

ANÁLISE DO FENÔMENO DE ILHAS DE CALOR URBANAS, POR MEIO DA COMBINAÇÃO DE DADOS LANDSAT E IKONOS.

EDÍLSON DE SOUZA BIAS¹
GUSTAVO MACEDO DE MELLO BAPTISTA¹
MAGDA ADELAIDE LOMBARDO²

¹UCB - Universidade Católica de Brasília
Q.S. 07 - Lote 01 - EPCT - Águas Claras - 72030-170 - Brasília - DF, Brasil
{edilsonb, gustavom}@ucb.br

²UNESP - Universidade Estadual Paulista - CEAPLA
Avenida 24-A Bela Vista - 13506-900 - Rio Claro - SP, Brasil
magda@unesp-rc.br

Abstract. The aim of this paper is to present a new approach for understanding the urban design effects on a heat island phenomena. For this, it was used a Landsat's thermal band to map a temperature behavior and an Ikonos ORTO KIT scene to understand these effects inside the city. This paper showed that this data integration may be a powerful tool for future studies of urban planning.

Keywords: thermal data, heat island, Landsat, Ikonos.

1. Introdução

O processo de crescimento desordenado das áreas urbanas no Distrito Federal tem provocado um fenômeno peculiar: as ilhas de calor. Este processo caracteriza-se pelo incremento da temperatura nos centros urbanos em relação às áreas de entorno. Isso pode ser explicado pelo fato de os materiais empregados na construção civil armazenarem calor e das áreas mais adensadas e menos arborizadas tenderem a apresentar temperaturas mais elevadas, mesmo durante a noite.

Apesar de planejada, Brasília e o Distrito Federal apresentam-se como um quadro resumo da realidade de países em desenvolvimento e o inchaço da mancha urbana é uma dessas características marcantes. Pelo plano de instalação da nova Capital, era de se esperar uma população da ordem de 500.000 habitantes para o ano 2.000, porém verifica-se que a população já extrapolou a casa de 2.000.000 de habitantes e isso tem ocasionado sérios problemas urbanos para o DF.

A periferação é um destes problemas pois, diariamente chegam ao Distrito Federal um grande contingente de população atrás dos benefícios dessa política de assentamentos adotada pelo GDF, ocasionando o surgimento de diversas cidades nos últimos anos. Samambaia, por exemplo, é um indicativo da tentativa estatal de erradicação de vilas existentes no DF. Além da criação destas cidades, há algumas décadas, a população de classe média encontrou nos condomínios rurais uma alternativa de moradia acessível. E existe ainda no DF outra modalidade de ocupação, as invasões, que geram verdadeiras cidades em muito pouco tempo. É o caso do Condomínio Itapuã, que de junho de 2001 (seu surgimento) até agora já conta com mais de 20.000 habitantes.

O presente trabalho visa analisar o fenômeno de ilha de calor intra-urbana e no entorno próximo, identificando as variações do comportamento térmico combinado com a alta resolução espacial, visando compreender a relação do planejamento urbano com a temperatura. Para tal, foram selecionadas uma cena do satélite Landsat 5, de 10 de junho de 2001, e uma do Ikonos ORTO KIT, de 10 de dezembro de 2001.

2. Sensoriamento Remoto Termal e as Ilhas de Calor

A Lei de Plank, em síntese, diz que, quanto maior a temperatura para um dado comprimento de onda, maior será a quantidade de energia emitida por um corpo negro. Se o sensor capta a emissão de fótons de um alvo, ou seja, sua emissividade, pode-se determinar a sua temperatura.

O fenômeno de ilhas de calor é mais verificado em ambientes urbanos, pois, como mostra a **figura 1**, os diferentes padrões de refletividade, ou de albedos, são altamente dependentes dos materiais empregados na construção civil. Nota-se que, dependendo do albedo, mais radiação será absorvida e mais calor será emitido pela superfície.



Figura 1 – Albedos de materiais urbanos. Fonte: site da EPA.

Esses padrões diferenciados de emissão de calor acabam determinando uma temperatura mais elevada no centro e, à medida que se afasta deste, em direção aos subúrbios, as temperaturas tendem a diminuir (**Figura 2**).

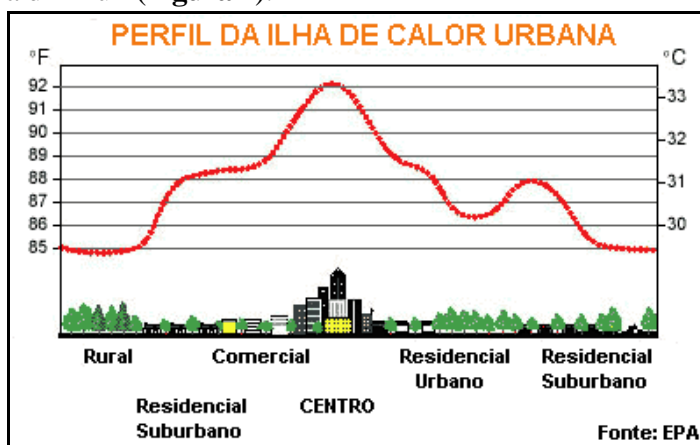


Figura 2 – Perfil da ilha de calor urbana. Fonte: site da EPA.

Quando se analisam longas séries históricas de temperatura, o fenômeno pode gerar informação distorcida. Molion (2001) salienta que, como as cidades tiveram crescimento bastante significativo nas últimas décadas, principalmente após a de 50, acabaram englobando as estações meteorológicas, que antes se encontravam em áreas isoladas e hoje estão dentro das cidades. Um estudo, por ele apresentado, de duas séries históricas de mais de 100 anos, na Austrália, sendo uma de seis estações em cidades e 27 em ambiente rural, apresentam duas tendências diferentes: nas estações urbanas verificou-se o incremento de temperatura,

enquanto nas rurais há uma tendência de manutenção da temperatura ao longo dos anos. A **figura 3** apresenta esses padrões térmicos.

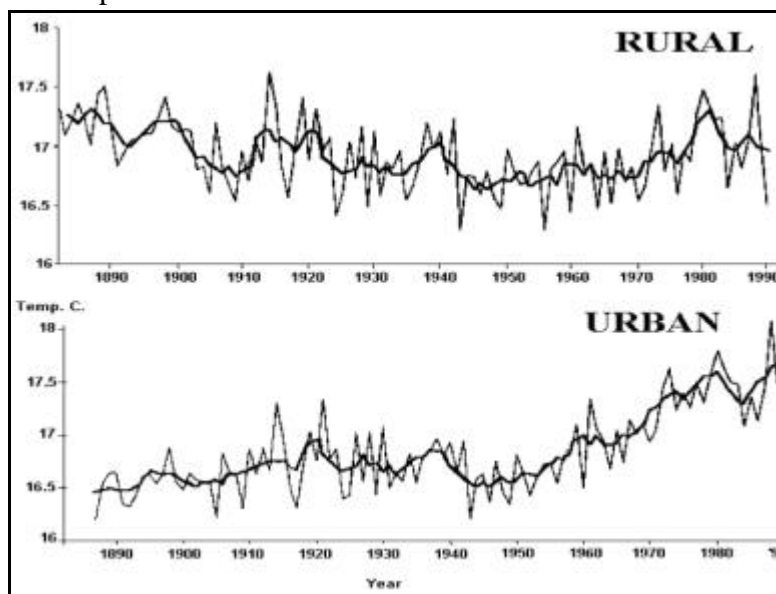


Figura 3 – Padrões térmicos de ambientes rurais e urbanos. Fonte: Molion (2001).

Este tipo de dado pode levar a uma generalização e interpretação equivocadas a respeito de temas como o aquecimento global.

Esse processo de ocupação traz profundas conseqüências para o ambiente urbano, conforme acentua Lombardo (1985): “Uma metrópole sem planejamento adequado do uso do solo, com ausência de parâmetros adequados de verticalização e ocupação, sobretudo onde ela cresce a uma velocidade rápida e com poucos recursos técnicos, pode colocar em risco a qualidade de vida dos seus habitantes”.

Lombardo (1985) esclarece que as cidades contribuem para a alteração do balanço de energia, gerando bolsões sobre as áreas urbanas, denominadas ilhas de calor. Esse fenômeno reflete a interferência do homem na dinâmica dos sistemas ambientais.

Estudos realizados por Baptista (2002) corroboram com os conceitos preceituados por Lombardo (1985), no que tange as questões vinculadas a uma ocupação urbana organizada, principalmente com os impactos do aumento populacional. Baptista (2002) realizou estudos a partir de imagens LANDSAT TM5 de 1984 e 2001, constatando um aumento médio da temperatura de 3° C, neste período.

Dos resultados obtidos pôde-se verificar que as temperaturas aumentaram numa proporção direta à ocupação urbana do Distrito Federal. Um dos pontos que é apresentado por Baptista (2002), e que não faz parte das áreas de estudo do presente trabalho, diz respeito a maior invasão do Distrito Federal, a da Estrutural, que em 1884 ainda não era habitada, e a temperatura variou de 18° C para 28° C.

Lombardo (1985) afirma que a ilha de calor urbana pode ser atribuída aos seguintes fatores:

- ✓ Efeitos da transformação de energia no interior da cidade, com formas específicas (estruturas verticais artificialmente criadas), cores e materiais de construção (condutibilidade);
- ✓ Redução do resfriamento causado pela diminuição da evaporação (poucas áreas verdes, transporte de água da chuva através de canalização);
- ✓ Produção de energia antropogênica, por meio da emissão de calor pelas indústrias, trânsito e habitações.

Todos os estudos acima, utilizaram técnicas diversas, para avaliar as referidas mudanças; entretanto, nenhuma delas utilizou as potencialidades de outras imagens, particularmente de alta resolução, para efetuar observações intra-urbanas e partir daí, propor soluções.

Lombardo (1985) utilizou no seu estudo de ilhas de calor, além de fotografias aéreas na escala 1:8.000, imagens de satélite Landsat 3 que, devido as suas restrições espectrais, permitiram somente analisar as seguintes classes de uso do solo:

- ✓ Área de ocupação vertical
- ✓ Área de ocupação horizontal vertical;
- ✓ Área de ocupação horizontal densa;
- ✓ Área de ocupação horizontal rala;
- ✓ Loteamento;
- ✓ Industrias;
- ✓ Vegetação;
- ✓ Corpos d'água.

Lombardo (1985) determinou um modelo computacional para o tratamento de imagens termais e estudou o fenômeno ilhas de calor para a metrópole de São Paulo, chegando a conclusões bastante interessantes. Esta autora salientou que, por exemplo, os dados do satélite NOAA-7 permitiram uma leitura da estratificação térmica horizontal, e no dia 16/07/81 o centro da cidade, zona leste e sudeste, na marginal do Tietê e em Santo Amaro as temperaturas registradas foram de 33°C. Já na serra da Cantareira a temperatura registrada foi de 23°C e no Parque do Estado, 24°C, salientando o efeito da altitude e da presença de vegetação. Já Cubatão, que nesta época já apresentava elevada concentração de poluentes, registrou 30°C.

3. Caracterização da Área de Estudos

O presente trabalho utilizou a cidade satélite de Sobradinho, como área de estudos. Esta cidade ocupa uma área de 569,37 km² e está situada a 22,1 km a nordeste de Brasília.

Ao norte, o paralelo 15°30' sul limita a região com o Estado de Goiás (município de Planaltina de Goiás). O limite leste é formado pela RA VI (Planaltina). Duas Rodovias constituem o limite sul da RA V: a EDF 001, que a separa da RA I (Brasília) e a EDF 250 (BR 479) que a separa da RA VII (Paranoá). O limite oeste é constituído pela EDF 170 que a separa da RA IV (Brazlândia).

A área ocupada pelo loteamento de Sobradinho é de 11,54 km², dos quais 4,12 km² correspondem a lotes destinados à venda, 1,19 km² ao arruamento, e 6,22 km² estão reservados aos parques, jardins e serviços de utilidade pública.

O plano original da cidade sofreu algumas modificações no decorrer de sua implantação. Destaca-se o reparcelamento de quatro conjuntos da Quadra 18, com pequeno acréscimo de área, destinado a fixar os moradores das invasões do Ribeirão Sobradinho e Lixão, dentro do Programa de Assentamento Populacional de Emergência PAPE, de agosto de 1980.

Em Sobradinho, encontravam-se, à época, mais de uma família residindo no mesmo lote, em condições muitas vezes precárias de coabitação. Existiam, também, barracos de madeira disseminados por toda a cidade, entre as casas de alvenaria ou em fundos de terreno. A tentativa de solucionar o problema foi realizada a partir da execução do Programa de Assentamento de População de Baixa Renda, desenvolvido pelo governo local, com a criação da Expansão Urbana do Setor Oeste da cidade, em 06/10/89. Este fato minimizou o problema, mas sem dar uma solução definitiva. Este núcleo habitacional é designado popularmente de Assentamento ou Sobradinho II. Na **figura 4**, pode-se observar o crescimento ocorrido no uso e ocupação da cidade satélite de Sobradinho, durante o intervalo de 29 anos, por meio de dados Landsat.

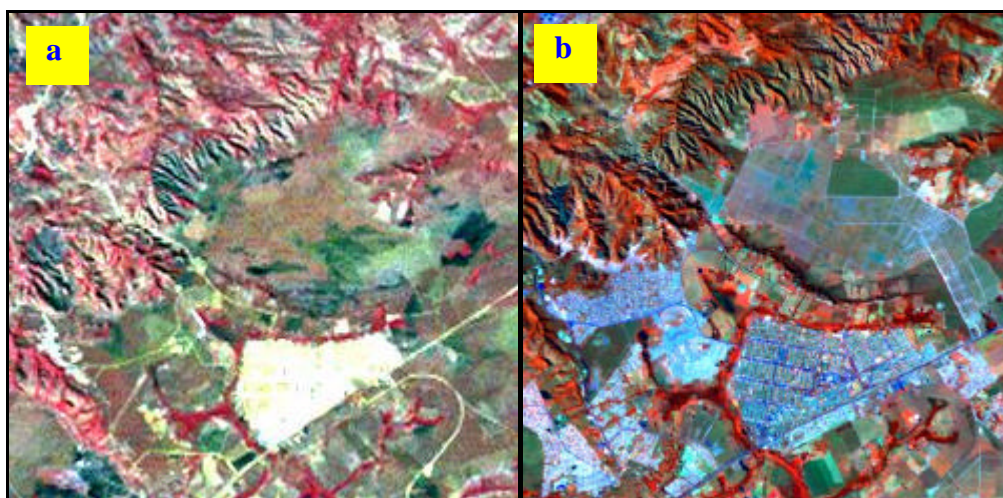


Figura 4 – Série histórica do Landsat da ocupação de Sobradinho. (a) 1973; (b) 2002 – sem escala.

4. Metodologia

Para a elaboração do presente estudo adotaram-se os seguintes passos metodológicos: transformação das informações contidas na banda 6 do satélite Landsat 5, de 10 de junho de 2001, em temperatura em graus centígrados; reclassificação das faixas de temperatura; e identificação das variações térmicas intra-urbanas nos dados Ikonos.

O sensor *Thematic Mapper* do satélite Landsat 5 recobre a faixa do espectro refletido (0,4 a 2,5 μm) com 6 bandas, e outra banda cobre o espectro emitido ou termal (10,4 a 12,5 μm). Esta banda de número 6 foi utilizada neste trabalho.

Para a transformação das informações contidas nas imagens, utilizou-se o módulo *thermal* do software IDRISI. Este módulo baseia-se nas funções de calibração dos detetores do sensor termal do satélite e converte os níveis de cinza da imagem em valores de temperatura, em graus centígrados.

O passo seguinte foi reclassificar o resultado obtido em 13 faixas de temperatura, a saber: $<17^{\circ}\text{C}$, $17^{\circ} - 18^{\circ}\text{C}$, $18^{\circ} - 19^{\circ}\text{C}$, $19^{\circ} - 20^{\circ}\text{C}$, $20^{\circ} - 21^{\circ}\text{C}$, $21^{\circ} - 22^{\circ}\text{C}$, $22^{\circ} - 23^{\circ}\text{C}$, $23^{\circ} - 24^{\circ}\text{C}$, $24^{\circ} - 25^{\circ}\text{C}$, $25^{\circ} - 26^{\circ}\text{C}$, $26^{\circ} - 27^{\circ}\text{C}$, $27^{\circ} - 28^{\circ}\text{C}$ e $> 28^{\circ}\text{C}$.

A figura 5 apresenta o resultado da reclassificação para a cena de Sobradinho, numa área definida por um retângulo de 10 x 10 km, limitado pelas coordenadas UTM do sistema SICAD, Datum Astro Chuá: canto inferior esquerdo: X: 195.000 e Y: 8.265.000 e canto superior direito 205.000 e Y: 8.275.000.

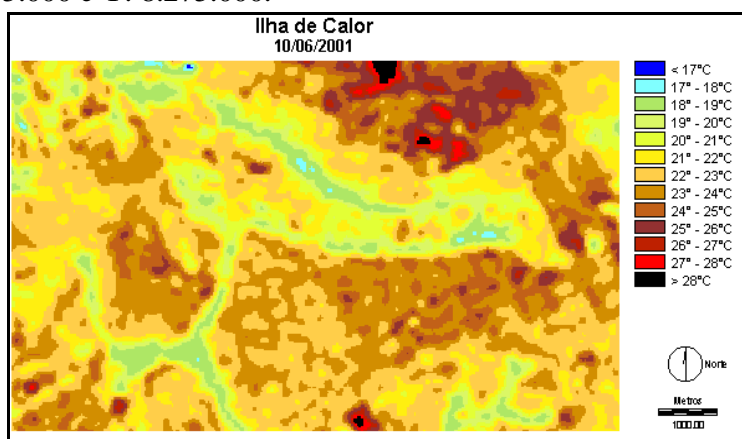


Figura 5 - Ilha de Calor para a cidade de Sobradinho em 10/06/2001, obtida por meio dos dados Landsat TM5, banda 6.

O passo seguinte foi a identificação das variações térmicas intra-urbanas nos dados Ikonos, para tal retirou-se, da cena total, a mesma área apresentada na **figura 5**. A janela retirada é apresentada na **figura 6**.



Figura 6 – Parte da cena Ikonos da cidade de Sobradinho.

Selecionou-se 3 áreas visando à compreensão do comportamento térmico. A escolha dessas áreas foi feita a partir da figura 5 e é apresentada na figura 7. O critério adotado foi variação significativa de temperatura.

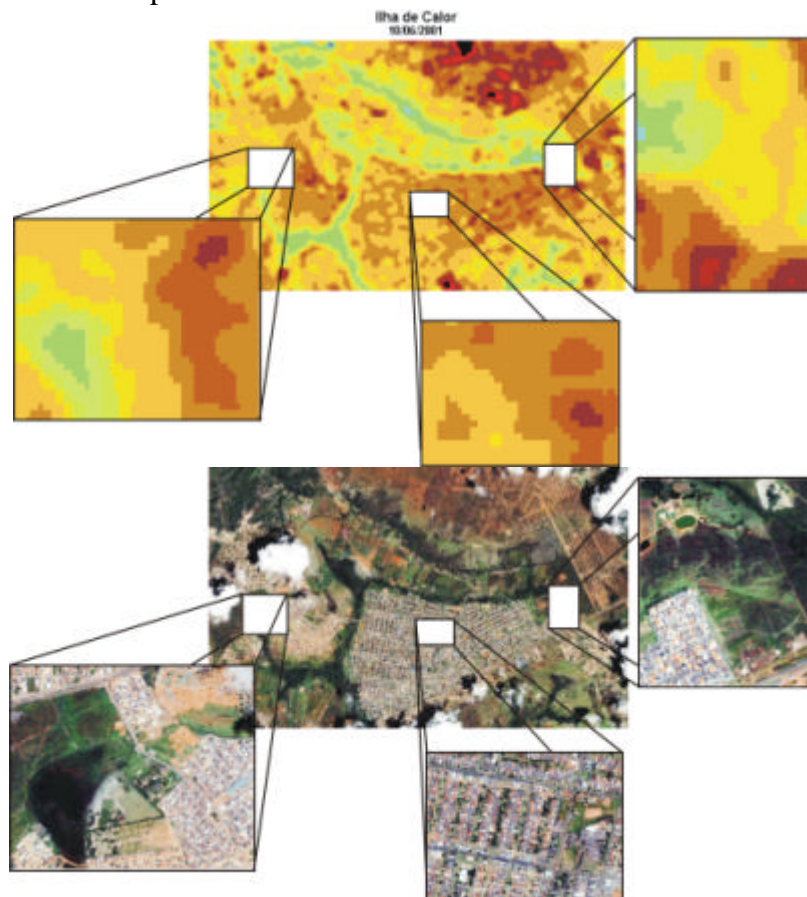


Figura 7 – Escolha das áreas de investigação térmica.

A área 1 (**Figura 8**), a primeira no sentido anti-horário, apresenta uma variação térmica crescente no sentido SO-NE, partindo de uma área de temperatura variando entre 18°-19°C para uma de temperatura entre 25°-26°C. Quando se analisa a imagem Ikonos da mesma área nota-se que a porção mais fria representa uma lagoa cercada de vegetação e que a área mais quente é uma mancha de solo exposto. Essas informações não eram possíveis de serem tão bem detalhadas nos dados Landsat devido à sua resolução espacial.



Figura 8 – Área 1.

A área 2 (**Figura 9**) apresenta uma variação térmica de 4°C, partindo de um ponto com temperatura entre 21°-22°C, representado por casas com arborização, até uma área com temperatura situada entre 25°-26°C, representada por uma construção grande com uma área de cobertura metálica e mancha de solo exposto.



Figura 9 – Área 2.

Por último, a área 3, apresentada na **figura 10**, mostrou uma variação de mais significativa, da ordem de 9°C no sentido E-S. Analisando-se os dados Ikonos nota-se o porquê desta variação. A área que apresenta a temperatura entre 17°-18°C é uma pequena lagoa com baixa concentração de algas; já a área que apresenta temperatura entre 26°-27°C é uma área urbana. Nota-se um pixel na porção SE da imagem de temperatura com temperatura entre 26°-27°C e percebe-se na imagem Ikonos a influência do asfalto neste resultado.



Figura 10 – Área 3.

5. Conclusões

O presente estudo mostrou a importância da integração do estudo de dados de sensores termais com os de hiperespaciais para a compreensão da dinâmica térmica intra-urbana e nos seus arredores.

Com esse tipo de estudo os planejadores podem aprender com os erros cometidos no passado e planejarem os desenhos e a setorialização urbana visando o conforto térmico e, por consequência, a melhoria de vida nas novas cidades.

Puderam-se verificar variações significativas, como a apresentada na área 3, com 9°C, em dados térmicos obtidos às 9:45 h da manhã. Essas variações geralmente se intensificam no meio do dia.

Novos estudos de integração destes tipos de dados devem ser incentivados para melhor compreensão e planejamento urbano.

Referências

- Baptista, G.M.M. Estudo Multitemporal do fenômeno Ilhas de Calor no Distrito Federal. *Revista Meio Ambiente*, n. 02, p. 03-17, 2002.
- Lombardo, M.A. *Ilhas de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: HUCITEC, 1985. 244 p.
- Molion, L.C.B. Aquecimento Global: fato ou ficção. *Ação e Ambiental*, ano IV, n. 18, p. 19-21, 2001.