

TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DA CIDADE DE CÂNDIDO MOTA/SP A PARTIR DA IMAGEM DE SATÉLITE LANDSAT 7

Prof^a Esp. Gislene Figueiredo Ortiz¹
Prof^a Dr^a Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim²

RESUMO

Os problemas ambientais urbanos se agravaram nas últimas décadas devido ao crescimento das cidades sem ou com inadequado planejamento urbano. Assim, a preocupação com a qualidade ambiental urbana ganha foco e suas técnicas de análise também. Desta forma, entre os diferentes problemas relacionados a essa questão destaca-se o clima urbano, gerado a partir de mudanças realizadas na cobertura da superfície urbana, resultando em mudanças na atmosfera local, percebidas principalmente na temperatura do ar. Esta pesquisa teve como objetivo analisar as diferenças nas temperaturas da superfície intraurbana na cidade de Cândido Mota/SP e compará-las com a temperatura da superfície do ambiente rural próximo. Para a realização deste estudo, foi utilizada imagem de satélite – canal termal do satélite LandSat 7, banda 6, com resolução espacial de 60 metros – tratada no *software* IDRISI (marca registrada da Clark University) transformando os valores digitais para temperatura em graus Celsius (°C). Este procedimento possibilitou uma análise das temperaturas das diferentes coberturas das estruturas da cidade e também da densidade de cobertura vegetal. A área de estudo selecionada foi a cidade de Cândido Mota/SP, e verificou-se que mesmo sendo de pequeno porte, apresenta diferenças significativas na temperatura da superfície quando se compara com o ambiente rural.

Palavras chave: carta de temperatura de superfície; clima urbano, Landsat 7; Cândido Mota.

¹ Mestranda em Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia da FCT/UNESP/Presidente Prudente, Brasil. E-mail: gicrinha_unesp@yahoo.com.br

² Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/UNESP/Presidente Prudente, Brasil. E-mail: mccta@fct.unesp.br

1 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades durante as últimas décadas tem resultado em problemas ambientais urbanos devido à falta ou inadequado planejamento urbano. Dentre os diferentes problemas enfrentados pelos cidadãos pode-se destacar o clima urbano, gerado a partir de mudanças realizadas na cobertura da superfície urbana, ocasionando transformações na atmosfera local, como: ilhas de calor, aumento da temperatura, das precipitações, da poluição do ar e queda na umidade relativa do ar.

O clima urbano se forma a partir da interação entre a atmosfera urbana e sua superfície. De acordo com Amorim (2000, p. 25) “o 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”.

A preocupação com a qualidade ambiental urbana ganha cada vez mais foco no meio científico, e as técnicas de análise são aperfeiçoadas para auxiliar na compreensão e na amenização dos problemas ambientais urbanos.

Uma das técnicas utilizadas no estudo do clima urbano é o sensoriamento remoto no infravermelho termal. 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 termal”. 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 pesquisador.

Jensen (op. cit) demonstra estudos que avaliaram o clima de diversas cidades utilizando-se de sistemas de sensoriamento remoto infravermelhos termais de alta resolução para detectar o efeito da ilha de calor urbana. Durante o dia de modo geral, observaram-se que as altas temperaturas se concentravam nas zonas comerciais, seguidas pelas de serviços, transporte e industrial. As menores temperaturas diurnas foram encontradas nos corpos d'água, vegetação e terras agrícolas. Com temperatura intermediária foram observadas as 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 de indústrias, se esfriaram relativamente rápido. Entretanto, ao amanhecer continuaram mais quentes 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).

As ilhas de calor mudam a circulação atmosférica da cidade fazendo com que ocorra maior concentração de poluentes em seu interior, conforme destaca Nucci (2001, p. 13)

Uma das conseqüências da ilha de calor é a formação da circulação do ar característica, onde a região central se aquece e sobe, e o ar da periferia converge para o centro da cidade, onde se encontra o pico da ilha de calor, formando-se, assim, um ‘domo’ de poluição sobre a cidade.

Como exemplifica o autor, o ar proveniente da periferia ao se deslocar pela cidade vai adquirindo poluentes e perdendo umidade, devido à ausência de áreas verdes e intenso trânsito, chegando ao centro urbano carregado de poluentes. Desta maneira, o centro da cidade fica tomado de partículas poluidoras que acaba por agravar a saúde da população urbana, principalmente com problemas respiratórios. Essa situação é potencializada durante o inverno, devido o aumento de inversões térmicas.

Diante do exposto, pode-se afirmar que os estudos direcionados para a qualidade ambiental urbana, são de extrema importância, não só para melhoria da estrutura urbana, mas também para a melhoria da qualidade de vida das pessoas atingidas por tais efeitos do clima urbano.

De acordo com Lima e Amorim (2010, não paginado) “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.

Para o presente trabalho, elaborou-se uma carta de temperatura de superfície da cidade de Cândido Mota, localizada no oeste do estado de São Paulo – Brasil - (Figura 1),

com população de 29.911 habitantes (Censo IBGE - 2010), com o objetivo de analisar as diferenças nas temperaturas da superfície intraurbana na cidade e compará-las com a temperatura da superfície do ambiente rural próximo.



Figura 1 – Mapa de localização de Cândido Mota/SP.

Para a elaboração da carta de temperatura da superfície deste estudo, transformou-se os valores digitais para temperatura em graus Celsius da imagem do satélite Landsat 7, da banda 6 do infravermelho termal, com resolução espacial de 60 metros, obtidas no site da *United States Geological Survey* (USGS: <<http://www.usgs.gov/>>) do dia 04 de março de 2003.

Assim, foi possível verificar que as diferentes coberturas das estruturas da cidade já apresentam uma variação na temperatura significativa, especialmente se comparada com o ambiente rural.

2 O SATÉLITE LANDSAT 7

O satélite Landsat 7 (Figura 2) 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*).

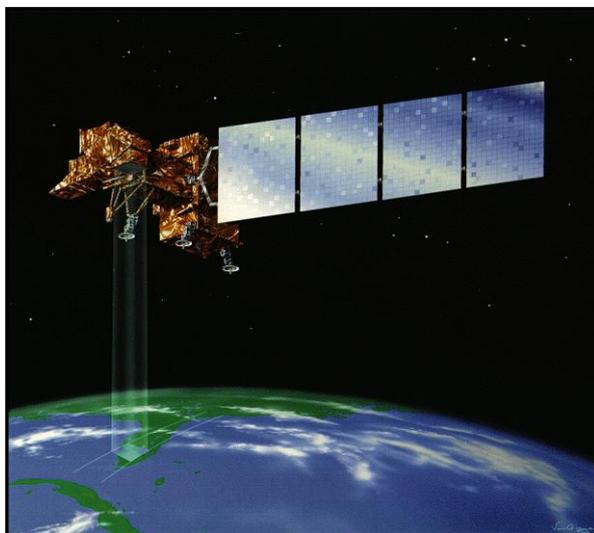


Figura 2 – Ilustração do satélite Landsat 7

Fonte: <http://science.hq.nasa.gov/kids/imagers/teachersite/17scan.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 tecnologia a varredura mecânica.

O Landsat 7 é composto por oito bandas (Tabela 1), 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.

Tabela 1 - Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM⁺)

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 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.

3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A carta de temperatura de superfície de Cândido Mota/SP foi elaborada 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 - micrômetro (Tabela 1). As imagens desse satélite podem ser obtidas gratuitamente junto ao site da *United States Geological Survey* (USGS: <<http://www.usgs.gov/>>).

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 Kelvin e finalmente para graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) obtidos no site³ do satélite Landsat (NASA)” (LIMA; AMORIM, 2010, sem paginação).

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 graus Kelvin para graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), subtraindo os valores de T de 273,16.

Desta forma, primeiramente no programa IDRISI 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:

$$L_{\lambda} = ((I_{\max \lambda} - \lambda L_{\min}) / (QCALMAX - QCALMIN)) * (QCALMIN - QCAL) + L_{\min}$$

³Disponível em:< http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter11/chapter11.html>.

Os significados da fórmula podem ser observados na Tabela 2:

Tabela 2 – Elementos da fórmula de conversão para radiância

$L \lambda$	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
$L_{Max} \lambda$	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	Máximo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a $L_{Max} \lambda$) no DN = 255

Organização: LIMA, V., 2010, sem paginação. Fonte: <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov>

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 3.

Tabela 3 – ETM + Faixa de radiância espectral

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 Kelvin:

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

Onde:

T = temperatura efetiva no satélite em Kelvin;

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

K1 = constante de calibração 1, valores na tabela 4

L = radiância espectral em Watts / (metros quadrado *ster* μm)

Tabela 4 – ETM + Constantes de calibração da banda termal

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

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

Posteriormente, aplicou-se a fórmula para converter os graus Kelvin em graus Celsius (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 (é marca registrada da Golden Software).

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados apresentados neste trabalho são provenientes da análise da carta de temperatura da superfície de Cândido Mota/SP, relacionando as informações contidas no mapa de uso e ocupação do solo urbano (Figura 3), que considera a cobertura vegetal, densidade de construções e tamanho de lotes.

O mapa de uso e ocupação do solo urbano de Cândido Mota foi elaborado com base em observações de trabalho de campo e imagem de satélite. Foram selecionados seis setores que destacam as principais diferenças de cobertura da superfície urbanizada, são eles:

❖ Setor I – área densamente construída com vegetação arbórea (área cor de rosa - Figura 3), em alguns pontos se encontram áreas verdes e também praças;

❖ Setor II – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e presença de praças (cor vermelha - Figura 3), encontram-se o comércio, residências, algumas escolas e praças dotadas de vegetação arbórea significativas;

❖ Setor III – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e terrenos menores (cor laranja - Figura 3), formada por conjuntos habitacionais;

❖ Setor IV – área densamente construída com vegetação arbórea esparsa e presença de áreas verdes (cor verde - Figura 3). São dois bairros distantes, com aproximadamente 20 anos, onde a população foi construindo suas residências e ainda falta arborização;

❖ Setor V – área com construção esparsa e vegetação arbórea, terrenos grandes e presença de áreas verdes (cor amarela - Figura 3). Os terrenos que compõem esse setor são grandes, muitos com piscinas, dotados de gramados, com construções grandes e esparsas, por se tratar de um bairro de classe média alta.

❖ Setor VI – área industrial (cor marrom - Figura 3), composta por uma grande indústria de bebidas e pequenas indústrias de móveis, cerâmicas e lages.

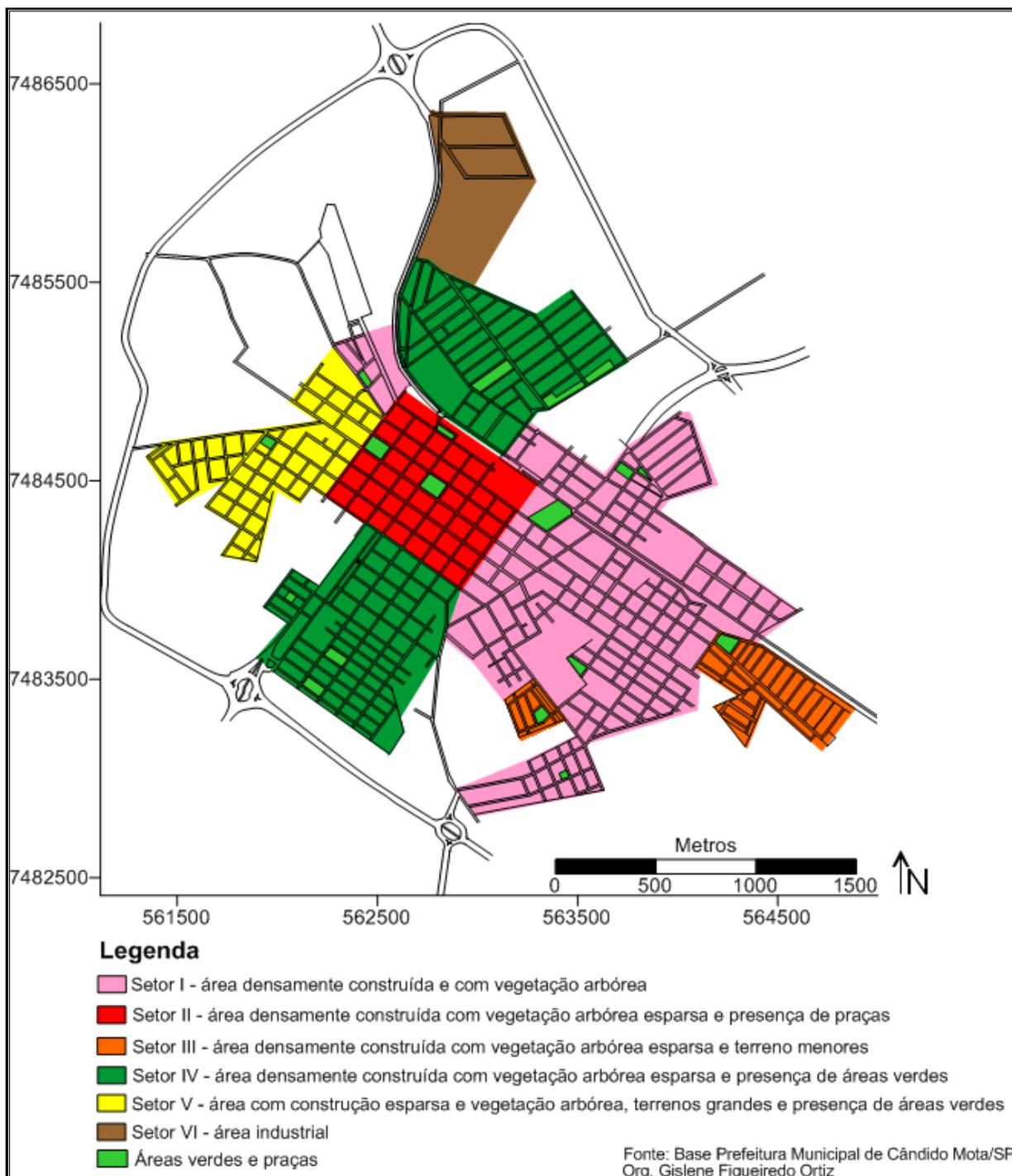


Figura 3 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo Urbano de Cândido Mota/SP

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 5) 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 5 – Emissividade de 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 4). A variação de temperatura da superfície da cidade estudada de acordo com a figura 4, foi de aproximadamente 11,5 °C, sendo a mínima de 23°C e a máxima de 35°C.

Determinadas áreas foram destacadas na figura 5, para melhorar a visualização dos resultados. A foto 1 da figura 5, destaca a alta temperatura, aproximadamente 33°C, da cobertura de zinco da indústria de bebidas, localizado no setor V do mapa de uso e ocupação do solo (Figura 3). 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.

Outra área destacada na figura 5 é a praça do Fórum Municipal (Foto 2), que apresentou temperatura próxima de 25°C, sendo esta bem menor do que a área apresentada

Temperatura da superfície da Cidade de Cândido Mota/SP a partir da imagem de satélite Landsat 7

Prof^a Esp. Gislene Figueiredo Ortiz

Prof^a Dr^a Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

anteriormente. Essa temperatura da superfície mais amena, se deve a grande quantidade de cobertura arborea, que absorve a radiação solar e tem baixa refletividade.

A foto 3 da figura 5 aponta uma área coberta por vegetação arborea, localizada na porção nordeste da malha urbana. Essa área apresentou também baixa temperatura de superfície, 25°C aproximadamente, se comparada com as demais áreas da cidade.

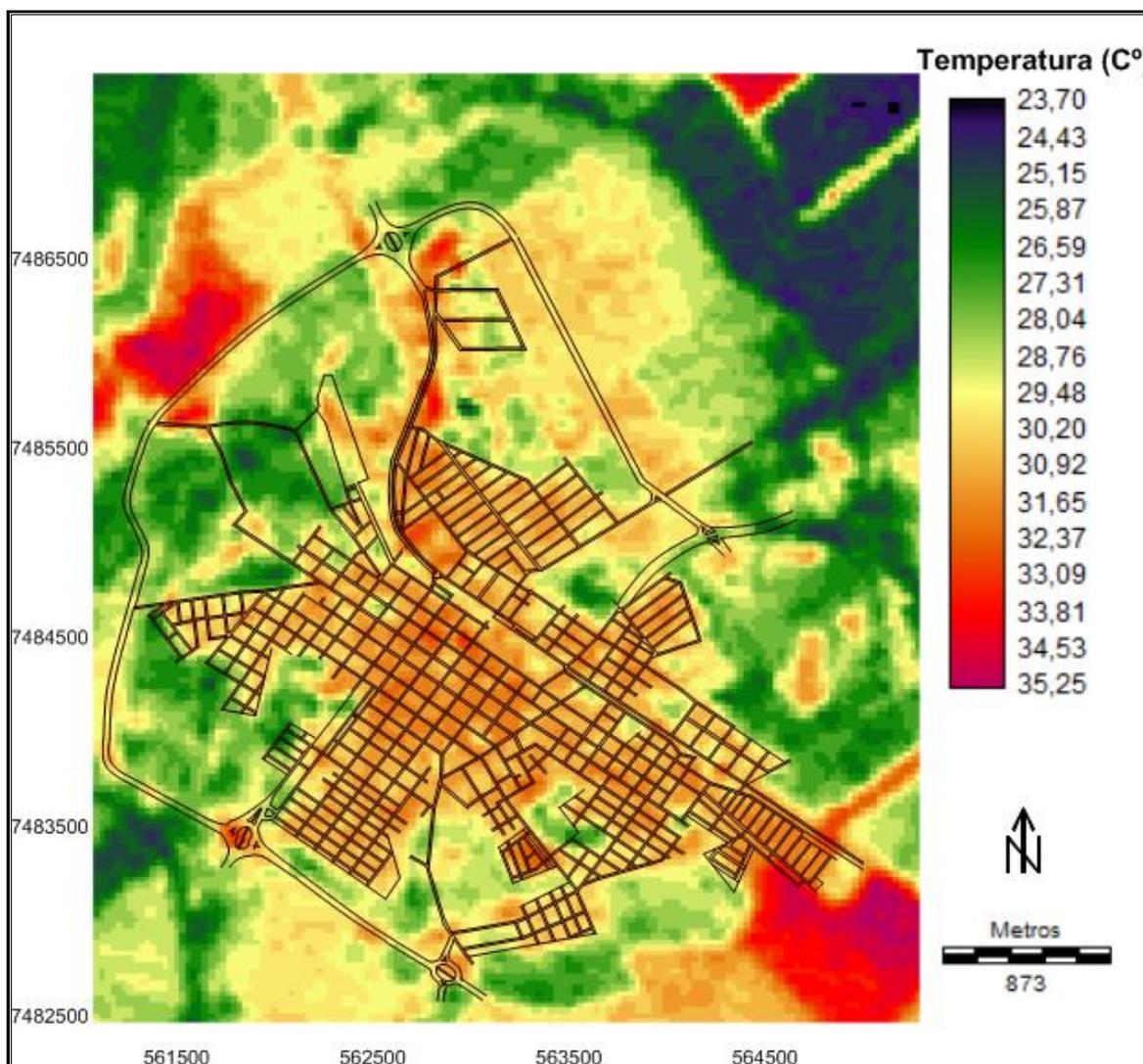


Figura 4 - Carta de temperatura da superfície de Cândido Mota/SP. Elaborada a partir da imagem do infravermelho termal, banda 6 do satélite Landsat 7, resolução espacial de 60 metros, do dia 04 de março de 2003. Fonte da imagem: *United States Geological Survey* (USGS: <<http://www.usgs.gov/>>). Organização: ORITZ, G. F. (2010)

Em destaque na figura 5, outra área com baixa temperatura de superfície, também com aproximadamente 25°C, apresentada pela foto 4 localizada na porção sudeste da cidade. Essa

Temperatura da superfície da Cidade de Cândido Mota/SP a partir da imagem de satélite Landsat 7

Profª Esp. Gislene Figueiredo Ortiz

Profª Drª Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

área também conta com uma quantidade razoável de vegetação arborea, que ameniza a temperatura dos alvos como, provavelmente, a do ar.

O centro da cidade foi destacado na figura 5 com a foto 5, demonstrando um aumento significativo da temperatura da superfície, devido a grande densidade construtiva e pouca vegetação arborea. As temperaturas nessa área variaram entre 29 e 33°C.

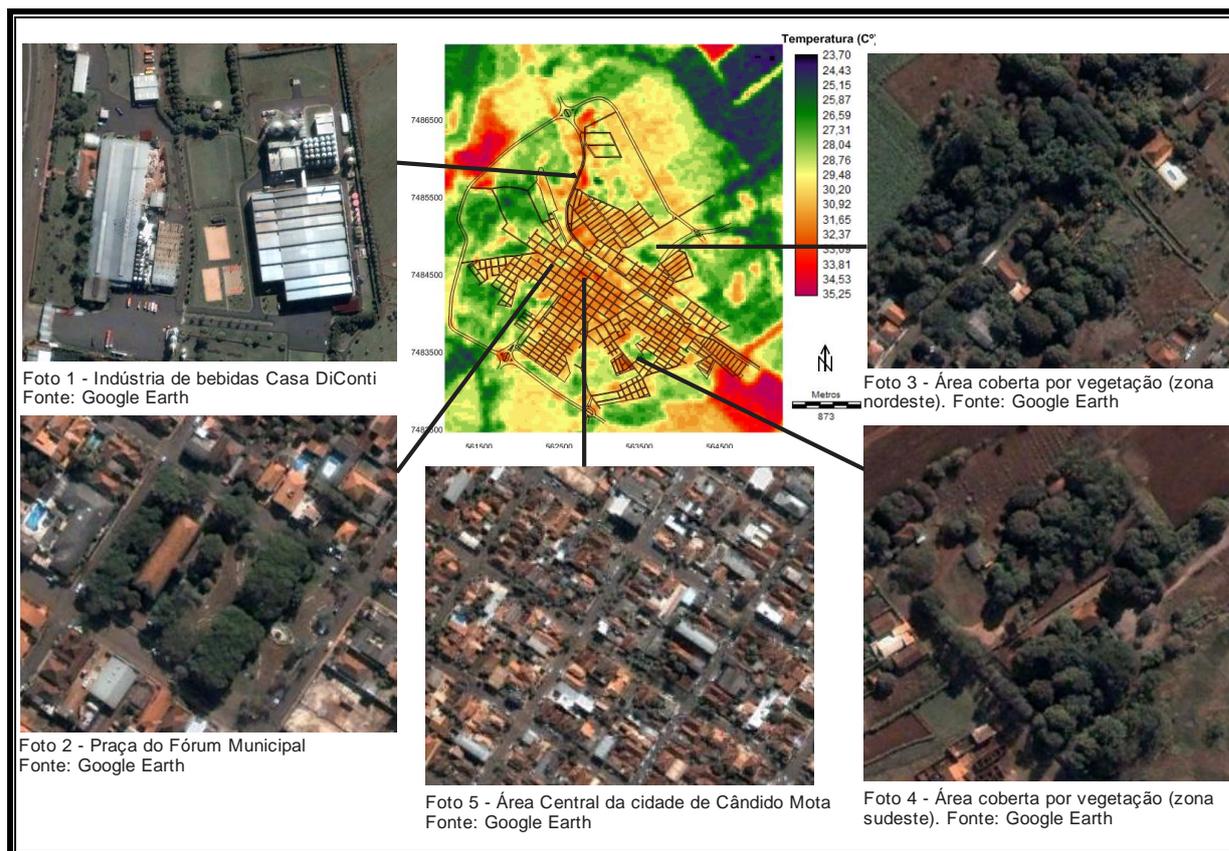


Figura 5 – Áreas de análise destacadas. Fonte da imagem: *United States Geological Survey* (USGS: <<http://www.usgs.gov/>>). Fonte das fotos: Google Earth. Organização: ORTIZ, G. F.

As áreas destacadas na figura 5 apontam as maiores disparidades dentro da malha urbana, 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 arborea. A zona rural no entorno da cidade apresenta 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 são formadas por solo exposto, por isso apresentam temperaturas mais elevadas devido seu alto nível de refletividade. Mesmo sendo de pequeno porte, a cidade já apresenta diferenças na temperatura do ar, devido à influência da urbanização, tanto no que diz respeito ao ambiente rural como intraurbana.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante o avanço da urbanização e suas consequências, pode-se afirmar que os esforços científicos para melhorar a qualidade ambiental urbana vêm crescendo nos últimos anos. A técnica empregada neste trabalho pode contribuir para o estudo do clima urbano, podendo ser utilizada com outros métodos.

Sabe-se que o clima urbano é resultante da modificação da superfície urbana, então, conhecer o comportamento térmico dos diferentes materiais construtivos é essencial para se trabalhar em prol de uma cidade mais agradável para os cidadãos.

Como foi demonstrado neste texto, através do tratamento de imagem do satélite Landsat 7 no canal termal, observou-se que a cidade de Cândido Mota já possui diferenças significativas em relação à temperatura de sua superfície, o que provavelmente influencia no clima urbano da mesma. Destaca-se que a zona industrial e o centro da cidade se apresentaram mais aquecidos que as demais áreas. Vale ressaltar que áreas cobertas por vegetação arbórea apresentaram temperaturas mais baixas e devem influenciar a temperatura do ar, deixando as proximidades mais agradável. Observa-se que o rural próximo apresenta de forma geral temperaturas mais baixas se comparada com a da cidade, excluindo-se as áreas de solo exposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M.C.C.T. **O Clima Urbano de Presidente Prudente/SP**. São Paulo, 2000, 322p.
Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP.

DUMKE, Eliane Müller Seraphim. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba**. Tese de Doutorado. Curitiba: UFPR, 2007.

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

LIMA, V.; AMORIM, M.C.C.T. **A utilização de cartas de temperatura da superfície na análise de qualidade ambiental urbana**. In: IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica: climatologia e gestão do território, 2010, Fortaleza-Ceará, CD-ROM.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de Calor nas metrópoles**. São Paulo: Hucitec: 1985.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: USP/IG, 1976.

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