de doutorado, feita na cidade de Munique e realizou uma extensa revisão bibliográfica com 225 referências específicas e 25 estatísticas com informações acerca do clima urbano.

De acordo com Lombardo (1985, p. 28), os trabalhos clássicos sobre o clima urbano são dos autores Landsberg (1956) e Chandler (1965). Segundo a autora, esses trabalhos se pautaram mais em uma abordagem meteorológica do que geográfica.

Landsberg (1956) estudou as alterações dos parâmetros climáticos (temperatura, umidade relativa, precipitação, nevoeiro e vento) em contato com a cidade.

O trabalho de Chandler (1965) foi feito a partir de uma abordagem climatológica separativa e mostrou que a cidade modifica a ventilação e a umidade do ar, aumentando a temperatura e as precipitações, alterando o clima urbano. O autor apontou ainda alterações na composição da atmosfera urbana, concentração de poluentes nas cidades industrializadas e a formação de ilhas de calor.

O trabalho de Landsberg (1970) demonstrou que mudanças nos elementos climáticos advindos do processo de urbanização aumentam o aquecimento em áreas urbanas se comparadas com as rurais, sendo que essas se tornam mais secas no verão, mais úmidas no inverno, ocasionam chuvas concentradas e modificam a circulação de ar.

Oke (1974) elaborou o “perfil clássico das ilhas de calor” (Figura 4) demonstrando que onde as atividades antrópicas são mais intensas os valores de temperatura também são. O autor destacou o centro da cidade como pico (*pick*) da ilha de calor, a queda gradativa da temperatura ao longo da cidade até a periferia foi denominado como platô (*plateau*) e o limite entre a área urbana e a área rural, onde ocorre uma queda brusca da temperatura, o autor chamou de escarpa (*cliff*) - Figura 5.

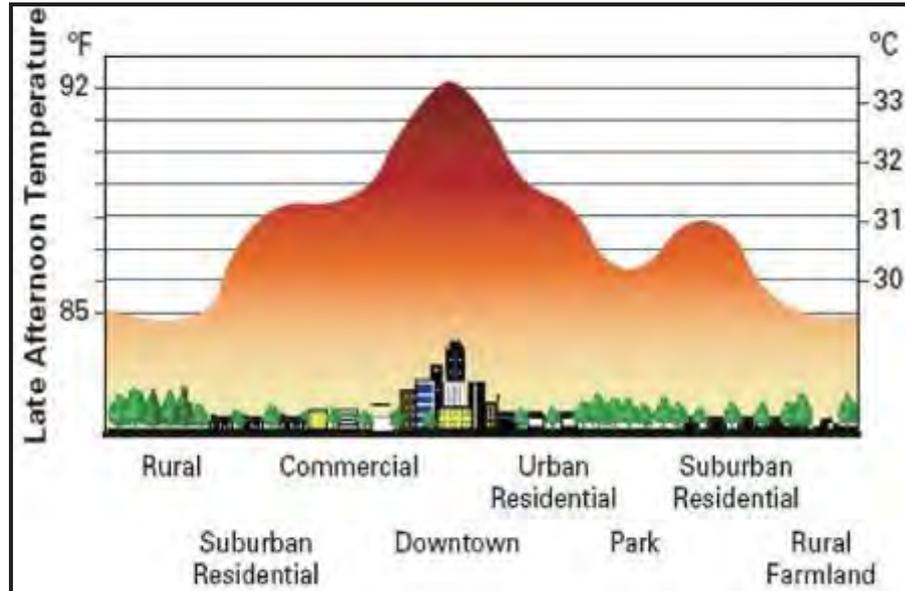


Figura 4 – Perfil clássico da ilha de calor urbana.

Fonte: Disponível em: <<http://www.calgarysbestroof.ca/images/stories/green-roofing/heat-island.jpg>>. Acesso em: 04 mai. 2011.

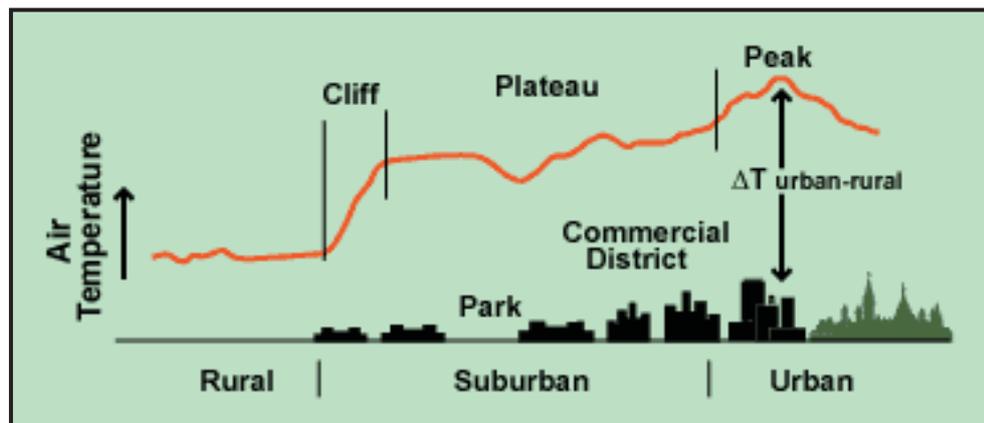


Figura 5 – Representação esquemática da atmosfera urbana com conceitos “cliff”, “plateau” e “peak”. Fonte: Adaptado de Oke (1978). Disponível em: <<http://www.acer-acre.org/ClimateChangeCD/frameset.htm>> Acesso em: 04 mai. 2011.

Oke (1978, p. 240) delimitou as camadas atmosféricas urbanas e locais denominado-as de *urban canopy layer* (camada do dossel urbano) e *urban boundary layer* (camada limite urbana), ambas com extensões de diferentes dimensões no tempo e no espaço (Figura 7). A *canopy layer* se localiza sob a *boundary layer*, a altura de ambas depende da influência da superfície urbana na movimentação de ar.

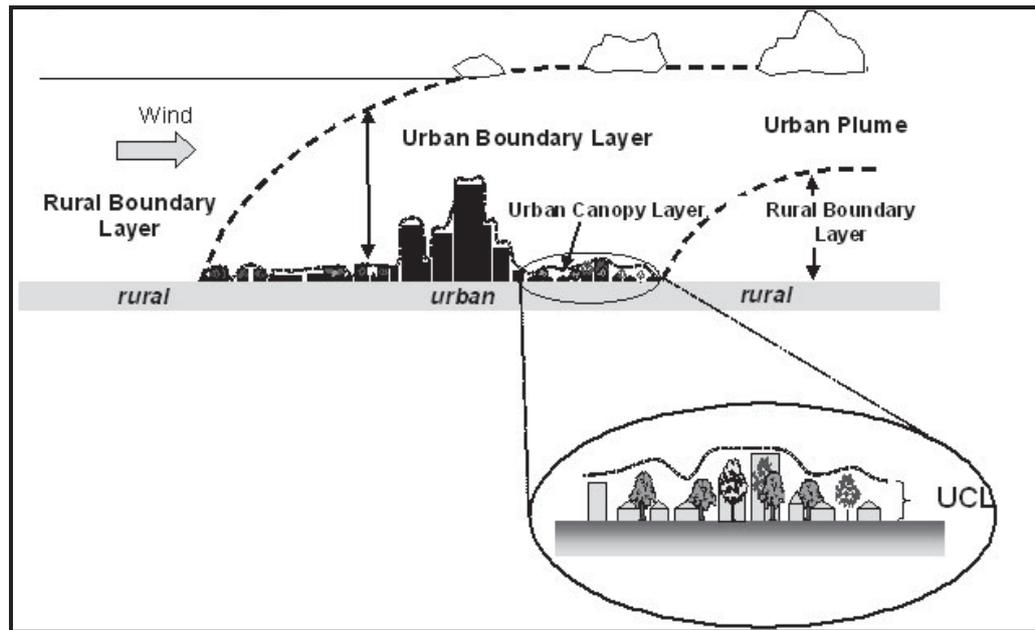


Figura 6 – Representação esquemática dos componentes da atmosfera urbana.
 Fonte: <<http://www.actionbioscience.org/environment/figures/voogt1.jpg>>.

Gómez et al. (1993) investigaram o clima urbano e do entorno da cidade de Madrid. Este trabalho foi iniciado no ano de 1983 pela equipe de geógrafos (A. López Gómez, L. López Gómez, F. Fernández García, F. Arroyo, M. A. Almendros, etc) da CSIC-Universidad Autónoma. Os autores demonstraram os resultados obtidos a partir de dados meteorológicos do *Instituto Nacional de Meteorología e da rede de contaminação do Ayuntamiento de Madrid*, por meio de perfis e mapas e, por último, imagens diurnas do satélite Landsat no infravermelho, e imagens noturnas coletadas pela equipe com avião. Os autores concluíram que a cidade de Madrid gera seu próprio. Destacaram ainda, que durante o verão a ilha de calor dispersou o frescor noturno, entretanto, a mesma prolongou a sensação de conforto durante a primavera e o outono. No inverno ela se mostrou pouco capaz de alterar o regime térmico.

Monteiro (1993), em sua tese de doutorado teve como objeto de estudo o conhecimento do tipo de relações de interdependência existentes entre a intensificação do fenômeno da urbanização e o clima local e regional na cidade de Porto, Portugal.

A autora destaca o “[...] fato das cidades terem sido e continuarem a ser, no futuro, o suporte artificial mais eficaz para as trocas de bens, serviços e informações” (MONTEIRO, 1995, p. 387). Ao comparar os valores de temperatura (mínima e máxima), em diferentes estações climatológicas, localizadas em Porto, a autora constatou um aumento

progressivo das mesmas ao longo dos anos de 1970 e 1989, especialmente a partir da década de 1980 e ilhas de calor localizadas no centro da cidade. A poluição também foi abordada nesse trabalho e foi detectado que o período entre dezembro e março, ocorreu à maior concentração de poluentes na atmosfera urbana, devido à frequência de inversões térmicas baixas que promoveram uma queda da espessura da camada de mistura.

Iino e Hoyano (1996) propuseram um novo índice baseado no calor sensível para se investigar a temperatura de todas as superfícies urbanas, chamado de potencial de ilha de calor. Este método foi baseado na utilização de sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas. Os resultados desse trabalho se basearam na simulação dos dados, que permitiram a elucidação do efeito térmico nas atmosferas urbanas. O índice pode ser empregado no planejamento urbano para se avaliar o ambiente térmico urbano.

Rosenzweiga et al. (2005) caracterizaram a ilha de calor urbana em New Jersey. Foram utilizados dados de 50 anos referentes à temperatura da localidade estudada, que indicaram diferenças entre a temperatura urbana e rural no decorrer do período analisado. A temperatura da superfície urbana foi analisada a partir de imagem do satélite Landsat correlacionado com o padrão espacial das ilhas de calor. Foram estudadas as interações entre a ilha de calor urbana e as alterações na temperatura, velocidade do vento e cobertura de nuvens, envolvendo as diferentes trajetórias dos gases de efeito estufa. Destacaram que a incidência de morbidade relacionada com o calor e a mortalidade têm tendência de aumento, se houver uma maior frequência da duração das ondas de calor e o efeito das ilhas de calor.

Chen et al. (2006) destacaram a acelerada urbanização na província de Gaungdong, no Sul da China, e o efeito da ilha de calor e sua possível influência no clima regional. Foi analisada a temperatura do solo e tipo de cobertura da cidade Shenzhen, por meio de dados do Landsat TM e ETM+ 1990-2000. O estudo demonstrou que o efeito da ilha de calor foi mais proeminente em área de rápida urbanização, e que a distribuição espacial da mesma se alterou conforme o padrão do terreno, onde as terras expostas ou semi-expostas se apresentaram mais quentes que os demais tipos de cobertura.

Stathopoulou e Cartalis (2007) afirmam que as imagens de satélite no infravermelho termal podem ser usadas para avaliar o ambiente térmico urbano, bem como para a definição de ilhas de calor em áreas urbanas. Os autores investigaram o ambiente

térmico de cidades da Grécia (Atenas, Salónica, Patras, Volos e Heraklion), através de imagens do satélite Landsat 7, correspondentes ao período diurno e quente. Foram analisadas em cada área de estudo, as superfícies aquecidas identificadas e relacionadas com as características do uso e ocupação da superfície urbanizada. Desta forma, realizaram um esforço para definir de forma mais eficaz a ligação entre a emissividade da superfície, as temperaturas na superfície da terra e as características da superfície urbana.

Xian (2008) utilizou imagens de alta e média resolução do satélite Landsat para analisar a temperatura da superfície de três zonas urbanas distintas nos Estados Unidos (Seattle em Washington, Tampa Bay na Flórida e Las Vegas em Nevada). O autor concluiu que o aquecimento da estrutura espacial da superfície por diferentes características da paisagem influencia nas condições climáticas regionais, principalmente através do efeito de ilhas de calor.

Huang et al. (2008) realizaram um estudo sobre as alterações do microclima urbano diurno em quatro tipos de cobertura do solo e ilhas de calor urbana em Nanjing, China. Os autores destacaram que os últimos estudos sobre clima urbano demonstram que o clima de regiões urbanizadas é significativamente diferente das regiões rurais e que o efeito mais importante da urbanização é a modificação do clima local e a ilha de calor.

Para tal estudo, os autores selecionaram quatro diferentes tipos de terrenos, sendo: cobertura de concreto urbana, bosques urbanos, área urbanas com presença de água e área com cobertura de gramado. A análise da ilha de calor foi feita com dados de temperatura do ar, medido em quatro pontos fixos na cidade estudada. Os autores concluíram que o maior aquecimento das ilhas de calor ocorreu em torno do meio-dia.

Kolokotroni e Giridharan (2008) analisaram o potencial das características físicas da ilha de calor em Londres, durante o verão, com objetivo de encontrar soluções para atenuar sua intensidade. Foram utilizadas seis variáveis no local, sendo elas: altura e proporção, o albedo da superfície, densidade de plano, densidade de cobertura verde, relação da densidade do tecido e massa térmica, além de um conjunto de dados. O valor máximo da ilha de calor encontrado pelos pesquisadores foi de 8,9°C, em uma área classificada como semi-urbana, com céu parcialmente nublado no decorrer do dia. Durante a noite o valor máximo da ilha de calor encontrado foi de 8,6°C, em área urbana, com céu claro

e velocidade do vento abaixo de 5 m/s. Os resultados desse estudo apontaram que a variável que mais interferiu na intensidade da ilha de calor foi o albedo de superfície.

Zeng et al. (2009) utilizaram dados de temperatura do ar de quatro estações meteorológicas de 1961-2005, da cidade de Nanjing, para investigação do efeito da ilha de calor urbana. Os autores concluíram que a intensidade da ilha de calor é de cerca de 0,5°C com extremos de até 6°C. O efeito da ilha de calor tem características de mudanças sazonais e diárias, com maior intensidade no verão do que no inverno, e maior à noite se comparado com o dia. O desenvolvimento da urbanização na cidade estudada aumentou a intensidade dos efeitos da ilha de calor durante o período analisado, em especial entre a década de 1980 e 1990. Na década de 1990 houve um aumento significativo devido à rápida expansão chinesa. Já a partir de 2000 ocorreu uma queda devido ao aumento de vegetação na área estudada.

Stewart e Oke (2009) apresentaram uma nova abordagem para a classificação do sítio urbano utilizando um protótipo de “*local climate zones*”, podendo ser traduzido como “zonas climáticas locais”, o qual foi testado em Nagano no Japão. Os autores destacam que a classificação dos terrenos das cidades apenas em urbano e rural é um visão simplista e com o detalhamento do sítio urbano pode-se obter maior consistência ao se falar de clima urbano. Os autores dividiram o universo da paisagem, como eles chamam, em uma hierarquia de subclasses, diferenciadas por tipo de cobertura da superfície (parcela de terreno construído, umidade do solo, albedo), estrutura da superfície (*sky view factor*¹², altura e rugosidade), e atividade cultural (fluxo de calor antropogênico). Assim, delimitaram 19 zonas climáticas locais em 4 séries de paisagem (Figura 7).

¹² Conceito apresentado por Oke (1978), relacionado à cobertura da superfície urbana (construções e vegetação).

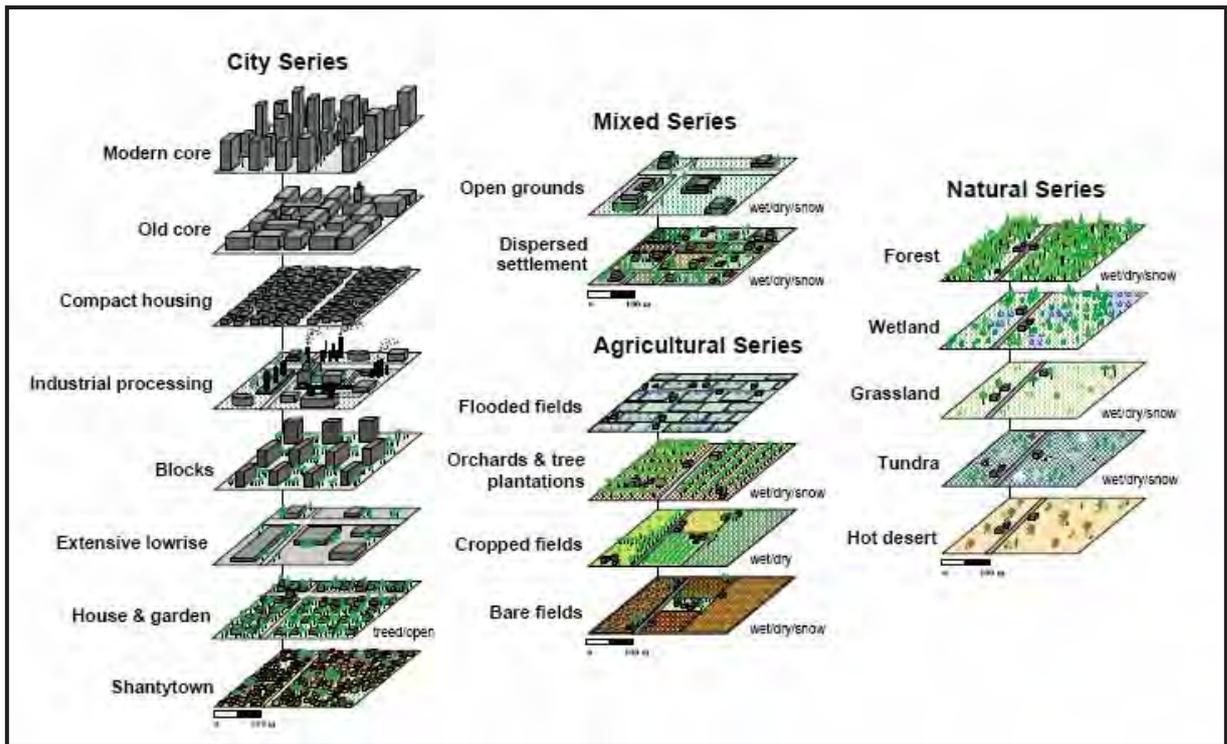


Figura 7 – Zonas climáticas locais. Fonte: Stewart e Oke (2009, p. 2)

3.1 O clima urbano no Brasil

Os trabalhos de clima urbano no Brasil se destacaram a partir da década de 1970. Cidades de grande, médio e pequeno porte, tiveram suas atmosferas investigadas inicialmente na década de 1960, entretanto, a intensificação desses estudos e distribuição no território nacional ocorreu na década de 1990.

Conforme Mendonça (2009, p. 182), os estudos sobre o clima urbano se concentram na porção centro-sul, pois é nessa parte do território brasileiro que se têm as maiores áreas urbanas e densidade de urbanização. O autor ainda destaca que a cidade que mais estudada foi a metrópole de São Paulo. O autor lembra que o centro-sul do Brasil conta com a maior concentração urbana do país e sofre com a degradação ambiental. Muitas outras cidades também foram estudadas por pesquisadores brasileiros acerca do clima urbano, tanto de porte médio e também pequeno, como a cidade deste estudo.

Tais estudos são extremamente importantes para se desvendar e compreender a dinâmica das cidades brasileiras, para então se apontar quais são as melhores formas de se planejar a expansão territorial urbana, para que essa não sofra com problemas ambientais

não ofereça risco para a população e que todos possam desfrutar de uma boa qualidade ambiental urbana.

O papel do geógrafo nesse cenário é de suma importância, pois sua formação permite uma análise integrada da cidade e dos elementos que a compõe. Desta maneira, vale ressaltar que o trabalho do geógrafo, em conjunto com uma equipe multidisciplinar é salutar, para a implementação de políticas públicas de desenvolvimento e crescimento urbano considerando os fatores naturais e sociais.

O trabalho que pode ser considerado pioneiro e que tem sido referência na maioria dos estudos realizados no Brasil é o de Monteiro (1976), que desenvolveu o Sistema Clima Urbano (S.C.U.), que diz respeito a uma proposta teórico-metodológica para os estudos dos climas das cidades.

O S.C.U. contempla desde os fatores mais amplos e complexos até os mais simples e restritos, de forma integrada e não fragmentada da cidade. Ele foi inspirado nas bases teórico-metodológicas da Teoria Geral dos Sistemas de L. Von Bertalanffy (1950).

“O S.C.U. visa compreender a organização climática peculiar a cidade e, como tal, é centrada essencialmente na atmosfera que, assim, é encarada como *operador*” (MONTEIRO, 2009, p. 21).

Desta forma, Monteiro (op. cit.) propôs uma metodologia de estudo para o clima urbano a partir de uma análise geográfica integradora, levando em consideração os fatores socioeconômicos, a infraestrutura, o ecológico e relacionando as escalas climáticas.

O S.C.U. corrobora para que o pesquisador faça uma análise científica perante o método indutivo e/ou dedutivo, com dinamismo dentro de uma abordagem adaptativa e sistêmica, podendo assim, desenvolver um sistema de análise de acordo com a necessidade do objeto estudado. Ele se baseia em três canais de percepção humana, são eles:

Conforto térmico (subsistema termodinâmico) – Englobando as componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a esta noção. É um filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente. Constitui, seja na climatologia médica, seja na tecnologia habitacional, assunto de investigação de importância crescente.

Qualidade do ar (subsistema físico-químico) – A poluição é um dos males do século, e talvez aquele que, por seus efeitos mais dramáticos, atraia mais a atenção. Associada às outras formas de poluição (água, solo, etc.), a do ar é uma das mais decisivas na qualidade ambiente urbana.

Meteoros do impacto (subsistema hidrometeorico) – Aqui estão agrupados todas aquelas formas meteóricas, hídricas (chuva, neve, nevoeiro), mecânicos (tornados) e elétricos (tempestades), que assumindo, eventualmente, manifestações de intensidade são capazes de causar impacto na vida da cidade, perturbando-a ou desorganizando-lhe a circulação e os serviços. (MONTEIRO, 2009, p. 24).

A capa da obra de Monteiro (1976) é ilustrada pelo sistema koestleriano (Figura 8), utilizado para representar os níveis de escalonamento das unidades climáticas, que se encontram no espaço geográfico desde o nível zonal, passando pelo nível regional e chegando até o nível local. O nível 1 representa a superfície terrestre. Do nível 2 desdobram-se grandes galhos de representação zonal. No nível 3 desprendessem os galhos regionais que se prolongam até o nível 4 (ramos locais). Conforme o autor “[...] a divisão (fragmentação) pode ser infinita, o processo poderá ser retomado no nível local, que, desse tronco unificador, poderá ser desmembrado em meso, topo e microclimas, repetindo a arborescência do esquema” (MONTEIRO, 2009, p. 33).

Para Monteiro (1976, p. 95) “o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Assim, entende-se que a urbanização e seus impactos caracterizam o clima urbano, pois, com o desenvolvimento e expansão do meio urbano, o meio natural é alterado por meio do desmatamento, da impermeabilização do solo, das modificações no relevo, da interferência na circulação do ar, da canalização dos rios, do lançamento de poluentes na atmosfera, do aumento das precipitações e queda da umidade relativa do ar. Dentre tantas modificações o cidadão acaba por sofrer com o desconforto térmico, má qualidade do ar e inundações.

O clima urbano se configura a partir da superfície urbanizada, onde as suas características se apresentam diferentes das demais coberturas terrestres. Apesar de se delimitar a uma área específica, ele recebe influência dos sistemas atmosféricos regionais em que se insere. Desta forma, o clima urbano é resultado de um espaço urbanizado mais as características dos sistemas regionais em que ele se encontra.

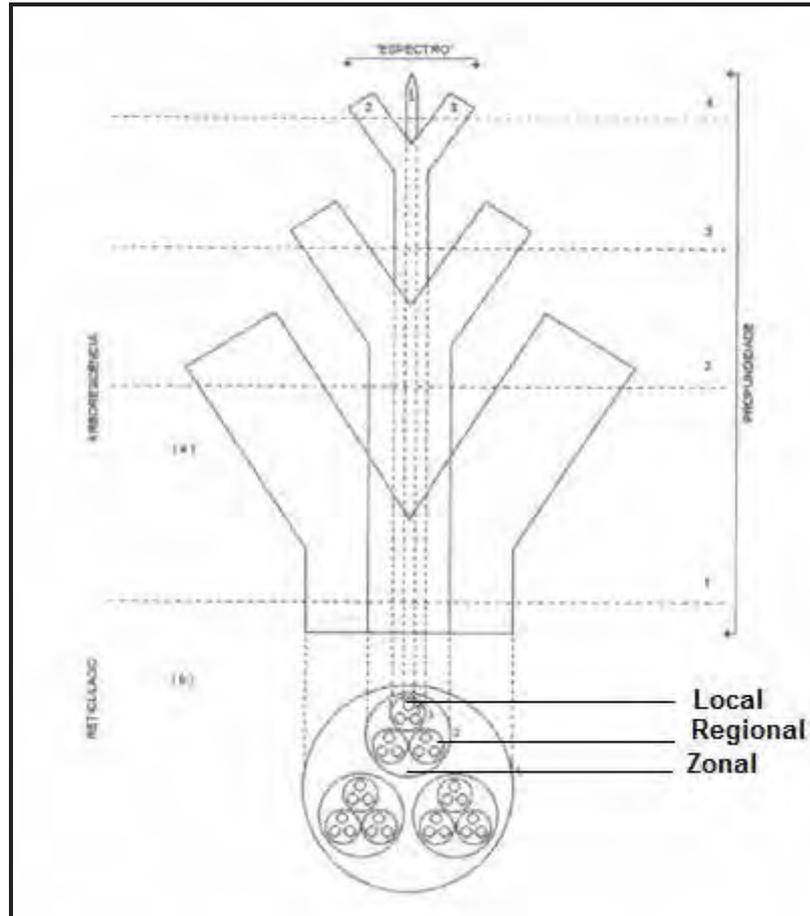


Figura 8 - Noção de hierarquia segundo Arthur Koestler
 Fonte: Monteiro (2009) pag. 33

O clima urbano é influenciado diretamente pelos sistemas superiores, no caso o zonal e o regional, e pode ser subdividido em mesoclima (cidade grande, bairro ou subúrbio de metrópole), topoclima (pequena cidade, fácies de bairro/subúrbio de cidade) e microclima (grande edificação e habitação), resultantes das diferentes características do sítio urbano. A tabela 4 demonstra as categorias de organização do clima de acordo com Monteiro (2009).

Tabela 4 - Categorias taxonômicas da organização geográfica do Clima e suas articulações com o Clima Urbano

Ordens e Grandeza (Cailleux & Trincart)	Unidade de superfície	Escala cartográfica de tratamento	Espaços climáticos	Espaços urbanos	Estratégias de abordagem		
					Meios de observação	Fatores desorganização	Técnicas de análise
II	Milhões de Km	1:45.000.000 1:10.000.000	Zonal	-	Satélites Imagens	Latitude Centros de ação atmosférica	Caracterização geral comparativa
III	Milhões de Km	1:5.000.000 1:2.000.000	Regional	-	Cartas sinóticas Sondagens Aerológicas	Sistemas meteorológicos (Circulação secundária)	Redes transectos
IV	Centenas de Km	1:1.000.000 1:500.000	Sub-regional (fácies)	Megalópole Grande área metropolitana	Rede meteorológica de superfície	Fatores geográficos	Mapeamento sistemático
V	Centenas de metros	1:250.000 1:100.000	Local	Área metropolitana Metrópole	Posto meteorológico Rede complementar	Integração geológica Ação antrópica	Análise espacial
VI	Dezenas de metros	1:50.000 1:25.000	Mesoclima	Cidade grande Bairro ou subúrbio de metrópole	Registros móveis (Episódios)	Urbanismo	
-	Dezenas de metros	1:10.000	Topoclima	Pequena cidade Fácies de bairro/subúrbio	(Detalhe)	Arquitetura	Especiais
-	Metros	1:2.000	Microclima	Grande edificação Habitação Setor de habitação	Baterias de instrumentos especiais	Habitação	

Fonte: Monteiro (2009, p.29).

Tarifa (1977) investigou a cidade de São José dos Campos, correlacionando o tamanho com a temperatura, a partir de informações de temperatura e umidade relativa do ar, com dados coletados na área urbana e rural. O autor encontrou ilha de calor no interior urbano, com 3,4°C de diferença térmica no decorrer do dia.

O clima urbano da cidade de Campinas/SP foi estudado por Tavares (1977), onde o autor destacou o papel da circulação atmosférica regional e a sua influência no sítio urbano, conforme sua posição geográfica e fatores geourbanos.

Sampaio (1981) relacionou o uso do solo urbano com o aumento de temperatura da cidade de Salvador/BA, destacando a alteração do balanço energético pela urbanização. O estudo foi feito em um único dia.

O trabalho de Lombardo (1985), “Ilhas de Calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo” teve destaque no campo da climatologia urbana brasileira. Nesse trabalho, a autora comprovou a relação do uso e ocupação do solo com as variações de temperatura no interior da cidade. Lombardo utilizou imagens de satélites do Landsat e trabalhos de campo para caracterizar o uso e ocupação do solo de São Paulo. Assim, constatou que as ilhas de calor se configuram em áreas densamente construídas, com ausência de vegetação, destacando-se no centro e nas zonas industriais. Em áreas com corpos d’água e com vegetação o fenômeno não é tão recorrente. A autora encontrou ilha de calor com intensidade de até 11,5°C na metrópole estudada e destacou que a substituição da cobertura do solo original por materiais construídos faz com que energia fique mais disponível para o aquecimento urbano.

Danni (1987) estudou a temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Porto Alegre/RS durante o outono e o inverno, através de medidas móveis e postos fixos. Nesse estudo, foram enfatizados os aspectos urbanos que dão origem as ilhas de calor.

Mendonça (1994) analisou o clima urbano da cidade de Londrina/PR. O autor coletou dados de elementos climáticos durante o verão e inverno e pode constatar a presença de ilhas de calor no interior da cidade, com valores superiores a 10°C. Mendonça apresentou proposta metodológica para se estudar o clima urbano de cidades de médio e pequeno porte de forma a melhorar o planejamento urbano.

Em 1996, Brandão estudou a cidade do Rio de Janeiro/RJ, com base na proposta metodológica de Monteiro (1976). A autora destacou a forma de uso e ocupação do solo urbano na configuração do clima urbano e destacou a presença de várias ilhas de calor.

Pitton (1997) estudou as cidades de Araras, Cordeirópolis, Rio Claro e Santa Gertrudes, analisando o campo térmico das mesmas a partir das proposições de Monteiro (1976), e considerou a cidade um sistema singular. As áreas menos aquecidas foram as próximas aos corpos d'água e áreas com vegetação. Os ambientes mais aquecidos foram áreas densamente edificadas.

Collishon (1998) analisou o campo térmico da região metropolitana de Porto Alegre/RS. A autora utilizou imagens do satélite Landsat - banda 6, para identificar a termografia regional. De acordo com Mendonça (2009, p. 189) o trabalho da autora “[...] enriquece de maneira considerável os estudos relativos ao ambiente atmosférico das cidades ao aplicar, de maneira cuidadosa, o geoprocessamento como ferramenta para a elaboração de sua pesquisa”.

Amorim (2000) estudou o clima urbano de Presidente Prudente/SP, testando a hipótese dos efeitos de uma cidade localizada próxima à latitude do trópico de capricórnio, no clima local. A cidade tem aproximadamente 200.000 habitantes, sendo classificada como de médio porte. Localiza-se sobre um espigão divisor de águas, com altitude variando de 390 a 490m acima do nível do mar. A pesquisa foi desenvolvida a partir de dois eixos, que são: análise temporal, através de dados coletados em estação meteorológica e análise espacial, a partir de pesquisa de campo intraurbana e área rural circunvizinha, para explicitar como os diferentes condicionantes geoecológicos e urbanos respondem à atuação dos sistemas atmosféricos. A partir de dados coletados (janeiro – verão e julho – inverno) acerca da temperatura e umidade relativa do ar, a autora concluiu que a cidade estudada possui diferenças intraurbana e rural que apontaram para a existência de um clima urbano específico, decorrente da combinação do tipo de uso e ocupação de solo, presença de vegetação, altitude e exposição de vertentes.

Mendonça (2002) estudou a cidade de Florianópolis/SC, de clima subtropical. A morfologia e a forma multinucleada da cidade estudada dificultou a constatação de ilhas de calor, sendo que suas vertentes influenciam na distribuição de radiação solar e interferem na circulação de ar. Florianópolis ainda recebe influência da maritimidade.

Sant'Anna Neto (2002) organizou a coletânea "Os climas das cidades brasileiras", e apresentou estudos das seguintes cidades: São Luís/MA, Aracaju/SE, Campo Grande/MS, Petrópolis/RJ, Sorocaba/SP, Penápolis/SP e Presidente Prudente/SP.

Araújo e Sant'Anna Neto (2002) investigaram o processo de urbanização na produção do clima urbano de São Luís/MA. Os procedimentos metodológicos foram divididos em duas etapas: a primeira consistiu no levantamento de dados meteorológicos junto à estação do Aeroporto Cunha Machado e INMET, com a finalidade de se avaliar a circulação regional dos últimos 30 anos, antecedentes da pesquisa; a segunda etapa se pautou nos trabalhos de campo para a coleta de dados acerca da temperatura e umidade relativa do ar urbana, foram instaladas estações fixas em quatro diferentes bairros. Como resultado, os autores afirmaram que há uma relação sobre a influência do uso do solo no clima urbano da cidade, apesar da sua localização na região equatorial e recebimento de maior insolação.

Pinto (2002) estudou a capital de Sergipe, Aracajú, com objetivo de produzir informações geográficas para conhecimento sistematizado do clima local. A autora fez análises das situações de um clima local, a partir de dados disponíveis acerca de pluviosidade. Os dados foram obtidos junto a SUDENE/DNOCS. Como resultado, a autora afirmou que a cidade vive uma situação mais confortável em relação à chuva, se comparada com as demais do nordeste, entretanto, a distribuição cronológica das chuvas não é tão satisfatória.

Anuniação e Sant'Anna Neto (2002) investigaram o clima urbano da cidade de Campo Grande/MS. Os autores dividiram a cidade em setores para se definir as características urbanas e se chegar às especificidades climáticas locais. Foram instalados oito miniabrigos em diferentes pontos da cidade, para se captar dados higrotérmicos do ar das diferentes formas de vida da cidade. Os resultados apontaram para a formação de um clima urbano específico, com a configuração de ilhas de calor e ilhas de frescor em diferentes condições sinóticas, tanto no verão quanto no inverno.

O clima urbano de Petrópolis/RJ foi estudado por Aço (2002). Foi feita uma análise climatológica de 1931 a 1975, que indicou que a localidade estudada não tem estação seca, com distribuição de chuvas durante o ano todo. A série de 1960 a 1988 apontou que Petrópolis apresenta um clima muito chuvoso, com concentração no verão e

uma redução no inverno. O mês de fevereiro de 1988 foi extremamente chuvoso, com um total de 776,4 mm e com temperaturas elevadas. O mês de janeiro de 2000 também foi muito chuvoso, com total de 478,6 mm. De acordo com o autor, esses eventos mais a forma inadequada de ocupação do sítio urbano foram responsáveis por deslizamentos e enchentes.

Tavares (2002) investigou o clima urbano de Sorocaba/SP, a partir dos aspectos regionais, locais e urbanos. O estudo se pautou na obtenção e análise de dados da Estação Meteorológica de Sorocaba/INMET, localizada na Fazenda Ipanema, e dados de uma série de três anos e meio diários, da Estação Meteorológica Principal da área urbana da cidade. O autor concluiu com os resultados que está “[...] havendo um possível prolongamento das características do verão até abril/maio, com temperaturas mais elevadas e, conseqüentemente uma extensão do inverno mais característico até setembro, com temperaturas mais reduzidas” (TAVARES, 2002, p. 140).

Silva et al. (2002) estudaram o clima urbano de Penápolis/SP durante o inverno (julho de 1999). O objetivo desse estudo foi analisar a evolução e a intensidade da temperatura e umidade específica em diferentes locais da cidade. Foram coletados dados através de sete miniabrigos meteorológicos, equipados com psicrômetro e fita para indicar direção de vento. Os resultados apontaram que a cidade é mais aquecida em áreas densamente edificadas e, menos aquecida em áreas com presença de corpos d’água e com presença de vegetação mais significativa.

Amorim (2005) analisou a intensidade e a forma da ilha de calor em Presidente Prudente/SP, a partir da coleta de dados de temperatura por meio de dois transectos móveis. O trabalho de campo ocorreu no mês de julho de 2002 entre as 20h e 20h45. Nesse trabalho, foram identificadas ilhas de calor com intensidade de até 9,6°C.

Viana (2006) investigou as características da temperatura e umidade do ar intraurbana e da zona rural circunvizinha de Teodoro Sampaio/SP, cidade localizada no extremo oeste paulista. Para a pesquisa foram feitas coletas de dados por meio de miniabrigos meteorológicos e transectos móveis noturnos, em dias representativos de janeiro de 2005 e julho de 2005. A autora concluiu que a cidade estudada, já possui um clima urbano específico, relacionado às formas de ocupação solo urbano e das funcionalidades urbanas, detectado pela formação de ilhas de calor e de frescor.

Lima e Amorim (2009) estudaram a configuração do clima urbano da cidade de Rosana/SP, através da verificação de diferenças térmicas e higrométricas entre a cidade e o campo em dias representativos de inverno de 2006 e verão de 2007. A pesquisa foi baseada na teoria de Monteiro (1976), a partir do subsistema termodinâmico. A coleta de dados foi feita com estações meteorológicas automáticas "*Vantage PRO 2*" da marca "*Davis Instruments*", que foram instaladas em pontos estratégicos da área urbana da cidade estudada e da zona rural. Os resultados obtidos apontaram para a configuração de um clima urbano específico resultante da forma de uso e ocupação do solo.

Pinheiro e Amorim (2009) compararam as características da temperatura do ar, da umidade relativa e velocidade do vento entre a cidade e o campo em Euclides da Cunha Paulista/SP, para se detectar as diferenças dos elementos climáticos em diferentes condições de uso e ocupação do solo. A metodologia se pautou na utilização de estações meteorológicas automáticas "*Vantage PRO 2*" da marca "*Davis Instruments*", que foram instaladas na porção oeste do estado de São Paulo e na área urbana da cidade. As duas estações coletaram dados de 31 dias de julho de 2007. Com os dados obtidos foram feitos gráficos com informações das 21h e 23h. Foram encontradas diferenças térmicas de até 10,7°C entre os pontos estudados.

Silva e Brandão (2009) analisaram as possíveis derivações antrópicas causadas no clima urbano da cidade de Macaé/RJ. Os autores utilizaram imagens do satélite Landsat 5, para mapeamento do uso da terra e termal, dados estatísticos, pesquisa de campo para obtenção de dados de temperatura, aplicação de questionários e levantamento das condições socioambientais da cidade. Os resultados apontaram um aumento significativo da temperatura, devido ao grande crescimento populacional e urbano na cidade analisada. Foi observada ilha de calor de forte intensidade (4,2°C), às 13h durante o inverno, já pela manhã e a noite não foram detectadas ilhas de calor com essa intensidade. Observou-se que a ilha de calor encontrada, se movimentava na cidade, no sentido do litoral para o interior durante o dia, sendo controlada pelo efeito de brisa local.

Mendonça e Monteiro (2009) organizaram importante coletânea para a climatologia urbana brasileira, intitulada "Clima urbano". Foram destacados nessa obra trabalhos realizados nas cidades: Salvador/BA, Londrina/PR, Rio de Janeiro/RJ e

Curitiba/PR. A obra ainda traz uma re-edição do trabalho “Teoria e clima urbano” de Monteiro (1976) e o artigo “O estudo do clima urbano no Brasil” de Mendonça (2009).

Amorim (2010) relatou alguns resultados obtidos no projeto temático “Dinâmicas Socioambientais, Desenvolvimento Local e Sustentabilidade na Raia Divisória São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul”, que teve como proposta a análise integrada da paisagem. Dentre os objetivos do projeto mais amplo, foram realizados estudos de clima em cidades localizadas na raia divisória. Os resultados desse estudo apontaram ilhas de calor, tanto na cidade de Presidente Prudente, de médio porte, como nas de pequeno porte (Teodoro Sampaio, Euclides da Cunha Paulista e Rosana). As ilhas de calor se formaram por conta dos traçados urbanos, diferenças na rugosidade e utilização do solo, que favorecerem o armazenamento do calor e conseqüente aumento da temperatura.

Ortiz (2010) analisou a temperatura do ar intraurbana e do entorno rural de Cândido Mota/SP, cidade de pequeno porte. A pesquisa foi realizada sobre perspectiva do subsistema termodinâmica do S.C.U. de Monteiro (1976). Através de transecto móvel noturno foram coletados dados referentes aos valores de temperatura do ar, em três dias de outubro e três dias de dezembro de 2009, às 20h e 21h respectivamente (este último horário foi atrasado devido ao horário de verão durante o mês de dezembro). A partir da elaboração de cartas de isotermas, foi possível analisar o campo térmico da cidade. Desta forma, a autora encontrou ilhas de calor de até 4,5°C no centro da cidade decorrente da alta densidade de construções e ação do calor antrópico. As áreas do quadrante oeste também se apresentaram mais aquecidas, devido sua maior exposição à radiação solar no fim da tarde.

3.2 Ilhas de Calor

A formação da ilha de calor é um dos fenômenos que mais chama a atenção dos pesquisadores que se interessam pelos estudos de clima urbano. Ela pode ser considerada um dos maiores resultados das modificações causadas pela cidade. Conforme Oke (1978, p. 254), *“this urban heat island effect is probably both the clearest and the best documented example of inadvertent climate modification”*.

Com base em Gómez (1993, p. 16), a denominação do termo ilha de calor (*the urban heat island*) foi introduzida por Marley em 1958 e atualmente é utilizado internacionalmente. Ainda conforme o Gómez (op. cit.), “*la ciudad es más cálida, en general, que el campo*”, fato que configura a formação de ilha de calor.

De acordo com Lombardo (1985, p. 23), as cidades contribuem para a alteração do balanço de energia, gerando bolsões sobre as áreas urbanas, denominadas ilhas de calor. Este fenômeno reflete a interferência do homem na dinâmica dos sistemas ambientais. Constitui-se num referencial de que nos espaços urbanos ocorre o máximo de atuação humana sobre a organização na superfície terrestre.

Desta forma, a formação das ilhas de calor se dá em “bolsões” de ar quente, onde a temperatura interior é mais elevada do que seu entorno, modificando a circulação de ar local na atmosfera urbana. Esse efeito é o mais sentido pela população urbana, por estar ligado ao campo térmico.

A diferença entre o balanço de energia entre a área urbana e a área rural, e na forma urbana, resulta na formação da ilha de calor. Cada cidade apresenta um balanço de energia específico, pois o mesmo vai depender de diversos fatores e características, tais como: densidade de construção, forma de ocupação do relevo, impermeabilização do solo, tamanho, canalização de rios, atividade industrial, trânsito, cobertura vegetal, densidade populacional, entre outros. Assim, tal fenômeno se apresenta conforme a cidade e sua produção de energia.

Os diferentes elementos que compõem a atmosfera, como: vapor d’água, ozônio, bióxido de carbono e os aerossóis, influenciam de forma direta na distribuição e trocas de energia no interior da atmosfera e entre a superfície terrestre e a atmosfera. Conforme Ayoade (2006, p. 17), “[...] esses aerossóis e gases absorvem, refletem e difundem tanto a radiação solar como a terrestre, o balanço de calor do sistema terra – atmosfera e a estrutura da temperatura da atmosfera são grandemente afetadas por suas quantidades e distribuição dentro da atmosfera”.

As mudanças na emissão da radiação provocadas pelo ambiente urbano se comparado com o ambiente rural são apresentadas nas tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5 – Propriedades radiativas de materiais urbanos

SUPERFÍCIE	ALBEDO	EMISSIVIDADE
1. Ruas com asfalto	0.05 – 0.20	0.95
2. Paredes		
Concreto	0.10 – 0.35	0.71 – 0.90
Tijolos	0.20 – 0.40	0.90 – 0.92
Pedras	0.20 – 0.35	0.85 – 0.95
Madeiras		0.90
3. Telhados		
Piche e Cascalho	0.08 – 0.18	0.92
Telhas	0.10 – 0.35	0.90
Ardósia	0.10	0.90
Sapé – Folhagem	0.15 – 0.20	
Chapa Ondulada	0.10 – 0.16	0.13 – 0.28
4. Janelas		
Vidros claros: zênite		
Ângulo menor 40°	0.8	0.87 – 0.94
Ângulo de 40 a 80°	0.09 – 0.52	0.87 – 0.92
5. Pinturas		
Branças, Caiadas	0.50 – 0.90	0.85 – 0.95
Vermelha, Marrom,	0.20 – 0.35	0.85 – 0.95
Verde	0.02 – 0.15	0.90 – 0.98
Preta		
6. Áreas Urbanas		
Variações	0.10 – 0.27	0.85 – 0.96
Médias	0.15	0.95

Fonte: OKE, 1978, p. 247, apud AMORIM, 2000, p. 24

Tabela 6 – Propriedades radiativas de materiais rurais

SUPERFÍCIE	ALBEDO	EMISSIVIDADE
1. Solos		
Escuro, Úmido	0.05	0.90
Claro, Seco	0.04	0.90
2. Desertos	0.20 – 0.25	0.84 – 0.9
3. Grama		
Alta (1m)	0.16	0.90
Baixa (0.02m)	0.26	0.95
4. Cultivos, Tundra	0.18 – 0.25	0.90 – 0.99
5. Pomares	0.15 – 0.20	
6. Florestas Decíduas		
Solo nu	0.15	0.97
Abandonadas	0.20	0.98
7. Coníferas	0.05 – 0.15	0.97 – 0.99
8. Água		
Pequeno ângulo	0.03 – 0.10	0.92 – 0.97
Zenital		
Grande ângulo	0.10 – 0.99	0.92 – 0.97
Zênite		

Fonte: Oke,1975, apud Lombardo, 1995, p. 57, in AMORIM, 2000, p. 24.

Tabela 7 - Alterações produzidas pelo ambiente urbano

Fatores	Elementos	Comparação com a zona rural (em nível de ocorrência)
Poluentes	Partículas sólidas	10 vezes mais
	Bióxido de enxofre	5 vezes mais
	Bióxido de carbono	10 vezes mais
	Monóxido de carbono	25 vezes mais
Radiação	Total sobre a superfície horizontal	15 a 20% a menos
	Ultravioleta, no inverno	30% a menos
	Ultravioleta, no verão	5% a menos
Nebulosidade	Duração da radiação	5 a 15% a menos
	Cobertura de Nuvens	5 a 10% a mais
	Nevoeiro, no inverno	100% a mais
Precipitação	Nevoeiro, no verão	30% a mais
	Quantidade total	5 a 10% a mais
	Dias de chuva com 5mm	10% a mais
	Queda de neve	5% menos
Temperatura	Dias com neve	14% menos
	Média anual	0,5 a 1,0°C a mais
	Mínimas de inverno	1,0 a 2,0°C a mais
	Aquecimento em graus-dia	10% menos
Umidade Relativa	Média anual	6% menos
	Inverno	2% menos
	Verão	8% menos
Velocidade do vento	Média anual	20 a 30% menos
	Movimentos externos	10 a 20% menos
	Calmarias	5 a 20% menos

Fonte: Landsberg *apud* Conti, 1998, p. 47.

Para Eriksen citado por Lombardo (1985, p. 25), a formação da ilha de calor se atribui aos seguintes fatores:

- efeitos da transformação de energia no interior da cidade, com formas específicas (estruturas verticais artificialmente criadas), cores (albedo) e materiais de construção (condutibilidade);
- redução do resfriamento causado pela diminuição da evaporação (poucas áreas verdes, transporte de águas da chuva através de canalização);
- produção de energia antropogênica através de emissão de calor pelas indústrias, trânsito e habitações.

De acordo com Ayoade (2006, p. 302), os fatores que causam a ilha de calor são:

- 1 – a capacidade térmica de calor e a condutividade das superfícies urbanas que acarretam absorção da radiação durante o dia e sua liberação na atmosfera, à noite;
- 2 – o acréscimo de calor por combustão, aquecimento do espaço e metabolismo do corpo humano;
- 3 – a secura das superfícies urbanas implica que não será usada muita energia para a evaporação. A maior parte da energia será usada para aquecer o ar. A secura das superfícies urbanas deve-se à remoção do escoamento superficial por sistemas de esgotos urbanos¹³, por falta de extensa cobertura vegetal e ausência de lagoas ou reservatórios de água, nos quais possa ocorrer a evaporação/transpiração;
- 4 – a diminuição dos fluxos dos ventos por causa do efeito de fricção das estruturas urbanas reduz a troca de ar da cidade com o ar mais frio da zona rural circundante, afetando os processos evaporativos que podem contribuir para os resfriamentos;
- 5 – o efeito estufa da camada da poluição sobre as cidades também ajuda no desenvolvimento do fenômeno da ilha de calor urbano. Há redução na radiação terrestre infravermelha para o espaço à noite, de modo que a energia fica conservada dentro da atmosfera urbana, abaixo da camada de poluição.

Durante o dia as construções armazenam radiação solar, que é liberada lentamente no decorrer da noite, formando a ilha de calor.

A ilha de calor se forma a partir da ação antrópica. Amorim (2000, p. 28) afirma que a ilha de calor é uma “anomalia térmica com condições horizontais, verticais e temporais, que tem sido observada em quase todos os assentamentos, onde se tem sido estudado”.

De acordo com Oke (1978, p. 254), “*the exact form and size of this phenomenon varies in time and space as a result of meteorological, location and urban characteristics*”, ou seja, o tamanho exato do fenômeno varia no tempo e no espaço como resultado da meteorologia, localização e características urbanas. Nesse sentido, entende-se que o fenômeno é formado pelas características urbanas e influências externas.

A superfície urbana aquece o ar mais do que as áreas vizinhas e isso ocorre com mais intensidade quando o céu está limpo e o vento calmo. Assim, a ilha de calor é diretamente influenciada pela velocidade do vento e cobertura de nuvens, que são variáveis meteorológicas que influenciam a intensidade do fenômeno.

¹³ Entende-se por sistemas de esgotos urbanos o escoamento de água pluvial canalizada.

O desenvolvimento da ilha de calor se dá durante o dia e suas mudanças mais significativas acontecem ao nascer e pôr do sol. “A ilha de calor é bem mais visualizada no verão, ao passo que as exigências do aquecimento de pico ocorrem no inverno”, (AMORIM 2000, p.21). Isso devido à maior ocorrência de inversões térmicas e liberação de calor antropogênico no inverno. Durante o verão a principal causa da configuração de ilha de calor seria a grande quantidade de energia absorvida durante o dia e liberada durante a noite.

As diferenças entre cidades de latitude médias e tropicais ficam claras com a formação da ilha de calor urbana. Enquanto que nas cidades temperadas “[...] os estudos tem revelado a importância da formação das ilhas de calor noturnas (madrugada) na situação de inverno, fenômeno benéfico à redução de temperaturas do ar muito baixas e consequente melhoria da sensação de conforto térmico [...]” (MENDONÇA, 2009, p.180). Nas cidades tropicais tais estudos “[...] voltam-se à redução das temperaturas muito elevadas, pois os altos índices de calor urbano, vespertino e noturno nas cidades tropicais, geram considerável desconforto térmico e agravamento de moléstias” (op. cit).

Excluindo a circulação regional, pode-se dizer que a circulação do ar urbano ocorre da seguinte maneira: zonas de diferentes pressões são formadas pela diferença da temperatura, desta forma o ar da periferia (menos quente – alta pressão) se desloca para o centro (mais quente – baixa pressão), formando as ilhas de calor e concentrando os poluentes no interior urbano. Desta forma, a população fica suscetível a distúrbios em sua saúde, principalmente em cidades dos países tropicais com o desconforto térmico intensificado pelas altas temperaturas.

Outro fator ligado ao clima urbano e que também influencia na saúde da população urbana é a liberação e consequente concentração de poluentes no ambiente urbano. As micro-partículas em suspensão funcionam como “núcleos higroscópicos”, potencializando a condensação e o aumento das precipitações nas áreas urbanas.

Essas micro-partículas ao se fixarem na atmosfera da cidade formam uma espécie de “barreira” horizontal que impede a saída do ar quente e impede a entrada de ar frio, configurando a inversão térmica. A inversão térmica ocorre com maior frequência no inverno, aumentando a quantidade de micro-partículas em suspensão, o que potencializa os problemas respiratórios nos cidadãos.

As movimentações e deslocamentos de ar interferem na inversão térmica. De acordo com Conti (1998, p. 45), existem diferentes tipos da mesma: “[...] podendo esses ser o super-resfriamento de superfície (inversão por radiação), núcleo de anticiclone (inversão por corrente descendente), entrada de uma frente fria (inversão frontal) e as características de localização da área urbanizada (inversão de fundo de vale)”.

A inversão térmica é um fenômeno natural, mas que sofre influência da poluição no meio urbano, agravando sua atuação.

Os efeitos da ilha de calor e da inversão térmica demonstram como a ação antrópica pode modificar os mecanismos do meio natural, a partir da urbanização e como isto afeta diretamente da qualidade de vida do cidadão criando um clima urbano específico.

4 CARACTERÍSTICAS DE CÂNDIDO MOTA/SP

4.1 Formação histórica de Cândido Mota/SP

Com base nas informações do site oficial do município¹⁴, Cândido Mota se desenvolveu com a chegada de uma caravana chefiada pelo Coronel Valência Carneiro, no ano de 1890, com o objetivo de reconhecer e colonizar a área.

No ano de 1892 foram construídos dois ranchos pelo chefe da caravana às margens de um ribeirão. E no ano de 1913, o Governo do Estado de São Paulo deu a posse das terras conquistadas para Coronel Valência Carneiro, iniciando a construção de uma igreja e o povoamento da região.

A estrada de ferro chegou ao povoado também no ano de 1913 e esse foi nomeado de “Posto Jacu”. Entre os anos de 1914 e 1920 ocorreu um grande crescimento do povoado, pessoas de diversas regiões se deslocaram para o local e compraram terras para cultivá-las.

Em 1920 o povoado foi elevado para a categoria Vila de Cândido Mota. Esse nome foi dado em homenagem ao secretário da agricultura da época, amigo pessoal de Coronel Valência Carneiro.

Em 24 de dezembro de 1921, pela Lei Estadual 1831/21, foi criado o distrito de Cândido Mota.

No dia 28 de dezembro de 1923, pela Lei Estadual 1831/23, o distrito se tornou município.

No ano de 1924 com a instalação da Câmara Municipal foi eleito o primeiro prefeito do município, Antônio da Silva Vieira.

4.2 Algumas informações sobre Cândido Mota/SP

A cidade está localizada no Planalto Ocidental Paulista, pertence à micro-região da Média Sorocabana e a Região Hidrográfica da Vertente Paulista do Rio Paranapanema, oeste do Estado de São Paulo, entre 22°45'27” de latitude sul e 50°22'06” de longitude oeste, distante 428km da capital do estado (Figura 9). O município tem área territorial total de 596,

¹⁴ Disponível em: <www.candidomota.sp.gov.br>

211 km² e sua população é de 29.884 habitantes (Censo – IBGE – 2010). O perímetro urbano é de 13 km² de acordo com a Secretaria de Obras Municipal.

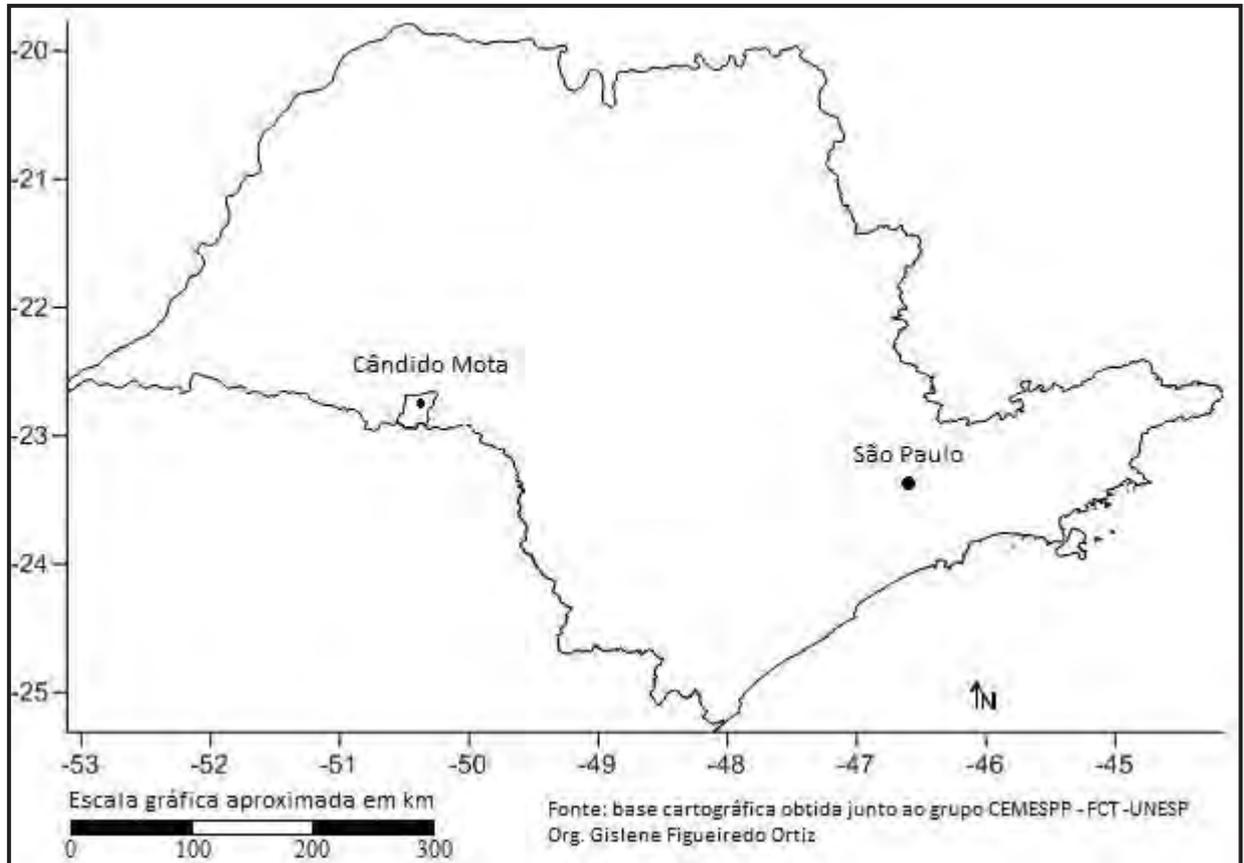


Figura 9 – Mapa de localização de Cândido Mota no estado de São Paulo

O relevo do município é levemente ondulado, os solos são bem drenados e de boa fertilidade, sendo esses classificados como latossolo vermelho¹⁵. A cidade se encontra em uma área relativamente plana do município (Figura 10).

O clima do município é tropical, com verão chuvoso e inverno seco. As médias de temperatura variam entre 15°C e 23 °C. Para Sant’Anna (1995, p.105), o município se encontra numa faixa de transição de climas zonais e devido à baixa altitude está sob um regime pluviométrico baixo, com média anual variando de 1300 a 1600 mm.

Em se tratando de corpos d’água, pode-se destacar o córrego do Panário (Figura 11), localizado no limite entre a área urbana e rural, a noroeste da malha urbana, nas

¹⁵ De acordo com o IBGE – 2011. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/>.

proximidades do Jardim Santa Terezinha e do Jardim Tangará. A figura 12 apresenta a localização dos bairros na cidade de Cândido Mota.

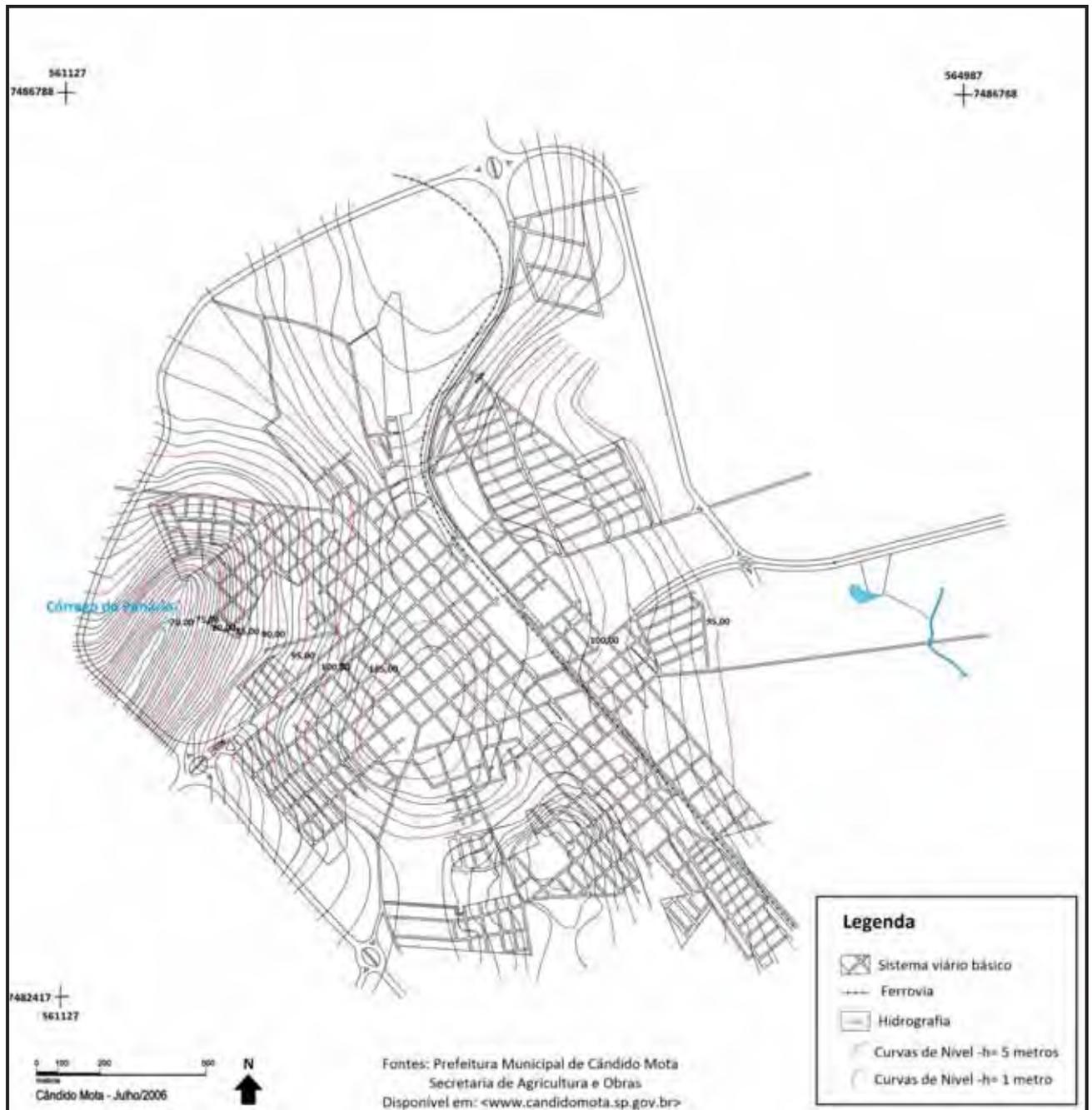


Figura 10 – Mapa de planialtimetria urbana de Cândido Mota/SP



Figura 11 – Imagem de satélite (CNES/SPOT) do córrego do Panário em Cândido Mota/SP
Fonte: *Google Earth*

vegetação significativa e paisagens notáveis; áreas de reflorestamento e de conservação de parques e fundos de vale”¹⁷.



Figura 13 – Imagem de satélite (CNES/SPOT) da Lagoa do Sapo em Cândido Mota/SP
Fonte: *Google Earth*

No Parque Santa Cruz, a nordeste da cidade encontra-se um lago artificial (Figura 14). Esse foi feito através de escavações com maquinário agrícola e explosões com dinamites. Localizado em uma área pertencente a uma indústria de bebidas, o lago começou a secar. Acredita-se que a fonte foi danificada durante a construção do lago.

¹⁷ Lei do Plano Diretor do Município de Cândido Mota/SP, das Áreas de Especiais Interesses seção II art. 69.



Figura 14 – Imagem de satélite (CNES/SPOT) do lago artificial da indústria de bebidas em Cândia Mota/SP
 Fonte: *Google Earth*

A principal atividade econômica do município é a agricultura, com destaque na plantação de mandioca, milho, cana-de-açúcar e soja. Por ser um grande produtor agrícola, teve sua cobertura vegetal primitiva reduzida a apenas 2%.

Como a principal atividade econômica do município é a agricultura, destaca-se a “Coopermota” (Cooperativa dos Cafeicultores da Média Sorocabana), criada na década de 1950, que é responsável pelo armazenamento e escoamento da produção do município de Cândia Mota, Palmital e Ipaussu.

No município encontra-se uma grande indústria de bebidas “Casa Di Conti”(Contini), com uma área industrial de 135.000m². Além dessa, pode-se destacar indústrias de farinha e fécula de mandioca, que são responsáveis por uma boa parcela de oferta de trabalho para a população local.

4.3 Dados Gerais de Cândido Mota/SP

Conforme o site oficial¹⁸ do município de Cândido Mota, a infraestrutura do mesmo é formada por:

- 1.250 propriedades agrícolas; 665 estabelecimentos comerciais; 88 indústrias; 10 postos de gasolina;
- 6 agências bancárias; 1 agência da Empresa de Correio e Telégrafos; 2 hotéis;
- 1 Posto de Atendimento ao Trabalhador (PAT); 1 Banco do Povo, 6 empresas de comunicação: 3 jornais e 3 emissoras de rádios;
- 1 hospital Filantrópico - Santa Casa de Misericórdia Imaculada Conceição; 3 Unidades Básica de Saúde; 3 Unidades da Saúde da Família; 1 Centro de Atenção Psicossocial - CAPS; 1 Ambulatório de Saúde Mental; 1 Unidade da Vigilância Sanitária e 1 Vigilância Epidemiológica;
- 1 unidade da APAE; 1 instituição assistencial profissionalizante “Centro Vocacional Frei Paulino”;
- 16 estabelecimentos de ensino: 9 estaduais (incluindo o Centro Estadual de Educação Tecnológico Paula Souza); 4 municipais e 3 particulares; 3 escolas particulares de língua estrangeira; 2 escolas de informática;
- 6 creches: 4 municipais - 3 nos distritos e 1 na cidade: 2 filantrópicas - na cidade;
- 3 sindicatos: 2 rurais e 1 de funcionários públicos; 1 cooperativa de agricultores (Coopermota);
- 1 balneário municipal, às margens do Rio Paranapanema - 1 usina hidrelétrica (Canoas I).

4.4 Caracterização do uso e ocupação do solo de Cândido Mota/SP

De acordo com Mendonça (2009, p. 96), “[...] a identificação o mais detalhada possível dos diferentes espaços intraurbanos é de grande importância, pois, a partir dela

¹⁸ Disponível em: <www.candidomota.sp.gov.br>

também é possível identificar os fatores causadores da diferenciação climática do ambiente citadino”.

Desta forma, se fez uma análise do uso e ocupação do solo da cidade de Cândido Mota, que é essencialmente residencial. A rede de comércio e serviços é pouco expressiva ocupando uma pequena área no Centro, localizada na Av. Coronel Valêncio Carneiro e próxima à praça da Igreja Matriz. As indústrias ficam localizadas no distrito industrial e na zona rural. O grau de pavimentação urbano é alto, conseqüentemente o grau de impermeabilização do solo também é alto.

A divisão do uso e ocupação do solo urbano de Cândido Mota, neste trabalho, foi feita a partir de observações de campo e com base na imagem de satélite (Figura 15), conforme metodologia de Lombardo (1985) e Amorim (2000). Algumas áreas foram destacadas por suas particularidades (Figura 16).



Figura 15 – Imagem de satélite (CNES/SPOT) de Cândido Mota/SP
Fonte: *Google Earth* (2011)

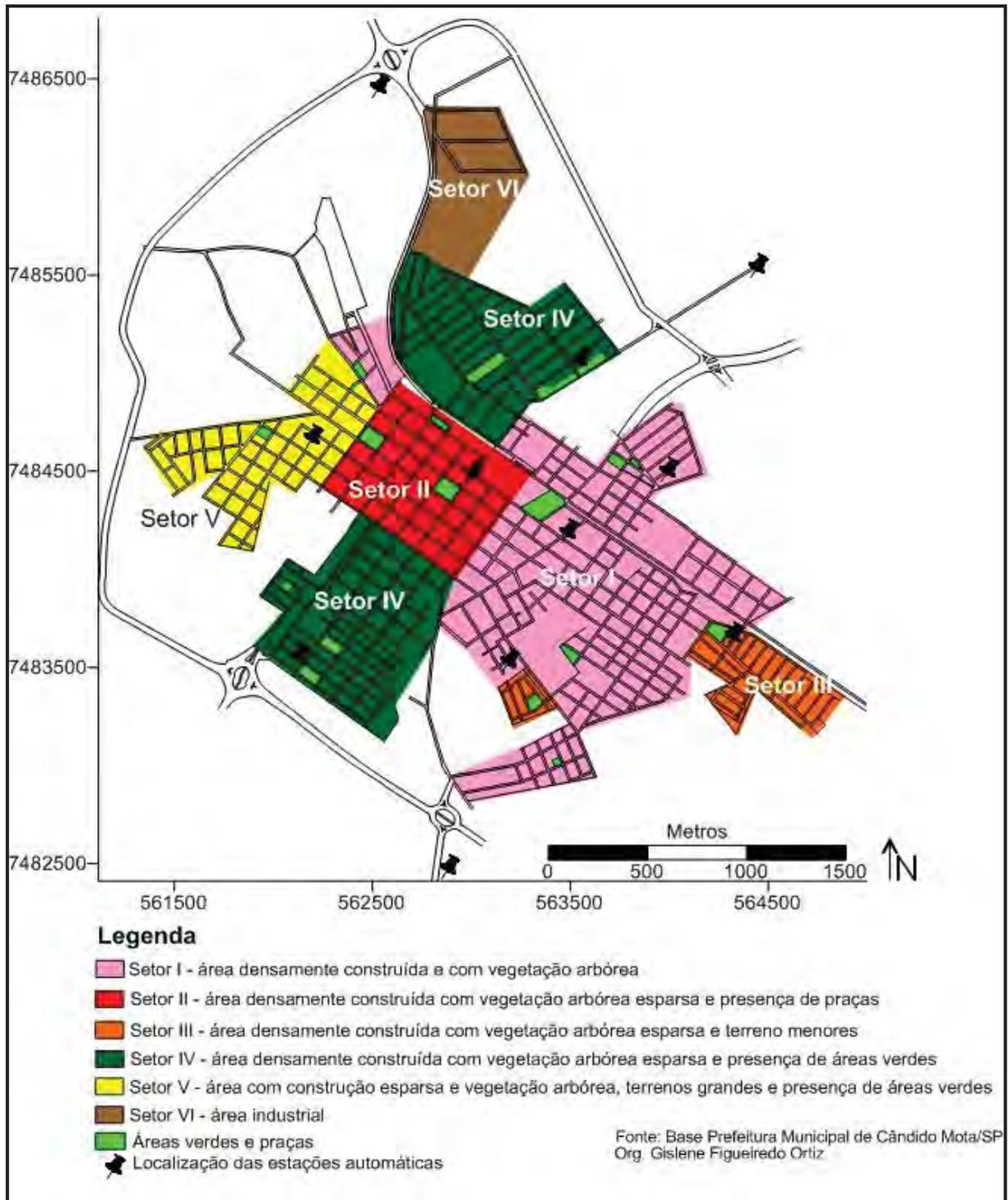


Figura 16 – Mapa de uso e ocupação do solo de Cândido Mota/SP

No setor I (Figura16), se encontram áreas classificadas como **densamente construídas com vegetação arbórea**. Os principais bairros dessas áreas são: vila Operária, vila Assunta, parte do Centro (Figura 17) e o Jardim São Francisco (Figura 18). Destacam-se algumas praças e áreas verdes nesse setor. De acordo com o mapa de densidade

demográfica do Plano Diretor de Cândido Mota¹⁹ essa área tem média variando entre 30 – 70 habitantes por km².



Figura 17 – Imagem de satélite com vista parcial do setor I
Localização de estações automáticas (Pontos fixos de coleta)

Fonte: *Google Earth* (2011)

¹⁹ Disponível em:

<http://www.candidomota.sp.gov.br/plano_diretor/mapas_pdf/cândido_mota_17_densidade.pdf>



Figura 18 – Imagem de satélite com vista parcial do setor I
Localização de estação automática
Fonte: *Google Earth* (2011)

No Centro localizado no setor II, classificado como **área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e presença de praças**. Nessa área encontram-se o comércio, residências, algumas escolas e praças dotadas de vegetação arbórea significativa (Figura 19). Durante o dia a movimentação de veículos, pedestres e ciclistas é intensa. A noite a circulação se concentra na rua Henrique Vasques e avenida Angelo Pípolo, principalmente nos finais de semana. A densidade demográfica é de 30 – 50 habitantes por km².



Figura 19 – Imagem de satélite com vista parcial do Centro (Setor II) da cidade
Localização de estação automática (Ponto fixo de coleta)
Fonte: *Google Earth* (2011)

O setor III engloba os conjuntos habitacionais: jardim das Flores, Jardim Manoel Inácio, jardim Vitória, jardim das Palmeiras e Aeroporto, classificados como **área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e terrenos menores** (Figura 20). Nesse setor os terrenos são pequenos, a densidade de construção é alta e a vegetação arbórea é esparsa. A densidade demográfica desses bairros é de 70 – 90 habitantes por km² e em algumas partes acima de 90 habitantes por km².



Figura 20 – Imagem de satélite com parcial dos conjuntos habitacionais (Setor III)
Localização de estação automática (Ponto fixo de coleta)
Fonte: *Google Earth* (2011)

Dois bairros nos extremos na cidade foram classificados como **área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e presença de áreas verdes**. O Jardim Paraíso (Figura 21) e o Parque Santa Cruz (Figura 22), setor IV, são bairros jovens, com aproximadamente 20 anos, onde a população construiu suas residências e ainda falta arborização. Nesses bairros encontram-se áreas verdes cobertas de gramados. A densidade demográfica no Parque Santa Cruz é de 30 – 40 habitantes por km², enquanto que no Jardim Paraíso a região próxima do limite da malha urbana com zona rural fica também entre 30 – 50 habitantes por km². Entretanto, a área que se aproxima do centro tem valor maior, com 90 habitantes por km².

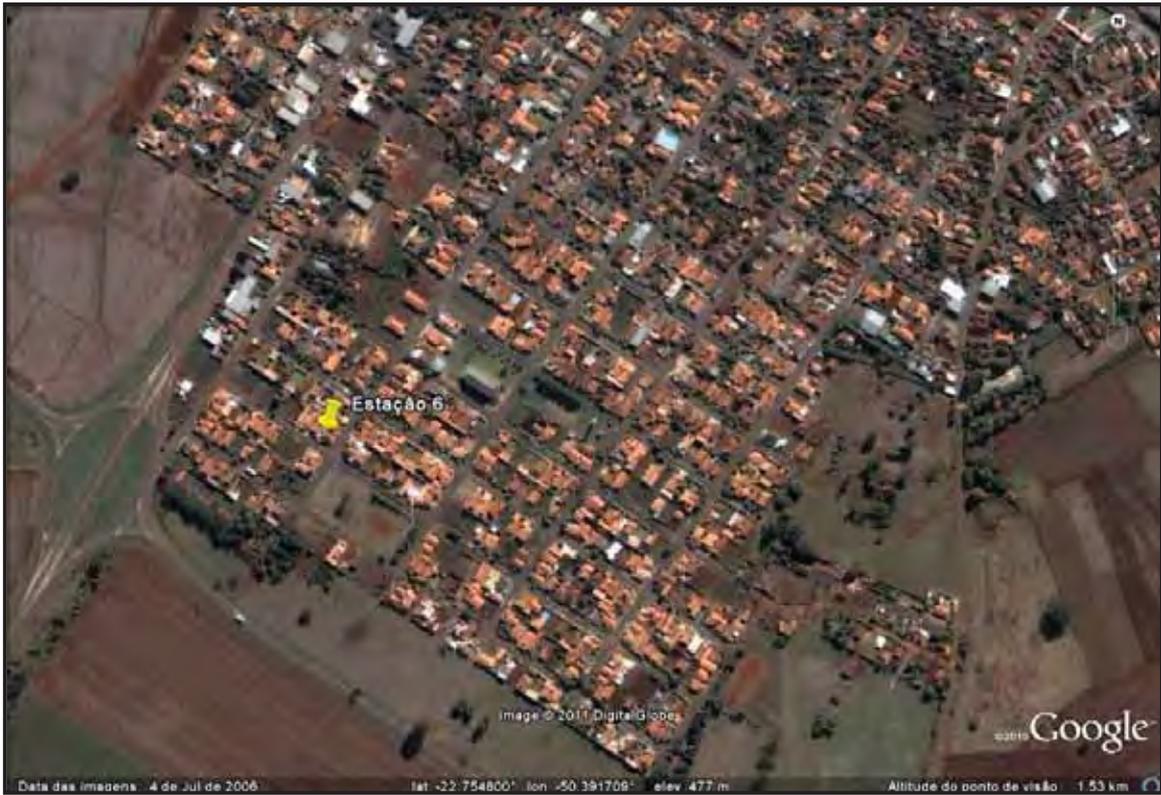


Figura 21 – Imagem de satélite com vista do Jardim Paraíso (Setor IV)
Localização de estação automática (Ponto fixo de coleta)
Fonte: *Google Earth* (2011)



Figura 22 – Imagem de satélite com vista parcial dos conjuntos habitacionais (Setor IV)
Localização de estação automática (Ponto fixo de coleta)
Fonte: *Google Earth* (2011)

O setor V é composto por bairros de classe média alta e alta da cidade, como o Jardim Santa Terezinha (Figura 23). Os terrenos são grandes, muitos com piscinas, dotados de gramas, com presença de vegetação arbórea e as construções são grandes e esparsas. Foi classificado como **área com construção esparsa, com vegetação arbórea, terrenos grandes e com presença de áreas verdes**. A densidade demográfica é de 30 – 50 habitantes por km².



Figura 23 – Imagem de satélite com vista do Jardim Santa Terezinha (Setor V)
Localização de estação automática (Ponto fixo de coleta)
Fonte: *Google Earth* (2011)

No setor VI foi destacada a zona industrial da cidade (Figura 24), onde se encontram indústrias de lages, cerâmica, tijolos, telhas, marcenarias e a indústria de bebidas.



Figura 24 – Imagem de satélite com vista do distrito industrial (Setor VI)

Fonte: *Google Earth* (2011)

4.4.1 O entorno rural próximo da área urbana

Para comparação dos dados coletados no intraurbano se fez necessária a instalação de estações meteorológicas no entorno rural próximo da área urbana. Foram selecionados três diferentes pontos na área rural para a coleta de dados de temperatura e umidade, por meio de pontos fixos.

Na figura 25 está representada a área rural localizada ao norte da malha urbana. Essa área é composta por pastagens para ovinocultura, a vegetação arbórea está localizada em volta das casas da propriedade agrícola e ao longo da estrada de entrada da mesma.



Figura 25 – Imagem de satélite com vista da área rural localizada no norte da área urbana

Localização de estação automática (Ponto fixo de coleta)

Fonte: *Google Earth* (2011)

Na área rural apontada na figura 26, pode-se observar uma chácara onde foi instalado uma das estações meteorológicas para coleta de dados de temperatura e umidade. Nessa área, encontram-se culturas de cana-de-açúcar e milho e em volta da casa onde foi instalada a estação meteorológica existe uma boa quantidade de vegetação arbórea e não tem área impermeabilizada.

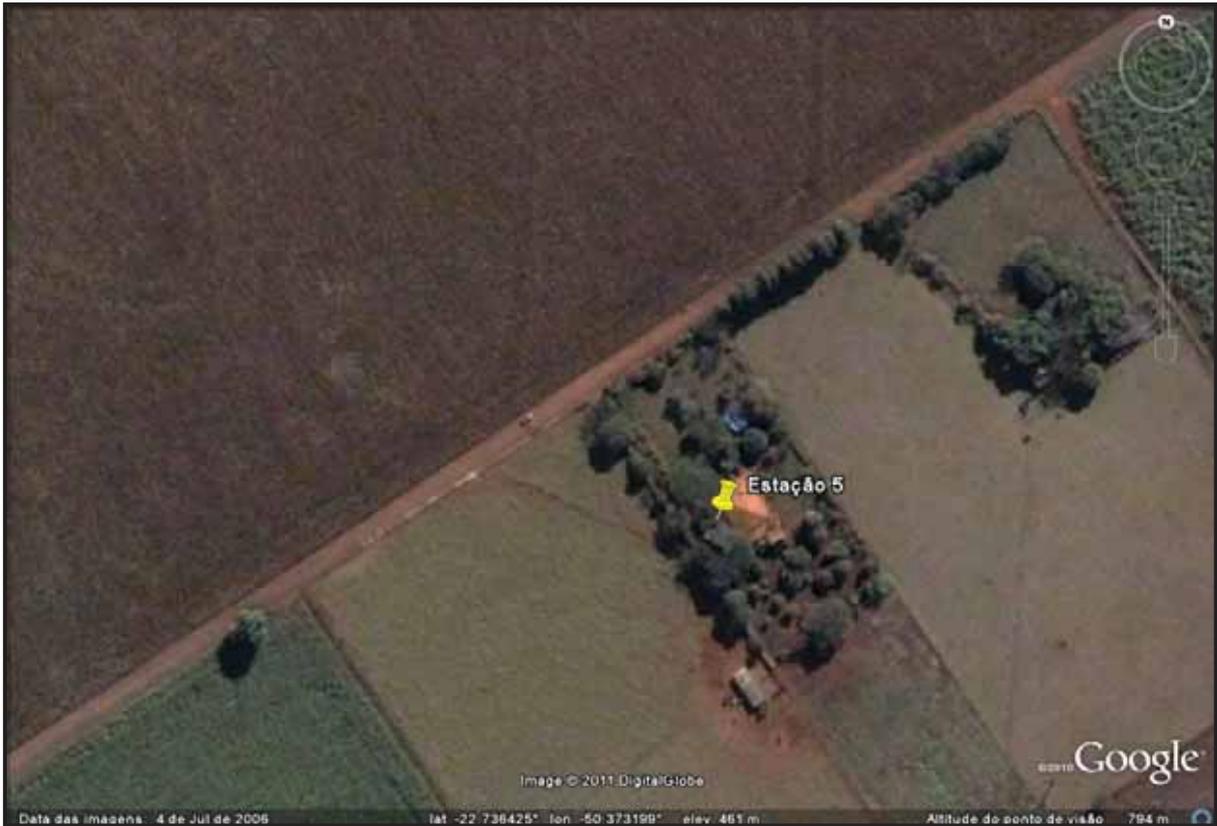


Figura 26 – Imagem de satélite com vista da área rural localizada no nordeste da área urbana. Localização de estação automática (Ponto fixo de coleta)
Fonte: *Google Earth* (2011)

Ao sul da área urbana, no entorno rural próximo (Figura 27), também foi instalada uma estação meteorológica para coleta de valores de temperatura e umidade do ar. Nessa área encontram-se pastagens e cultura de milho e mandioca. Próximo da residência onde foi instalado o equipamento existe cobertura vegetal arbórea e não tem área impermeabilizada.

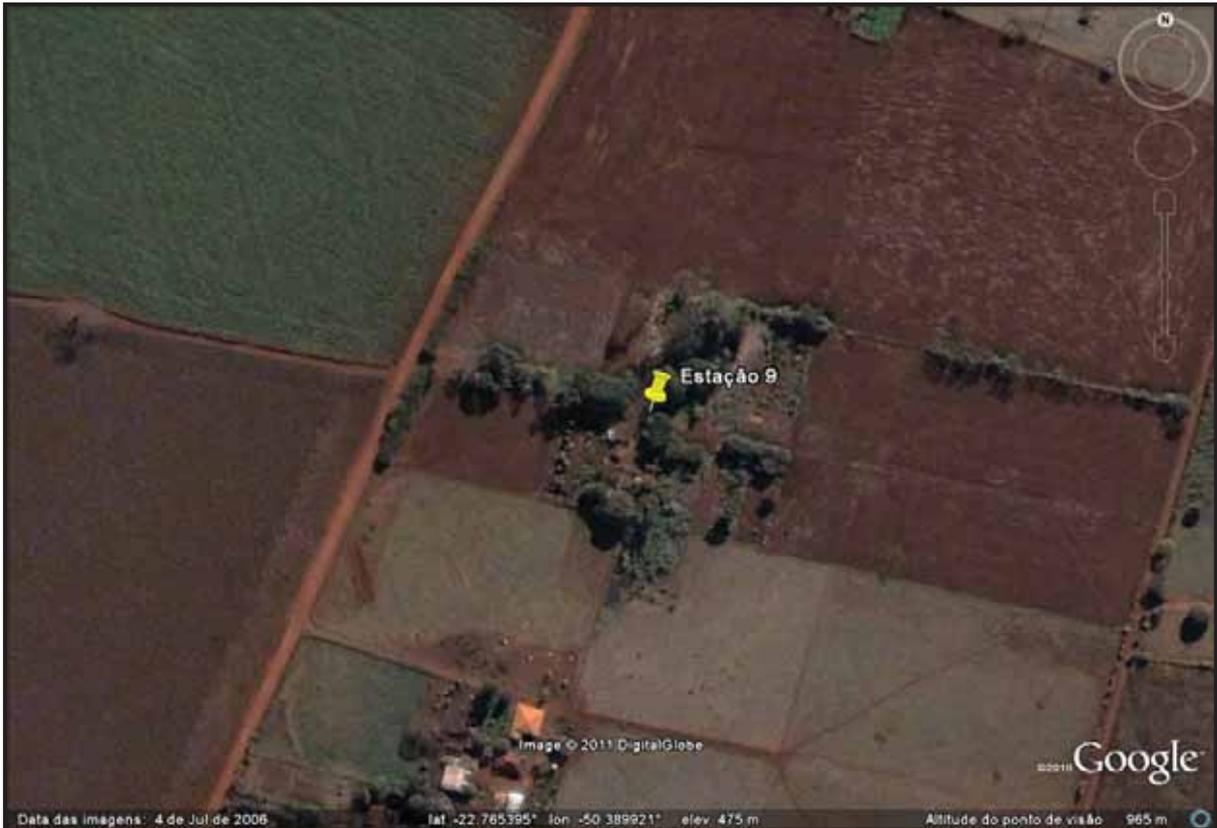


Figura 27 – Imagem de satélite com vista da área rural localizada no sul da área urbana
Localização de estação automática (Ponto fixo de coleta)
Fonte: *Google Earth* (2011)

4.5 A temperatura de superfície da cidade de Cândido Mota/SP

O clima urbano se forma a partir da interação entre a atmosfera urbana e sua superfície. De acordo com Amorim (2000, p. 25) “clima da cidade é produzido a partir de um jogo integrado entre o ar atmosférico e o ambiente urbano edificado pelo homem. Assim, a estrutura da cidade deve ser acompanhada de suas funções, a fim de compreender esse ambiente complexo”.

Para se entender o complexo ambiente urbano e auxiliar no planejamento urbano a fim de amenizar os problemas ambientais urbanos, são desenvolvidas técnicas de análise.

Uma das técnicas utilizadas no estudo do clima urbano é o sensoriamento remoto por infravermelho. Jensen (2009, p. 251) afirma que “objetos que tem temperatura acima do zero absoluto emitem energia eletromagnética. Portanto, todas as feições que encontramos cotidianamente na paisagem [...] e pessoas emitem energia eletromagnética

infravermelha”. Essa energia pode ser captada em forma de imagens por sensores instalados em aviões ou em satélites, que posteriormente são passadas para computadores e tratadas por softwares específicos para sua visualização de acordo com o objetivo do estudo.

Jensen (op. cit) citou pesquisas que avaliaram o clima urbano de diferentes cidades por meio de sensoriamento remoto no infravermelho termal de alta resolução para detectar os efeitos de ilhas de calor urbana. No período diurno de modo geral, observaram-se que as zonas comerciais, seguidas pelas de serviços, transporte e industrial, apresentavam temperaturas elevadas. Nesse mesmo período os menores valores de temperatura foram encontrados nos corpos d’água, vegetação e terras agrícolas. Temperaturas intermediárias foram detectadas nas zonas de uso residencial, devido à mistura de diferentes elementos, como: casas, gramas e coberturas arbóreas. No período noturno, as áreas comerciais, de serviços, de transporte e industriais, se esfriaram relativamente rápido. Entretanto, ao amanhecer continuaram mais aquecidas que as áreas com vegetação e agrícolas.

Essas diferenças de temperatura na superfície urbana configuram o clima urbano e em consequência as ilhas de calor, que “são causadas pelo desflorestamento e substituição da superfície do solo por materiais não evaporativos e não porosos, como asfalto e concreto” (JENSEN, 2009, p. 288).

De acordo com Lima e Amorim (2010, p. 5) “a classe de análise do clima pode contribuir substancialmente nas análises de qualidade ambiental, através das variáveis ilhas de calor, conforto térmico, temperatura da superfície, qualidade do ar e precipitação”. Ainda conforme as autoras, “a temperatura da superfície é uma excelente variável ao ser sobreposta às informações de uso e ocupação do solo entre outras, configurando-se em um elemento importante para a qualidade ambiental urbana” (op. cit.). A partir da elaboração de carta de temperatura de superfície, pode-se analisar e indicar quais são os pontos da cidade que merecem atenção por parte do poder público e mesmo pelos seus moradores.

4.5.1 O Satélite Landsat 7

Antes de apresentar a carta de temperatura de superfície se faz necessária uma apresentação do satélite Landsat 7. O satélite Landsat 7 (Figura 28) foi lançado em 15 de abril de 1999, da Base Aérea de Vandenburg, CA – Estados Unidos, numa órbita síncrona com o

Sol. A responsabilidade pelo projeto, desenvolvimento, lançamento, verificação da órbita, instalação e operação do sistema de solo coube a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). O processamento e distribuição dos dados, gerenciamento da missão e manutenção do arquivo de dados do Landsat 7 ficou a cargo do Serviço Geológico americano (*United States Geological Survey – USGS*).

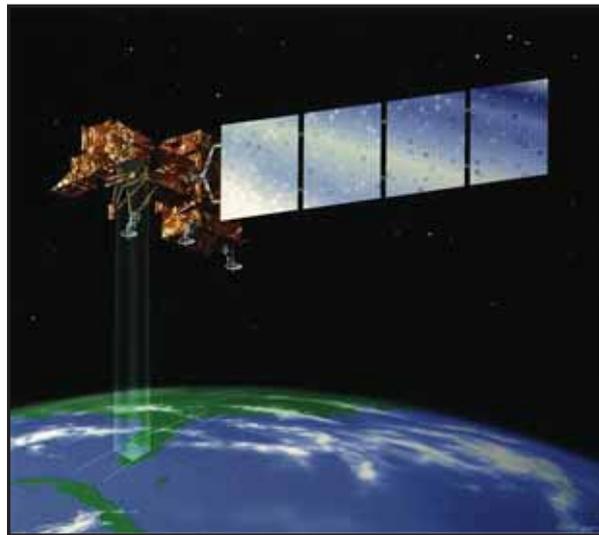


Figura 28 – Ilustração do satélite Landsat 7

Fonte: <http://science.hq.nasa.gov/kids/imagers/teachersite/l7scan.gif>

O satélite foi projetado para trabalhar juntamente com os satélites EOS *Terra* e *Aqua* da NASA, para se atingir três objetivos:

- Manter a continuidade dos dados, fornecendo dados que são consistentes com dados Landsat prévios em termos de geometria, resolução espacial, calibração, características de cobertura e características espectrais;
- Gerar e periodicamente atualizar um arquivo global de imagens substancialmente livres de cobertura de nuvens e com boas condições de iluminação;
- Continuar a tornar os dados do tipo Landsat disponíveis para os Estados Unidos e para usuários internacionais a custos satisfatórios e expandir o uso desses dados para pesquisas de mudanças climáticas globais e propósitos comerciais. (JENSEN, 2009, p. 207).

De acordo com Jensen (2009, p. 207) “o Landsat 7 é uma plataforma estabilizada em três eixos portando um instrumento apontando para o nadir, o ETM⁺”. O sensor ETM⁺ é um subproduto dos sensores *Thematic Mapper* dos Landsats 4 e 5, que tem como base tecnológica a varredura mecânica.

O Landsat 7 é composto por oito bandas, sendo as de 1 a 5 e 7 do ETM⁺, com resolução espacial de 30 x 30 m. A banda 6 do infravermelho termal tem resolução espacial

de 60 x 60 m (Banda utilizada neste trabalho). E por fim, a banda 8 pancromática de resolução espacial de 15 x 15 m.

Conforme Jensen (2009, p. 208) “o Landsat 7 está numa órbita de 705 km acima da Terra, coleta dados em uma faixa de 185 km e não pode observar fora do nadir. Seu intervalo de revista é de 16 dias”.

Em 31 de maio de 2003, o *Scan Line Corrector* (SLC) do ETM⁺ parou de funcionar, ocasionando uma perda de dados nas imagens obtidas a partir daquela data, pois o defeito não pode ser consertado. Esse defeito dificulta o encontro de dados e imagens posterior a essa data, por esse motivo, a imagem deste trabalho é referente ao ano de 2003.

4.5.2 A carta de temperatura de superfície de Cândido Mota/SP

As informações do terreno sobrepostas a carta de temperatura de superfície auxiliam no diagnóstico do clima urbano, pois, as diferentes coberturas da cidade absorvem e refletem radiação solar dependendo do seu grau de emissividade, influenciando a temperatura do ar.

Conforme Jensen (2009, p. 258) “a emissividade do mundo real deve ficar em algum lugar entre 0 e 1 mas nunca igualar-se a 1”. A emissividade (Tabela 8) de um objeto pode ser influenciada por diversos fatores, como: cor, composição química, rugosidade superficial, teor de umidade, compactação, campo de visada, comprimento de onda e ângulo de visada. Desta forma, se a refletividade aumentar, a emissividade tende a diminuir. Um exemplo que pode ser dado, é o da cor, pois objetos de cor escura são melhores absorvedores e emissores, do que os objetos de cor clara, que refletem mais a energia incidente.

Tabela 8 – Emissividade na faixa espectral (8 - 14 μm) para materiais selecionados.

Material	Emissividade, ϵ
Água	0,92 – 0,98
Alumínio (folha)	0,05
Asfalto	0,95
Cimento/pedra	0,97
Concreto	0,71 – 0,90
Florestas (decídua/coníferas)	0,97 – 0,99
Tijolo vermelho e áspero	0,93
Vegetação	0,96 – 0,98

Fonte: McDonnell Douglas, D. 1982; Sabins, 1997; Lillesand and Keifer, 2003; in Jensen (2009, p. 260)

Com base em tais informações, pode-se analisar a temperatura da superfície da cidade de Cândido Mota, a partir da carta de temperatura de superfície elaborada para este trabalho (Figura 29). A variação de temperatura da superfície da cidade e entorno rural foi de aproximadamente 11,5°C, sendo a mínima de 23°C e a máxima de 35°C.

Algumas áreas da cidade foram destacadas na figura 30, para a análise da temperatura de sua superfície.

A foto 1 (Figura 30) demonstra a área rural ao norte, onde foi instalada uma estação meteorológica para coleta de dados desta pesquisa. Nessa área a temperatura de superfície estava em aproximadamente 27°C, sendo, portanto, mais baixa do que vários pontos da cidade, isto devido à sua característica de cobertura de superfície, com pouco material construtivo e com vegetação rasteira e arbórea que absorve a radiação solar e tem baixa refletividade.

Na foto 2 (Figura 30) pode-se observar o Parque Santa Cruz e o local onde se instalou uma estação meteorológica. Esse bairro é relativamente novo e boa parte de seu entorno compreende a área rural. Apresentou na imagem analisada temperatura intermediária, próxima de 29°C, onde se instalou o aparelho de medição. No centro do bairro verificou-se temperatura de até 31°C.

Outra área rural, foto 3 (Figura 30), também foi destacada e recebeu a instalação de uma estação meteorológica. Essa área se encontra na porção leste da cidade e apresentou temperatura de 28°C, também mais baixa que os pontos da cidade.

No Jardim Santa Terezinha, foto 4 (Figura 30), a temperatura da superfície se mostrou próxima dos 30°C. Esse bairro como já foi descrito na caracterização da cidade é

formado por residências de famílias de classe média alta e alta, entretanto apresentou um valor dos alvos um pouco elevado.

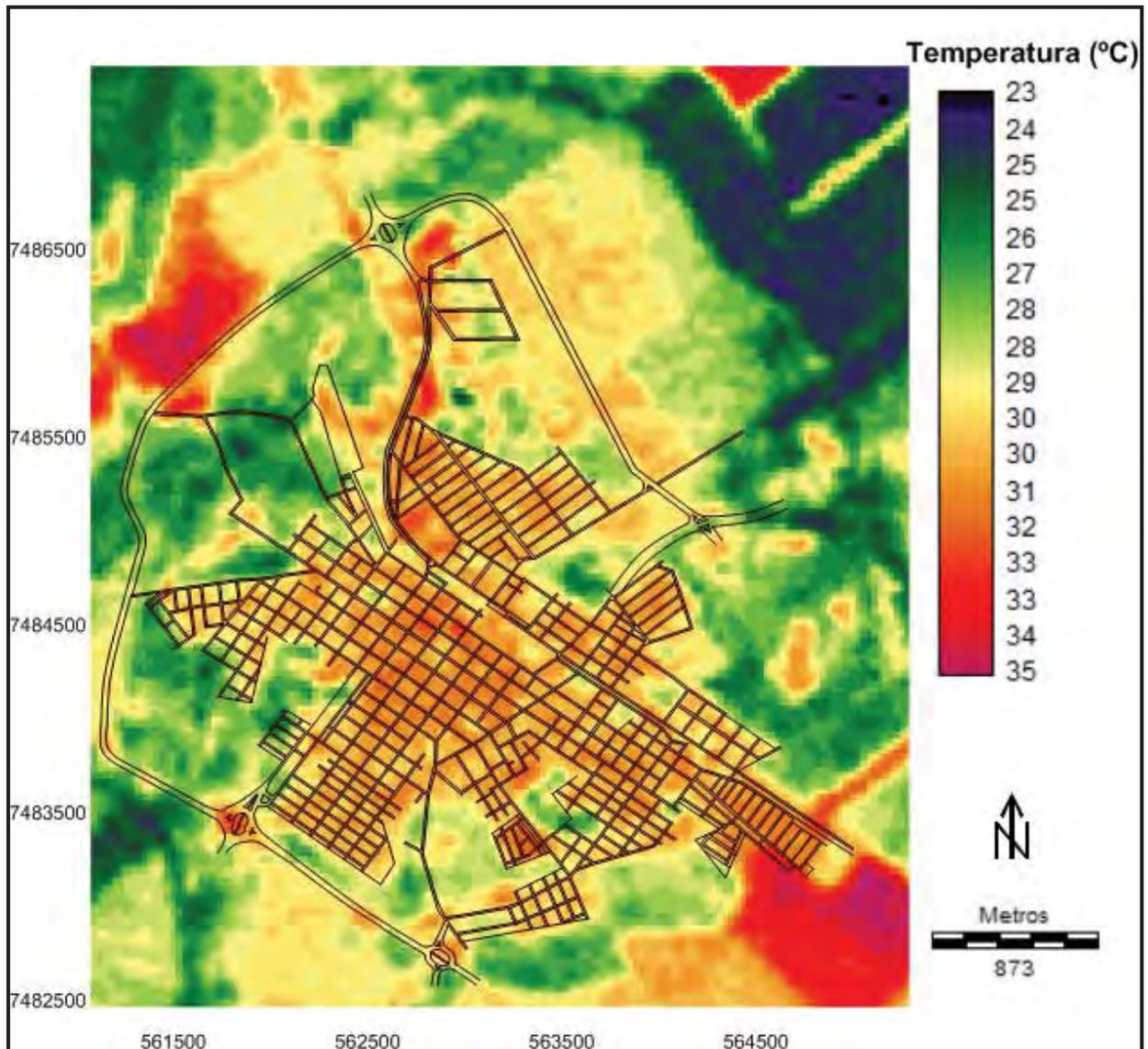


Figura 29 - Carta de temperatura da superfície de Cândido Mota/SP. Elaborada a partir da imagem do infravermelho termal, banda 6 do satélite Landsat 7, resolução espacial de 60 metros, do dia 04 de março de 2003. Fonte da imagem: *United States Geological Survey* (USGS: <<http://www.usgs.gov/>>). Organização: Gislene Figueiredo ortiz (2010)

Na foto 5 (Figura 30) encontra-se o Jardim São Francisco, outro ponto da cidade que também recebeu instalação de estação meteorológica. Nesse bairro a população é de classe média e média baixa, as casas não são muito grandes e não se tem presença significativa de vegetação arbórea. A temperatura desse ponto foi de 31°C, resultante do tipo

de cobertura das casas, em sua maioria de cerâmica vermelha, que aquecem mais o ambiente.

O Jardim Paraíso, foto 6 (Figura 30), apresenta temperatura de superfície próxima ao do Parque Santa Cruz, 29°C no ponto onde foi instalada a estação meteorológica, local próximo à área rural. Alguns alvos no interior do bairro se mostraram mais aquecidos (31°C), devido ao tipo de cobertura (cerâmica vermelha) e densidade construtiva.

O centro da cidade está representado na foto 7 (Figura 30) e pode-se verificar que a temperatura da superfície em alguns pontos chegou a 34°C. Nesses pontos estão localizadas edificações com coberturas de zinco e alumínio, esse tipo de cobertura, reflete grande quantidade de energia solar e também a retém, mantendo a superfície superaquecida e provavelmente aumentando a temperatura do ar da região próxima. Outros pontos dessa área aparecem com temperatura mais amena, onde estão as praças recobertas por vegetação arbórea.

Na foto 8 (Figura 30), mostra a Vila Nova onde também foi instalada uma estação meteorológica. A temperatura da superfície estava em torno de 30°C. Nesse ponto, o bairro pode ser caracterizado como densamente construído e com presença de vegetação arbórea e existem alguns terrenos sem construção e uma grande área verde.

Na área rural ao sul, foto 9 (Figura 30), também foi instalado um equipamento para a coleta de dados. A residência onde se instalou a estação meteorológica é rodeada por árvores e pastagem e em determinadas épocas do ano planta-se milho e soja nessa área. A temperatura de superfície se apresentou mais amena, valor de 25°C, resultante da forma de cobertura que auxilia na diminuição da mesma.

A foto 10 (Figura 30) mostra os conjuntos habitacionais, com casas pequenas, grande densidade de construção e vegetação arbórea esparsa. Pode-se verificar que a temperatura de superfície do bairro estava alta próxima dos 33°C, devido ao tipo de cobertura das habitações e intensidade construtiva.

As áreas destacadas na figura 30 mostram as disparidades dentro da malha urbana de Cândido Mota/SP, ou seja, áreas densamente construídas e/ou com coberturas que potencializam o aumento da temperatura, e outras com temperaturas mais baixas como: áreas cobertas com vegetação arbórea. A zona rural no entorno da cidade apresentaram áreas com temperaturas intermediárias e mais baixas, representadas pela cor amarela e

verde, respectivamente. As áreas em vermelho localizadas no sudeste e noroeste da carta na época da tomada da imagem estavam com o solo exposto, por isso apresentaram temperaturas mais elevadas devido a seu alto nível de refletividade.

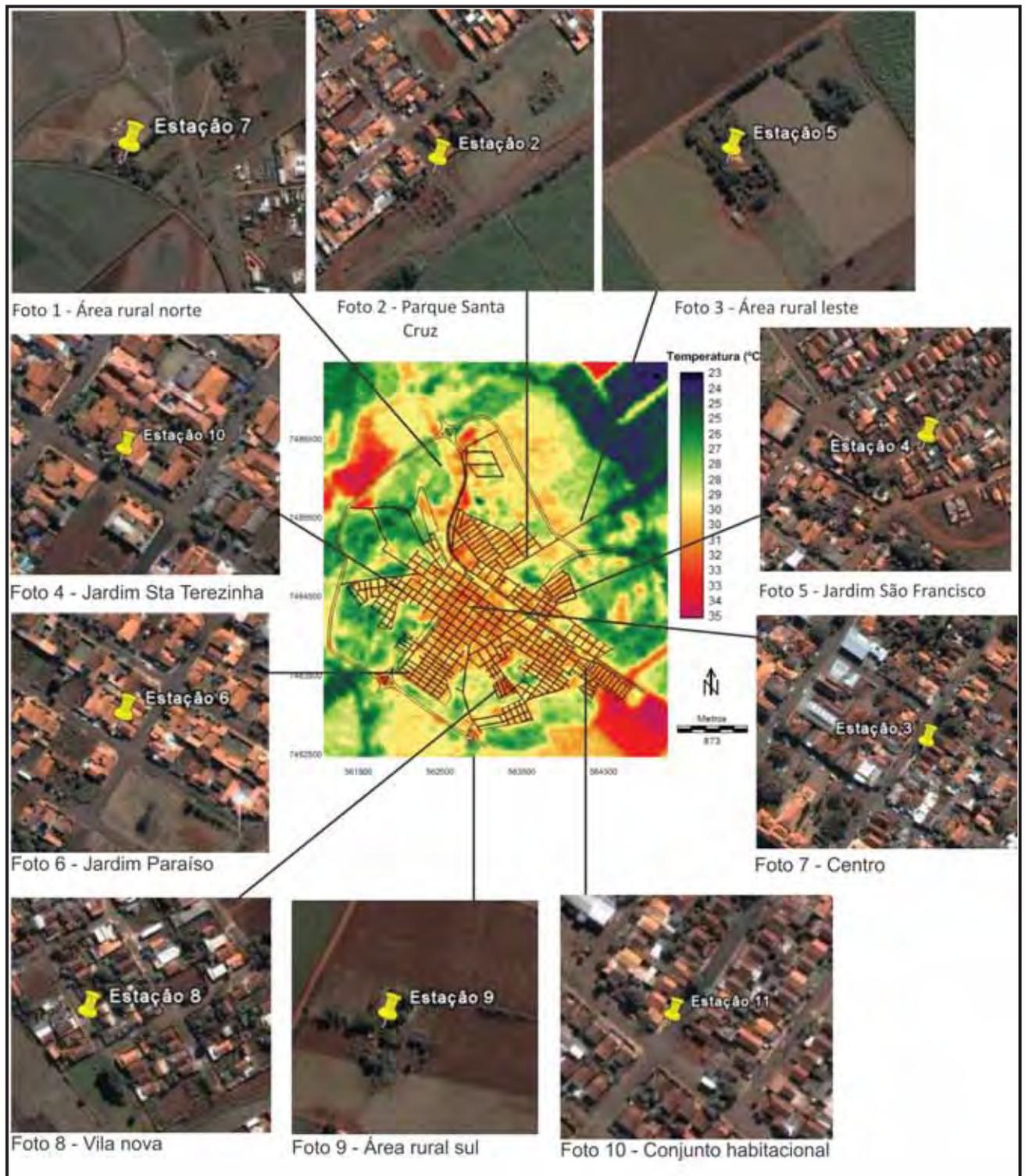


Figura 30 – Áreas destacadas para análise da temperatura de superfície.

Fonte das fotos: Google Earth (2011). Elaboração: Gislene Figueiredo Ortiz

5 A CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA NA AMÉRICA DO SUL

Monteiro (1963) propôs um modelo para o entendimento da circulação atmosférica da América do Sul. Ao definir os sistemas atuantes nessa região, o autor afirma que ela é controlada por centros de ação que dão origem as massas de ar ou sistemas atmosféricos, que por fim definem os tipos de tempo e climas (AMORIM, 2002, p.49).

Os centros de ação são caracterizados pelos anticiclones permanentes semifixos dos oceanos Atlântico e Pacífico. Segundo Mendonça e Danni-Oliveria (2007, p. 96), “a dinâmica e a circulação atmosférica da América do Sul são controladas por sete centros de ação, que conjugam suas participações ao longo do ano”. Sendo que, esses sete são distribuídos em cinco pontos positivos e dois negativos (Figura 31).

Os centros de ação positivos são (MENDONÇA; DANNI-OLIVERIA, 2007, p. 96):

- **Anticiclone dos Açores** – localiza-se na faixa de altas pressões subtropicais do hemisfério norte, no oceano Atlântico, em 30°N aproximadamente, entre a África e América Central. Durante o solstício de verão no hemisfério sul, ocorre sua maior atuação na América do sul, ao ser empurrado pela frente polar do hemisfério Norte em direção a esta região. Assim, ao interagir com os ventos alísios de nordeste sua ação acontece de forma mais direta no norte e nordeste do continente sul-americano.
- **Ciclone da Amazônia ou Doldrums** – “Ao mesmo tempo em que atua como uma área de baixas pressões em relação ao oceano Atlântico e que atrai, portanto, o ar úmido de nordeste dali proveniente” (MENDONÇA; DANNI-OLIVERIA, 2007, p. 96), aumentando dessa forma a umidade da região. Também é um importante centro de ação no que tange a formação e exportação de massas de ar.



Figura 31 – Os centros de ação da América do Sul.

Fonte: Monteiro, 1973, p. 17 apud Amorim 2000, p. 50.

→ **Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul** – tem como característica a mobilidade, devido ao deslocamento sazonal do centro de altas pressões. Se posiciona mais próximo da costa oeste do continente africano no verão, por meio da atração do campo de baixa pressão que se forma sobre ele, e mais afastado no inverno, quando o campo de mais baixas pressões se encontra no oceano. Ambos os centros se movimentam no sentido leste-oeste, sendo decorrentes do movimento subsidente do ar próximo aos 30°S. O anticiclone semifixo do Atlântico Sul exerce importante influência nos climas da região central, nordeste, sudeste e sul do Brasil, em especial no verão.

- **Anticiclone Semifixo do Pacífico** - tem basicamente as mesmas características do anticiclone semifixo do Atlântico Sul, entretanto, sua influência não é tão intensa quanto a do Atlântico. A cordilheira dos Andes atua como uma barreira para a distribuição do ar quente e úmido, impedindo sua passagem para o oeste do continente sul-americano.
- **Anticiclone Migratório Polar** – forma-se no extremo sul da América do Sul, em latitudes subpolares. Posiciona-se no inverno em latitudes mais baixas, próximo dos 30°S, sobre o norte da Argentina e Uruguai. Isso devido à queda de radiação recebida no hemisfério sul. Durante o verão ele se mantém mais ao sul, perto dos 60°S, pois o fluxo de energia recebido neste hemisfério o impede de se deslocar para o norte.

Os centros de ação negativos são (MENDONÇA; DANNI-OLIVERIA, 2007, p. 99):

- **Depressão do Chaco** – no verão ocorre o aumento da temperatura do ar no continente, bem mais que no oceano, por causa do solstício de verão, favorecendo a formação de um centro de baixas pressões na latitude da faixa de altas pressões subtropicais no hemisfério sul. Desta forma, a depressão do Chaco se caracteriza como um centro de baixas pressões de origem térmica. Assim, esse centro de ação atrai para o interior do continente o ar quente e úmido do anticiclone semifixo do Atlântico e do centro de ação da Amazônia, nessa época do ano. Durante o inverno, essa movimentação muda e a depressão do Chaco, na maior parte do tempo atrai o anticiclone migratório polar para o norte, distribuindo ar polar até as baixas latitudes da América do Sul, associada às ondulações da frente Polar Atlântica, que se desloca na calha natural do relevo regional.
- **Depressão dos 60° de Latitude Sul** – localiza-se na faixa subpolar das baixas pressões da superfície terrestre, sobre os mares vizinhos da Península Antártica (mar de Weddel). Apesar de distante do continente sul-americano, exerce forte influência sobre o mesmo.

Nos centros de ação se originam as massas de ar. De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 99), “[...] uma massa de ar é uma unidade aerológica, ou seja, uma porção da atmosfera, de extensão considerável, que possui características térmicas e higrométricas homogêneas”.

As massas de ar que atuam na América do sul (Figura 32) são:

A massa Tropical Atlântica (Ta) e a massa Tropical Pacífica (Tp) se formam respectivamente no anticiclone do Atlântico e no anticiclone do Pacífico, ambas massas de ar marítimas. A Ta é caracterizada pela umidade mais ou menos elevada, com altas pressões e quase que estáveis, os ventos sopram quase sempre de leste para nordeste, dando estabilidade no inverno (devido à subsidência superior nessa célula) e instabilidade no verão (devido à subsidência inferior nessa célula).

A massa Tropical Atlântica Continentalizada (Tac) se forma a partir da Ta que, ao se locomover pelo continente, vai perdendo umidade, aumentando sua temperatura e diminuindo ligeiramente sua pressão.

A massa Equatorial Continental (Ec) e a massa Tropical Continental (Tc) se formam respectivamente na Planície Amazônica e na Depressão do Chaco. Têm temperaturas elevadas, sendo que a Ec faz com que aumente a umidade e as precipitações, e a Tc aquece as regiões que influencia.

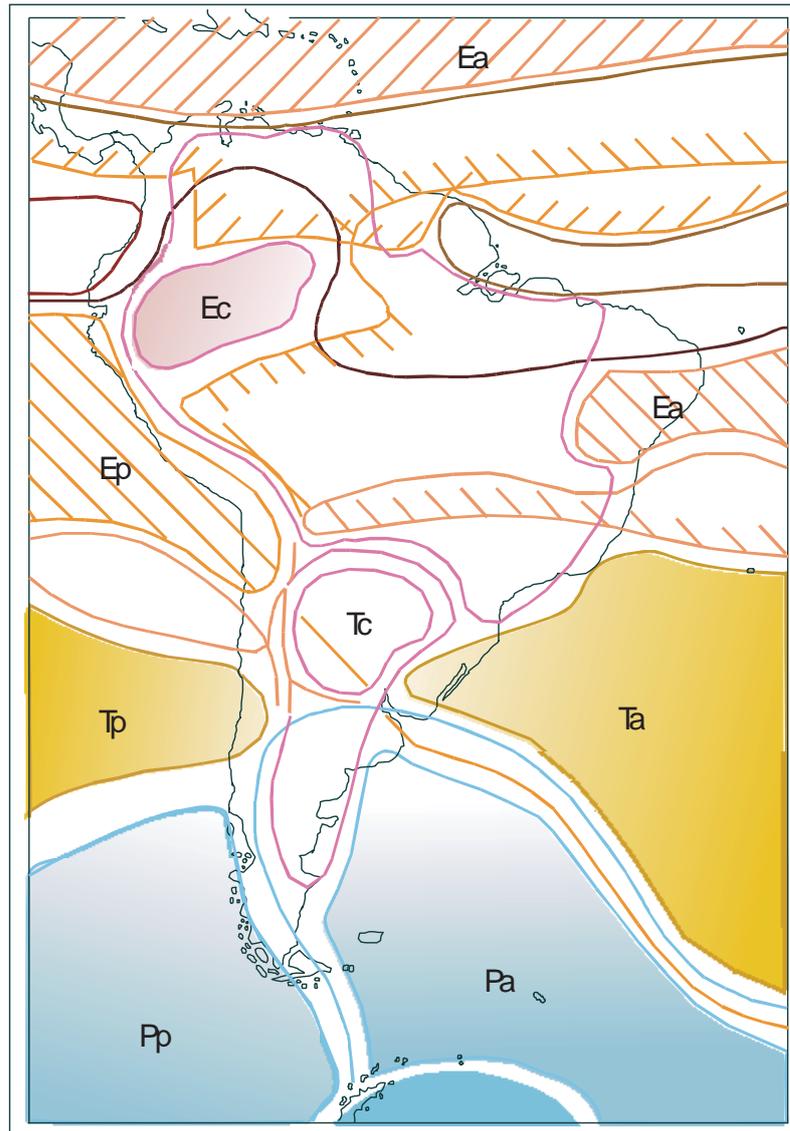


Figura 32 – As massas de ar na América do Sul.
 Fonte: Monteiro, 1973, p. 17 apud Amorim, 2000, p. 51.

As massas de ar Polar Pacífica (Pp) e Polar Atlântica se formam no anticiclone Migratório Polar, mas se dividem devido à forma de relevo andino. A Pa se desloca no sentido sul-sudeste, com baixas temperaturas e pressão atmosférica alta. Essa massa propicia a passagem de sistemas frontais durante o ano todo, mas com maior intensidade no inverno.

A massa de ar Equatorial Atlântica (Ea) se forma no anticiclone dos Açores e apesar de não influenciar a região deste estudo, pode ser citada por sua forte atuação no nordeste.

Os sistemas frontais são resultantes dos choques entre diferentes massas de ar (nesse caso a tropical com a polar), estes influenciam a precipitação e a temperatura durante

o ano todo na cidade estudada. A região onde Cândido Mota se localiza recebe um regime de alternância entre sistemas frontais polares e tropicais, sendo esse último mais frequente.

A frente Polar Atlântica (FPA) atua com maior força durante o inverno, resultado da frontogênese (processo de origem das frentes). De acordo com Monteiro (1969, p. 68), a FPA “através de seus eixos principal e reflexo, assume a liderança na origem da precipitação pluvial no território paulista em todas as estações do ano. Esta responsabilidade, durante o inverno, chega à quase totalidade”. A frente Polar Reflexiva (FPR) deriva da separação da massa de ar Polar Atlântica Tropicalizada e da Ta.

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) se estende do sul da Amazônia, que lhe fornece umidade, passando pela região centro-oeste chegando ao oceano Atlântico, transferindo calor e umidade dos trópicos para as latitudes mais altas. Trata-se de uma zona com nebulosidade que pode provocar chuvas intensas²⁰. A ZCAS “pode ser facilmente identificada em imagens de satélite por meio de uma alongada distribuição de nebulosidade de orientação noroeste/sudeste” (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 92).

Outro sistema que atua sobre a região estudada é a Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), que tem condições meteorológicas parecidas com as da ZCAS, porém com duração de apenas três dias, após isso se o sistema continuar ele passa a ser denominado de ZCAS. Uma ZCOU pode ocorrer após o quarto dia, desde que se observe o deslocamento de cavados na troposfera média entre o norte e nordeste da Argentina, Paraguai, Mato Grosso do sul e Região Sul (SACRAMENTO NETO, et al., 2010).

Outros sistemas que atuam durante o ano todo na América do Sul são os Cavados, caracterizados por uma área de baixa pressão alongada no plano horizontal e associada a uma área de circulação ciclônica mínima. Quase sempre está ligado a mudança no tempo, com formação de nebulosidade e precipitação. Na região de cavado as linhas de pressão não são fechadas. As linhas de pressão abertas apresentam uma ondulação para o lado das altas pressões²¹.

Um importante sistema que atua também na América do Sul é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Esta não atua na área de estudo, entretanto, é extremamente importante para o regime pluviométrico no norte e nordeste brasileiro. A

²⁰ Zona de convergência do Atlântico Sul.

Disponível em: <<http://www.master.iag.usp.br/ensino/Sinotica/AULA14/AULA14.HTML>>

²¹ Definição de Cavado. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#c>>

ZCIT pode ser definida como um “cinturão” de atividades, tomada de nuvens de baixa pressão e local de convergência dos alísios em baixos níveis. Localiza-se nas proximidades do Equador e se desloca ao longo do ano no sentido norte-sul, levando precipitação por onde passa²².

A ZCIT pode ser visualizada através de imagens de satélites, por uma ou mais faixas de nuvens, entretanto a nebulosidade nem sempre se apresenta. Suas características variam de região para região, sendo influenciadas por fatores como topografia, superfícies terrestres ou marítimas. Durante o verão (hemisfério setentrional) ela se desloca para o norte, e no verão (hemisfério meridional) se direciona para o sul, tendo sua localização média um pouco ao norte do Equador (AYOADE 2006, p. 125).

5.1 Sistemas atmosféricos atuantes durante a pesquisa de campo em Cândido Mota/SP

Com base no Boletim Técnico do Centro de Previsão do Tempo e Clima – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPETC/INPE), pode-se afirmar que no mês de janeiro de 2011, a região da cidade estudada recebeu grande quantidade de precipitação, com total de 296,5mm enquanto que a média para o período é de 210mm (dados do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC). Esse total de precipitação decorreu da presença da Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que podem ser visualizadas nas imagens de satélite Goes (Anexo – 1).

A pesquisa de campo foi realizada entre os dias 31 de dezembro de 2010 e 29 de janeiro de 2011. Para melhor entendimento das condições sinóticas desse período, foi feito um gráfico de análise rítmica (Figura 33), com a síntese dos elementos do clima que agiram na região.

²² Zona de Convergência Intertropical.

Disponível em: <<http://www.master.iag.usp.br/ensino/Sinotica/AULA15/AULA15.HTML>>

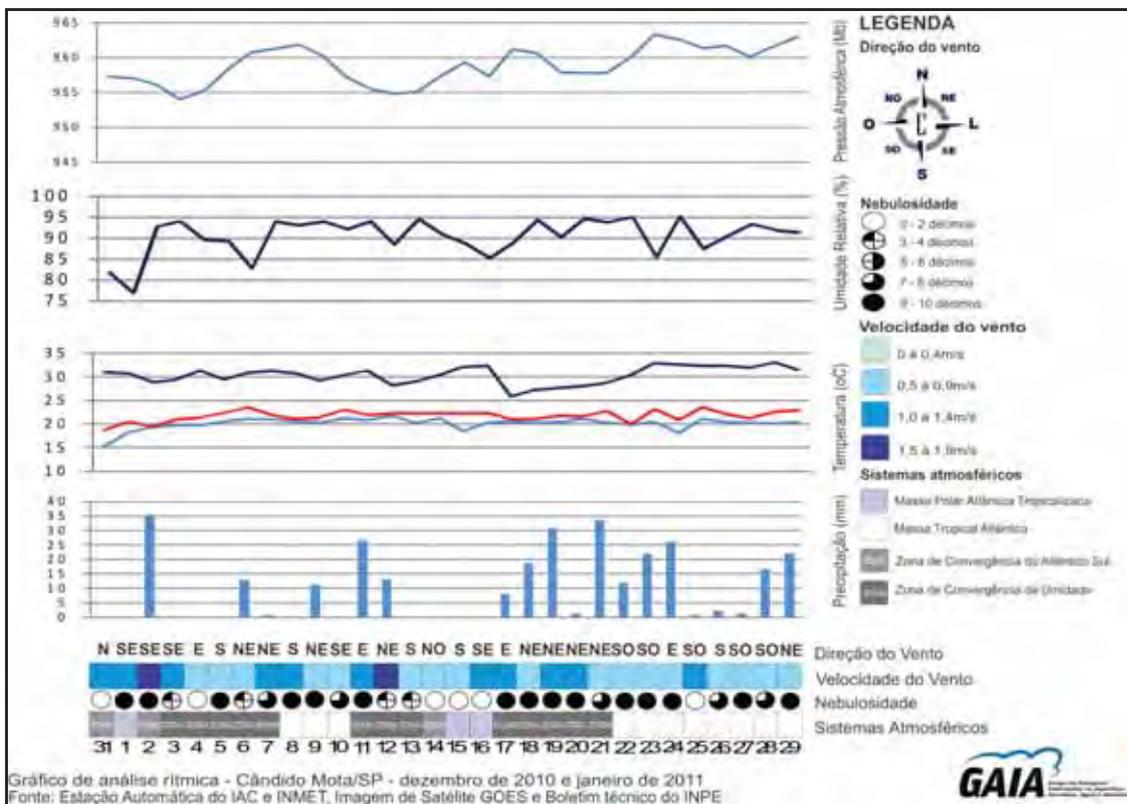


Figura 33 – Gráfico de análise rítmica de Cândia Mota – 31 de dezembro de 2010 e janeiro de 2011

No dia 31 de dezembro de 2010 o céu estava claro, a temperatura máxima do dia foi de 30,9°C e a mínima de 15,1°C, a pressão atmosférica de 1004mb, não houve precipitação, a direção predominante do vento era norte e a região estava sob a atuação de uma ZCAS.

No dia 01 de janeiro de 2011, a Massa Polar Atlântica Tropicalizada atuou na região, o céu continuou claro, a temperatura máxima foi de 30,7°C e a mínima de 18,1°C. A umidade relativa atingiu 81,7%, a pressão atmosférica 1005mb, não ocorreu precipitação e a direção predominante do vento foi sudeste.

Em 02 de janeiro de 2011, a ZCAS começou a atuar sobre a região trazendo grande quantidade de chuva. Foram registrados 35,3mm de precipitação em Cândido Mota/SP (maior registro de precipitação durante a pesquisa de campo), onde a temperatura oscilou entre a máxima de 28,8°C e a mínima de 19,3°C, a umidade relativa foi de 76,9%, a pressão atmosférica de 1004mb e o vento com direção sudeste.

Já no dia 03 de janeiro de 2011, uma ZCOU passou a atuar na região, o céu manteve-se parcialmente coberto, não houve precipitação durante esse dia. A temperatura variou entre a máxima de 29,3°C e a mínima de 19,7°C, a umidade relativa foi de 92,7%, a pressão atmosférica de 1002mb e vento com direção predominante de sudeste.

A ZCOU continuou atuando na região onde se localiza a cidade estudada durante o dia 04 de janeiro de 2011, entretanto, o céu estava limpo, não choveu, a temperatura ficou entre a máxima de 31,2°C e mínima 19,7°C, a umidade relativa de 89,7%, a pressão atmosférica estava em 1004mb e a direção do vento leste.

Em 05 de janeiro de 2011, a região da cidade estudada ainda continuava sob influência da ZCOU, o céu esteve encoberto, não houve precipitação, a temperatura oscilou entre a máxima de 29,3°C e mínima de 20,5°C, a umidade relativa foi de 89,2%, a pressão atmosférica de 1005mb e a direção do vento sul.

No dia 06 de janeiro de 2011, a região ainda estava sob influência da ZCOU. O céu ficou parcialmente encoberto, houve precipitação de 12,9mm, a temperatura variou entre a máxima de 30,8°C e mínima de 21°C, a umidade relativa foi de 82,7%, a pressão atmosférica de 1007mb e a direção do vento em nordeste.

A ZCOU ainda estava atuando no dia 07 de janeiro de 2011 na cidade estudada. O céu ficou parcialmente encoberto, choveu aproximadamente 0,7mm, a temperatura esteve

entre a máxima de 31,1°C e mínima de 20,9°C, a umidade relativa de 93,9%, a pressão atmosférica de 1007mb e a direção do vento em nordeste.

A Massa Tropical Atlântica começou a atuar na região no dia 08 de janeiro de 2011 até o dia 10 de janeiro de 2011. O céu esteve encoberto durante a grande maioria do tempo, a temperatura durante esses dias variou entre a máxima de 30,6°C e a mínima de 20,2°C, a umidade relativa próxima de 93%. No dia 09 houve precipitação de 11,1mm e dia 10 de 0,2mm, a pressão atmosférica esteve em 1006 e 1007mb e a direção do vento predominante do sul, nordeste e sudeste.

No dia 11 de janeiro de 2011, uma ZCOU atuou na região da cidade estudada, o céu se manteve encoberto, houve precipitação de 26,6mm, a temperatura se manteve entre a máxima 31,2°C e mínima 20,8°C, a umidade relativa de 93,9%, a pressão atmosférica foi de 1006mb e a direção do vento leste.

A ZCOU ainda atuava no dia 12 de janeiro de 2011 na área estudada, o céu ficou parcialmente encoberto, ocorreu uma precipitação de 13,2mm, a temperatura oscilou entre a máxima de 28°C e mínima de 21°C, a umidade relativa foi de 88,4%, a pressão atmosférica de 1003mb e a direção predominante do vento era nordeste.

No dia 13 de janeiro de 2011, a ZCOU continuou a influenciar a região de Cândido Mota/SP, onde o céu se encontrava parcialmente nublado, a precipitação foi de 0,2mm, a temperatura ficou entre máxima 29°C e a mínima 20,1°C, a umidade relativa em 94,4%, a pressão atmosférica em 1002mb e a direção do vento sul.

Em 14 de janeiro de 2011 a ZCAS atuou na região estudada, o céu estava claro, não houve registro de precipitação local, a temperatura ficou entre a máxima de 30,3°C e mínima de 21,2°C, a umidade relativa em 90,9%, a pressão atmosférica foi de 1008mb e o vento em direção nordeste.

Nos dias 15 e 16 de janeiro de 2011, a Massa Polar Atlântica Tropicalizada atuou sobre a região da cidade estudada, o céu estava claro, não houve registro de precipitação nesses dias, a temperatura manteve-se entre a máxima de 32°C e a mínima de 18,4°C, a umidade relativa com aproximadamente 87%, a pressão atmosférica entre 1006mb e 1008mb, respectivamente, e a direção do vento sul no dia 15 e sudeste no dia 16.

A ZCOU atuou do dia 17 até o dia 21 de janeiro de 2011 e, durante esses dias, houve intensa precipitação e céu encoberto.

A precipitação no dia 17 de janeiro de 2011 foi de 8,1mm, a temperatura máxima foi de 25,8°C e a mínima 20,4°C, a umidade relativa de 88,8%, a pressão atmosférica de 1008mb e a direção do vento de leste.

No dia 18 de janeiro de 2011, a precipitação chegou a 18,8mm, o céu estava encoberto, a temperatura variou entre a máxima de 27,1°C e a mínima de 20,2°C, a umidade relativa foi de 94,2%, a pressão atmosférica estava em 1008mb e vento nordeste.

Em 19 de janeiro de 2011, a precipitação foi elevada com o total de 30,7mm, a temperatura ficou entre a máxima de 27,5°C e a mínima de 20,4°C, a precipitação de 11,9mm, a umidade relativa em 90,2%, a pressão atmosférica foi de 1008mm e o vento com direção nordeste.

No dia 20 de janeiro de 2011 a precipitação foi de 1,2mm, a temperatura variou entre a máxima de 28°C e a mínima de 21°C, a umidade relativa foi de 94,7%, a pressão atmosférica estava em 1008mb e a direção predominante do vento de nordeste.

Em 21 de janeiro de 2011, a precipitação foi intensa, com total de 31,7mm, a temperatura máxima foi de 28,7°C e a mínima de 20,3°C, a umidade relativa foi de 93,4%, a pressão atmosférica de 1006mb e a direção do vento nordeste.

A Massa Tropical Atlântica influenciou a região entre os dias 22 e 29 de janeiro de 2011 e, em todos esses dias ocorreram precipitações na área estudada.

No dia 22 de janeiro de 2011 o céu estava totalmente encoberto, o índice pluviométrico foi de 11,9mm, a temperatura variou entre a máxima 30,3°C e a mínima de 29°C, a umidade relativa em 95%, a pressão atmosférica foi de 1008mb e a direção do vento sudoeste.

Em 23 de janeiro de 2011 o céu se manteve encoberto, choveu um total de 21,8mm, a temperatura oscilou entre a máxima de 32,8°C e a mínima de 20,3°C, a umidade relativa em 85,5%, a pressão atmosférica de 1012mb e a direção do vento sudoeste.

No dia 24 de janeiro de 2011 o céu continuou encoberto com precipitação de 26,1mm, a temperatura esteve entre a máxima de 32,6°C e a mínima de 17,9°C, a umidade relativa em 95,2%, a pressão atmosférica foi de 1016mb e a direção do vento leste.

Em 25 de janeiro de 2011 o céu estava claro, a precipitação foi de 0,7mm, a temperatura variou entre a máxima de 32,3°C e a mínima de 21°C, a umidade relativa em 87,4%, a pressão atmosférica estava em 1015mb e a direção do vento sudoeste.

A precipitação no dia 26 de janeiro de 2011 foi de 2,2mm, a temperatura oscilou entre a máxima de 32,3°C e a mínima de 20,3°C, a umidade relativa em 90,5%, a pressão atmosférica marcou 1015mb e a direção predominante do vento foi sul.

No dia 27 de janeiro de 2011 o céu estava encoberto, choveu 1,2mm, a temperatura variou entre a máxima de 31,8°C e a mínima de 20,2°C, a umidade relativa foi de 93,3%, a pressão atmosférica de 1014mb e o vento sudoeste.

O céu estava parcialmente encoberto em 28 de janeiro de 2011 com precipitação de 16,7mm, temperatura entre a máxima de 32,9°C e a mínima em 20,1°C, a umidade relativa em 91,9%, a pressão atmosférica estava em 1012mb e o vento com direção sudoeste.

No dia 29 de janeiro de 2011 o céu estava totalmente encoberto, houve precipitação de 22mm, a temperatura oscilou entre a máxima de 31°C e a mínima de 20,4°C, a umidade relativa foi de 91,4%, a pressão atmosférica de 1012mb e o vento com direção predominante nordeste.

Desta forma, durante o verão de 2010 e 2011, pode-se dizer que a região esteve sob um regime pluviométrico intenso, temperaturas elevadas, ventos com direção nordeste e sudeste, resultantes dos sistemas que atuaram durante o período estudado. Destaca-se a atuação das ZCAS e ZCOU.

6 CLIMA URBANO: características térmicas e higrométricas em Cândido Mota/SP

5.2.1 Condições térmicas e higrométricas às 7h

Conforme a tabela 9, os dias que mais tiveram diferenças de temperatura (acima de 4°C), às 7h da manhã, com base nos dados dos pontos fixos instalados na cidade e entorno rural, foram os dias 31 dezembro de 2010 e dias 01, 02, 04 e 17 de janeiro de 2011.

Mesmo a região estando sob a atuação de uma ZCAS, não ocorreu precipitação no dia 31 dezembro de 2010. A velocidade do vento foi de 0,4 m/s e sua direção leste às 7h. Nesse dia, a diferença de temperatura entre os pontos foi de 4,8°C e a umidade relativa também seguiu esse padrão, com a variação de 14% (Tabela 9).

Tal condição pôde ser visualizada na carta de isoterma e de isoígra, referente ao dia e horário em questão (Figura 34). Verificou-se, a partir das cartas, que no horário analisado, o centro da cidade (Setor II – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e presença de praças), o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e presença de áreas verdes) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e terrenos menores) estavam com temperatura mais amena, entre 19,2°C, 18,4°C e 18,6°C, respectivamente, e a umidade relativa do ar mais alta, sendo, no primeiro 69%, no segundo 75% e, no terceiro 73%.

A porção noroeste (Setor V – área com construção esparsa e vegetação arbórea, terrenos grandes e presença de áreas verdes), Jardim Santa Terezinha e leste (Setor I – área densamente construída com vegetação arbórea), Jardim São Francisco da cidade, se apresentaram mais aquecidas, com 20,8°C e 22,4°C cada, e a umidade relativa do ar, mais baixa que as demais áreas, sendo 65% e 61%. Acreditava-se que o Jardim Santa Terezinha, por ser um bairro com construções esparsas, terrenos grandes e presença de áreas verdes, fosse apresentar temperatura mais amena, entretanto, o comportamento foi contrário. O Jardim São Francisco tem características de cobertura de superfície que justificaram esse maior aquecimento, como: alta densidade construtiva e pouca vegetação arbórea.

Tabela 9 - Diferenças térmicas e higrométricas entre os pontos fixos (urbano e rural) – 7h

Data	Diferença Térmica (°C)	Diferença Higrométrica (%)	Precipitação total do dia (mm)	Precipitação durante o horário das 7h00 (mm)	Velocidade do vento - 2 metros altitude (m/s)
31/12/2010	4,8	14	-	-	0,5
01/01/2011	5,0	14	-	-	0,6
02/01/2011	4,4	10	35,3	-	0,6
03/01/2011	3,8	8	-	-	0,7
04/01/2011	4,0	12	-	-	0,5
05/01/2011	2,8	10	-	-	0,4
06/01/2011	3,0	12	12,9	-	0,5
07/01/2011	3,4	12	0,7	-	0,7
08/01/2011	3,6	10	-	-	0,9
09/01/2011	3,6	8	11,1	-	0,6
10/01/2011	2,4	10	0,2	-	0,5
11/01/2011	3,8	12	26,6	-	0,7
12/01/2011	2,4	12	13,2	-	0,6
13/01/2011	3,0	10	0,2	-	0,4
14/01/2011	2,2	12	-	-	0,5
15/01/2011	3,0	10	-	-	0,6
16/01/2011	3,2	12	-	-	1,3
17/01/2011	4,0	10	8,1	-	0,5
18/01/2011	2,4	10	18,8	-	0,7
19/01/2011	2,0	8	30,7	-	0,3
20/01/2011	1,8	8	1,2	-	0,7
21/01/2011	2,4	8	33,7	-	0,5
22/01/2011	2,6	10	11,9	-	0,9
23/01/2011	2,4	12	21,8	-	0,5
24/01/2011	3,4	12	26,1	-	0,5
25/01/2011	3,4	12	0,7	-	0,6
26/01/2011	3,4	14	2,2	-	0,4
27/01/2011	3,8	12	1,2	-	0,6
28/01/2011	3,8	14	16,7	-	0,4
29/01/2011	2,6	10	22,1	-	0,4

No entorno rural, onde foram coletados os dados de temperatura do ar, registrou-se 18,8°C e 19,4°C e, a umidade variou entre 71% e 73%. A ocupação da superfície rural (gramíneas, vegetação arbórea e pouca densidade construtiva), permite que a temperatura seja mais amena e a umidade mais alta.

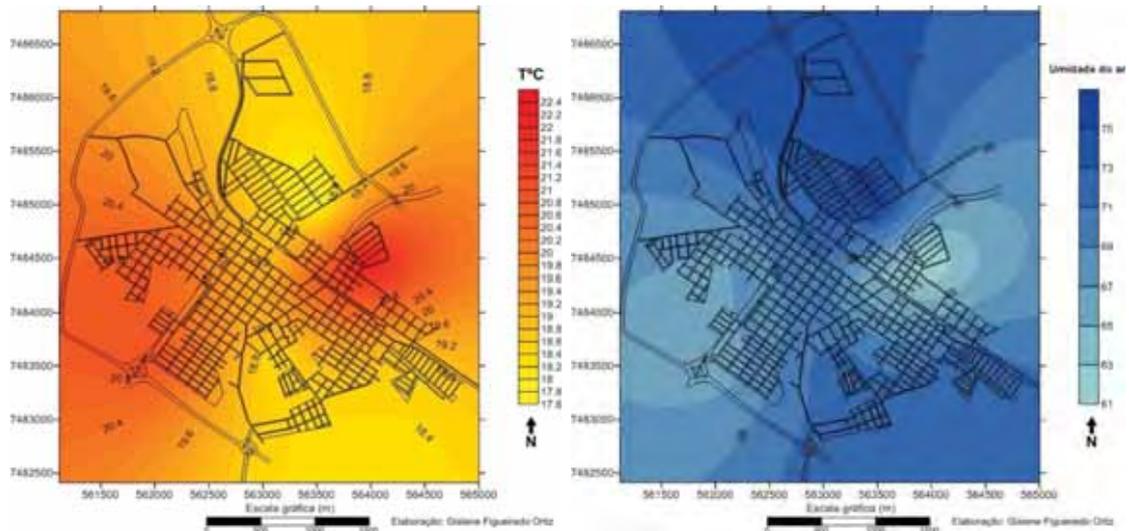


Figura 34 - Carta de isoterma e isoígra do dia 31/12/2010 – 7h – Cândido Mota/SP

No dia 01 de janeiro de 2011, o sistema atuante na região, foi a Massa Polar Atlântica Tropicalizada, a velocidade do vento foi de 0,6 m/s e direção sudeste. Destaca-se, a ocorrência da maior diferença térmica entre os pontos estudados para as 7h, um total de 5°C (Tabela 9). Não houve precipitação neste dia e, nem no dia anterior, situação que contribuiu para o aumento dessa diferença térmica, devido, ao armazenamento de radiação solar pelas edificações.

As cartas de isotermas e isoígras (Figura 35) demonstram o mesmo padrão do dia 31 de dezembro de 2010, com o centro da cidade (Setor II), o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III), apresentando as menores temperaturas que as demais áreas, com 21,4°C, 19,4°C e 20,4, respectivamente. A umidade relativa do ar, também seguiu o padrão anterior com valor de 68% para o centro, 74% para o Parque Santa Cruz e 70% para os conjuntos habitacionais.

A área mais aquecida da cidade novamente foi a porção noroeste (Setor V), Jardim Santa Terezinha e leste (Setor I), Jardim São Francisco, com a temperatura do ar de 22,6°C no setor V e 24,4°C porção leste. A umidade relativa do ar esteve mais baixa nessas áreas, 62% na primeira e 60% na segunda área. O entorno rural também seguiu o padrão do dia anterior com valores próximos de 20°C e a umidade relativa entre 70% e 74% aproximadamente.

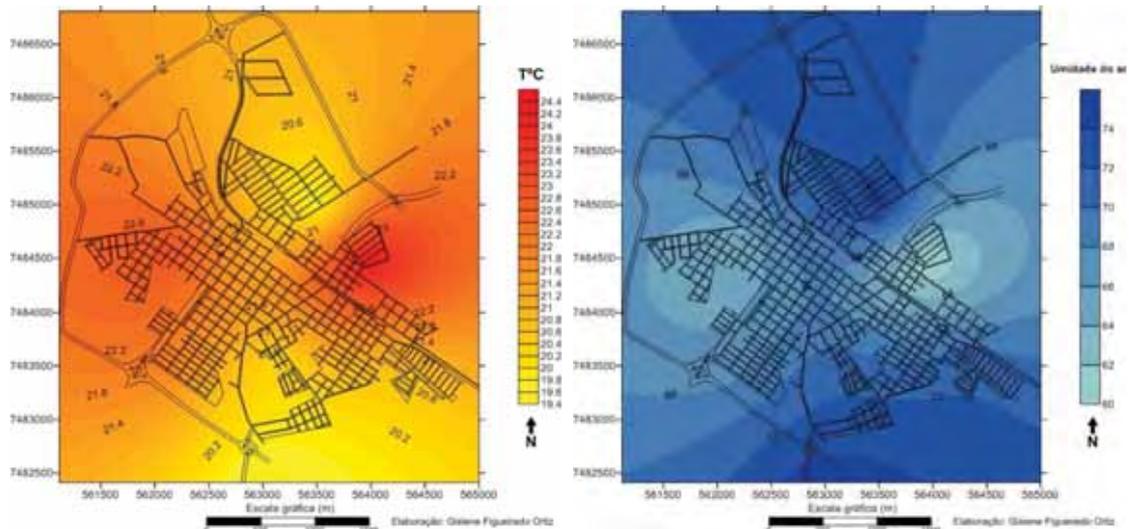


Figura 35 - Carta de isoterma e isoígra do dia 01/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP

No dia 02 de janeiro de 2011, a ZCAS influenciou a região, e o índice pluviométrico foi elevado até as 7h (momento da coleta dos dados), período onde havia chovido 7,1mm, em que se registrou no total 35,5mm (Dados IAC) em Cândido Mota/SP. Este foi o dia mais chuvoso do mês em questão, o vento estava com velocidade de 0,6 m/s e direção sudeste, mesmo assim, foi registrada uma variação de temperatura de 4,4°C na cidade e a diferença da umidade relativa do ar diminuiu, se comparada com os dias anteriores, ficando em 10% (Tabela 9).

Na figura 36 observa-se o mesmo padrão dos dias anteriores, ou seja, o centro da cidade (Setor II), o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) aparecem com temperatura menos elevadas que as demais áreas da malha urbana, com aproximadamente 22°C para o setor II e III, e no setor IV 20,8°C (menor valor), a umidade relativa não fugiu à regra e, se manteve mais alta nessas áreas com valor próximo de 79%.

A porção noroeste (Setor V), Jardim Santa Terezinha e leste (Setor I), Jardim São Francisco, novamente, apresentaram temperaturas superiores que as demais áreas, 23,2°C no Jardim Santa Terezinha e 25,2°C no Jardim São Francisco, onde observou-se que, a umidade relativa estava mais baixa, com valores entre 71% e 73%, respectivamente. Na área rural observou-se ao norte, temperatura de 22°C e umidade relativa de 81% (ponto com maior umidade). Ao sul a temperatura foi de 21,8°C, a umidade relativa de 79% e a nordeste de 22,8°C e a umidade de 75%. Desta forma, observou-se que, a temperatura se manteve

mais baixa no interior urbano do Parque Santa Cruz, do que no meio rural próximo. Essa condição pode se justificar com apoio no estudo de Mendonça (2009, p. 105),

No que concerne à formação de ilhas de frescor, elas foram observadas como ocorrendo principalmente nos períodos da manhã e início da tarde, sendo marcadamente mais expressivas na estação verão, momento no qual a diferença térmica urbano-rural atingiu $-7,9^{\circ}\text{C}$. [...] nota-se o papel da mistura dos solos rurais que ressaltou a formação do *efeito oásis* e *efeito parque* sobre algumas áreas verdes da cidade.

Outro fator que pode justificar tal condição é que,

O armazenamento de calor desde as primeiras horas do dia nas áreas mais livres de construções e no campo, e que nesse horário começa a ser devolvida para atmosfera, fazendo com que essas áreas se apresentem mais aquecidas que as áreas centrais da malha urbana. Esse comportamento é característico do “efeito sombra”, ou seja, as áreas centrais, com maior número de construções e até mesmo vegetação dificultam que os raios atinjam a superfície completamente e retardando assim o armazenamento do calor (VIANA, 2006, p.72).

Nesse sentido, pode-se afirmar que, o comportamento térmico e higrométrico de Cândido Mota, no dia analisado, apresentou um comportamento característico, já demonstrado em estudos anteriores para o horário da manhã.

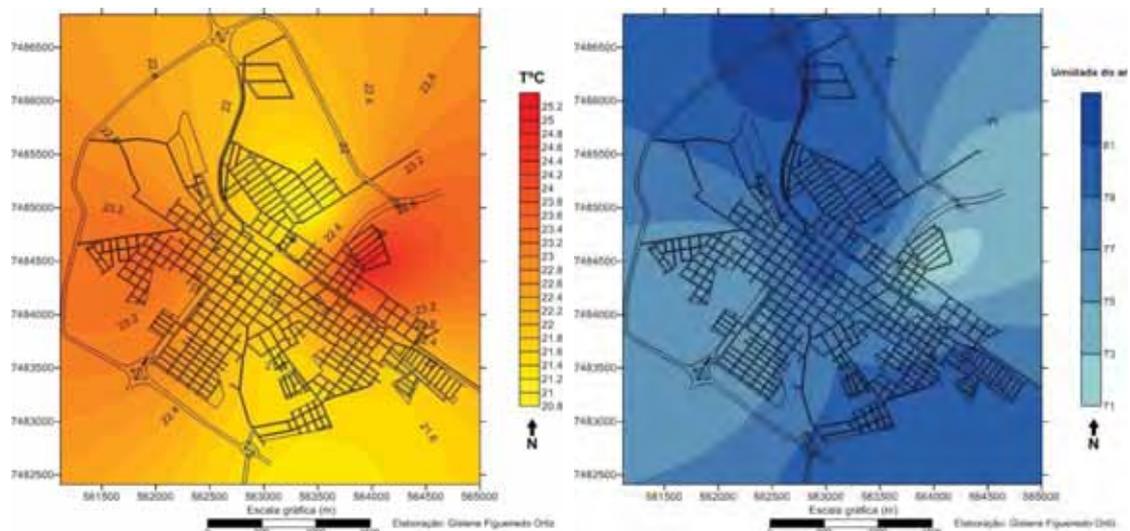


Figura 36 - Carta de isoterma e isoígra do dia 02/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP

Na análise do dia 04 de janeiro de 2011, uma ZCOU agiu sobre a região de Cândido Mota/SP, não houve precipitação, a velocidade do vento foi de 0,5 m/s e direção sudoeste, a diferença da temperatura para esse dia às 7h foi de 4°C entre os pontos de

medida, já a umidade relativa, apresentou uma diferença 12%, menor do que os dias 31 de dezembro, 01 e 02 de janeiro (Tabela 9).

O Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) mantiveram os valores de temperatura, mais baixos que as demais porções da cidade, no primeiro 20,6°C e no segundo 21,8°C. O que difere nesse dia, é que o centro (Setor II), estava mais aquecido que nos dias anteriores neste horário, com 22,2°C de temperatura. A umidade relativa do ar seguiu esse modelo, sendo de 83% no Parque Santa Cruz, 79% nos conjuntos habitacionais e 77% no centro (Figura 37).

A porção noroeste (Setor V), Jardim Santa Terezinha e leste (porção leste – setor I), Jardim São Francisco, seguiram o padrão dos dias anteriores, mais aquecidas e com umidade mais baixa. Os valores foram, respectivamente, 23,6°C e 24,6°C de temperatura, 73% e 71% de umidade relativa do ar.

A área rural, circunvizinha, manteve a temperatura do ar próxima de 22,2°C e a umidade relativa do ar em 81% e 83%.

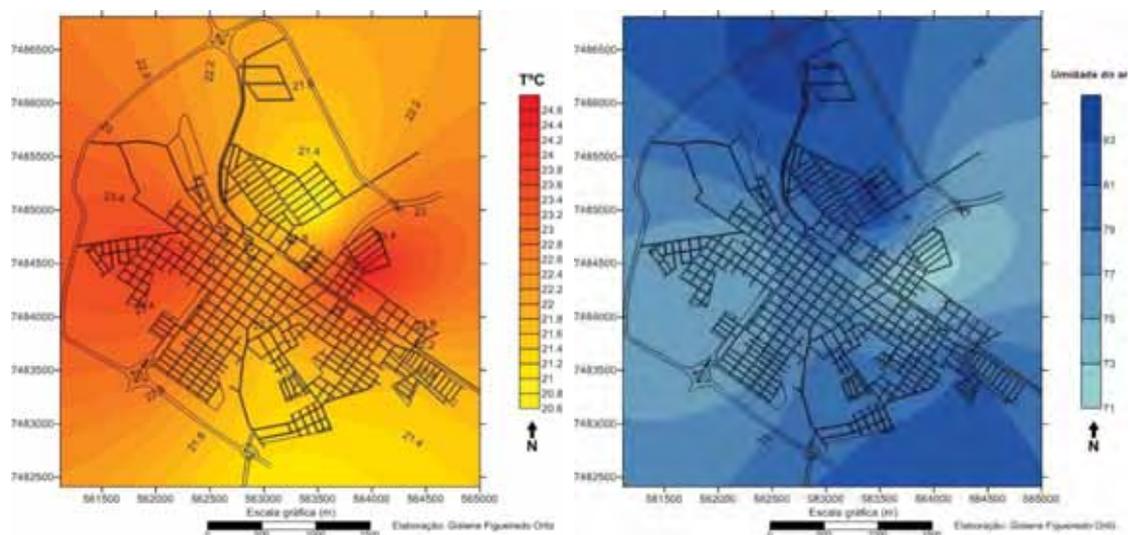


Figura 37 - Carta de isoterma e isoígra do dia 04/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP

Outro dia selecionado, pela diferença significativa de temperatura do ar (4°C) entre os pontos, foi o dia 17 de janeiro de 2011 (Tabela 9). O sistema que atuou na região foi a ZCOU, a velocidade do vento foi de 0,5 m/s e direção noroeste, o céu estava totalmente encoberto, houve precipitação durante toda a madrugada, totalizando 2mm até as 7h e a variação de umidade relativa do ar foi de 10%.

As cartas de isotermas e de isoígras (Figura 38), demonstraram o padrão apresentando nas análises anteriores, onde o centro da cidade (Setor II), o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) tiveram temperaturas mais amenas que os demais setores. O centro e os conjuntos habitacionais, com temperatura do ar em 23,6°C e o Parque Santa Cruz com 22,1°C (temperatura mais baixa no interior urbano), a umidade relativa do ar estava em 74% nos dois primeiros, e 80% e 78% no último.

Os maiores valores de temperatura do ar, novamente, apareceram no Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V) e no Jardim São Francisco (porção leste – setor I), ambos com aproximadamente 26°C e, a umidade relativa estava mais baixa que as demais áreas, com 70% nos dois.

A área rural apresentou temperaturas intermediárias entre 23,2°C e 24°C, umidade mais elevada no norte e no sul de 80%.

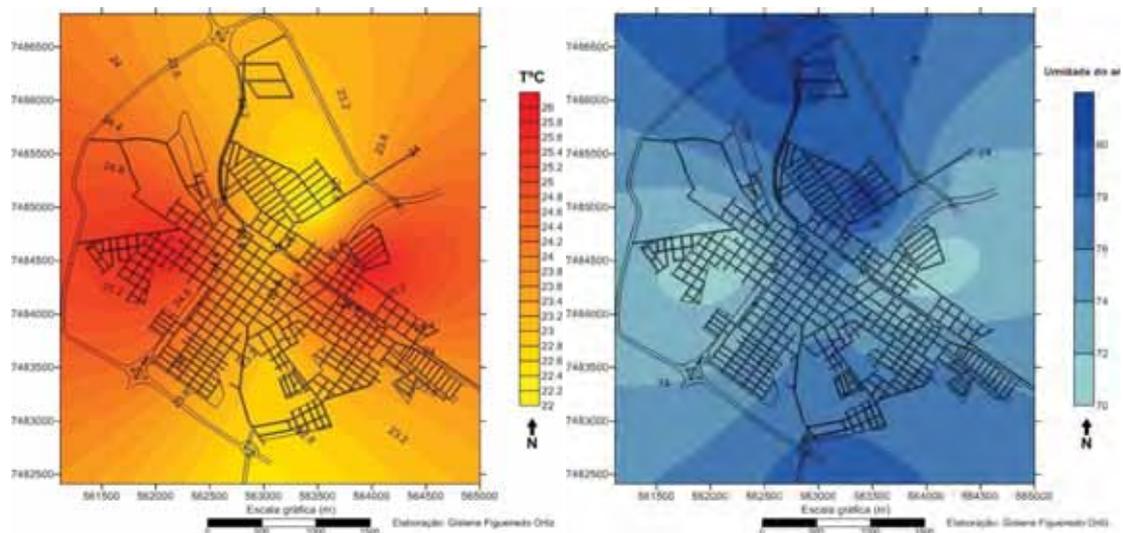


Figura 38 - Carta de isoterma e isoígra do dia 17/01/2011 – 7h – Cândia Mota/SP

Ainda com base na tabela 9, os dias que tiveram menores variações de temperatura (até 2°C) e umidade relativa do ar (8%) no horário das 7h, foram os dias 19 e 20 de janeiro de 2011. O sistema atuante na região foi a ZCOU, responsável por uma seqüência de dias chuvosos. A direção do vento, nesses dois dias, foi noroeste, a velocidade de 1 e 0,7 m/s, respectivamente e o céu estava encoberto.

Como se observou na figura 39 e na tabela 9, a diferença térmica entre os pontos no dia 19 de janeiro de 2011 às 7h foi de 2°C e a higrométrica de 8%. Isso se deve a intensa pluviosidade destes dias que, deixou a atmosfera urbana mais homogênea.

Os bairros com temperaturas mais baixas foram os mesmos registrados nas análises dos dias anteriores, o centro da cidade (Setor II) com 22,1°C, o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) com 21,7°C e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) com 22,2°C, ambos com umidade relativa do ar em 83%.

As áreas com maiores temperaturas foram o Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V) e o Jardim São Francisco (porção leste – setor I), sendo 23,5°C no primeiro e 23,7°C no segundo. A umidade relativa do ar estava mais baixa nesses locais, se comparado com o restante da cidade, 81% para o Jardim Santa Terezinha e 79% para o Jardim ao Francisco.

No ambiente rural, a temperatura se manteve mais baixa do que os bairros com maior aquecimento, entre 22,5°C e 22,1°C, entretanto, mais elevada que algumas partes da cidade como a porção sul e nordeste. Isto, devido ao aquecimento mais rápido do ambiente rural durante esse horário. A umidade relativa do ar apareceu mais alta na porção norte com 87% e nas demais entre 85% e 83%.

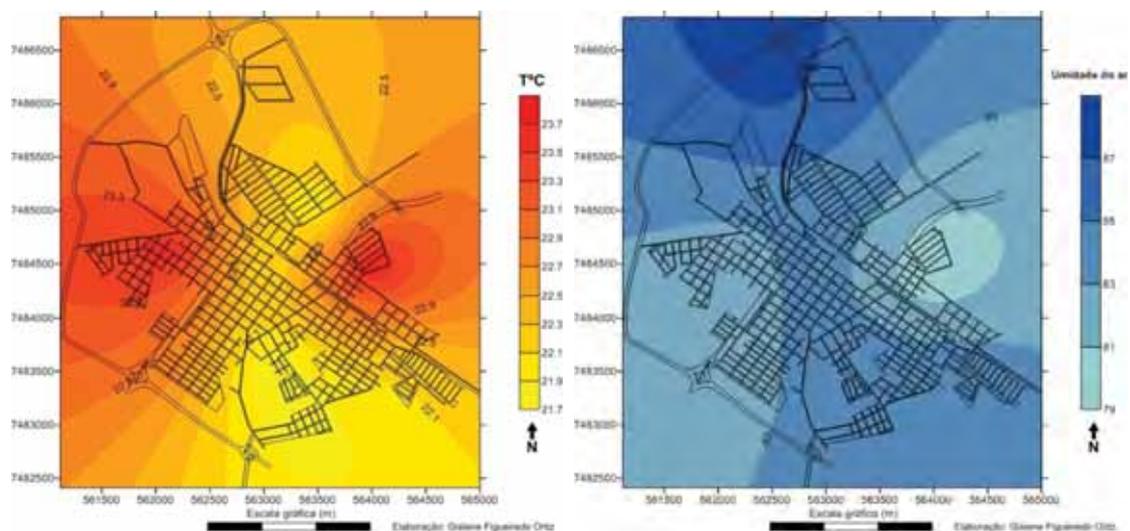


Figura 39 – Carta de isoterma e isoígra do dia 19/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP

Outro dia que chamou a atenção pela menor diferença (1,8°C) entre os pontos, foi 20 de janeiro de 2011. Nesse dia a ZCOU, ainda atuava na região e, houve precipitação de

0,2mm até as 7 horas e o céu se manteve totalmente encoberto. Essa menor diferença se deve a precipitação durante esse período, que regula a temperatura e umidade da cidade.

Apesar da pequena diferença de temperatura, o comportamento térmico e higrométrico da cidade estudada manteve o padrão dos dias anteriores como pode ser observado na figura 40. O centro da cidade (Setor II), o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) continuaram menos aquecidos que as demais áreas, com temperatura do ar próxima de 22,3°C e, umidade relativa do ar 87% para o centro e Parque Santa Cruz e 89% para os conjuntos habitacionais.

Os maiores valores térmicos foram encontrados novamente no Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V) e no Jardim São Francisco (porção leste – setor I), 23,3°C e 23,7°C, respectivamente. A umidade relativa do ar estava mais baixa nesses pontos e, próximo deles, com 83% na porção leste e 85% na porção noroeste. Destaca-se que na carta de isoígra, aparece também, a umidade mais baixa na porção sudoeste 83%.

O entorno rural se mostrou com as mesmas características apresentadas nas análises anteriores.

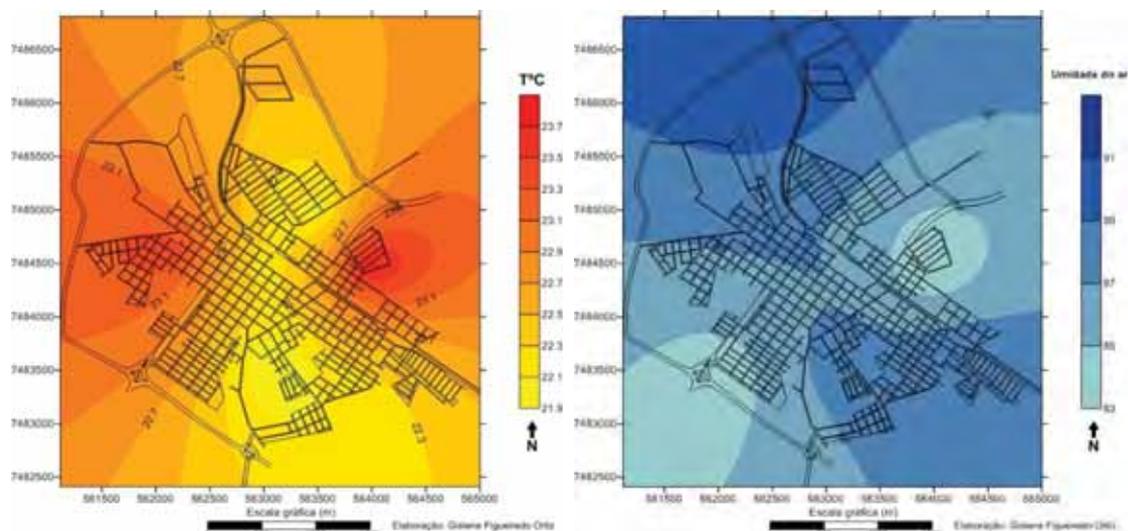


Figura 40 - Carta de isoterma e isoígra do dia 20/01/2011 – 7h – Cândido Mota/SP

Os demais dias que aparecem na tabela 9 e não foram destacados nesta análise, com cartas de isotermas e isoígras, representando a espacialização dos dados, apresentaram comportamentos semelhantes ao demonstrado nas análises anteriores, onde, não ocorreram grandes ou pequenas disparidades no campo térmico e higrométrico.

5.2.2 Condições térmicas e higrométricas às 9h

Os dados na tabela 10 demonstram que as diferenças térmicas no horário das 9h, começaram a aumentar em mais áreas da cidade estudada, se comparado com os dados do horário das 7h, entretanto, as maiores diferenças térmicas, foram de aproximadamente 4,5°C. A umidade relativa do ar experimentou diferenças também, de um ponto para outro em alguns dias, de 14% e no dia 26 de janeiro de 2011 chegou a 18%.

No dia 31 de janeiro de 2011, no horário das 9h, a diferença térmica entre os pontos analisados foi de 4,2°C, onde ocorreu uma pequena queda de 0,6°C nessa diferença, se comparada com as 7h, o que é resultante, do maior aquecimento das demais áreas que estavam menos aquecidas no início da manhã. A velocidade do vento aumentou para 1,6 m/s e sua direção era norte. Esse fator deve ter colaborado para o aumento da temperatura do ar ao longo da cidade, pois, a porção noroeste da cidade se encontrava mais aquecida no horário anterior e, o vento deve ter distribuído esse calor para o resto da malha urbana. A diferença da umidade relativa desse dia foi de 14%, sendo igual a da 7h.

A figura 41 retrata a distribuição de calor ao longo da cidade. Entretanto, o padrão de aquecimento demonstrado anteriormente, nas análises das 7h se manteve. O centro da cidade (Setor II) com 21,8°C, o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) com 22,2°C, e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) com 21,4°C se mantiveram menos aquecidos que os demais pontos estudados. A umidade relativa do ar também manteve o padrão, sendo maiores nessas áreas menos aquecidas, 68% e 70%.

Novamente os pontos mais quentes e os menores valores de umidade relativa da cidade foram o Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V) com 23,4°C e 64%, e o Jardim São Francisco (porção leste – setor I) com 24,6 e 62%.

No entorno rural a umidade relativa do ar estava mais elevada na porção norte e sul, 74% e 72%, respectivamente, e a temperatura se manteve mais amena com valores entre 21°C e 21,4°C. A porção leste apresentou temperatura de aproximadamente 22,6°C, por absorver radiação solar mais rapidamente que a área urbanizada durante a manhã, como no estudo de Viana (2006) e Mendonça (2009).

Tabela 10 - Variação térmica e higrométrica entre os pontos fixos (urbano e rural) – 9h

Data	Variação Temperatura (°C)	Variação higrométrica (%)	Precipitação Total do dia (mm)	Precipitação no horário das 9h (mm)	Direção do vento (m/s)
31/12/2010	4,2	14	-	-	1,6
01/01/2011	4,6	14	-	-	1,6
02/01/2011	4,8	16	35,3	-	1,2
03/01/2011	3,2	12	-	-	1,2
04/01/2011	4,4	14	-	-	1,0
05/01/2011	3,2	14	-	-	0,7
06/01/2011	4,0	12	12,9	-	0,8
07/01/2011	4,0	14	0,7	-	1,2
08/01/2011	3,2	14	-	-	1,3
09/01/2011	3,0	14	11,1	-	1,1
10/01/2011	2,6	12	0,2	-	0,6
11/01/2011	3,4	14	26,6	-	1,7
12/01/2011	2,2	10	13,2	-	1,6
13/01/2011	2,2	10	0,2	-	0,6
14/01/2011	2,2	12	-	0,508	0,7
15/01/2011	4,4	14	-	-	0,8
16/01/2011	4,0	14	-	-	1,4
17/01/2011	4,0	10	8,1	0,762	1,7
18/01/2011	2,4	12	18,8	-	1,2
19/01/2011	2,0	10	30,7	-	1,6
20/01/2011	1,8	10	1,2	-	1,4
21/01/2011	1,4	8	33,7	-	1,1
22/01/2011	2,6	10	11,9	-	1,1
23/01/2011	4,0	14	21,8	-	0,5
24/01/2011	4,0	8	26,1	-	0,9
25/01/2011	3,8	14	0,7	-	1,6
26/01/2011	4,0	18	2,2	-	0,8
27/01/2011	4,0	12	1,2	-	0,6
28/01/2011	3,4	16	16,7	-	0,6
29/01/2011	3,8	14	22,1	-	0,5

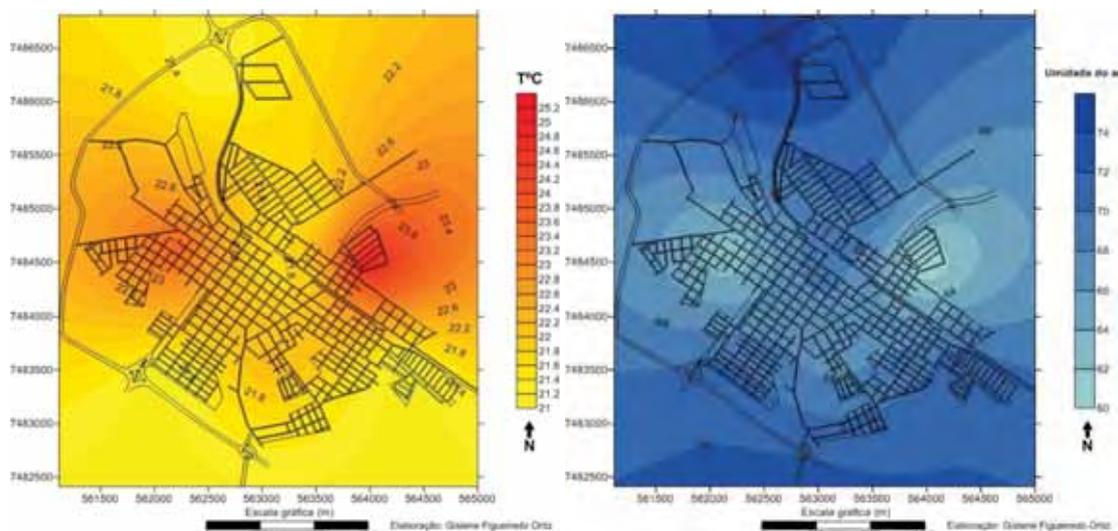


Figura 41 - Carta de isoterma e isoígra do dia 31/12/2010 – 9h – Cândido Mota/SP

Em 01 de janeiro de 2011, a diferença de temperatura entre os pontos foi de 4,6°C (tabela 10), menor do que às 7h. Nesse dia, foi registrada a maior diferença térmica às 7h. Nota-se que essa diferença às 9h, diminuiu, devido ao aquecimento das demais áreas da cidade (Figura 42). A variação da umidade relativa do ar, também foi de 14%. A direção predominante do vento foi de sudeste e a velocidade 1,6 m/s.

Para esse dia, as cartas de isotermas e de isoígras demonstraram o padrão que veio se apresentando ao longo da pesquisa, o centro da cidade (Setor II), o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III), apresentaram menores temperaturas que as demais: o primeiro com 23°C, o segundo com 22,6°C e o terceiro com 22,8°C. A umidade relativa nesses bairros estava mais alta do que os demais, sendo, 73% na porção nordeste e sudeste e 71% no centro.

Os maiores valores de temperatura foram registrados na porção noroeste (Setor V), Jardim Santa Terezinha e leste (porção leste – setor I), Jardim São Francisco, 24,6°C e 25,8°C, respectivamente. A umidade relativa do ar se manteve mais baixa nesses bairros, 67% no Jardim Santa Terezinha e 62% no Jardim São Francisco.

O entorno rural, se apresentou mais aquecido a oeste e a leste, devido à maior absorção de radiação solar e rápida devolução em forma de calor para a atmosfera, com 24°C e a umidade relativa do ar em 67%. Já as porções norte e sul estavam menos aquecidas e com maior umidade, 23°C e 71%.

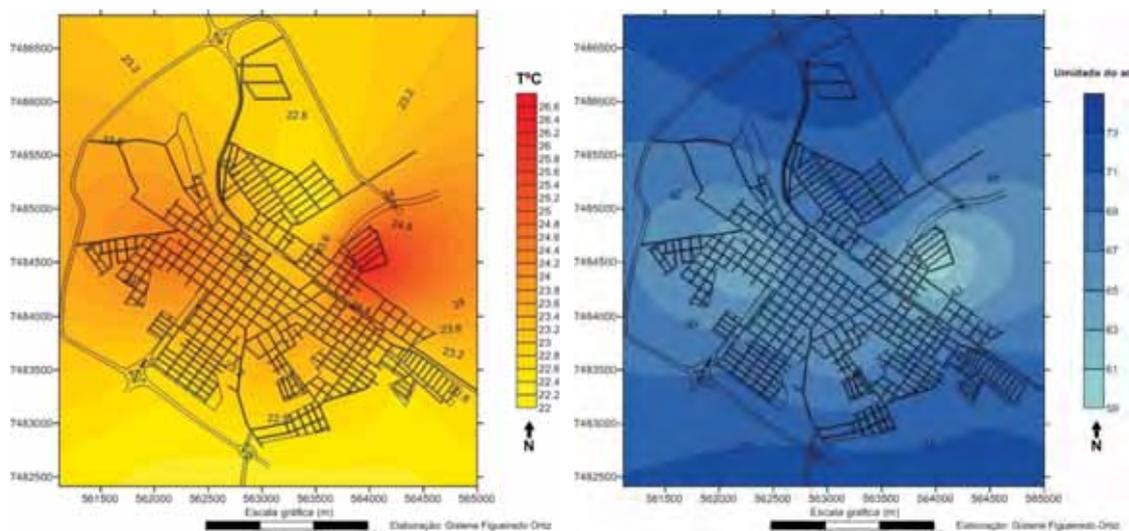


Figura 42 - Carta de isoterma e isógrafa do dia 01/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP

A diferença térmica registrada no dia 02 de janeiro de 2011 foi de 4,8°C (tabela 10), no horário das 9h, maior que o valor registrado às 7h (4,4°C). A diferença de umidade entre os pontos foi mais alta, com o total de 16%. Nesse dia houve precipitação, 7,1 mm até as 8h da manhã. Acredita-se, então, que por esse motivo, a diferença de umidade relativa aumentou em determinados pontos. A direção predominante do vento foi norte e a velocidade 1,2 m/s.

Os padrões térmicos e higrométricos, traçados nos dias anteriores, se mantiveram (Figura 43) e, os bairros menos aquecidos para esse horário foram o centro (Setor II), o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III), ambos com temperatura do ar em 21,6°C e umidade relativa do ar em 80% no centro e 82% no Parque Santa Cruz e conjuntos habitacionais.

O Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V) apresentou temperatura mais elevada que alguns pontos, 22,6°C e, a umidade estava mais alta do que nos dias anteriores, igual a do centro da cidade, em 80%, isso, devido à precipitação das horas anteriores. No Jardim São Francisco (porção leste – setor I) foi encontrado o maior valor de temperatura 25,1°C e, o menor índice de umidade relativa do ar, 70%.

O entorno rural apresentou temperaturas intermediárias, sendo 21,6°C ao norte e ao sul e, um pouco mais quente, 22,4°C a oeste e 22,8°C a leste. A umidade relativa do ar estava mais elevada que muitas áreas da cidade, com 86% ao norte e 80% ao sul.

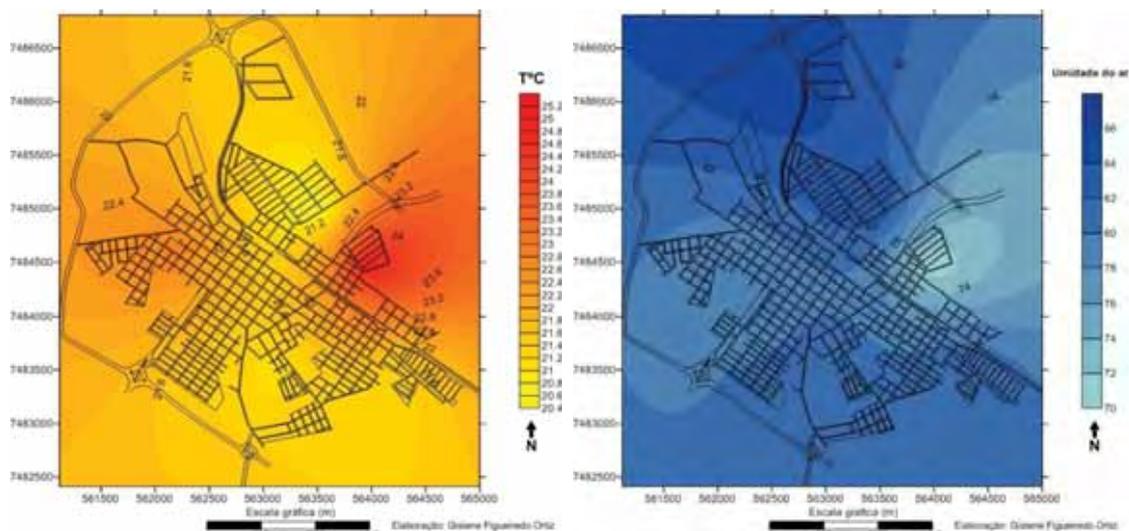


Figura 43 - Carta de isoterma e isoígra do dia 02/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP

No dia 04 de janeiro de 2011, a diferença térmica entre os pontos foi de 4,4°C (Tabela 10), e a diferença da umidade relativa manteve-se em 14%, menor, se comparada com a do dia 02, nesse mesmo horário. A velocidade do vento estava em 1,0 m/s e direção leste.

Na figura 44, pôde-se observar as diferenças térmicas e higrométricas da cidade estudada. O ponto mais aquecido e com menor umidade da cidade, é o Jardim São Francisco (porção leste – setor I), com o total de 27°C e 67% de umidade relativa do ar. O Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V) que se mostrava mais aquecido durante a pesquisa, no dia e horário em questão, apresentou temperatura de 24,4°C e umidade relativa do ar de 77%, ou seja, temperatura e umidade mais próxima do restante urbano.

O Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) se destacou com temperatura de 23°C, juntamente com a porção sul e sudeste da cidade. A umidade relativa do ar nesse bairro era de 79%, uma das mais baixas da malha urbana.

O centro da cidade (Setor II) teve sua umidade influenciada pelo Jardim São Francisco, como pode ser observado na figura 40, um pouco mais baixa que os bairros próximos, com 75%.

O entorno rural, apresentou temperatura próxima dos 23°C e 23,8°C e a umidade acompanhou esse modelo, menor próxima aos bairros mais quentes, 75% e 77%, e mais elevada nas porções menos aquecidas com 79% e 81%.

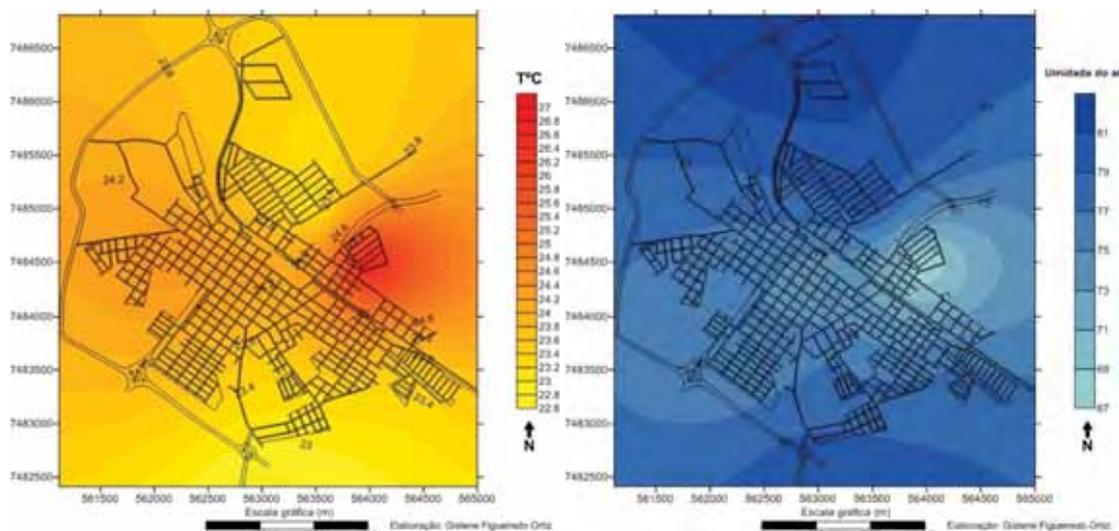


Figura 44 - Carta de isoterma e isoígra do dia 04/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP

No dia 15 de janeiro de 2011, uma Massa Polar Atlântica atuava na região, o céu estava claro, não ocorreu precipitação e o vento era sul com velocidade de 0,8 m/s. De acordo com os dados da tabela 10, pode-se afirmar que, a diferença entre os pontos da cidade foi de 4,4°C e a da umidade relativa do ar foi de 14%.

Na figura 45, verificam-se as diferenças de temperatura e umidade relativa do ar. Os pontos menos aquecidos com a temperatura do ar próxima de 24,4°C foram: o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV), o centro (Setor II) e os bairros na porção sul/sudeste. E a umidade relativa do ar nessas áreas foi de 75%.

Os pontos mais aquecidos da cidade, novamente, estavam concentrados no Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V) e no Jardim São Francisco (porção leste – setor I – área densamente construída com vegetação arbórea), o primeiro com 26,2°C e o segundo com 27,8°C. Ambos apresentaram umidade relativa do ar inferior aos demais pontos, sendo de 73% e 71%, respectivamente.

A área rural circunvizinha teve os menores valores de temperatura do ar com aproximadamente 24,2°C e, umidade relativa do ar em 81% e 83%, norte e sul. No setor oeste e leste, a temperatura foi mais elevada próxima dos 25°C e a umidade relativa do ar entre 75% e 77%.

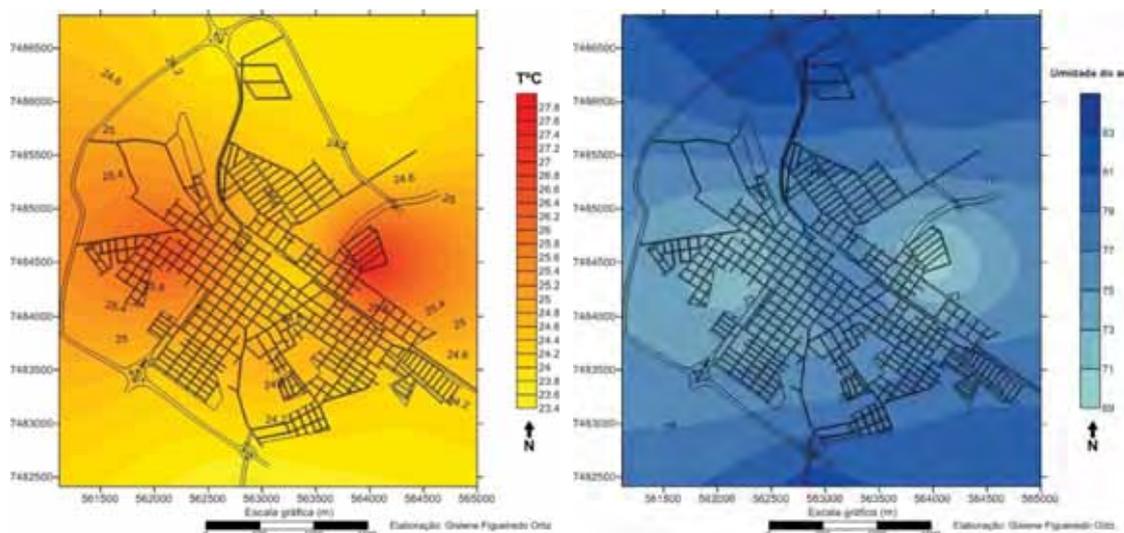


Figura 45- Carta de isoterma e isoígra do dia 15/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP

Os dias que tiveram as menores diferenças de temperatura (até 2°C) e umidade relativa do ar (até 10%), no horário das 9h, foram os dias 19, 20 e 21 de janeiro de 2011 (tabela 10). A região estudada estava sob influência do sistema ZCOU, com dias de intensa precipitação. A direção predominante do vento foi nordeste e a velocidade estava entre 0,2 m/s e 2 m/s e o céu se manteve encoberto e, parcialmente, encoberto.

Os três dias, com as menores diferenças para esse horário de estudo, estão representados nas figuras 46, 47 e 48. Foi possível observar que, em ambas, o padrão térmico e higrométrico presente nos dias anteriores, estavam presentes.

Os bairros mais aquecidos estavam na porção leste e oeste da cidade, Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V) e Jardim São Francisco (porção leste – setor I) com valores acima de 24°C e a umidade mais baixa, com valores inferiores a 85%.

Identifica-se novamente o centro (Setor II), o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III), com as menores temperaturas, inferiores a 24°C e os maiores valores de umidade relativa do ar, se comparados com ao restante da cidade, superiores a 83%.

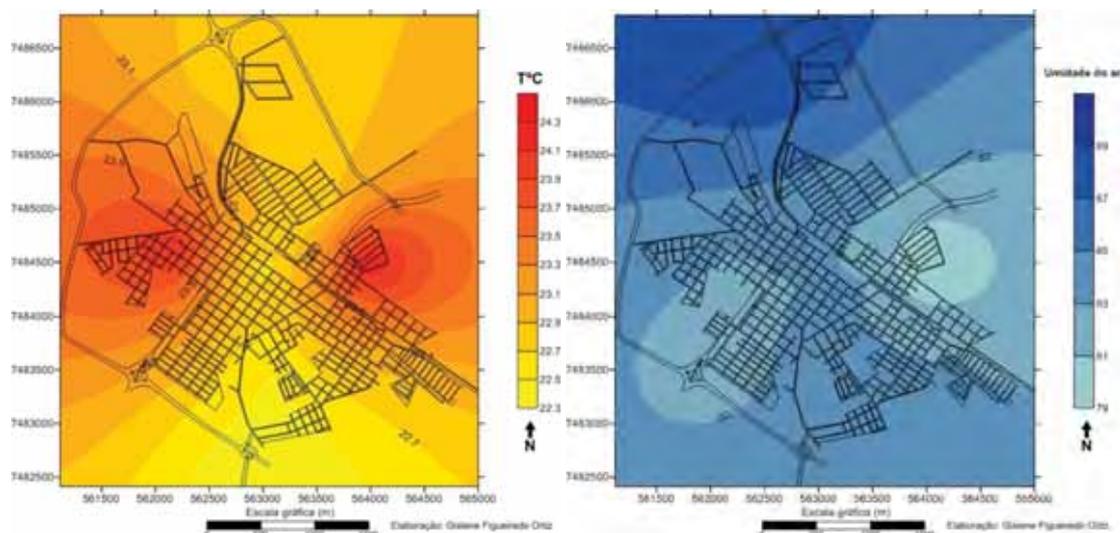


Figura 46- Carta de isoterma e isoígra do dia 19/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP

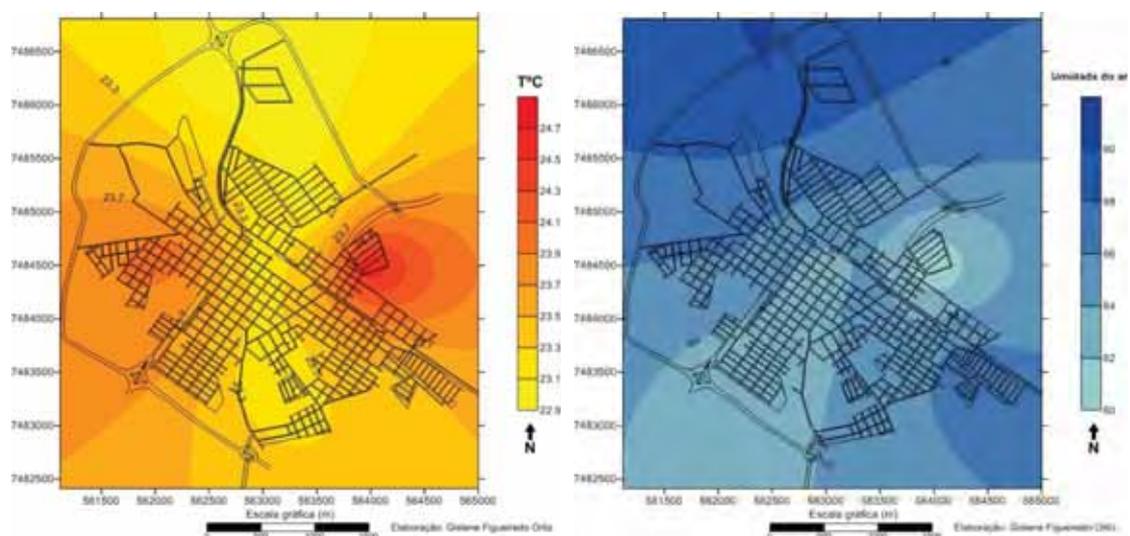


Figura 47- Carta de isoterma e isoígra do dia 20/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP

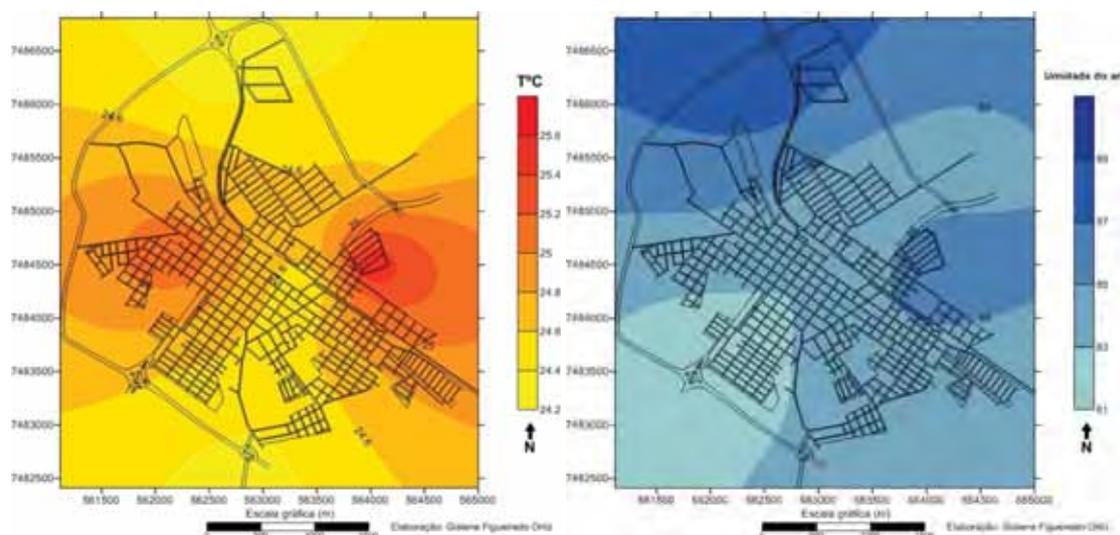


Figura 48- Carta de isoterma e isoígra do dia 21/01/2011 – 9h – Cândido Mota/SP

Para realização da análise, foram destacados os dias em que se obteve maior ou menor disparidade de temperatura e umidade relativa do ar, e, por esse motivo não foram apresentados por meio de cartas de isotermas e isoígras os demais dias da tabela 10.

Desta forma, verifica-se que nos dois horários (7h e 9h) analisados, a cidade apresentou o mesmo modelo no campo térmico e higrométrico, com aquecimento na periferia (noroeste e leste) e na área rural próxima. Tal padrão de aquecimento, como já foi destacado nas análises, já foram encontrados nos estudos de Viana (2006) e Mendonça (2009).

5.2.3 Condições térmicas e higrométricas às 15h

Com base na tabela 11, pode-se destacar que, às 15h, a temperatura da cidade experimentou as maiores diferenças, se comparada com os horários da 7h e 9h, chegando a 8°C nos dias 15, 21, 23 e 24 de janeiro de 2011. A umidade relativa do ar, também seguiu essa regra chegando à diferença de 20% nos dias 9, 20, 28 e 29 de janeiro de 2011.

Nas cartas de isotermas e isoígras (Figura 49) observa-se que, o padrão de distribuição da temperatura e, da umidade relativa do ar, teve uma mudança em comparação ao padrão dos horários de análise anteriores (7h e 9h), no dia 31 de janeiro de 2010. Nesse dia, a diferença de temperatura entre os pontos de coleta de dados foi de 6,4°C e a diferença da umidade relativa do ar de 12%. A velocidade do vento foi de 0,6 m/s e a direção de nordeste. Não houve precipitação, o céu estava limpo, apesar da presença de uma ZCAS na região.

O Jardim São Francisco (porção leste – setor I) se manteve aquecido, acompanhando o padrão da manhã, com temperatura de 33,2°C e umidade relativa do ar de 46%. Os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) também sofreram aumento da temperatura do ar, com o total de 34°C e umidade relativa de 46%. Assim, pode-se afirmar que esses bairros populares absorvem mais calor ao longo da manhã e isso se reflete no aumento da temperatura do ar no meio tarde.

Tabela 11 - Variação térmica e higrométrica entre os pontos fixos (urbano e rural) – 15h

Data	Variação temperatura (°C)	Variação higrométrica (%)	Precipitação total do dia (mm)	Precipitação no horário das 15h (mm)	Direção do vento (m/s)
31/12/2010	6,4	12	-	4,064	0,7
01/01/2011	7,2	16	-	-	1,2
02/01/2011	5,2	18	35,3	-	1
03/01/2011	6,4	18	-	0,254	0,7
04/01/2011	6,0	16	-	-	0,9
05/01/2011	4,6	16	-	-	0,6
06/01/2011	4,2	14	12,9	-	1,2
07/01/2011	4,0	14	0,7	-	0,9
08/01/2011	4,6	18	-	-	0,8
09/01/2011	4,6	20	11,1	-	0,7
10/01/2011	5,4	18	0,2	-	0,5
11/01/2011	4,6	16	26,6	-	0,6
12/01/2011	3,6	16	13,2	-	1,6
13/01/2011	4,2	18	0,2	-	0,7
14/01/2011	5,0	16	-	0,508	1
15/01/2011	8,0	16	-	-	0,7
16/01/2011	6,4	16	-	-	1
17/01/2011	4,2	14	8,1	-	1
18/01/2011	2,8	14	18,8	-	0,7
19/01/2011	3,4	16	30,7	-	0,7
20/01/2011	4,8	20	1,2	-	1,2
21/01/2011	8,0	24	33,7	-	1,1
22/01/2011	5,4	22	11,9	0,508	1
23/01/2011	8,0	18	21,8	-	0,6
24/01/2011	8,0	24	26,1	-	0,9
25/01/2011	7,2	20	0,7	-	0,6
26/01/2011	6,4	18	2,2	-	0,9
27/01/2011	6,0	16	1,2	-	1
28/01/2011	6,0	20	16,7	-	1
29/01/2011	5,6	20	22,1	-	0,6

O ponto mais aquecido da cidade foi o centro (Setor II) com 36,4°C e menor umidade relativa do ar, 40%. Essa área é densamente construída onde se concentra o comércio, tem vegetação arbórea esparsa e algumas praças. Esse aumento da temperatura se deve ao acúmulo de radiação solar ao longo do dia pelas construções e movimentação de veículos. Como pode ser observado na carta de temperatura de superfície (Figura 29), o centro apresenta temperatura elevada em determinadas áreas.

O Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V), que se mostrou mais aquecido durante as manhãs, não se aqueceu tanto quanto esses bairros apresentados, com temperatura do ar de 32°C e umidade relativa do ar em 48%. A configuração urbana desse bairro deve ter contribuído para que não se aquecesse tanto nesse horário, pois as residências estão localizadas em terrenos grandes e muitas têm gramados, que auxiliam no equilíbrio térmico do ar. Nesse bairro, a movimentação de veículos é baixa.

O entorno rural, ao norte, manteve os menores valores de temperatura do ar e maiores valores de umidade relativa do ar, 30,4°C e 52%, respectivamente. A forma de ocupação do solo nessa área potencializou esse resultado, pois, a grande quantidade de vegetação e poucas construções permitem esse comportamento. A porção sul teve temperatura mais elevada, próxima dos 33,6°C e umidade entre 46% e 48%. Acredita-se que a direção nordeste do vento, possa ter levado o ar mais aquecido e menos úmido da cidade para essa área.

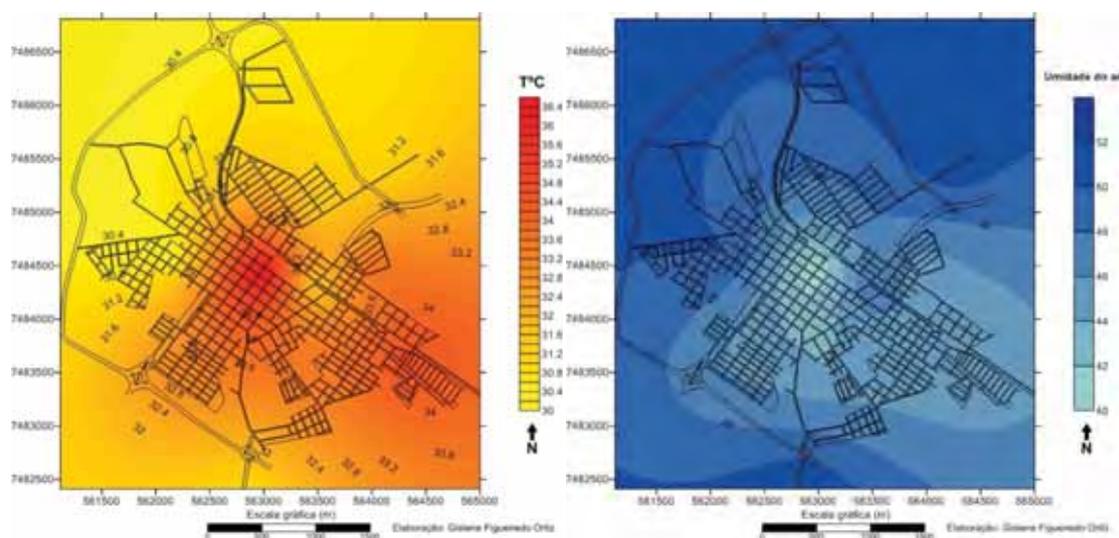


Figura 49- Carta de isoterma e isoígra do dia 31/12/2010 – 15h – Cândia Mota/SP

O padrão apresentado no dia 31 de dezembro de 2010, para as 15h, se repetiu ao longo dos dias do mês de janeiro de 2011, na cidade estudada. Foram selecionados, os dias em que foram registradas as maiores diferenças de temperatura do ar entre os pontos, para analisar e demonstrar por meio de cartas de isotermas e isoígras.

No dia 15 de janeiro de 2011 às 15h, o vento era leste e a velocidade estava em 0,7 m/s e não houve precipitação. A cidade apresentou um maior aquecimento no centro (Setor II), com valor de 38°C e umidade relativa de 40%, aonde a diferença entre os pontos

chegou a 8°C e a de umidade a 16%. Desta forma, fica evidente que a movimentação de veículos mais o calor acumulado pelas construções formaram uma ilha de calor no centro da cidade com magnitude de 8°C (Figura 50).

O Jardim São Francisco (porção leste – setor I) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) apresentaram, juntamente, com a porção sul da cidade, temperaturas mais elevadas, próximas de 36°C e, umidade relativa entre 44% e 46%. As características desses bairros corroboraram, para que, a temperatura se firmasse mais alta e a umidade mais baixa, devido ao grande número de residências, algumas com telhas de fibrocimento e pouca arborização.

O Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) estava com temperatura de 34°C e umidade de 50%, esteve entre os pontos da cidade com temperatura intermediária. Acredita-se que este comportamento térmico e higrométrico acontece devido à proximidade com a zona rural e a presença das áreas verdes no bairro.

No Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V), o padrão do dia 31 de dezembro de 2010 para esse horário se manteve e, o bairro teve temperatura de 32,4°C e umidade relativa do ar de 50%.

Na área rural circunvizinha ocorreu o mesmo comportamento encontrado no dia 31 de dezembro de 2010: o vento foi de norte e a porção norte estava menos quente e mais úmida (31,2°C e 54%), enquanto que, a maior temperatura e menor umidade (36°C e 46%) estavam na porção sul/sudeste.

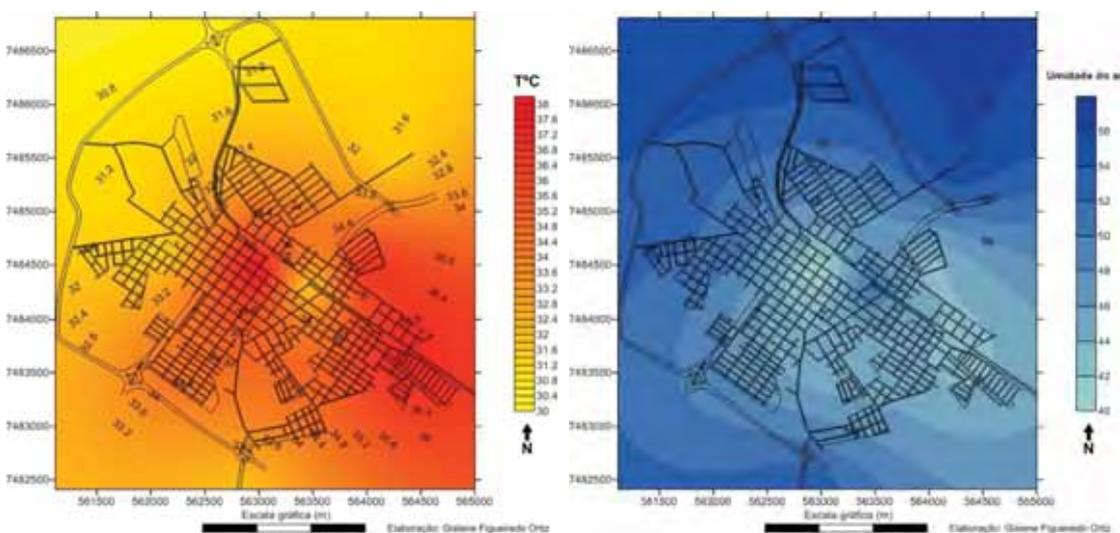


Figura 50 - Carta de isoterma e isógra do dia 15/01/2011 – 15h – Cândia Mota/SP

Em 21 de janeiro de 2011, às 15h, o vento mantinha direção leste e velocidade de 1,1 m/s e, houve inclusive, precipitação de 0,2 mm. A diferença de temperatura do ar foi de 8°C e, de umidade relativa do ar de 24% (maior diferença de umidade registrada). Ressalta-se, que nesse dia, às 9h, a cidade havia experimentado a diferença de apenas 1,8°C e que, no decorrer do final da manhã e início de tarde, alguns pontos da cidade se aqueceram rapidamente.

Verifica-se que o centro da cidade (Setor II) apresentou a temperatura do ar de 38°C e umidade relativa do ar de 52% (Figura 51). Como já exposto anteriormente, essa área é densamente construída e conta com vegetação arbórea significativa, apenas em algumas praças, por isso, apresenta a temperatura do ar mais elevada durante esse horário, devido, ao acúmulo de radiação solar durante a manhã e início de tarde, além, da movimentação de veículos.

O padrão de aquecimento no Jardim São Francisco (porção leste – setor I) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) se mantiveram nesse dia e horário. A temperatura do ar, no primeiro bairro, estava na casa dos 32,4°C e no segundo e imediações 32,6°C e 32°C, a umidade relativa do ar foi de 62% e 68%, respectivamente.

Acredita-se que a precipitação do dia, colaborou para que a área rural circunvizinha se mantivesse com temperatura mais amena, entre 28,8°C e 30°C. A umidade relativa do ar nessa área estava entre 70% e 67%.

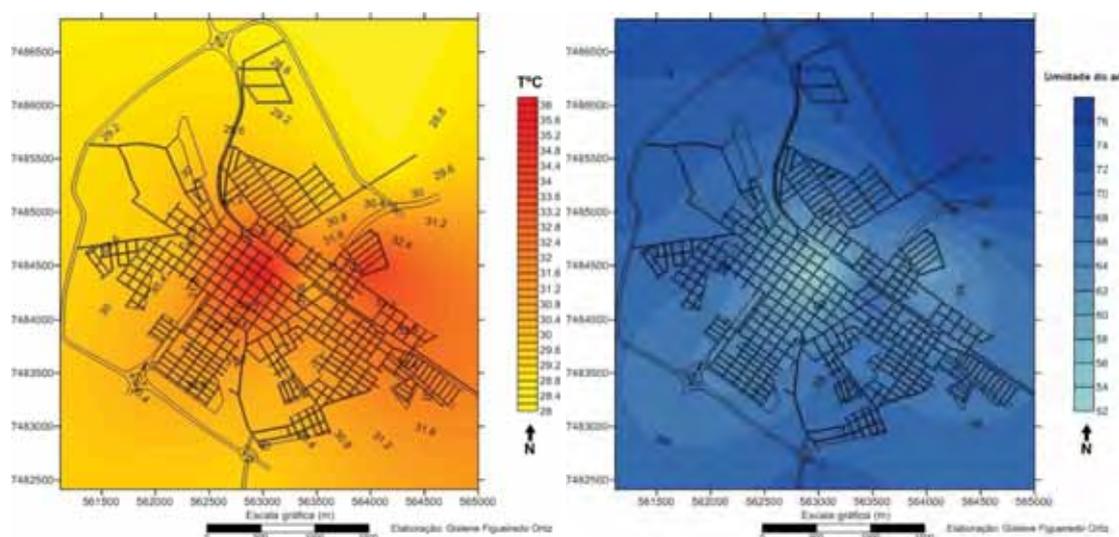


Figura 51 - Carta de isoterma e isoígra do dia 21/01/2011 – 15h – Cândido Mota/SP

A figura 52 retrata a diferença de temperatura e umidade relativa do ar na cidade, no dia 23 de janeiro de 2011, referente às 15h, que foi de 8°C de temperatura do ar e 24% de umidade relativa do ar (Tabela 11). Nesse dia, a região estava sob influência de uma Massa Tropical Atlântica, o céu encoberto, até esse horário e, não havia ocorrido precipitação, o vento estava na direção leste e sua velocidade foi de 0,6 m/s.

Nas cartas de isotermas e isoígras (Figura 52) observou-se que a porção leste e sudeste da cidade, se encontraram mais aquecidas, com valores entre 36,4°C e 38°C de temperatura do ar, a umidade relativa estava mais baixa, 46% e 49%. Compostas pelos conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) e pelo Jardim São Francisco (porção leste – setor I), esses pontos da malha urbana, já vinham se mostrando mais aquecidos nesse horário, por serem bairros que, caracteristicamente, acumulam mais energia ao longo do dia, devido à suas peculiaridades.

O Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) aparece, nessa carta de isoterma, mais aquecido do que nas análises anteriores, com 34,6 °C e umidade relativa de 50%. Com base na direção do vento, foi possível apontar que, provavelmente, esse bairro recebeu ar quente dos bairros mais aquecidos ao leste e sudeste.

O centro (Setor II) também se mostrou com temperatura mais elevada, sendo de 36,1°C e a umidade relativa de 50%. Pode-se afirmar que esse padrão se deve à densidade construtiva, que é alta e, à ausência de vegetação, exceto em algumas praças que não foram suficientes para minimizar os efeitos da alta temperatura.

Na área rural, o modelo dos dias anteriores foi mantido, onde norte e oeste apresentaram-se com menores temperaturas e maiores valores de umidade relativa do ar, 30,8°C e 60%. E leste e sudeste com maior aquecimento e menor umidade relativa do ar, 36,4°C e 48%.

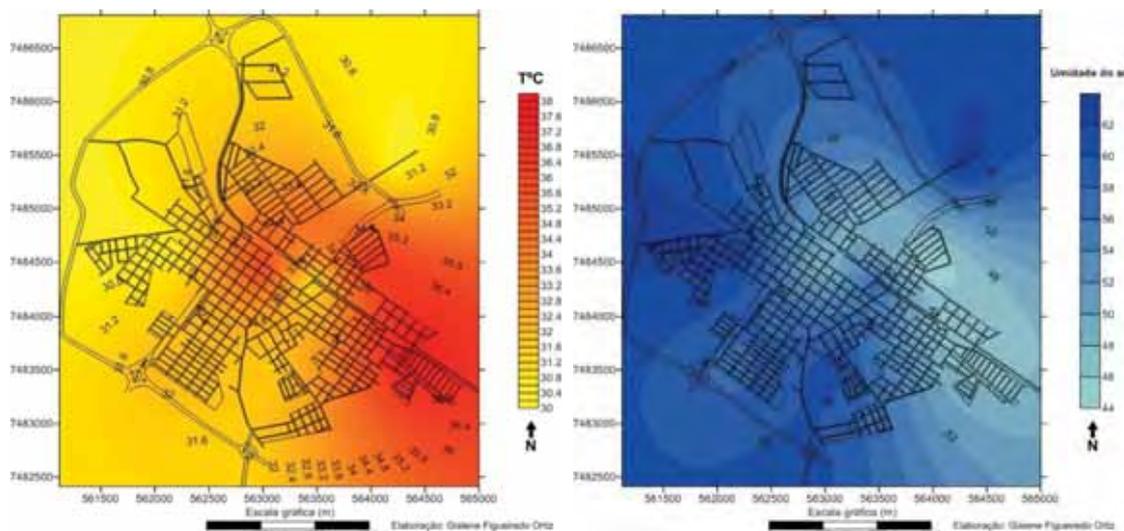


Figura 52 - Carta de isoterma e isoígra do dia 23/01/2011 – 15h – Cândido Mota/SP

No dia 24 de janeiro de 2011, a diferença de temperatura na cidade, foi de 8°C, mas, o que chamou a atenção, foi a variação de 24% da umidade relativa do ar (Tabela 11). O céu estava encoberto, houve precipitação de 26,1mm durante a madrugada (entre as 2 e 3 horas), a direção do vento era nordeste e a velocidade de 0,9 m/s.

Nas cartas de isotermas e isoígras, referentes a esse dia (Figura 53), verificou-se novamente um aquecimento no centro da cidade (Setor II), com temperatura de 38,4°C, a umidade relativa se mostrou baixa, com 42%. Acredita-se que, a forma de uso e ocupação do solo mais o trânsito nessa área propiciaram esse aumento de temperatura e queda na umidade relativa do ar.

O Jardim São Francisco (porção leste – setor I) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III), também apresentaram temperatura elevada, sendo de 36,1°C no primeiro e, 36,6°C no segundo. A umidade relativa do ar nesses bairros estava baixa, com 42% no centro (Setor II) e no Jardim São Francisco e 46% nos conjuntos habitacionais.

No Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V), a temperatura estava mais baixa, 31,7°C e a umidade relativa do ar em 54%. Essa área não se aqueceu tanto ao longo dia, provavelmente, pela forma de uso e ocupação do solo, com terrenos grandes, construções esparsas e áreas verdes.

Na área rural estudada encontrou-se o maior valor de umidade relativa do ar no leste, com 66%, nesse ponto a temperatura foi de 31,3°C, inferior, em relação às demais áreas na malha urbana. As altas temperaturas podem ser visualizadas na porção sudeste, 36,5°C e a umidade relativa do entre 50% e 48%

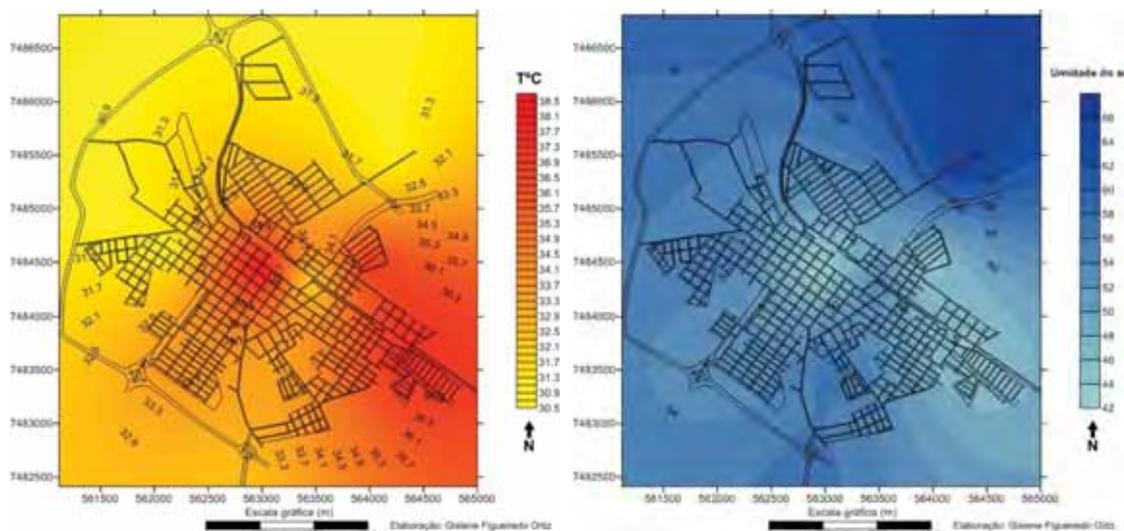


Figura 53 - Carta de isoterma e isoígra do dia 24/01/2011 – 15h – Cândido Mota/SP

O dia 18 de janeiro de 2011 foi selecionado para demonstrar as características do campo térmico da cidade, com a menor diferença de temperatura do ar ($2,8^{\circ}\text{C}$ – tabela 12), no horário das 15h, durante esta pesquisa. Neste horário, a precipitação foi de 2,2 mm, o céu se manteve encoberto, o vento estava na direção nordeste e sua velocidade era de 0,7 m/s.

Nas cartas de isotermas e isoígras observa-se que a porção leste e sudeste da cidade estavam mais quentes e menos úmidas durante as 15h (Figura 54). Nos conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III), a temperatura foi de $29,6^{\circ}\text{C}$ e no Jardim São Francisco (porção leste – setor I) foi de 30°C . A umidade relativa nesses pontos estava em 60%, a mais baixa registrada em toda a cidade. O tipo de uso e ocupação do solo nesses bairros fez com que a temperatura e a umidade relativa do ar se comportassem dessa maneira.

O centro (Setor II) estava levemente aquecido ($29,6^{\circ}\text{C}$), se comparado com os dias anteriores, nesse mesmo horário. A umidade estava em 62%, um pouco mais alta do que na porção leste e sudeste.

O Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) e o Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V), se apresentaram menos aquecidos que as demais áreas da cidade, com temperatura próxima de 28°C e a umidade relativa do ar em 66%.

Na área rural, próxima da malha urbana, o padrão dos dias anteriores analisados se manteve. Na porção norte com a temperatura de $27,6^{\circ}\text{C}$, mais amena e a umidade relativa do ar em 72% e 74%, mais úmida. A porção sul e sudeste estava mais aquecida e com menor umidade, $28,8^{\circ}\text{C}$ e 64%, respectivamente.

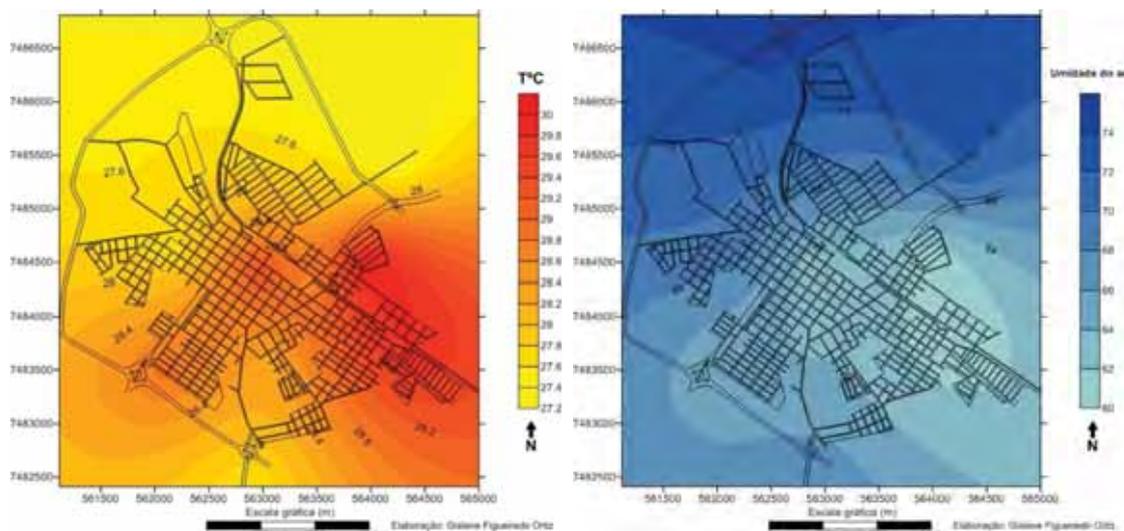


Figura 54 - Carta de isoterma e isoígra do dia 18/01/2011 – 15h – Cândido Mota/SP

Este horário analisado demonstrou que, o centro da cidade ao receber radiação solar ao longo da manhã e início da tarde, foi acumulando-a, aquecendo o ar e diminuindo a umidade relativa, como pode ser verificado nos trabalhos de Viana (2006) e Lima (2011). O Jardim Santa Terezinha, apesar de se apresentar mais aquecido durante as manhãs, não se aqueceu com tanta intensidade como o centro da cidade, isso, devido à forma de uso e ocupação do solo, ou seja, com terrenos grandes, construções esparsas, presença de vegetação arbórea e gramados, que ajudam a regular a temperatura e umidade do ar.

5.2.4 Condição térmica e higrométrica às 21h

Conforme a tabela 12, os dias com as maiores diferenças na temperatura do ar, nos pontos de coleta na cidade foram 01, 15, 16 e 27 de janeiro de 2011, para o horário das 21h. A diferença térmica variou entre 4,6°C e 6°C. O dia com a maior diferença de umidade relativa do ar foi 16 de janeiro de 2011, com 18%.

No dia 01 de janeiro de 2011 às 21h, a diferença térmica entre os pontos da cidade foi de 5°C e, a de umidade relativa do ar de 14%. A direção do vento foi sudeste, a sua velocidade foi de 0,6 m/s e não houve precipitação.

Nota-se na figura 55 que, a cidade estava aquecida em diferentes pontos e a umidade relativa mais baixa. O Jardim São Francisco (porção leste – setor I – área densamente construída com vegetação arbórea) se manteve aquecido ao longo do dia e, continuou durante as 21h, com temperatura do ar de 30,6°C. A umidade relativa nesse bairro

foi de 54%, baixa, se comparada com outras áreas da cidade. Desta forma, com base nas análises dos horários anteriores (7h, 9h e 15h), pode-se afirmar que, esse bairro esteve quente e com menor umidade relativa do ar durante todo o dia e que isso, é resultante das suas características construtivas, como, por exemplo: telhas de fibrocimento, impermeabilização do solo, alta densidade construtiva e vegetação arbórea insuficiente.

Tabela 12 - Variação térmica e higrométrica entre os pontos fixos (urbano e rural) – 21 h

Data	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Precipitação total do dia (mm)	Precipitação no horário das 21h (mm)	Direção do vento (m/s)
31/12/2010	3,8	14	-	-	0,7
01/01/2011	5,0	14	-	-	0,6
02/01/2011	3,6	10	35,3	-	2,7
03/01/2011	3,6	14	-	-	0,6
04/01/2011	4,2	14	-	-	0,7
05/01/2011	3,4	12	-	-	0,5
06/01/2011	3,8	14	12,9	-	1,5
07/01/2011	3,4	14	0,7	-	0,6
08/01/2011	4,4	16	-	-	0,4
09/01/2011	3,0	12	11,1	-	0,4
10/01/2011	3,2	16	0,2	-	0,4
11/01/2011	3,0	12	26,6	-	0,6
12/01/2011	3,8	8	13,2	-	0,7
13/01/2011	2,8	12	0,2	-	0,4
14/01/2011	3,6	12	-	0,762	0,4
15/01/2011	6,0	22	-	-	0,4
16/01/2011	4,8	18	-	-	0,4
17/01/2011	3,0	12	8,1	-	0,4
18/01/2011	2,6	10	18,8	-	0,4
19/01/2011	2,2	8	30,7	-	0,5
20/01/2011	2,4	10	1,2	-	0,4
21/01/2011	2,6	10	33,7	-	1,1
22/01/2011	2,2	10	11,9	-	0,4
23/01/2011	4,2	12	21,8	-	1,4
24/01/2011	4,4	18	26,1	-	0,6
25/01/2011	4,4	16	0,7	-	0,9
26/01/2011	3,4	16	2,2	-	0,9
27/01/2011	4,6	16	1,2	-	0,4
28/01/2011	3,8	18	16,7	-	0,5
29/01/2011	4,0	18	22,1	-	1,2

A porção oeste da cidade se mostrou mais aquecida nesse horário, o jardim Paraíso (porção oeste – setor IV – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e presença de áreas verdes) com temperatura de 30,5°C e umidade relativa de 54%. Nos outros horários de análise, esse bairro esteve menos quente e com maior umidade. Esse maior aquecimento pode ser resultante do acúmulo de radiação solar no final da tarde, já que, a orientação do mesmo é para oeste e a queda da umidade é produto do aumento da temperatura.

O Parque Santa Cruz tem as mesmas características do Jardim Paraíso, por isso, ambos foram classificados no setor IV. A diferença é que esse se localiza na porção nordeste da malha urbana. Essa área apresentou temperatura mais amena, com o valor de 26,6°C e umidade relativa do ar 63%. Essa diferença de temperatura e umidade, em relação ao Jardim Paraíso, sinaliza que a hipótese levantada sobre o aquecimento do mesmo nas análises anteriores tem fundamento, ou seja, a exposição aos raios solares no final da tarde com maior intensidade.

Outro fator que pode sustentar tal hipótese é que, o Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V) voltou a se aquecer nesse horário, apresentando temperatura de 29,3°C e umidade relativa do ar de 65%.

O centro da cidade (Setor II) estava com 28,6°C e umidade relativa de 56%, nesse momento, já não era o ponto mais quente da cidade, como às 15h.

Os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III), também não estavam mais tão aquecidos como às 15h. A temperatura registrada foi de 28°C e a umidade relativa do ar de 60%. É provável, que nesse dia, o ambiente rural ao sul, possa ter influenciado essa área e feito com que a temperatura tivesse uma leve queda, conhecido como efeito oásis.

O entorno rural, ao norte e a noroeste, também apresentou temperatura mais elevada, entre 29,2°C e 27,6°C, a umidade relativa do ar estava entre 56% e 60%. Ao sul a temperatura estava mais baixa, próxima de 25,6°C e umidade de 68%.

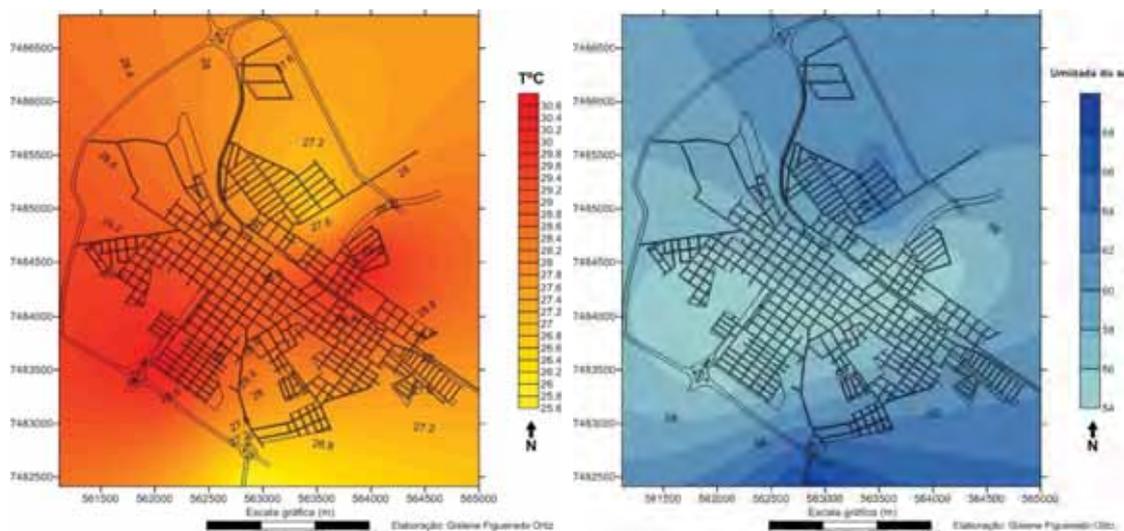


Figura 55 - Carta de isoterma e isoígra do dia 01/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

A diferença de temperatura do ar foi de 6°C e a de umidade relativa do ar de 22% (Tabela 12), no dia 15 de janeiro de 2011 em Cândido Mota/SP. A cidade, no período, era influenciada por uma Massa Polar Atlântica Tropicalizada, o céu estava claro, não ocorreu precipitação, o vento era sudeste e sua velocidade de 0,4 m/s.

Como pode ser observado na figura 56, o padrão de aquecimento noturno da cidade se manteve igual ao do dia 01 de janeiro de 2011. O Jardim Paraíso (porção oeste – setor IV) estava com a temperatura elevada, com 33,4°C e a umidade relativa, em 47%. Esse aquecimento e a menor umidade pode ser resultado da orientação do bairro para oeste, ou seja, ele ficou mais exposto a radiação solar no fim da tarde.

Os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) estavam mais aquecidos que alguns pontos da cidade, com 31,8°C e, a umidade relativa do ar estava em 51%.

O Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) estava com temperatura de 27,4°C e, umidade relativa do ar entre 59% e 63%.

A área rural circunvizinha da malha urbana, a oeste e a sudoeste (entre 32,2°C e 29°C), apresentou temperatura do ar mais elevada que a porção nordeste (27,8°C), esse maior aquecimento, pode ser consequência da influência dos bairros próximos, que estavam mais aquecidos.

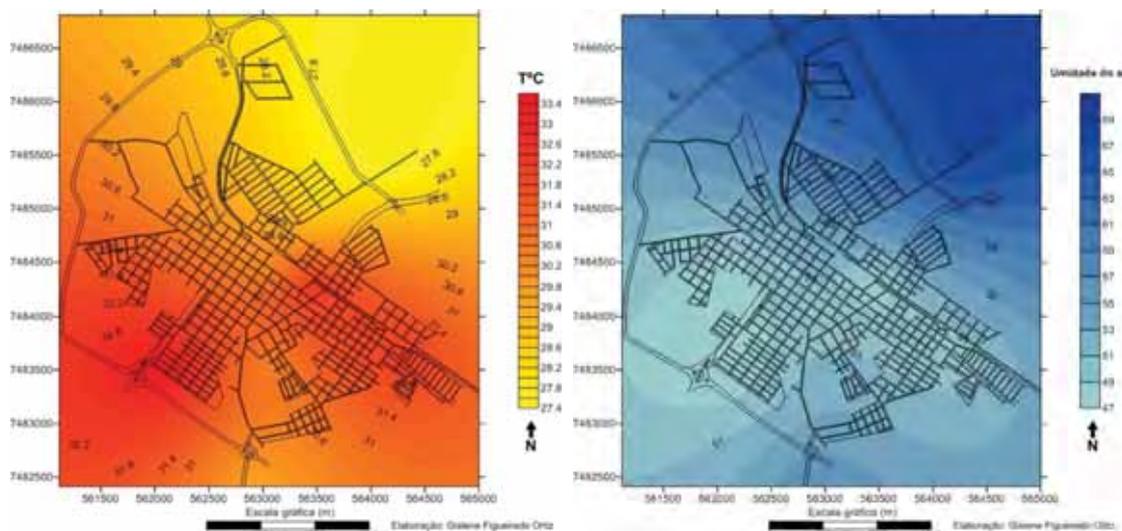


Figura 56 - Carta de isoterma e isoígra do dia 15/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

De acordo com a tabela 12, no dia 16 de janeiro de 2011, as diferenças térmicas e higrométricas foram de 4,8°C e 18%. A região estava sob a atuação de uma Massa Polar Atlântica Tropicalizada, o céu claro, o vento era sul durante grande parte do dia, mas, nesse horário esteve a noroeste e com velocidade de 0,4 m/s.

O comportamento térmico e higrométrico (Figura 57), nesse dia foi bem parecido ao do dia 15 de janeiro de 2011, o Jardim Paraíso e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) apresentaram temperatura elevada e baixa umidade, 33°C e 51%, aproximadamente. O entorno rural próximo desses bairros acompanharam as altas temperaturas (com valor próximo de 32,4°C) e, a umidade estava um pouco mais elevada (55%).

O Parque Santa Cruz e o entorno rural próximo apresentaram temperatura mais amena, 30,4°C no bairro e, 29,2°C no rural, a umidade relativa do ar entre 57% e 60% na área urbana e 63% na área rural.

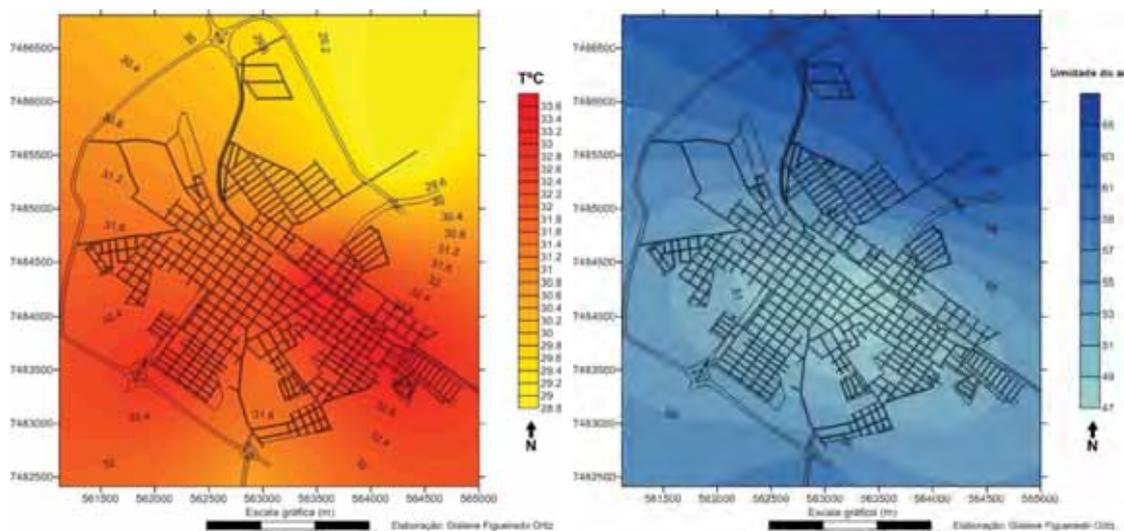


Figura 57 - Carta de isoterma e isoígra do dia 16/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

Em 27 de janeiro de 2011, a diferença de temperatura na cidade estudada foi de $4,8^{\circ}\text{C}$ e, a de umidade relativa do ar de 18%. A Massa Polar Atlântica agiu na região de Cândido Mota/SP, o céu estava encoberto, houve precipitação de 1,2mm, a direção do vento era sudoeste e velocidade de 0,4 m/s.

Na figura 58 observou-se que, o modelo de aquecimento presente nos dias 01, 15 e 16 de janeiro de 2011 às 21h se manteve no dia 27. A porção noroeste e oeste da cidade se apresentaram mais aquecidas. Dessa vez, o Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V) estava com $29,1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar em 64%, aquecimento esse, que pode ser associado à localização na porção noroeste, que provavelmente, recebeu radiação solar com maior intensidade no final da tarde.

O Jardim São Francisco (porção leste – setor I) era o ponto com maior temperatura da cidade, com o valor de $29,5^{\circ}\text{C}$ e, umidade relativa de 60%, a mais baixa da cidade. Associa-se novamente esse comportamento térmico e higrométrico, a forma de uso e ocupação do solo desse bairro, com alguns telhados de fibrocimento e alto grau construtivo, que absorvem calor durante o dia e permanecem aquecidos durante a noite.

Nos conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) e na porção sul da cidade, observa-se temperaturas entre $26,6^{\circ}\text{C}$ e $25,8^{\circ}\text{C}$, mais baixas que as demais áreas da cidade e a umidade esteve na casa dos 70%.

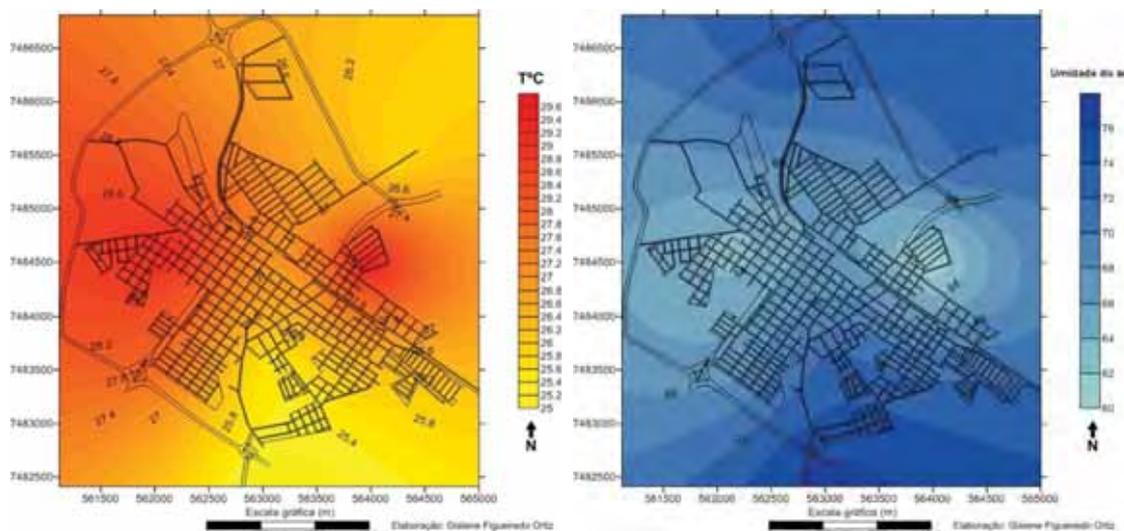


Figura 58 - Carta de isoterma e isoígra do dia 27/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

No dia 19 de janeiro de 2011 às 21h, ocorreu a menor diferença de temperatura do ar ($2,2^{\circ}\text{C}$) e de umidade relativa de 8%. O índice pluviométrico foi elevado nesse dia, com total de 30,7mm, tendo perdurado a chuva até as 20h, o que pode justificar esse comportamento térmico e higrométrico, devido à homogeneização da atmosfera urbana pela chuva. O sistema atmosférico atuante foi a Massa Polar Atlântica Tropicalizada, que manteve o céu encoberto e, o vento tinha direção sudoeste e velocidade de 0,5 m/s.

Dois pontos na malha urbana, novamente, apresentaram temperatura mais elevada que os demais (Figura 59), o Jardim São Francisco (porção leste – setor I), aparece com maior temperatura, $25,1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 81%. Portanto, foi possível constatar que, mesmo com o tempo chuvoso, esse bairro continuou mais aquecido que o resto da cidade e com a umidade mais baixa.

O Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V), também foi outro ponto que estava com temperatura mais elevada, $24,1^{\circ}\text{C}$ e, umidade relativa de 85%. Esse bairro se manteve mais aquecido durante partes do dia, como foi apresentado nas análises das 7h e 9h.

O centro da cidade (Setor II), o Parque Santa Cruz (porção nordeste – setor IV) e os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) apresentaram temperatura mais baixa, $23,3^{\circ}\text{C}$ e a umidade entre 85% e 87%. Provavelmente, essa configuração da atmosfera urbana foi resultante da intensa precipitação ao longo do dia.

A área rural apresentou temperatura mais baixa ao sul, sudeste e nordeste, de aproximadamente $23,3^{\circ}\text{C}$ e, umidade relativa do ar em 87%. A porção mais aquecida era a

nordeste, com temperatura próxima de 24,1°C, a umidade também estava mais baixa nessa área, 85%.

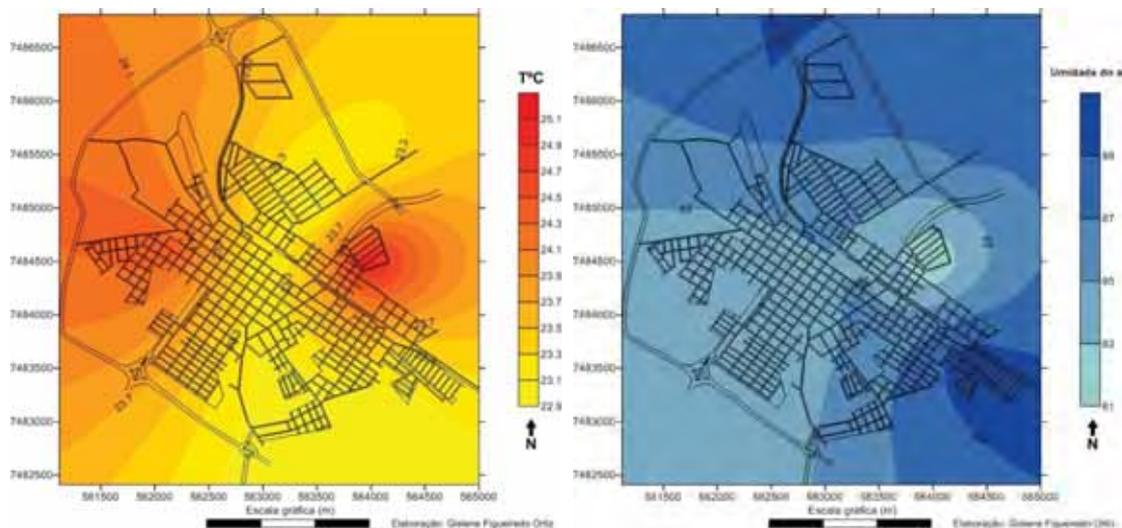


Figura 59 - Carta de isoterma e isoígra do dia 19/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

6.1 Características térmicas de Cândido Mota a partir de medidas móveis

Os transectos móveis foram realizados às 21 horas “[...] por se tratar do horário mais adequado, uma vez que, as temperaturas não experimentam mudanças rápidas” (AMORIM, 2010, p. 117), durante oito dias do mês de janeiro de 2011 e não duraram mais que 40 minutos. Nesses dias, a atmosfera da cidade esteve estável, ou seja, sem precipitação e sem vento.

Foram selecionados 57 pontos de coleta, de forma que contemplassem todos os tipos de uso e ocupação do solo, identificados para este trabalho. Desta forma, dois veículos equipados com termômetros digitais, com sensores instalados a 1,5m do chão, percorreram sincronicamente os caminhos pré-determinados para a coleta de dados.

O primeiro dia de coleta de dados, a partir dessa técnica, foi 13 de janeiro de 2011. A região estava sob a atuação de uma ZCOU. No momento da coleta, não houve precipitação, o céu estava limpo, o vento era noroeste e sua velocidade de 1 m/s.

Desta forma, a diferença de temperatura entre os pontos foi de 2,6°C, como pode ser observado na carta de isoterma figura 60. As áreas mais aquecidas são visualizadas no

centro da cidade (Setor II – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e presença de praças), Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V – área com construção esparsa e vegetação arbórea, terrenos grandes e presença de áreas verdes) e, no início (noroeste do bairro), dos conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e terrenos menores). Nesses pontos, registrou-se temperatura de até 25,3°C.

Os pontos com os menores valores de temperatura, ambos com, aproximadamente, 23,7°C foram registrados no Parque Santa Cruz (Setor IV – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e presença de praças) e, na porção sudeste dos conjuntos habitacionais, neste último, a proximidade com a zona rural, fez com que, sua temperatura fosse reduzida, como se observa no perfil longitudinal noroeste/sudeste (Figura 61) e na carta de isortema.

No perfil longitudinal, sentido nordeste/sudoeste as áreas mais aquecidas coincidiram com as áreas mais edificadas e com menor presença de vegetação, como nos pontos: 7, 14, 15 e 19. As áreas com menores temperaturas apareceram em pontos com presença de vegetação e, na área rural como: 2, 9, 28 e 23. No perfil longitudinal sentido noroeste/sudeste notou-se que, novamente, as áreas com maiores temperaturas foram equivalentes àquelas com alta densidade construtiva e cobertura vegetal reduzida, pontos: 5, 14, 15, 27 e 28.

O mesmo aconteceu no perfil longitudinal noroeste/sudeste, as áreas mais aquecidas foram registradas nos pontos onde, se tem maior densidade construtiva e menor presença de vegetação, nos pontos: 5, 14, 23 e 27. As menores temperaturas foram encontradas nas áreas rurais, e onde se tem menor densidade construtiva e presença de vegetação arbórea significativa, como nos pontos: 1, 25 e 34.

Nesse sentido, com base na análise desse dia, pode-se afirmar que, a cidade de Cândido Mota apresenta diferenças térmicas em sua atmosfera, pois, as áreas com alta densidade construtiva apresentaram maiores valores de temperatura do ar, potencializando o desconforto térmico da população de tais locais. Ainda vale destacar, que esse resultado foi parecido com os resultados encontrados nos trabalhos de Viana (2006), Mendonça (2009), Amorim (2010) e Lima (2011).

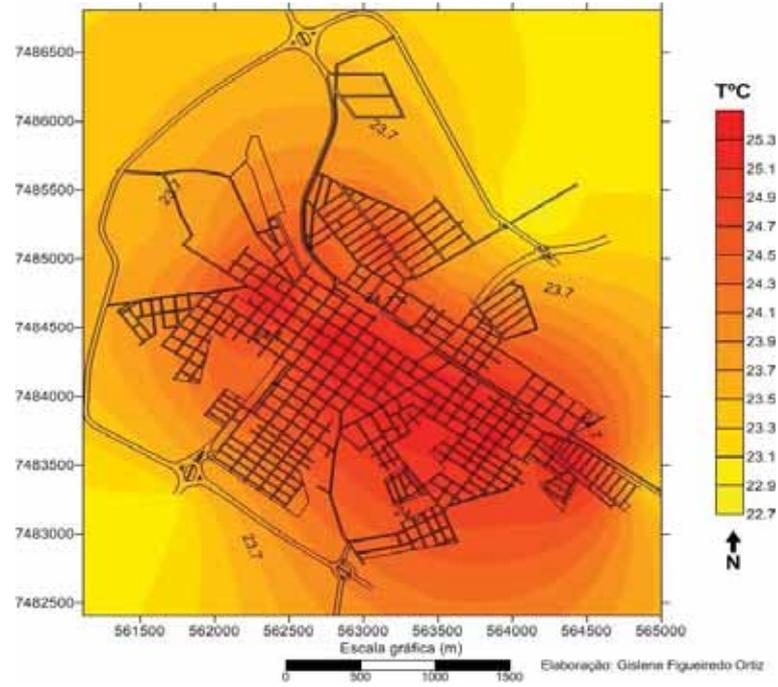


Figura 60 - Carta de isoterma do dia 13/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

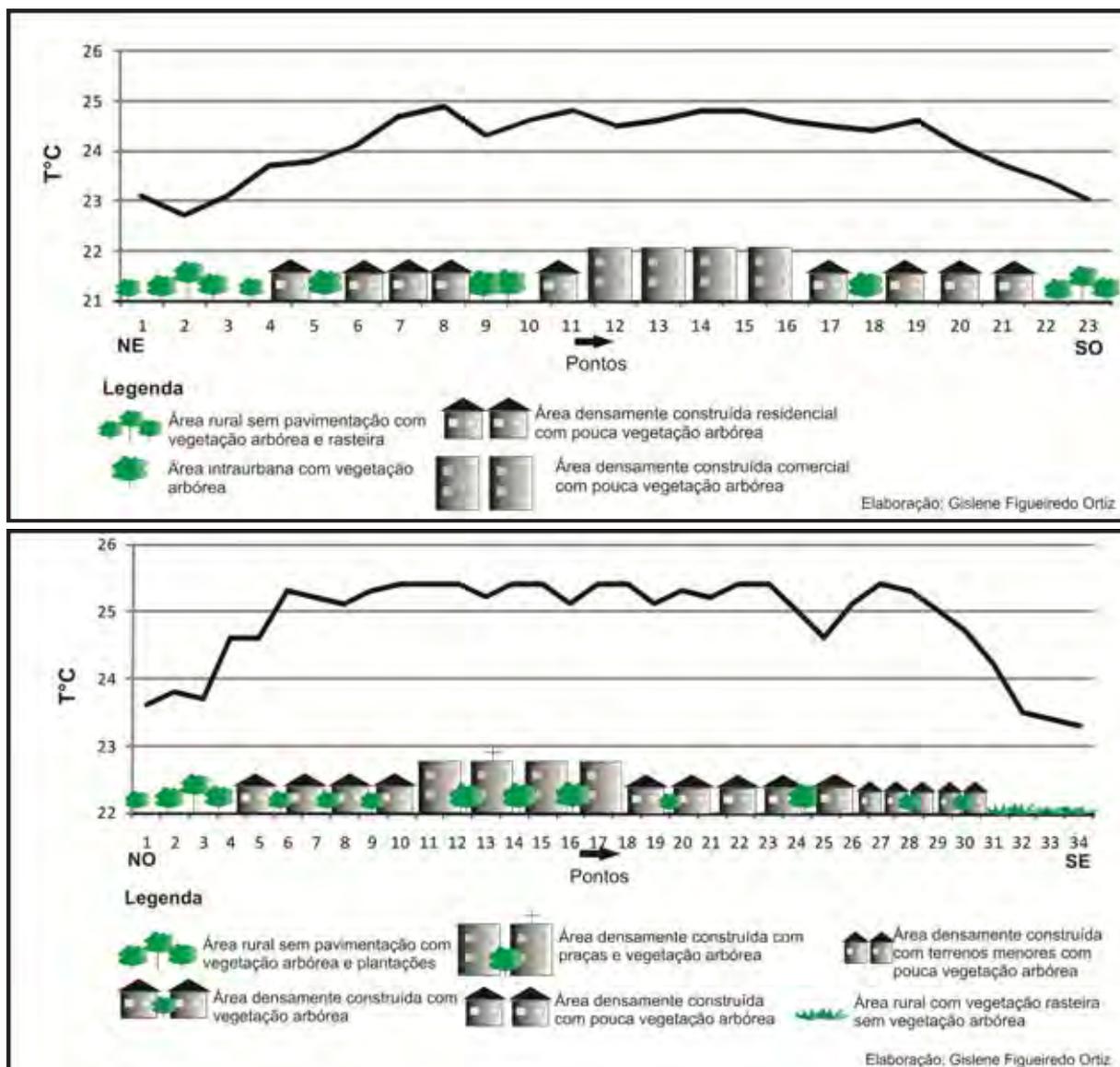


Figura 61 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 13/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

No dia 14 de janeiro de 2011 as 21 horas, as condições sinóticas estavam adequadas para a coleta de dados por meio de medidas móveis, o céu estava claro, o vento tinha velocidade de 0,4 m/s e a sua direção era sudoeste. O sistema atuante na região era a ZCAS.

De acordo com a carta de isoterma (Figura 62), representativa desse dia e horário, a diferença temperatura do ar foi de 5,2°C. As áreas mais aquecidas foram o centro (Setor II), parte do Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V), os conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) e o Parque Santa Cruz (setor IV), ambos com temperatura próxima de 27,8°C.

As áreas menos aquecidas, com temperatura de aproximadamente 25°C, foram observadas nos limites da malha urbana (sudoeste e sudeste) e na zona rural.

O perfil longitudinal nordeste/sudoeste (Figura 63) demonstra, novamente, como no perfil da análise anterior, que na cidade os pontos com maior densidade construtiva apresentaram os maiores valores de temperatura do ar, como nos pontos: 6, 11 e 20. Já nos pontos 10 e 18 pôde-se notar a importância da vegetação arbórea, para amenizar a temperatura, principalmente, em dias quentes do verão, período em que este estudo foi realizado.

No perfil longitudinal noroeste/sudeste verificou-se um aumento progressivo da temperatura até o centro da cidade (pontos 13, 14 e 15), e em seguida uma queda progressiva da mesma em direção ao ambiente rural, como pode ser observado entre os pontos 30 e 34. O traçado obtido nesse perfil pode ser comparado com o de Oke (1974), o qual o autor apontou que onde as atividades humanas são mais intensas a temperatura aumenta, tendo uma queda gradativa conforme se desloca para a periferia.

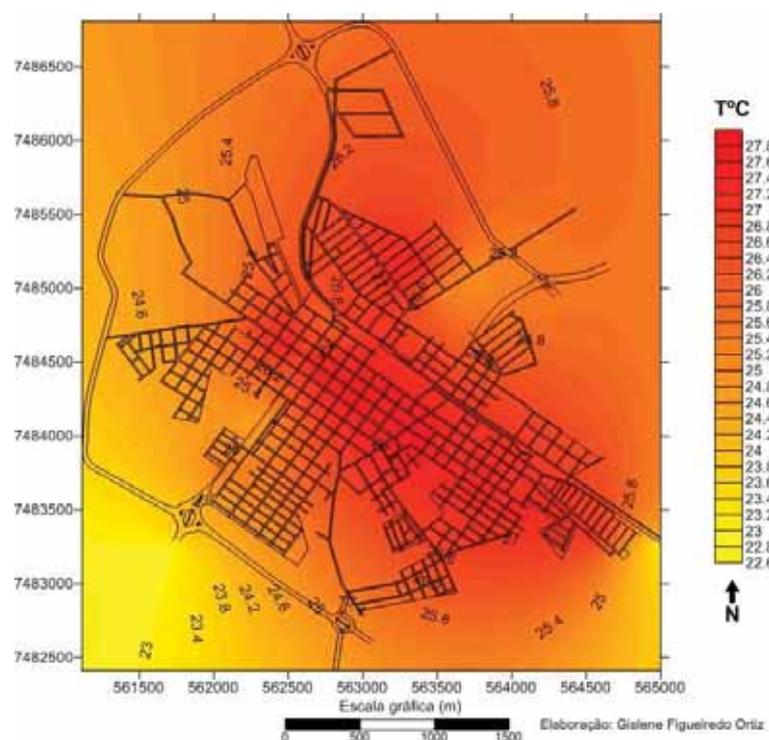


Figura 62 - Carta de isoterma do dia 14/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

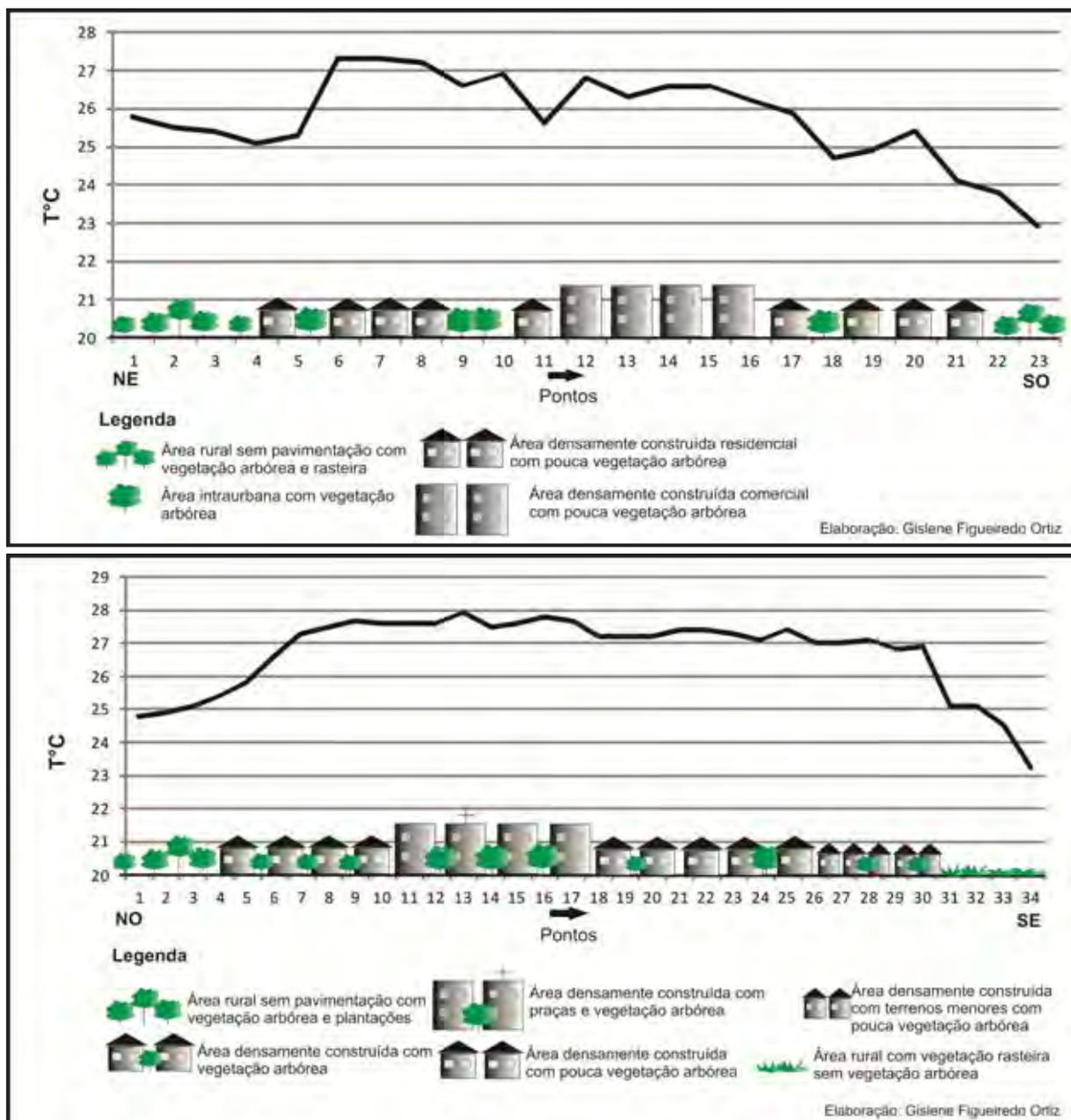


Figura 63 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 14/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

Durante a pesquisa de campo do dia 15 de janeiro de 2011 às 21 horas, o céu estava claro, não houve precipitação durante o dia, o vento tinha direção sudeste e sua velocidade foi de 0,4 m/s. Uma massa Polar Atlântica Tropicalizada agiu na região.

A diferença de temperatura foi de 7,2°C, conforme a figura 64, sendo a maior diferença encontrada se comparada com os dois dias anteriores. Pode-se destacar na carta de isoterma, que a cidade estava mais aquecida no centro (Setor II) e no jardim Paraíso (porção oeste – setor IV), com temperatura de 29,7°C.

Os menores valores de temperatura foram registrados nas áreas rurais com 22,5°C e no Parque Santa Cruz (setor IV), com 26,1°C.

Nos perfis longitudinais da figura 65 (nordeste/sudeste e noroeste/sudoeste) verifica-se que as áreas mais aquecidas foram aquelas localizadas no centro da cidade, densamente construídas e com vegetação arbórea esparsa. Ao longo desses perfis nota-se que onde se tem vegetação arbórea a temperatura sofreu uma queda.

Com base nessas informações, pode-se dizer que, a cidade se aqueceu ao longo do dia e que a temperatura do ar se elevou proporcionalmente. As áreas rurais e onde se tem cobertura vegetal arbórea, apresentaram temperatura mais amena, comprovando que as construções e a ausência de vegetação contribuem para o aquecimento urbano, causando desconforto térmico para a população em geral. Mesmo sendo uma cidade de pequeno porte, pôde-se apontar grande diferença de temperatura do ar (7,2°C), se comparada com estudos de grandes cidades como o de Lombardo (1985).

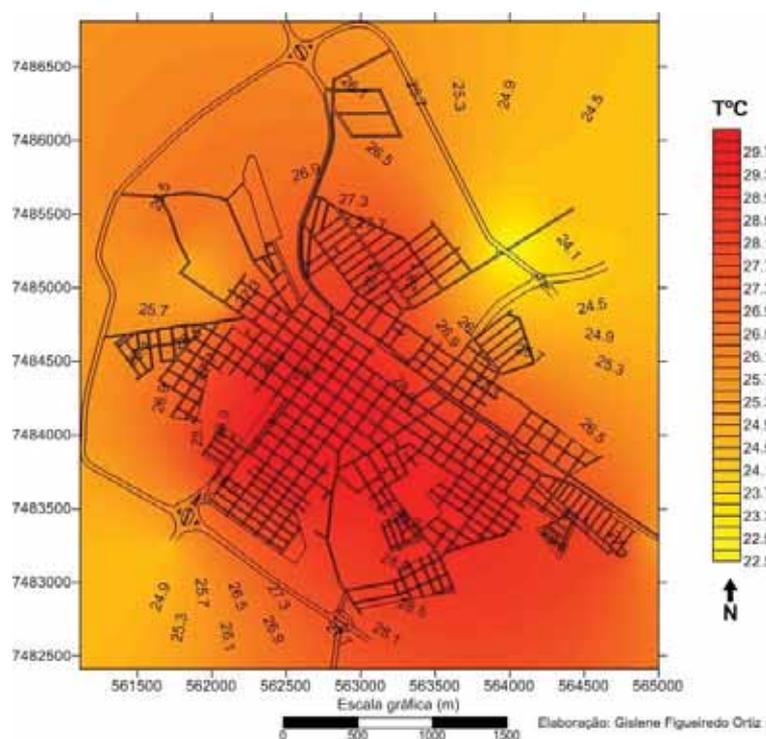


Figura 64 - Carta de isoterma do dia 15/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

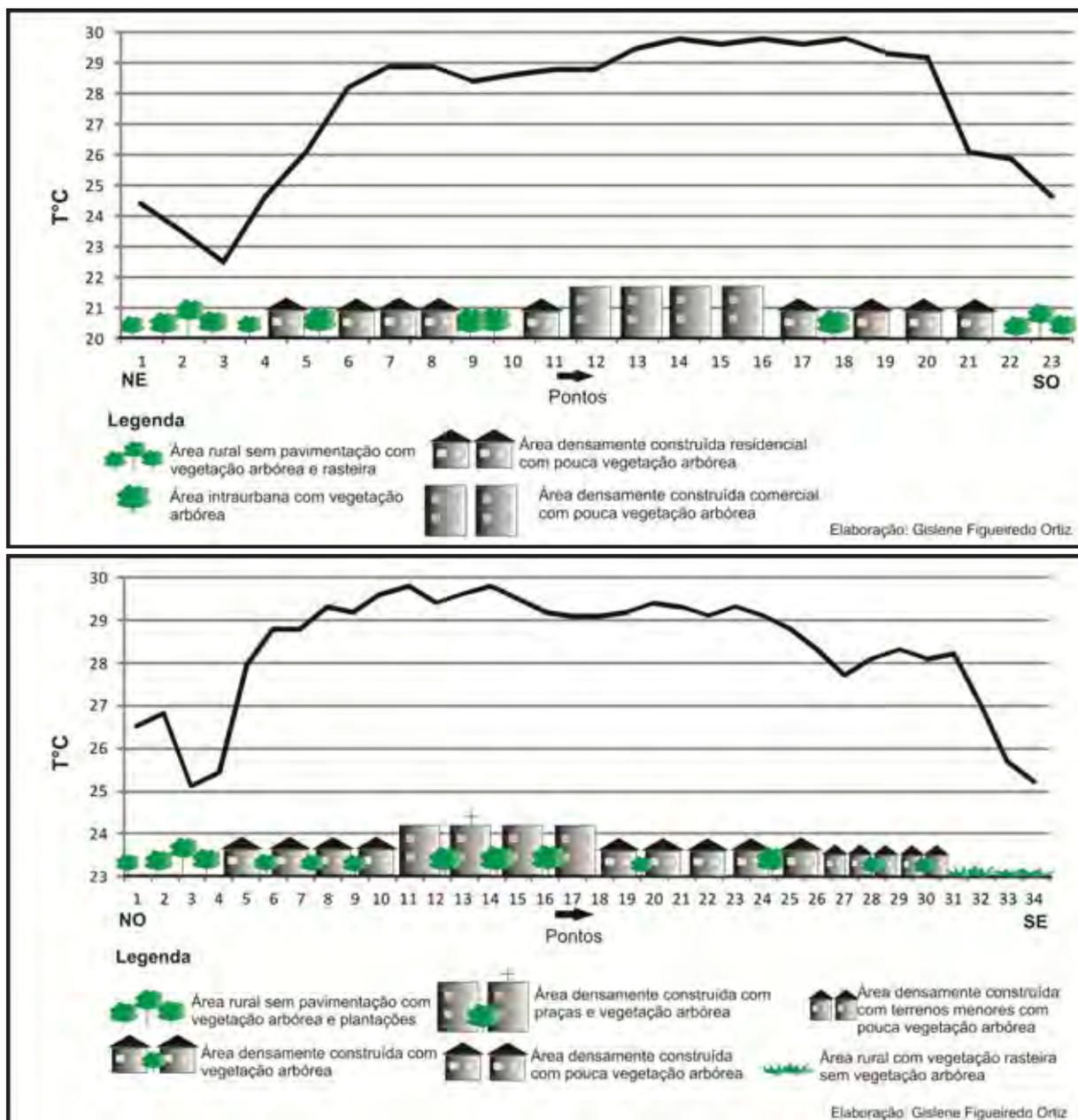


Figura 65 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 15/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

Em 16 de janeiro de 2011 a cidade de Cândido Mota estava ainda sob a atuação da massa Polar Atlântica Tropicalizada, o céu estava limpo, o vento predominante do dia era sul, mas a noite ele mudou para noroeste e sua velocidade era de 0,4 m/s.

A figura 66 ilustra a espacialização da temperatura do ar na cidade estudada, referente às 21 horas. A diferença de temperatura desse dia foi de 6,2°C.

Os pontos mais aquecidos foram novamente o centro (Setor II – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e presença de praças) e o jardim Paraíso (porção oeste – setor IV – área densamente construída com vegetação arbórea

esparsa e presença de áreas verdes), o primeiro com 30,2 °C e o segundo com 31,4°C. Ainda, conforme a carta de isoterma pôde-se observar que, as áreas menos aquecidas localizaram-se na área rural ou próxima dela, com valores de aproximadamente 26°C e 25°C. Reforçando a tese de que, a área com maior densidade construtiva, apresenta maior temperatura.

No perfil longitudinal nordeste/sudoeste (Figura 67), os pontos com menores valores de temperatura do ar, também foram aqueles em que se tem a presença de vegetação arbórea, como nos pontos 3 e 9. Destaca-se que, no interior da malha urbana, a temperatura diminuiu nesses pontos, mesmo tendo a presença de edificações. Desta forma, pode-se afirmar que a presença de vegetação no interior urbano, é essencial para a diminuição da temperatura e conseqüente melhoria da qualidade ambiental urbana.

A mesma situação se apresenta no perfil longitudinal noroeste/sudeste, ou seja, os pontos com temperatura mais baixa coincidiram com as áreas recobertas por vegetação, como os pontos 1, 15 e 34. Os pontos mais aquecidos foram aqueles onde se tem alta densidade construtiva, principalmente no centro da cidade.

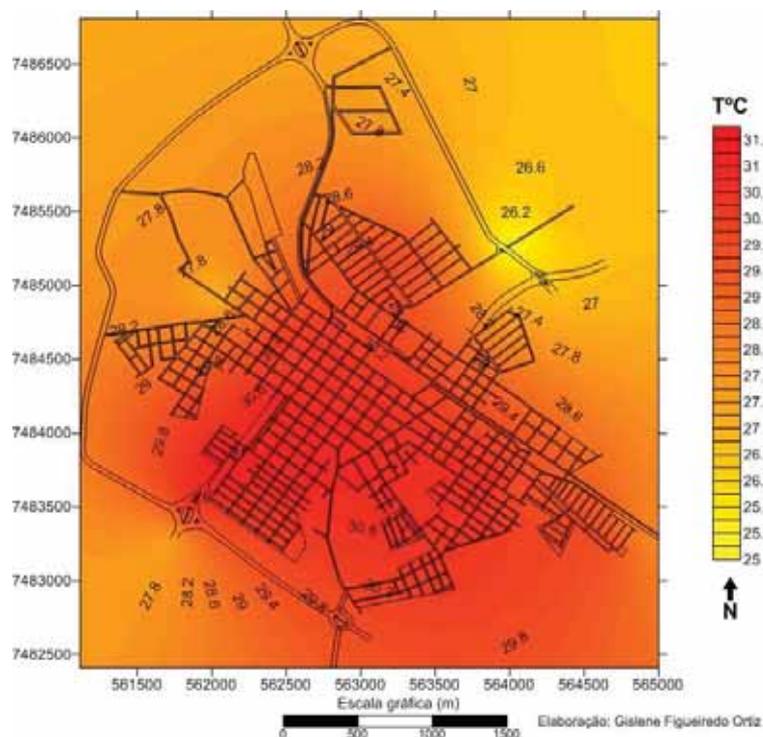


Figura 66 - Carta de isoterma do dia 16/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

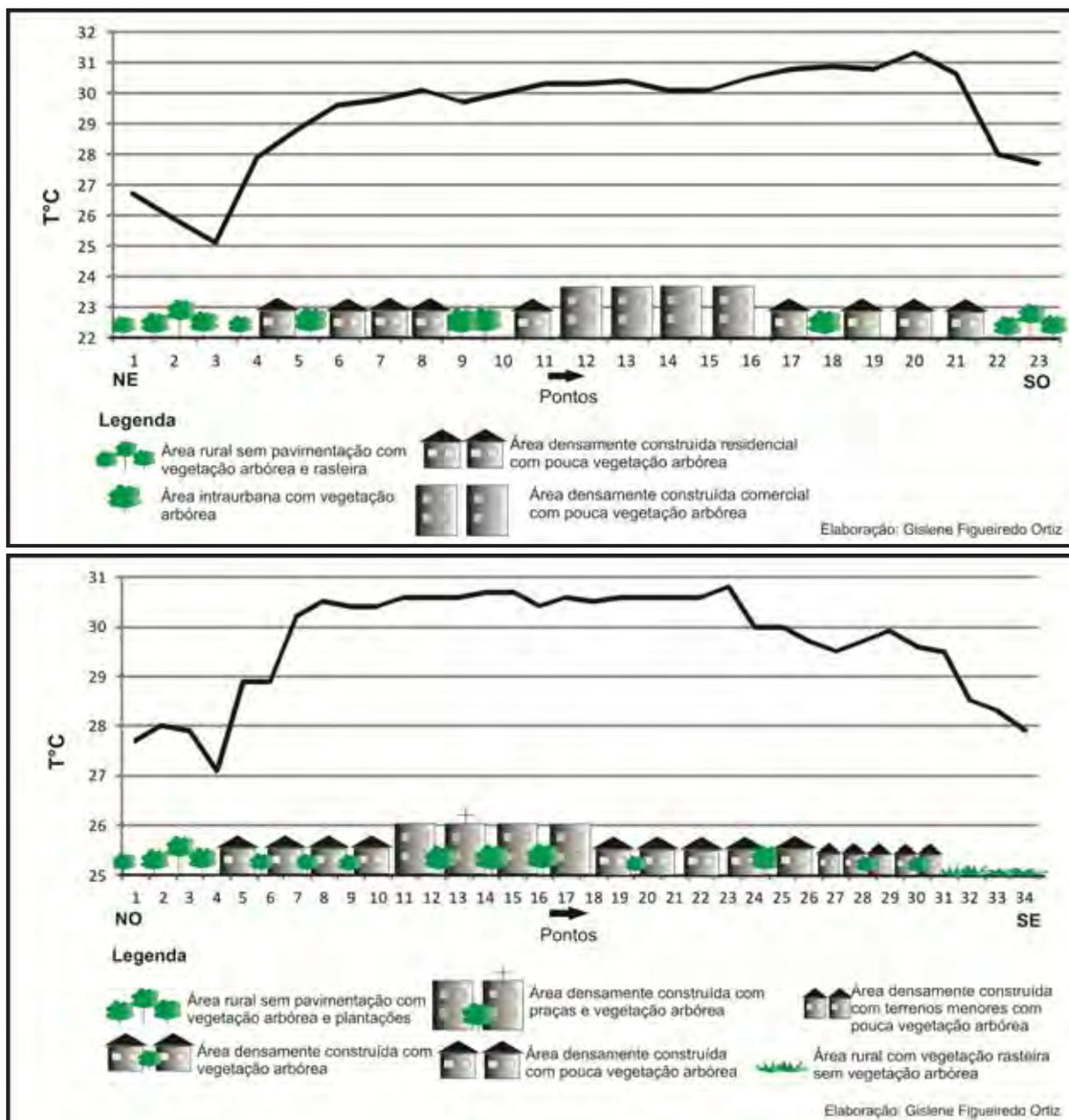


Figura 67 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 16/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

O transecto móvel do dia 24 de janeiro de 2011 foi realizado às 21 horas. O céu estava claro, houve registro de precipitação durante a madrugada, com o total de 26 mm, o vento apresentou velocidade de 0,6 m/s e direção norte. A região da cidade estudada estava sob uma massa Tropical Atlântica.

De acordo com a carta de isoterma (Figura 68), a diferença de temperatura do ar foi de 4°C. Essa queda na diferença de temperatura, se comparada com a análise dos dias anteriores, foi explicada pela precipitação que ocorreu durante a madrugada, pois a mesma

tende, a homogeneizar a atmosfera urbana. Entretanto, mesmo a diferença sendo menor, não pode se afirmar que ela não seja significativa.

Novamente, as áreas mais aquecidas foram aquelas localizadas no interior da malha urbana, no centro (Setor II), no jardim Paraíso (porção oeste – setor IV) e no Parque Santa Cruz (setor IV), ambos com temperatura entre 28,2°C e 28,6°C.

As temperaturas mais baixas apareceram nas áreas rurais e nos bairros próximos. Nos conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III), a condição térmica se apresentou mais agradável, com temperatura de 26,4°C.

Na figura 69, evidenciou-se, novamente, que os pontos com cobertura vegetal apresentaram as menores temperaturas e, os pontos com alta densidade construtiva, apresentaram altas temperaturas. No perfil longitudinal (nordeste/sudoeste), nos pontos 2, 4 e 23, verificam-se os menores valores e no perfil longitudinal (noroeste/sudeste), tal condição, pode ser visualizada nos pontos 1, 2 e 34.

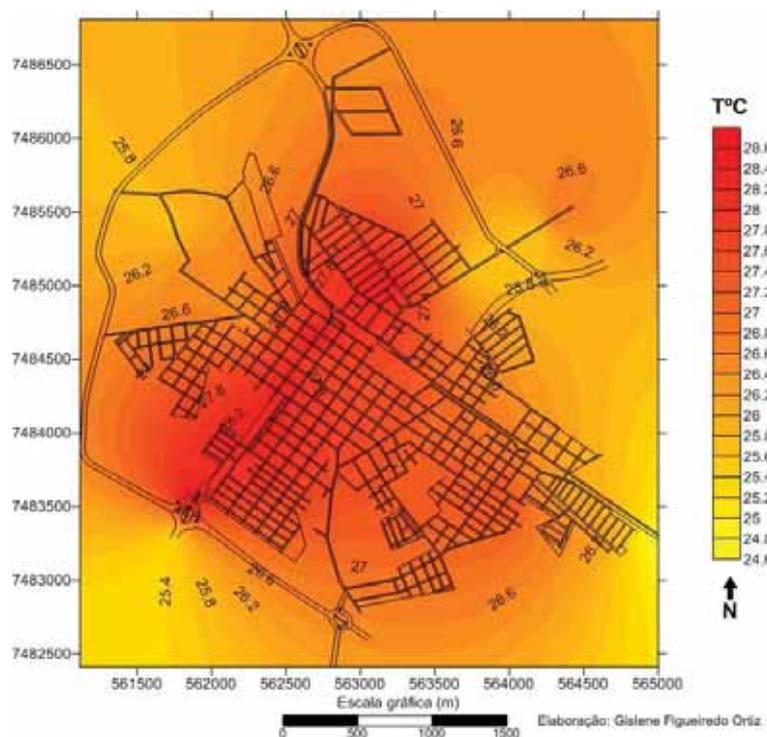


Figura 68 - Carta de isoterma do dia 24/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

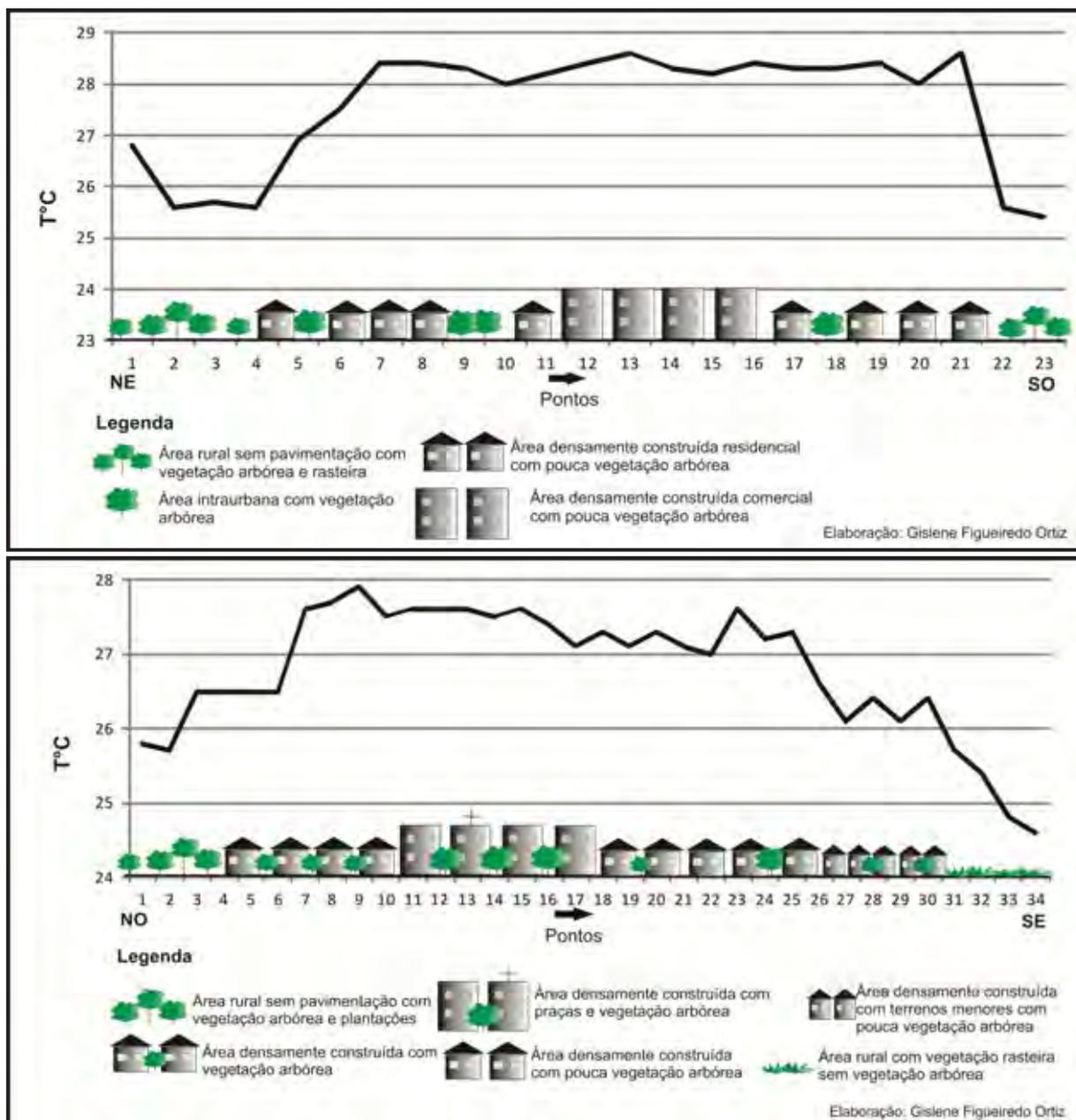


Figura 69 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 24/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

No dia 25 de janeiro de 2011 às 21h, em Cândido Mota, o céu estava claro, não havia precipitação e, durante o dia registrou-se 0,7 mm de chuva, o vento era sudoeste, com velocidade de 0,9 m/s. Uma massa Tropical Atlântica ainda atuava na região.

Na figura 70 pode ser observada a espacialização da temperatura do ar, referente ao trabalho de campo. A diferença de temperatura desse dia foi de 2,2°C. Apesar da pequena diferença, o padrão de aquecimento da cidade se manteve, as áreas densamente construídas, apareceram com temperaturas mais elevadas. No centro (Setor II), pôde ser

visualizada, uma ilha de calor de 2,2°C. Mesmo com a precipitação, que geralmente dispersa a formação de ilhas de calor, esse fenômeno ocorreu na cidade.

As áreas com menores valores de temperatura apareceram, novamente, perto da área rural e bairros próximos. No centro da carta de isoterma verificou-se uma leve queda da temperatura, ponto, no qual, está localizada a Praça da Igreja Matriz e uma escola estadual, ambas dotadas de vegetal arbórea que auxiliaram na diminuição da temperatura.

Tal condição pode ser visualizada no perfil longitudinal noroeste/sudeste (Figura 71) nos pontos 14 e 15. Nesse mesmo perfil, observou-se que a temperatura oscilava entre os pontos de coleta. Não se manteve uma curva crescente como nos dias das análises anteriores, assim, justifica-se que esse comportamento é resultado da chuva que ocorreu antes da coleta de dados.

No perfil longitudinal nordeste/sudeste a temperatura, também se mostrou como no perfil noroeste/sudeste, oscilando entre os pontos. Entretanto, os pontos com vegetação arbórea apresentaram as menores temperaturas, sendo eles: 1, 2, 5 e 22. O ponto 20 foi o mais aquecido, classificado como área densamente construída de uso residencial.

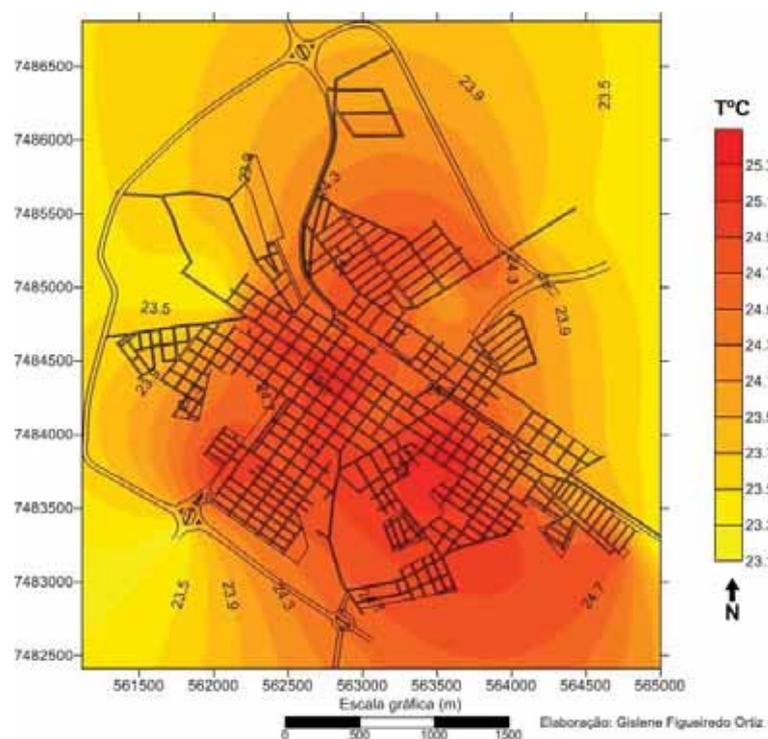


Figura 70 - Carta de isoterma do dia 25/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

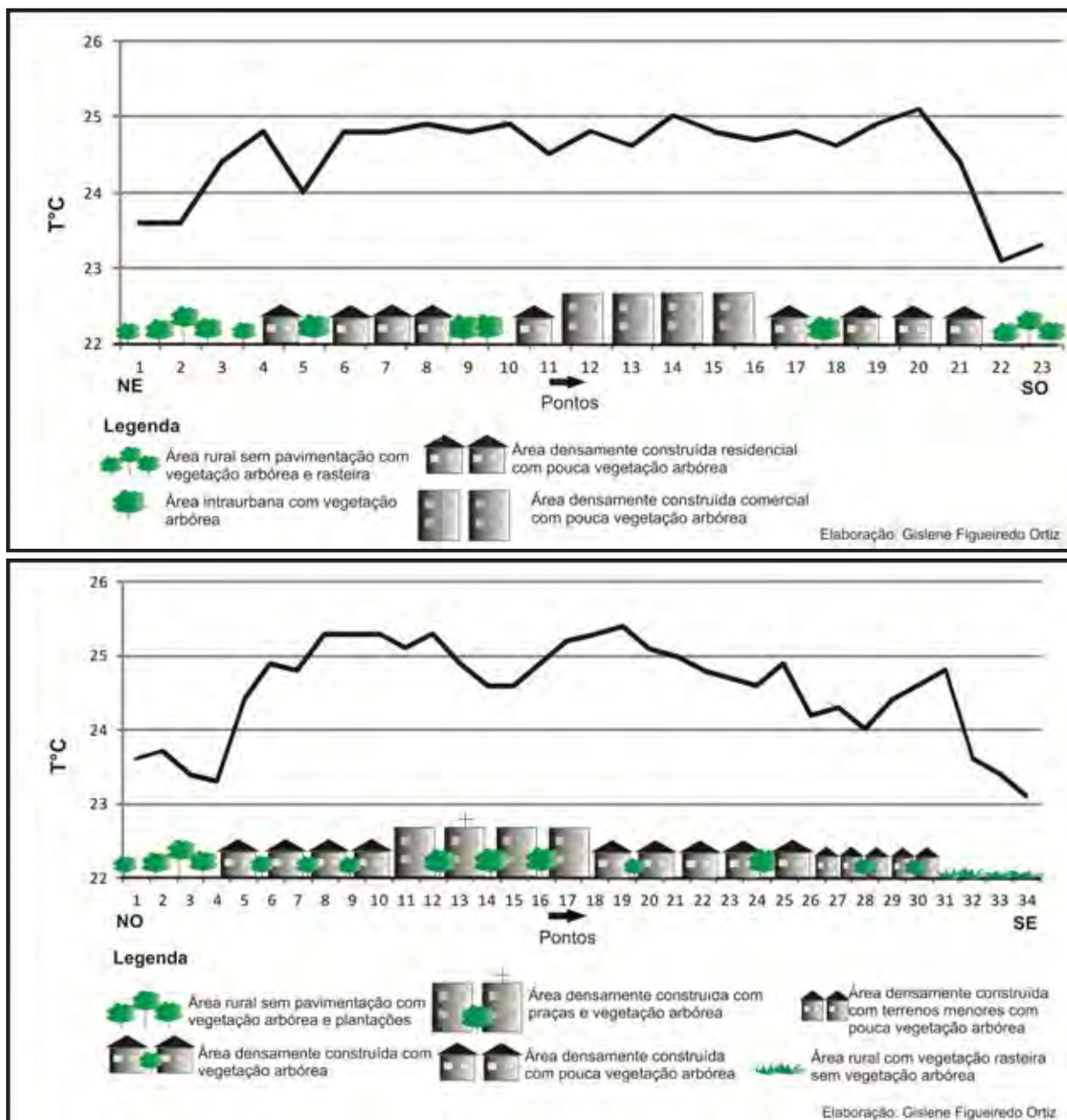


Figura 71 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 25/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

No dia 26 de janeiro de 2011 às 21h, na cidade de Cândido Mota, o céu estava claro, o vento tinha velocidade de 0,9 m/s, a estação oficial de Ourinhos não registrou a direção do vento referente ao horário, entretanto, de acordo o gráfico de análise rítmica, a direção pela manhã era noroeste, sendo que, às 11h da manhã, houve a ocorrência de precipitação de 0,2 mm. O sistema atmosférico atuante ainda era a massa Tropical Atlântica.

Na figura 72, a diferença de temperatura do ar foi de 2,8°C. Observou-se uma ilha de calor com temperatura máxima de 29,9°C, no Parque Santa Cruz (setor IV). Um leve aquecimento apareceu também no centro (Setor II), com temperatura de 29,1°C.

As menores temperaturas foram registradas no Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V), nos conjuntos habitacionais (porção sudeste – setor III) e jardim Paraíso (porção oeste – setor IV), com valores de 28,3°C. A precipitação e a direção do vento noroeste podem ter colaborado para que, esses bairros, apresentassem temperaturas mais baixas, uma vez que, nas análises anteriores, geralmente, estavam aquecidos.

No perfil longitudinal nordeste/sudoeste pode ser observado o maior aquecimento no centro da cidade e a ilha de calor no Parque Santa Cruz, nos pontos 6, 7 e 13 (Figura 73). No mesmo perfil, as áreas com as menores temperaturas, foram as mesmas com vegetação arbórea e área rural, nos pontos 1, 9 e 22. O mesmo padrão foi percebido no perfil noroeste/sudeste, onde a temperatura do ar se mostrou mais elevada em pontos (12, 19 e 31) com densidade construtiva e, menos elevada (pontos 4, 14, 15 e 34), em áreas com vegetação arbórea e no ambiente rural.

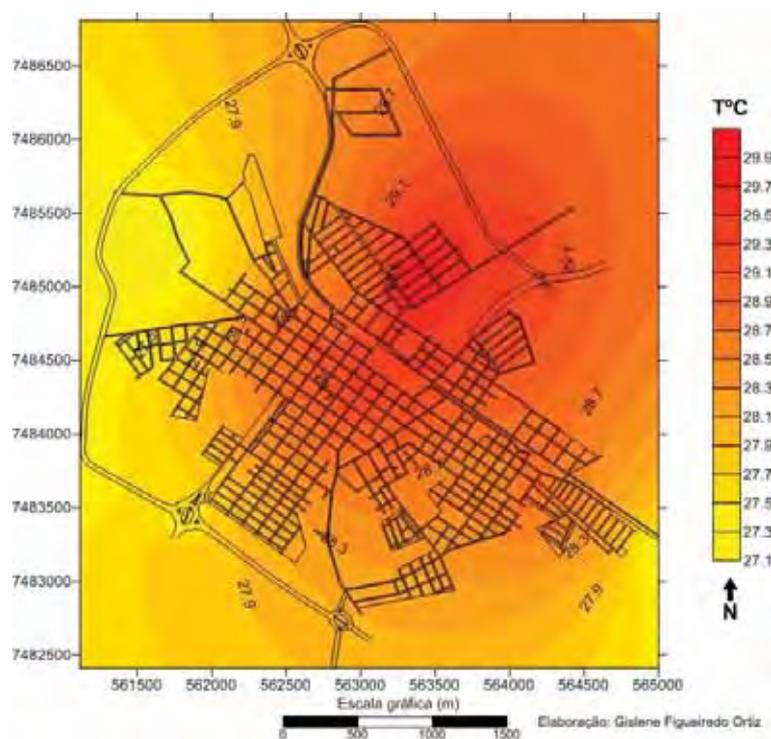


Figura 72 - Carta de isoterma do dia 26/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

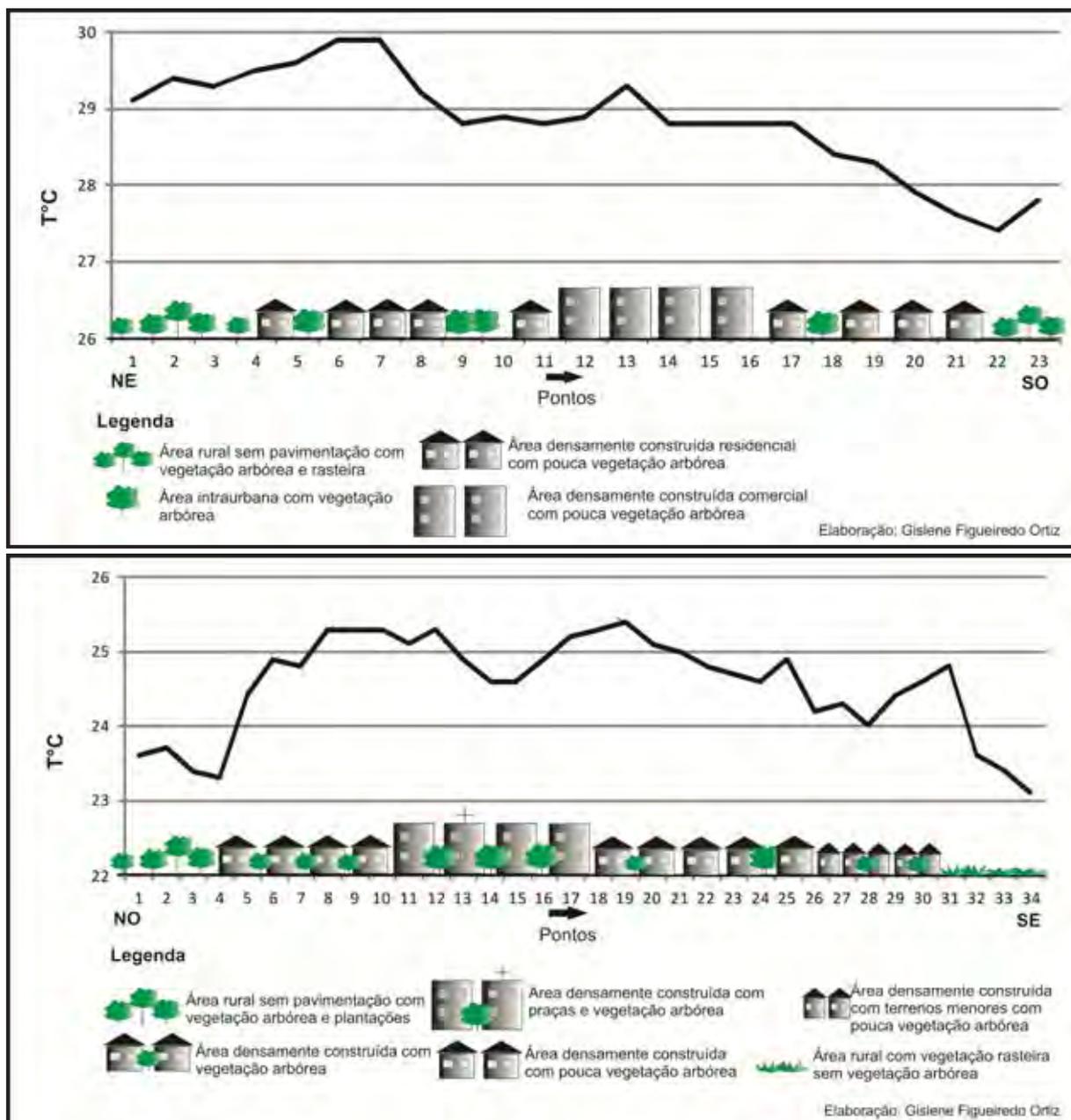


Figura 73 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 26/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

Em 27 de janeiro de 2011 no horário da pesquisa de campo (21 horas), o céu em Cândido Mota estava limpo, o vento era sudoeste e a velocidade estava em 0,4 m/s, não houve precipitação e o sistema atuante era a massa Tropical Atlântica.

A diferença de temperatura foi de 2,8°C, conforme a carta de isoterma (Figura 74). Os bairros com maior temperatura foram o Parque Santa Cruz (setor IV) com 25,7°C, o centro (Setor II) com 25,3°C e parte da vila operária (Setor I) com 25,9°C.

Os menores valores de temperatura foram registrados na área rural e no Jardim Santa Terezinha (porção noroeste – setor V), com 23,1°C e 24,3°C, respectivamente.

Este padrão pode ser visto no perfil longitudinal noroeste/sudeste (Figura 75), onde os pontos de 4 a 6, representam o jardim Santa Terezinha, com temperatura mais baixa se comparada com o resto da malha urbana. Ainda nesse perfil, pode-se verificar que os menores valores de temperatura foram registrados na área rural e em pontos com vegetação arbórea (pontos 25 e 34).

No perfil longitudinal nordeste/sudeste verifica-se a pequena diferença de temperatura equivalente ao dia analisado. O Parque Santa Cruz apareceu com maior temperatura nos pontos de 6 a 8 e, os pontos com vegetação arbórea e área rural, novamente, apresentaram menor temperatura (5, 9 e de 21 a 23).

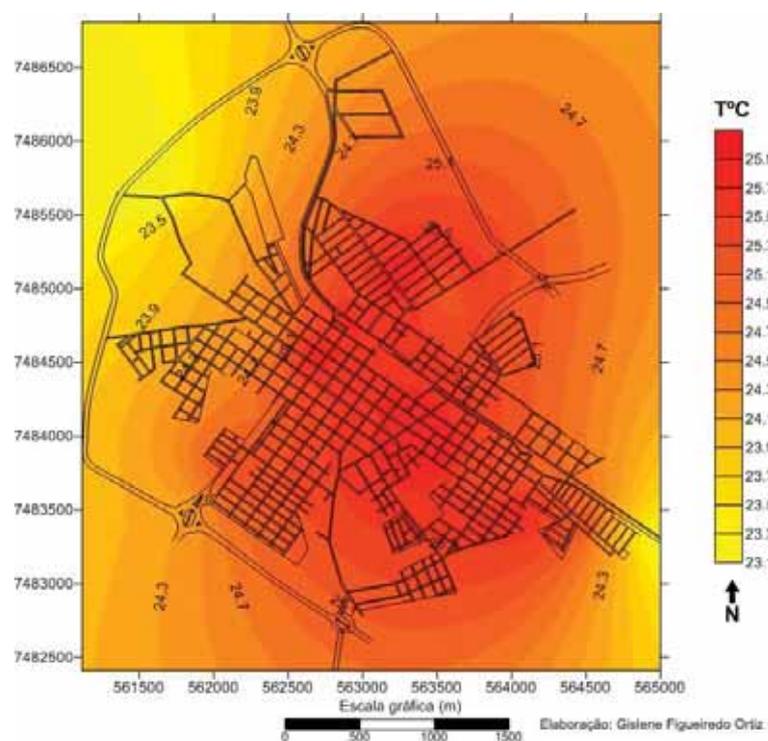


Figura 74 - Carta de isoterma do dia 27/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

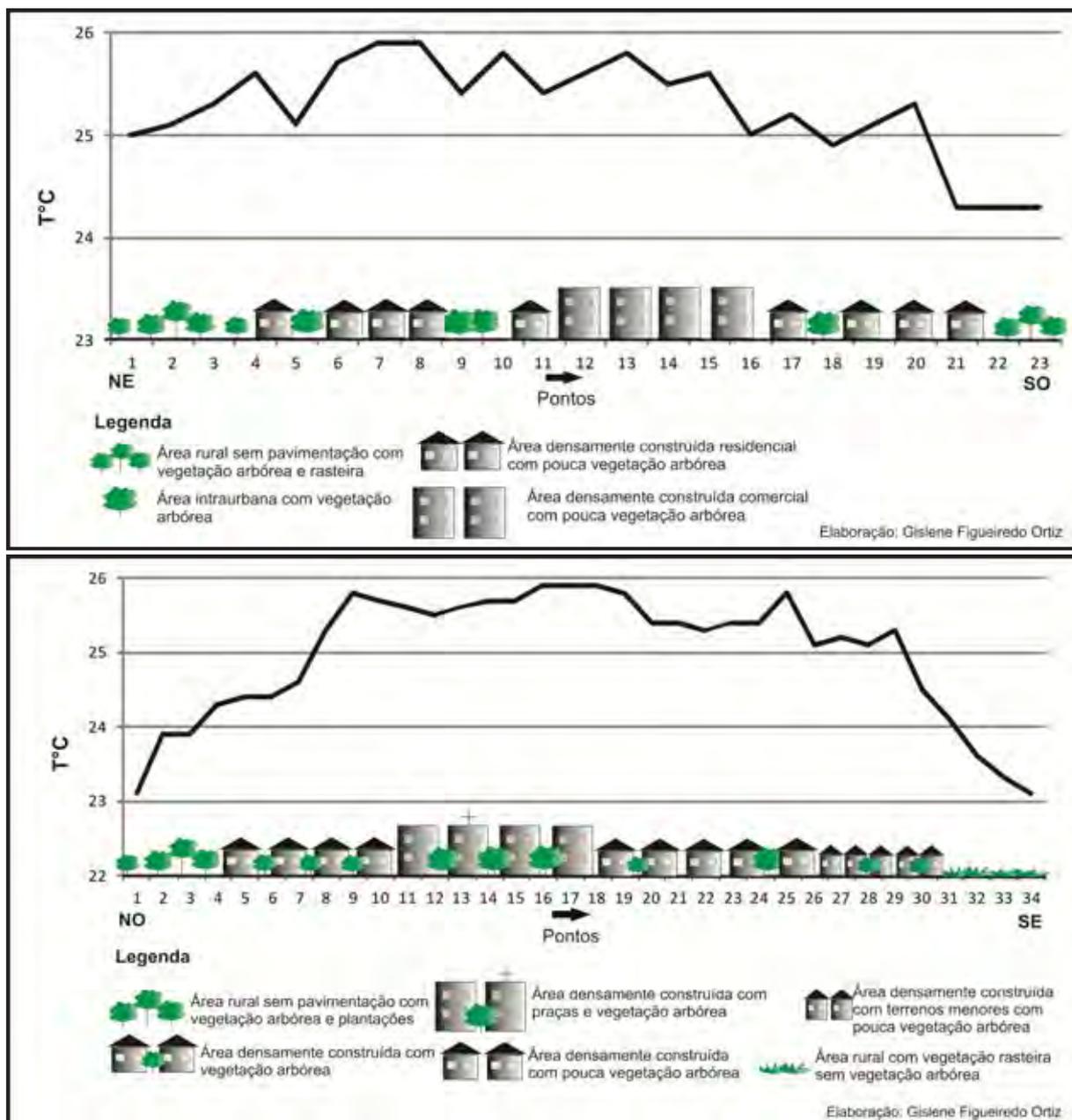


Figura 75 – Perfil longitudinal da temperatura do ar do dia 27/01/2011 – 21h – Cândido Mota/SP

Desta forma, com base nas análises dos transectos móveis, pode-se afirmar que, as características urbanas de Cândido Mota, mesmo sendo de pequeno porte, já influenciam a atmosfera urbana no que tange a temperatura do ar. Evidenciou-se que, as áreas densamente construídas sem a presença de vegetação arbórea significativa, são as mais aquecidas e, onde se tem vegetação arbórea a temperatura tende a ser mais amena, como também na área rural.

Assim, pode-se afirmar que a qualidade ambiental urbana nesses ambientes fica comprometida, uma vez que o aumento da temperatura causa desconforto térmico e muda a

circulação da cidade fazendo com que se concentrem poluentes no interior da mesma, prejudicando a qualidade de vida de muitos cidadãos potencializando os problemas respiratórios da população.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo, analisar a temperatura e umidade relativa do ar, para se detectar possíveis diferenças nesses elementos e diagnosticar a geração de um clima urbano em Cândido Mota. Para a realização de tal objetivo, o estudo se pautou nas proposições teórico-metodológicas, do Sistema Clima Urbano de Monteiro (1976), sob o canal de percepção do conforto térmico do subsistema termodinâmico.

De forma que, foram coletados dados meteorológicos em diferentes pontos da cidade e na zona rural próxima. Para a seleção dos pontos, foi elaborado um mapa de uso e ocupação do solo, por meio, de imagens de satélite e trabalho de campo, possibilitando a contemplação das diversas fisionomias da cidade estudada.

Os dados foram coletados em dezembro de 2010 e janeiro de 2011 (estação verão), através de pontos fixos e medidas móveis. Durante os 30 dias dos meses em questão, a cada hora, as estações automáticas registravam a temperatura e umidade relativa do ar, em 7 pontos na malha urbana e em 3 pontos no entorno rural.

As medidas móveis ocorreram durante oito dias de janeiro de 2011, sempre às 21h. Assim, dois automóveis equipados com sensores digitais, simultaneamente, percorreram caminhos pré-determinados, registrando valores de temperatura do ar.

Os dados obtidos foram tabulados e, posteriormente, espacializados em cartas de isotermas e isoígras, que juntamente com o gráfico de análise rítmica, possibilitou a detecção das características térmicas e higrométricas da cidade.

Os horários selecionados para análise dos dados dos pontos fixos foram: 7h, 9h, 15h e 21h, por representarem as maiores diferenças atmosféricas decorrentes do dia.

Conforme as cartas de isotermas e isoígras pôde se observar, um padrão atmosférico característico na cidade, sendo que, às 7h, a temperatura do ar se apresentou mais elevada, nas porções leste e noroeste da malha urbana. A primeira área compreendeu um bairro de classe média alta e, a segunda foi composta por um bairro de classe média baixa. O entorno rural próximo a leste também se mostrou mais quente. Nesse horário, o centro e alguns bairros da cidade não apresentaram temperatura elevada, se comparada

com as demais áreas. Isso se deve, ao rápido aquecimento das áreas sem construções ou rurais, que influenciam no aumento temperatura da atmosfera nesse momento do dia.

As análises das 9h apontaram um aumento progressivo e, uma leve queda na diferença da temperatura do ar nas demais áreas da cidade, se comparado com o horário das 7h. Entretanto, os pontos mais aquecidos, ainda se encontraram na porção leste e nordeste da malha urbana. Durante esses dois horários da manhã, pôde-se notar que, a cidade apresentou o mesmo padrão térmico e higrométrico, com aquecimento nas áreas leste e nordeste e na área rural próxima.

Às 15h, a diferença de temperatura do ar entre os pontos se acentuou, atingindo 8°C (a maior registrada neste estudo). Notou-se também uma mudança no padrão de aquecimento, se comparado com as análises dos horários anteriores. O centro da cidade mostrou-se com temperatura do ar mais elevada e umidade relativa mais baixa, resultado do calor acumulado na superfície urbana durante a manhã e início da tarde. A porção leste e os bairros a sudeste, também se apresentaram mais aquecidos nesse horário. Vale destacar que, esses são bairros de classe média baixa e que a forma de uso e ocupação solo (terrenos menores, maior densidade construtiva e vegetação arbórea esparsa), influenciou diretamente nesse resultado.

Nas análises das 21h, constatou-se que o aquecimento intraurbano, continuou maior do que seu entorno rural e, que a umidade relativa do ar diminuiu. A área mais aquecida da cidade foi o Jardim São Francisco, na porção leste. Este bairro apresentou temperatura mais elevada, durante todos os horários analisados, devido à sua configuração urbana, que como foi demonstrado nesse texto, potencializa o aquecimento do ar e diminuição da umidade relativa. Nesse horário, a porção noroeste da cidade (Jardim Santa Terezinha e Jardim Paraíso) também estava mais aquecida. Acredita-se que, devido a sua orientação noroeste, que a deixa mais exposta à radiação solar durante o entardecer, condição parecida com a do estudo de Mendonça (2009, p. 117), onde o autor afirma que, a porção norte-nordeste da cidade de Londrina é mais aquecida.

Desta forma, as análises a partir dos pontos fixos, apontaram que a cidade apesar de pequena, já apresenta alterações em seu campo térmico e higrométrico, equivalente, a estudos de cidades de médio e grande porte, como o de Lombardo (1985), Mendonça (1994) e Amorim (2000).

Os transectos móveis noturnos reforçaram os resultados obtidos, apontando que as características urbanas de Cândido Mota, já influenciam na atmosfera da cidade, no que tange a temperatura e umidade relativa do ar. Verificou-se que as áreas com alta densidade construtiva e, sem a presença de vegetação arbórea significativa, são as mais quentes e onde se encontra a vegetação arbórea, a temperatura é menor. Nesse sentido, pode-se concluir que, Cândido Mota tem um clima urbano específico, podendo ser comparado com o modelo de Oke (1974).

Nessa perspectiva, vale destacar que a cidade merece atenção especial no seu planejamento ambiental urbano, para que os efeitos do clima urbano sejam amenizados, uma vez que, os elementos que o compõem comprometem a qualidade ambiental, como as ilhas de calor encontradas na cidade. Nas áreas afetadas pelas ilhas de calor, devido à baixa pressão atmosférica, os poluentes são direcionados para o interior urbano, sendo assim, o ar circula internamente sem conseguir liberá-los, o que compromete a saúde das pessoas (NUCCI, 2001, p. 13).

Para finalizar, pode-se indicar que o Poder Público Municipal execute medidas mitigadoras para melhorar a qualidade ambiental urbana de Cândido Mota, como o incentivo à população local de plantar árvores, pois, de acordo com Amorim (2000, p. 302), “a carência de vegetação tanto nas áreas destinadas para o verde como nas ruas, traz consequências negativas para a dinâmica ambiental urbana, tais como: alterações no clima local, enchentes, deslizamentos e falta de áreas de lazer para a população”. Ainda conforme a autora, “um dos fatores que interferem no clima e exerce influência em várias escalas climáticas é a vegetação que, nas cidades, otimiza os ambientes criando maior conforto termo-higrométrico” (op. cit.). Portanto, o aumento da vegetação arbórea nos pontos mais aquecidos da cidade, como: nos quintais, nas calçadas e nos espaços públicos, pode amenizar os efeitos das ilhas de calor e melhorar o conforto térmico.

Outra medida interessante, que poderia ser realizada pela população, seria a mudança da cor das residências e dos telhados, para cores claras que absorvem menos radiação solar e, conseqüentemente, aquecem menos o ar. Como afirmam Ferreira e Prado (2003, p. 2), “a diminuição da temperatura superficial dos materiais contribui diretamente para a mitigação dos efeitos negativos das ilhas de calor”.

Através de medidas simples, por meio de um trabalho coletivo entre gestores, pesquisadores e população local a cidade poderá ser mais saudável e a qualidade ambiental urbana nas áreas atingidas, melhorada.

REFERÊNCIAS

ANUNCIAÇÃO, V. S.; SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano da cidade de Campo Grande/MS. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (org). **Os Climas das Cidades Brasileiras**. Presidente Prudente: [SN.], 2002, p. 61-87.

AMORIM, M. C. C. T. **Análise ambiental e qualidade de vida na cidade de Presidente Prudente/SP**. 1993. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

_____. **O Clima Urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 322 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: episódios de inverno. **Revista Geosul**, UFSC – Florianópolis, v. 20, n. 39, p.65-82, jan./jun. 2005.

_____. Ilhas de calor em Birigui/SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 121 - 130 dez. 2005.

_____. Ilhas de calor urbanas em episódios de verão e de inverno. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 7, 2006, Rondonópolis. **Anais...** Rondonópolis: UFMT, 2006, p. 1-15.

_____. Os climas urbanos de cidade pequenas e média do oeste do estado de São Paulo/Brasil. In: CUNHA, L.; PASSOS, M. M. dos; JACINTO, R. **As Novas Geografias dos Países de Língua Portuguesa: Paisagens, território, políticas no Brasil e em Portugal**. Guarda/Portugal: Centro de Estudos Ibéricos, 2010.

AMORIM, M. C. C.; LIMA, V. Qualidade ambiental urbana em Osvaldo Cruz/SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, 2009, Viçosa. **Anais ...: UFV**, 2009, p. 1-19.

ARAÚJO, R. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. O processo de urbanização na produção do clima urbano. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (org). **Os Climas das Cidades Brasileiras**. Presidente Prudente: [SN.], 2002, p. 21-41.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 11^o ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

Boletim Técnico. **Site Oficial do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE**. Disponível em: <http://tempo.cptec.inpe.br/bol_tecnico.shtml>. Acesso em: 10 mar. 2011.

BRANDÃO, A. M. de P. M. **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. 1996. 362f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CAMARGO, C. E. S. **Qualidade ambiental urbana em Presidente Prudente/SP**. 2007. 152 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

Cartas sinóticas de superfície. **Site Oficial da Marinha do Brasil**. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>. Acesso em: 03 fev. 2011.

CHEN, X. L. et al. Remote sensing image-based analysis of the relation between urban heat island and land use/cover changes. **Remote sensing of Environment**. n. 104, v. 1, p. 133-146, 2006.

Classificação dos solos. **Site Oficial do IBGE**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/>. Acesso em: 10 dez. 2011.

Clima Urbano. Disponível em: <http://www3.cptec.inpe.br/~ensinop/clima_urbano.htm>. Acesso em: 07 set. 2008.

CONTI, J. B. **Clima e Meio Ambiente**. São Paulo: Atual, 1998, 3ª ed.

CHANDLER, T. J. **The Climate of London**. Hutchinson & Co., Londres, 1965.

COLLISCHONN, E. **O campo térmico da Região Metropolitana de Porto Alegre: Uma Análise a partir da Interação das Variáveis Ambientais na Definição do Clima Local**. 1998. 155 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SP.

CRUZ, J. C. L. **Características térmicas da camada intraurbana em Rio Claro/SP**. 1995. 189 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CRUZ, G. C. F. **Clima Urbano de Ponta Grossa-PR: uma abordagem dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira**. 2009. 366 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DANNI, I. M. **Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em Janeiro de 1982**: contribuição ao estudo do clima urbano. 1987. 129 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. **A cidade de Curitiba e a poluição do ar: implicações de seus atributos urbanos e geoecológicos na dispersão de poluentes em período de inverno**. 1999. 330 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

DUMKE, E. M. S. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU_RMC)**. 2007. 417 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FERREIRA, F. F.; PRADO, R. T. A. **Medição do albedo e análise de sua influência na temperatura superficial dos materiais utilizados em coberturas de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 2003.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatología aplica**: clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Editorial síntesis, S.A., 1995. 285p.

GÓMEZ, A. L. (Coord.), GARCÍA, F. F., ARROYO, F., VIDE, J. M., CUADRAT, J. M. **El clima de las ciudades españolas**. Madrid: Catedra, 1993.

HACK, L. P. O clima urbano de Petrópolis/RS: análise dos impactos ambientais das chuvas de verão nas áreas de riscos e nas inundações. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (org). **Os Climas das Cidades Brasileiras**. Presidente Prudente: [SN.], 2002, p. 89-113.

HUANG, L. et al. A fieldwork study on the diurnal changes of urban microclimate in four types of ground cover and urban heat island of Nanjing, China. **Building and Environment**. n. 43, v. 1, p. 7-17, 2008.

IINO, A.; HOYANO, A. Development of a method to predict the heat island potential using remote sensing and GIS data. **Energy and Buildings**. n. 23, v. 1, p. 199-205, 1996.

Imagens do satélite Goes. **Site Oficial do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE**. Disponível em: < http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_antiores.jsp>. Acesso em: 02 fev. 2011.

Imagens do satélite Landsat 7. **Site Oficial da United States Geological Survey – USGS**. Disponível em: <<http://www.usgs.gov/>>. Acesso em: 15 abr. 2011.

JENSEN, John R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2 ed. São José dos Campos: Parênteses, 2009.

KOLOKOTRONI, M.; GIRIDHARAN, R. Urban heat intensity in London: An investigation of the impact of physical characteristics on changes in outdoor air temperature during summer. **Science Direct**. n. 82, v. 1, p. 986-998, 2008.

LANDSBERG, H. E. O clima das cidades. Tradução de Tarik Rezende de Azevedo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, v. 18, p. 95-111, 2006.

LIMA, V. **Análise da Qualidade Ambiental na Cidade de Osvaldo Cruz/SP**. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. A utilização de cartas de temperatura da superfície na análise de qualidade ambiental urbana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA: climatologia e gestão do território, 9, 2010. **Anais...** Fortaleza: UFC, p. 1-15.

LIMA, A. P.; AMORIM, M. C. C. T. Diagnóstico da formação do clima urbano em Rosana/SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, 2009, Viçosa. **Anais ...: UFV**, 2009, p. 1-15.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

MARINHA do Brasil. **Carta Sinótica de Superfície**. Disponível em: <<http://www.mar.mil/dhn/chm/meteo/prev/avisos/aviso.htm>>. Acesso em: 11 fev. 2011

MENDONÇA, F. A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno. Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina / PR**. 1994. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo. Oficinas de Textos, 2007

MENDONÇA, F., MONTEIRO, C. A. F. (org.) **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2009.

MENDONÇA, M. **A dinâmica tempo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis/SC**. 2002. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MONTEIRO, A. M. R. **O clima urbano do Porto: contribuição para a definição de planeamento e ordenamento do território.** 1993. 436 f. Tese (Doutorado) - Universidade do Porto, Porto – Portugal. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/16163>>. Acesso em: 02 mai. 2011.

MONTEIRO, C. A. F. **A frente polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil.** São Paulo: IGEOG/USP, 1969. 68 p. (Série Teses e Monografias, 1).

_____. **Teoria e Clima Urbano.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976. (Série Teses e Monografias).

_____. **Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura.** In: Revista GEOSUL 9. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990. n 9 - Ano V - 19 semestre de 1990.

_____. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C. A. F. MENDONÇA, F. (org.), DANNI-OLIVEIRA, I. M., BRANDÃO, A. M. P. M., GONÇALVES, N. M. S. **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2009.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano.** São Paulo: Humanitas/FAPESP, 2001. 236p.

ORTIZ, G. F. **Análise da temperatura do ar intraurbana em Cândido Mota/SP.** Presidente Prudente, 2010. 84 f. Monografia (Especialização em Tecnologia da Informação e Comunicação, Educação Ambiental e Gerenciamento de Recursos Hídricos) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

OKE, T. **Review of urban climatology: 1968-1973.** Geneva: World Meteorological Organization, 1974 (WMO Technical note, n. 134).

OKE, T. **Boundary layer climates.** London: Methuen & Co, 1978.

Plano Diretor do Município de Cândido Mota/SP. Disponível em: <www.candidomota.sp.gov.br>. Acesso em: 25 mai. 2011.

PINTO, J. E. S. S. O clima local de Aracaju/SE. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (org). **Os Climas das Cidades Brasileiras.** Presidente Prudente: [SN.], 2002, p. 43-60.

PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas.** 1997. 272 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PINHEIRO, G. M., AMORIM, M.C.C.T. O estudo do clima urbano em cidade de pequeno porte no oeste paulista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, 2009, Viçosa. **Anais ...: UFV**, 2009, p. 1-12.

Rede de estações automáticas. **Site Oficial do Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/html/rede_obs.php>. Acesso em: 10 mar. 2012.

ROSENZWEIGA, C. et al. Characterizing the urban heat island in current and future climates in New Jersey. **Environmental Hazards**. n. 6, v. 1, p. 51–62, 2005.

SACRAMENTO NETO, J. L.; et al. Método objetivo para identificar episódios de Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU) no ambiente operacional do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA: A AMAZÔNIA E O CLIMA GLOBAL, 16, 2010, Belém. **Anais...** Belém: SBMET, p 1-5.

SAMPAIO, A. H. L. **Correlações entre uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador**. 1981. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo**. 1995. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANT'ANNA NETO, J. L. (org.). **Os Climas das Cidades Brasileiras**. Presidente Prudente: [SN.], 2002.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (org). **Variabilidade e Mudanças Climáticas; implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: Eduem, 2000.

SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo. Globalização e meio técnico-científico informacional**. São Paulo, HUCITEC, 1994.

SILVA, L. T.; TOMMASELLI, J. T. G.; AMORIM, M. C. C. T. O clima urbano de Penápolis/SP: um episódio de inverno. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (org). **Os Climas das Cidades Brasileiras**. Presidente Prudente: [SN.], 2002, p. 145-163.

SILVA, R. A. **A segurança no trabalho de aplicação de agrotóxicos no município de Cândido Mota/SP**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SILVA, W. D.; BRANDÃO, A. M. P. M. O clima urbano da cidade de Macaé/RJ. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA: A Geografia Física aplicada e as dinâmicas de apropriação da natureza, 13, 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2009, p. 1-15.

Site Oficial da Coopermota. Disponível em: <<http://www.coopermota.com.br>>. Acesso em: 31 jun. 2011.

Site Oficial da Prefeitura Municipal de Cândido Mota. Disponível em: <<http://www.candidomota.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2010.

Site Oficial do IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 ago. 2011.

STATHOPOULOU, M.; CARTALIS, C. Daytime urban heat islands from Landsat ETM+ and Corine land cover data: An application to major cities in Greece. **Science Energy**, n. 81, v. 1, p. 358-368, 2007.

STEWART, I., OKE, T. Classifying climate field sites by “local climate zones”: the case of Nagano, Japan. **THE SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE**, 2009, Yokohama, Japan. Disponível em: <http://www.ide.titech.ac.jp/~icuc7/extended_abstracts/pdf/385055-1-090515165722-002.pdf>. Acesso em: 24 de mai. 2011.

TARIFA, J. R. **Fluxos polares e as chuvas de primavera-verão no estado de São Paulo.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1975. 93 f. (Série Teses e Monografias 19).

TAVARES, R. O clima de Sorocaba/SP: aspectos regionais, locais e urbanos. In: SANT’ANNA NETO, J. L. (org). **Os Climas das Cidades Brasileiras.** Presidente Prudente: [SN.], 2002, p 115-143.

VIANA, S. S. M. **Caracterização do Clima Urbano em Teodoro Sampaio/ SP.** 2006. 190 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

XIAN, G. Satellite remotely-sensed land surface parameters and their climatic effects for three metropolitan regions. **Advances in Space Research.** n.41, v. 1, p. 1861-1869, 2008.

ZAVATTINI, J. A. **Estudos do clima urbano no Brasil.** Campinas, SP: Alínea, 2004.

ZENT, Y. et al. The urban heat island in Nanjing. **Quaternary International.** n. 30, v. 1, p. 1-6, 2009.

ANEXO 1

Imagens do Satélite Goes (Dezembro de 2010 e janeiro de 2011)



31/12/2010 – 9h – GMT



31/12/2010 – 15h – GMT



31/12/2010 – 21h – GMT



01/01/2011 – 9h – GMT



01/01/2011 – 15h – GMT



01/01/2011 – 21h – GMT



02/01/2011 – 9h – GMT



02/01/2011 – 15h – GMT



02/01/2011 – 21h – GMT



03/01/2011 – 9h – GMT



03/01/2011 – 15h – GMT



03/01/2011 – 21h – GMT



04/01/2011 – 9h – GMT



04/01/2011 – 15h – GMT



04/01/2011 – 21h – GMT



05/01/2011 – 9h – GMT



05/01/2011 – 15h – GMT



05/01/2011 – 21h – GMT



06/01/2011 – 9h – GMT



06/01/2011 – 15h – GMT



06/01/2011 – 21h – GMT



07/01/2011 – 9h – GMT



07/01/2011 – 15h – GMT



07/01/2011 – 21h – GMT



08/01/2011 – 9h – GMT



08/01/2011 – 15h – GMT



08/01/2011 – 21h – GMT



09/01/2011 – 9h – GMT



09/01/2011 – 15h – GMT



09/01/2011 – 21h – GMT



10/01/2011 – 9h – GMT



10/01/2011 – 15h – GMT



10/01/2011 – 21h – GMT



11/01/2011 – 9h – GMT



11/01/2011 – 15h – GMT



11/01/2011 – 21h – GMT



12/01/2011 – 9h – GMT



12/01/2011 – 15h – GMT



12/01/2011 – 21h – GMT



13/01/2011 – 9h – GMT



13/01/2011 – 15h – GMT



13/01/2011 – 21h – GMT



14/01/2011 – 9h – GMT



14/01/2011 – 15h – GMT



14/01/2011 – 21h – GMT



15/01/2011 – 9h – GMT



15/01/2011 – 15h – GMT



15/01/2011 – 21h – GMT



24/01/2011 – 9h – GMT



24/01/2011 – 15h – GMT



24/01/2011 – 21h – GMT



25/01/2011 – 9h – GMT



25/01/2011 – 15h – GMT



25/01/2011 – 21h – GMT



26/01/2011 – 9h – GMT



26/01/2011 – 15h – GMT



26/01/2011 – 21h – GMT



27/01/2011 – 9h – GMT



27/01/2011 – 15h – GMT



27/01/2011 – 21h – GMT



28/01/2011 – 9h – GMT



28/01/2011 – 15h – GMT



28/01/2011 – 21h – GMT



29/01/2011 – 9h – GMT



29/01/2011 – 15h – GMT



29/01/2011 – 21h – GMT