

Análise multitemporal da ilha de calor urbana na cidade do Recife, através de imagens do Landsat TM-5

Elvis Bergue Mariz Moreira¹
Josiclêda Domiciano Galvêncio¹

¹**Universidade Federal de Pernambuco - UFPE**

Avenida Acadêmica Hélio Ramos s/n
Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil
elvisberg@hotmail.com
josicleda@hotmail.com

Abstrat: This work was carried out in the urban area of Recife, capital of the state of Pernambuco in Northeastern Brazil, the main objective is to analyze the evolution of multitemporal heat islands in the urban area of the city of Recife, using remote sensing techniques. We used two images from the satellite Landsat 5 - Thematic Mapping-TM, obtained on June 10, 1984, and Aug. 20, 2007. In general, was found an increase of 8°C at temperatures over the past twenty-four years. The areas where there is a higher prevalence of vegetation and / or bodies of water showed the lowest temperatures in both periods. We conclude that part of that increase in temperature is due to anthropogenic interventions related to the substitution of natural environments by highlighting artificial environments the high density constructive that the city has present.

Palavras-chave: surface temperature, landsat 5 image, anthropogenic interventions, temperatura da superfície, imagem do landsat 5, intervenções antrópicas

1 - Introdução

O intenso e desordenado crescimento urbano na cidade do Recife-PE, traz consigo conseqüências de ordem ambiental. As características do uso do solo da Região Metropolitana do Recife apresentam um elevado percentual de áreas cobertas por asfalto e concreto, as quais são superfícies capazes de converter e armazenar a radiação solar incidente em maior grau do que as áreas vegetadas. O conjunto dos fatores acima é capaz de determinar o aparecimento de um gradiente horizontal de temperatura conhecido como o fenômeno da ilha de calor urbana. (Stull, 1993).

Segundo Lombardo, (1985) o processo de ocupação traz profundas mudanças para o ambiente urbano “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”.

O fenômeno da ilha de calor pode ser definido como uma anomalia térmica onde a temperatura da superfície do ar urbano é mais elevada do que as áreas circunvizinhas. A ilha de calor pode acontecer em diferentes escalas, tanto em localizações dentro da própria cidade (escala local) quanto na diferença da temperatura entre a área urbana e rural (escala regional).

Recentemente estudos relacionados ao clima urbano e de ilhas de calor vem recebendo muito destaque entre os pesquisadores que trabalham na área de

sensoriamento remoto. Esta ciência permite, além das visões em diferentes escalas, realizar estimativa através dos dados do canal infravermelho termal de temperatura aparente da superfície (*land surface temperature* – LST), tendo como resultado final a temperatura da cidade, ou seja o desenho da temperatura local.

Em estudos de grandes centros urbanos diversos autores têm destacado a importância do monitoramento das ilhas de calor (Vulkovich, 1983; Lombardo, 1985; Carnahan e Larson, 1990; Oke et al., 1991; Goldreich, 1995; Perez et al., 2001; Weng, 2001; Monteiro e Mendonça, 2003, Arfineld, 2003; Pongracz et al., 2005; Moreira, 2007).

A ilha de calor pode de maneira geral ser controlada por diversos elementos, destacando-se a localização da cidade (corpos hídricos, natureza do solo, vegetação, uso do solo, arquitetura, os materiais de construção e fontes antropogênicas), localização geográfica, topografia, climatologia urbana, sazonalidade e condições sinóticas de tempo (Oke, 1982).

Estudos realizados por Teza et al.(2005) 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. Teza et al.(2005) realizou estudos a partir de imagens Landsat TM5 de 1984 e 2001, constatando um aumento médio da temperatura de 3°C, neste período.

Moreira (2007) analisando a distribuição espacial das temperaturas à superfície da cidade do Recife, através do satélite Landsat 7, em maio 2002 encontrou temperaturas superiores a 33°C em áreas com elevado adensamento construtivo, evidenciando as ilhas de calor urbano.

O objetivo deste estudo é o de analisar as variações das ilhas de calor em Recife através de imagens do satélite Landsat TM-5 no período de 1984 a 2007, visando identificar as diferenças do comportamento térmico e verificar as mudanças espaciais ocorridas.

2. Caracterização da área de estudo

O objeto do estudo é a cidade do Recife localizada no litoral do Nordeste brasileiro, mais precisamente no centro leste da região. A cidade está situada na latitude 8° 03' 14" Sul e na longitude 34° 52' 51" oeste de Greenwich, estando boa parte da mancha urbana situada sobre uma planície flúvio-marinha, sua altitude média varia entre 4 e 10 metros acima do nível do mar, compreendendo uma área de 218 km², Figura 1.

A região estudada, por estar situada em Zona de baixas latitudes, apresenta temperaturas médias mensais em torno de 25°C, sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes com temperaturas superiores a 26°C. Os meses de julho e agosto apresentam temperaturas iguais ou inferiores a 24°C.

A cidade do Recife mantém acelerado o crescimento da sua população tendo, na segunda metade do século XX, ultrapassado a casa a do um milhão de habitantes. Conforme o IBGE em 1970 a população era 1.060.700 mil e no ano de 2007 a população foi de 1.533.580 2007. Diante disto, assegura-se que a mancha urbana apresenta-se, com um solo bastante influenciado por pressões econômicas, apresentando-se com elevado grau de adensamento construtivo.

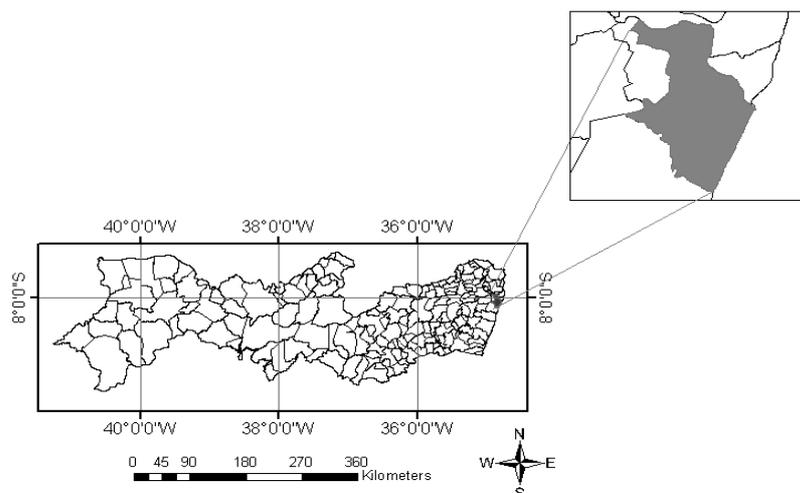


Figura 1. Localização da área de estudo, destacando o município do Recife.

A região estudada, por estar situada em Zona de baixas latitudes, apresenta temperaturas médias mensais em torno de 25°C, sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes com temperaturas superiores a 26°C. Os meses de julho e agosto apresentam temperaturas iguais ou inferiores a 24°C.

A cidade do Recife mantém acelerado o crescimento da sua população tendo, na segunda metade do século XX, ultrapassado a casa a do um milhão de habitantes. Conforme o IBGE em 1970 a população era 1.060.700 mil e no ano de 2007 a população foi de 1.533.580 2007. Diante disto, assegura-se que a mancha urbana apresenta-se, com um solo bastante influenciado por pressões econômicas, apresentando-se com elevado grau de adensamento construtivo.

3. Material e Métodos

Neste estudo foram utilizadas duas imagens digitais do sensor Thematic Mapper (TM) do satélite Landsat 5, referente às datas 10/06/1984 e 29/08/2007, órbita 214 e ponto 66. Foram utilizadas as bandas 1,2,3,4,5 e 6. As imagens foram obtidas no site de geração de imagens do INPE em formato geotiff com projeção/datum UTM/SAD-69. O ângulo de elevação do solar foi de (42.9863) e (55.3315), respectivamente. Utilizou-se o software Arcmap 9.1 para fazer a retificação das imagens, baseando-se em vinte e dois pontos coletados. Em virtude da grande presença de nebulosidade apresentada na área, foi realizado um recorte na imagem visando às áreas sem nuvens.

Para a transformação dos níveis de cinza das bandas termais em temperatura aparente da superfície utilizou-se o modelo proposto por Bastiaanssen (2000), sendo os procedimentos realizados na ferramenta modele do software Erdas Imagine 9.1. A transmissividade estimada da cidade do Recife com base na sua altitude foi de 0,7502, sendo assim considerada constante, para efeito de simplificação, para toda a área de estudo. Esta foi aplicada por Allen et al. (2002), segundo a metodologia aplicada na pesquisa.

Segundo Voogt e Oke (2003), estudos sobre o balanço de energia e as relações entre uso do solo e temperatura de superfície, utiliza-se de imagens (de plataformas aéreas e orbitais) na faixa do infravermelho termal, banda 6 que compreende a faixa entre 10,4 e 12,5 μm , pois a mesma apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação, água, concreto, zinco, dentre outros.

Para Vidal e Perrier (1989) as temperaturas do ar e da superfície terrestre tendem a atingir seus ápices aproximadamente entre 13h00min e 14h00min local, entretanto este parâmetro tem uma variação que está vinculada a sazonalidade de cada região, principalmente pela incidência de luz solar em alguns períodos do ano em algumas regiões do planeta.

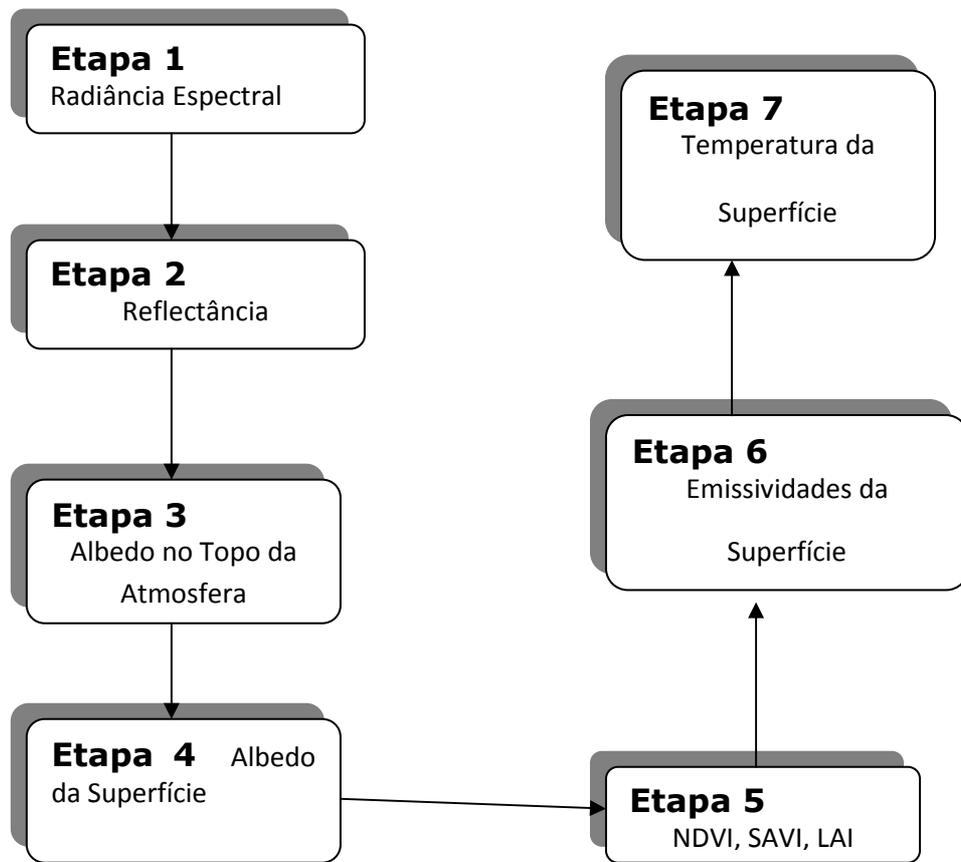


Figura 2: fluxograma com as etapas do processamento das imagens.

4. Resultados e Discussão

Na Tabela 01 são apontados os valores estatísticos: mínimo, máximo, média e moda da temperatura da superfície para os dias 10 de julho de 1984 e 29 de agosto de 2007, onde se percebe visualmente que as temperaturas mais elevadas ocorreram justamente no ano de 2007, tendo seu valor mínimo de 18,7°C, máximo de 33°C, média de 27°C e a moda foram de 28,29°C.

Tabela 01: Valores estatísticos da temperatura na superfície (mínimo, máximo, média e moda), para os dias 10 de junho de 1984 e 29 de agosto de 2007.

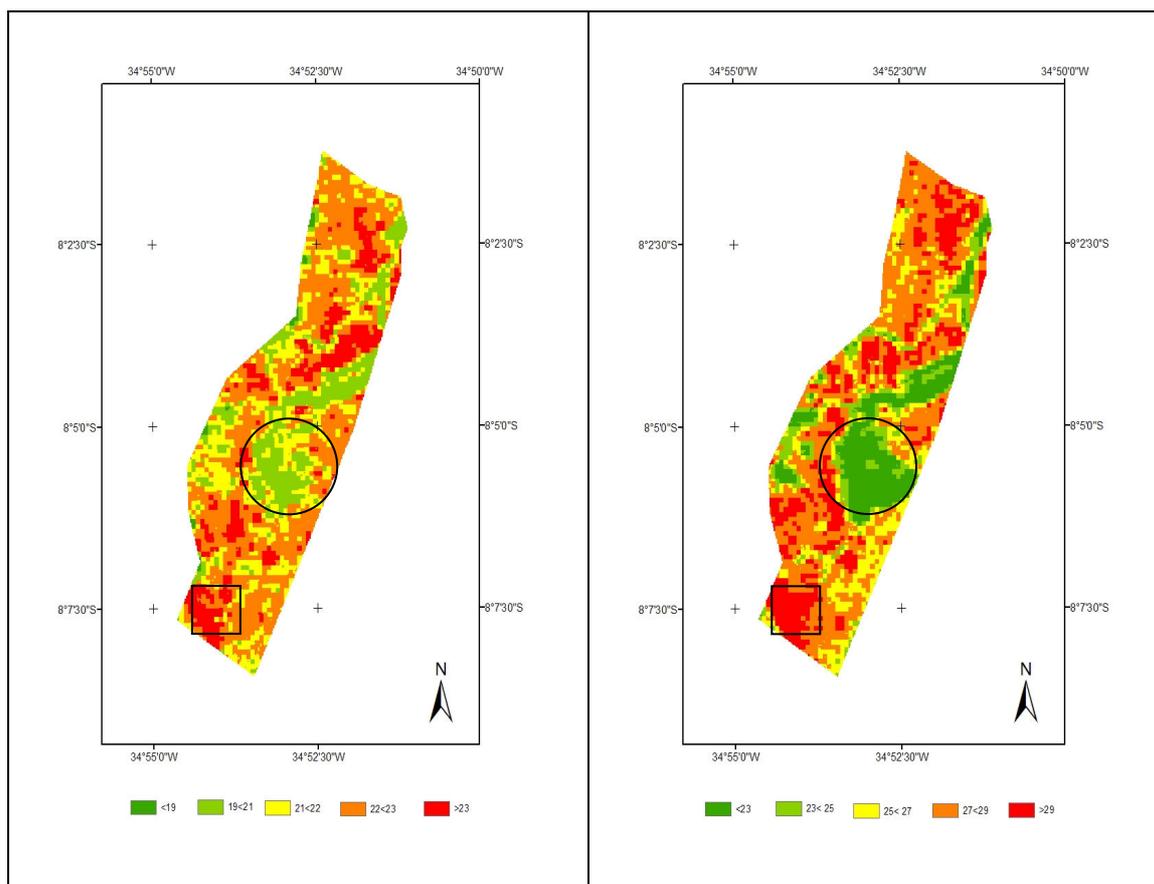
<i>Temperatura da Superfície</i>	<i>Mínimo (°C)</i>	<i>Máximo (°C)</i>	<i>Média (°C)</i>	<i>Moda</i>
1984	14,94	25,7	22,2	22,48
2007	18,7	33	27	28,29

A Figura 3A, representa a imagem termal das temperaturas à superfície em 10 de junho de 1984. Apresenta os seguintes resultados: as tonalidades verdes escuro representam as temperaturas inferiores a 19°C, o tom verde claro temperaturas entre 19°C e 21°C. A área com tonalidades amarela apresentam os valores intermediários de temperatura variando entre 21°C e 23°C aproximadamente. A tonalidade vermelha apresentou temperaturas superiores a 23°C. As áreas que se destacaram com as menores temperaturas foram o manguezal do Pina e alguns pontos de reserva de vegetação. Essas áreas funcionam como verdadeiros Oasis ou ilhas de frescor. Em virtude de a vegetação apresentar propriedades que intercepta a radiação solar, bloqueando totalmente os raios solares ou filtrando. Segundo Robinette apud Mascaró (1996) há uma diferença de 3°C a 4°C entre uma área sob um grupo de árvores e uma área sem vegetação, totalmente aberta à radiação solar.

Os corpos hídricos também funcionam como ilhas de frescor, levando em consideração que não refletem a energia recebida na faixa do infravermelho e apresenta baixa reflectância (no máximo 5% na faixa do azul) na região do visível. Além disso, os ventos que circulam nestas áreas hídricas resfriam e transmitem para as áreas circunvizinhas. As temperaturas intermediárias 21°C e 23°C correspondem boa parte da área analisada. A área do aeroporto, o estacionamento do shopping e o e o bairro de Santo Antonio localizado no centro do Recife que apresentam o solo bastante impermeabilizado com concreto se destacaram com as maiores temperaturas. Isso em virtude do concreto possuir propriedades de absorção térmica, que faz com que o calor que é irradiado fique concentrado, resultando em áreas de pico térmico.

Na Figura 3B, correspondente a imagem termal das temperaturas à superfície em 29 de agosto de 2007, verifica-se que as menores temperaturas, representadas pela cor verde escuro foram inferiores a 23°C, as cores amarelo apresenta os valores intermediários entre 25°C e 27°C, a tonalidade laranja apresentou valores entre 27°C e 29°C e a tonalidade vermelha apresentaram temperaturas superiores a 33°C. As áreas que apresentaram os valores de temperaturas superiores a 33°C podem ser atribuídas às ilhas de calor urbano.

Os menores valores foram apresentados no manguezal do Pina e nos corpos hídricos (23°C e 25°C), o setor sul da imagem onde está localizado o bairro de Boa Viagem (25°C a 27°C) e a área do aeroporto >29°C destacaram-se com as maiores temperaturas juntamente com os bairros da área central do Recife.



Figuras 3A e 3B. Imagem termal das temperaturas à superfície em 10 de junho de 1984 e 29 de agosto de 2007 respectivamente. A forma geométrica do círculo na imagem representa o Manguezal do Pina e o quadrado representa o Aeroporto.

Em geral, houve um aumento de aproximadamente 4°C nas menores temperaturas do Recife e 8°C nas maiores entre 1984 e 2007. Evidenciando com isto que, a intensificação da substituição dos espaços naturais por ambientes artificialmente construídos (asfalto, concreto, telhas de amianto e de zinco, dentre outros) tem aumentado a entrada de calor proveniente desses materiais que possuem alta absorção térmica, contribuindo desta forma para o aumento de temperatura. Em termos quantitativos o ano de 2007 apresentou um maior número de áreas com temperaturas elevadas podendo ser consideradas como ilhas de calor urbanas, ocorrendo assim um incremento nas maiores temperaturas de 8°C.

Percebe-se que a intensificação do adensamento construtivo na cidade do Recife e a redução da cobertura vegetal têm contribuído de forma direta para o aumento do fenômeno das ilhas de calor, principalmente no setor norte e sul, onde o elemento vegetação tem apresentado uma maior redução. A área do manguezal do Pina, apresentou aumento de 1°C nas temperaturas de 2007. Este aumento pode ser atribuído às características naturais da área de manguezal na data da passagem do satélite.

5. Conclusão

Foi evidenciado com o presente trabalho que as Ilhas de Calor da área urbana do Recife já atuam de maneira quantitativa. Houve um incremento de 8°C nos últimos vinte e quatro anos e são menos intensas nas áreas onde há um maior predomínio de

vegetação seguido de corpos hídricos. As áreas verdes e os corpos hídricos contribuíram para as menores temperaturas em ambos os períodos.

Desta forma fica evidente que as áreas verdes podem ser usadas para o equilíbrio climático em áreas urbanas, pois as mesmas além de contribuírem para estabilizar as temperaturas, proporcionam áreas mais agradáveis para as pessoas que residem em nas áreas adjacentes.

A ciência de sensoriamento remoto na faixa do infravermelho termal foi de extrema importância, pois permitiram o cálculo das temperaturas à superfície na resolução espacial de 30 metros, possibilitando desta forma a identificação e análise das ilhas de calor.

6. Referências

6.1 Artigos em periódicos

Arnfield, A. J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water urban heat island. **International Journal of Climatology**, v.23, p.1-26, 2003.

Bastiaanssen, W.G.M., 2000: SEBAL – based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. *Journal of Hydrology*, vol. 229,87-100.

Carnahan, W.H.; Larson, R.C. An analysis of an urban heat sink. **Remote Sensing of Environment**, v.33, n.1, p.65-71, 1990.

Goldreich, Y. Urban climate studies in Israel – a Review. **Atmospheric Environment**, v.29. n.4, p.467-478, 1995.

Moreira, E.B.M. Distribuição Espacial das Temperaturas à Superfície na cidade do Recife, utilizando imagens TM Landsat – 7. **Revista de Geografia UFPE/DCE**, v.24, n 3, p. 122-135, 2007.

Oke, T. R.1982. **The Energetic basis of the Urban Heat Island**. Q. J. R. Meteorol. Soc. 108: 1-23.

Perez, J.C.; Sanchez, M. De Los. A.V.; Barradas, V.L. Clima, urbanización y uso Del suelo em ciudades tropicales de Mexico. RNIU, Puebla, México, Ciudades 51, jul-set. 2001.

Pongracz, R.; Bartholy, J.; Dezso Z. Remotely sensed thermal information applied to urban climate analysis. *Advances in Space Research*, June 2005. Disponível em <www.elsevier.com/locate/asr>

Vidal, A.; Perrier, A. **Analysis of a simplified relation for estimating daily evapotranspiration from satellite thermal IR data**. *International Journal of Remote Sensing*, vol 10. P. 1.327-1.327-1.337, 1989.

6.2 Livros:

Allen, R.G., Tasumi, M & Terezza. R. **Sebal (Surface Energy Balance Algorithms for Land) – Advanced Training and User Manual** – Idaho Implementation, version 1.0, 2002.

Lombardo, M.A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles**. Ed. Hucite, São Paulo, 1985.

Monteiro, C. A De F.; Mendonça, F. (Org.). **Clima Urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003.192p.

Robinette, Gary O. **Plants and their environmental functions**. Washington, DC: Department of the Interior, National Park Service, 1972. 141 p.

Oke, T.R.; Johnson, G.T.; Steyn, D.G.; Watson, I.D. **Simulation of surface urban heat islands under “Ideal” Conditions at night** Part 2: Diagnosis of causation. *Boundary-Layer Meteorological*, v.56, p.339-358, 1991.

Stull, R. B.. **An Introduction to Boundary Layer Meteorology**. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 666 p. 1993.

Voogt, J. A.; Oke, T. R. **Thermal remote sensing of urban climates**. Remote Sensing of Environment, n.86, 2003, p.370-384.

Vulkovich, F.M. **An analysis of the ground de temperature and reflectivity patter about St.Luis, Missouri, using HCMM satellite data**. Journal of Climate and Applied Meteorology, v.22, p.560-571, jan.1983.

Weng, Q. A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n.10, p. 1999-2014, 2001.

6.3 Eventos:

Teza, C.T.V. Baptista, G.M. DE M. **Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – Kinetic Temperature (III): metrópoles brasileiras**. Anais XII SBSR, Goiânia, Brasil, 16 – 21 abril 2005, INPE, p. 3911 – 3918.