

## MONITORAMENTO AMBIENTAL

### AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL EM DIFERENTES SAZONALIDADES NO MUNICÍPIO DE PATOS DE MINAS/MG ATRAVÉS DE SENSORIAMENTO REMOTO.

**Dácio José Cambraia Filho** – daciocambraia@hotmail.com  
Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM

**Rafael Luís Silva** – rafael3bmx@hotmail.com  
Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM

**Andrêssa Caixeta Souza** – andressa-s-2@hotmail.com  
Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

**Gustavo Rodrigues Barbosa** – gustavorb@unipam.edu.br  
Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM

**Resumo:** O intenso desenvolvimento urbano constitui um dos mais significativos prejuízos ao ambiente. Os crescentes processos de desenvolvimento, urbanização e industrialização do Brasil apresentaram um conjunto de drásticas alterações na distribuição territorial nacional. Com isso a empregabilidade do sensoriamento remoto para conhecimento e monitoramento dos recursos naturais se demonstra amplamente favorável para execução de análises ambientais, visto que, a quantificação de parâmetros biofísicos como a temperatura da superfície é de importância fundamental para estimativa do balanço de energia da superfície terrestre. Sendo assim, o seguinte trabalho apresenta uma ampla análise da temperatura superficial no município de Patos de Minas em diferentes sazonalidades do ano de 2014, onde os resultados aqui expressos demonstram a ampla relação de tais índices com uso e ocupação do solo.

**Palavras-chave:** geotecnologia, sensoriamento remoto, temperatura superficial, Landsat-8, TIRS.

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O intenso desenvolvimento urbano constitui um dos mais significativos prejuízos ao ambiente, visto que, a falta de planejamento e ocupação do espaço desencadeiam sérios problemas territoriais (Coelho, 2003). Os crescentes processos de desenvolvimento, urbanização e industrialização do Brasil, representaram drásticas alterações na distribuição territorial nacional (Globo Educação, 2016), que em um país de dimensões continentais, tem a possibilidade de empregar o sensoriamento remoto para conhecimento e monitoramento dos recursos naturais (Lima et al., 2001).

O sensoriamento remoto é o termo usado para definir um dos ramos da geotecnologia que utiliza dados provenientes de sensores orbitais, capazes de registrar níveis de radiação eletromagnética refletida e/ou emitida de um determinado local da superfície terrestre (Mendonça, 2007). Ming (2000) define que a quantificação de parâmetros biofísicos como a temperatura da superfície é de importância fundamental para estimativa do balanço de energia da superfície terrestre, que quando obtidos através do sensoriamento remoto representam informações referentes ao calor da superfície.

Ainda assim, o microclima urbano vem sofrendo drásticas alterações em suas temperaturas e em suas constituições ocupacionais, aonde estudos específicos microclimáticos vêm crescendo continuamente, tornando-se uma das principais formas de monitoramento e análise das alterações urbanas (Oke, 1987; Monteiro, 1976; Lombardo, 1991; Costa, 1998). Segundo Voogt & Oke (2003) apesar de todo avanço em técnicas de sensoriamento termal para investigação de climas urbanos, deve-se progredir em três áreas do conhecimento, sendo estas: a determinação adequada da radiação, uma melhor compreensão das relações entre as temperaturas da superfície, do ar e balanço energético, e por fim, obtenção de melhores parâmetros para validação dos dados de sensores termais. Estudos expressivos que utilizam dados e técnicas de sensoriamento remoto orbital são encontrados em trabalhos escritos por Coelho (2009, 2010), Ponzoni e Shimabukuro (2010), Jensen (2009), Florenzano (2008, 2007 e 2005), Liu (2006), Vieira (1993) que buscam relacionar informações com a identificação de áreas de riscos, em estudos geológicos, geomorfológicos, de crescimento urbano, conforto térmico, uso e ocupação do solo, entre outros.

Nessa perspectiva, este trabalho tem por objetivo estimar e analisar dados de temperatura superficial da mancha urbana de Patos de Minas/MG em diferentes épocas do ano de 2014, através de dados provenientes do sensor Thermal Infrared Sensor (TIRS) do satélite norte-americano Landsat-8, contribuindo assim, com informações relevantes sobre o clima urbano e regional.

## 2. METODOLOGIA

A área de estudo compreende o município de Patos de Minas, localizado na região intermediária à mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba em Minas Gerais, onde segundo o IBGE (2015) possui 148.762 habitantes e área de 3.189,771 km<sup>2</sup>. Apresenta pluviometria anual de 1414,5 mm/ano e temperatura média de 21,00°C (INMET, 2016).

Para que os objetivos propostos fossem atingidos, o seguinte trabalho foi dividido em três etapas, sendo elas: obtenção de referencial teórico; aquisição de dados para processamento, e por fim, análises dos resultados processados. A metodologia utilizada embasou-se em um amplo conjunto de referências bibliográficas sobre a temática, com

embasamento teórico necessário para avaliar e relacionar as temperaturas superficiais ao uso e ocupação do solo.

Uma análise sobre a pluviometria do ano de 2014 foi realizada através de dados da estação pluviométrica 83531 do INMET (2016), para que as sazonalidades locais fossem identificadas e definidas as respectivas datas de aquisição de dados espaciais. As imagens para processamento foram obtidas através de dados orbitais provenientes do satélite norte-americano Landsat-8, cuja órbita identificada em 220 e ponto 73 com datas de passagem em 30/01/2014 (chuva) e 26/08/2014 (seca). As cenas utilizadas no processamento digital no software ArcGIS 10.2.1 são provenientes das bandas 2 (azul), 3 (verde), 4 (vermelho), 8 (pancromática), 10 e 11 (infravermelho termal).

Para análises das temperaturas superficiais, foram utilizados os métodos dedutivos de estimativa calorífica superficial proposta pela NASA para mapeamento de ilhas de calor sob as cenas termais (Qin e Karnieli, 2001) expressos na bibliografia de Santos et al. (2014). Com sequências metodológicas de cálculos definidas e constante dos sensores localizada nos metadatas das imagens, os redimensionamentos dos dados foram iniciados com a conversão de números digitais (ND) para radiância espectral no topo da atmosfera ( $L\lambda$ ) com a fórmula:

$$L\lambda = ML * Qcal + AL \quad (1)$$

$L\lambda$ : Radiância espectral no topo da atmosfera ( $W/m^2 \text{ srad } \mu m$ );

ML: Fator multiplicativo reescalado da radiância para a banda específica;

Qcal: Número digital do pixel;

AL: Fator aditivo reescalado da radiância para a banda específica.

Com a posse dos dados da radiância espectral no topo da atmosfera ( $L\lambda$ ), o passo seguinte foi converter os mesmos para reflectância planetária no topo da atmosfera ( $\rho\lambda$ ) com as respectivas correções angulares do sol por meio da fórmula:

$$\rho\lambda = \rho\lambda' / \cos(\theta SZ) \quad (2)$$

$\rho\lambda$ : Reflectância planetária no topo da atmosfera;

$\theta SZ$ : Ângulo solar zenital local.

Uma vez que a reflectância planetária no topo da atmosfera ( $\rho\lambda$ ) foi calculada, a mesma foi empregada na Equação (3) para conversão da temperatura de brilho em graus Celsius ( $^{\circ}C$ ).

$$Trad = ((K2/\ln((K1/L\lambda)+1))-273,15) \quad (3)$$

Trad: Temperatura de brilho no sensor em graus Celsius ( $^{\circ}C$ );

K2: Constante termal da banda específica;

K1: Constante termal da banda específica;

$L\lambda$ : Radiância espectral no topo da atmosfera ( $W/m^2 \text{ srad } \mu m$ ).

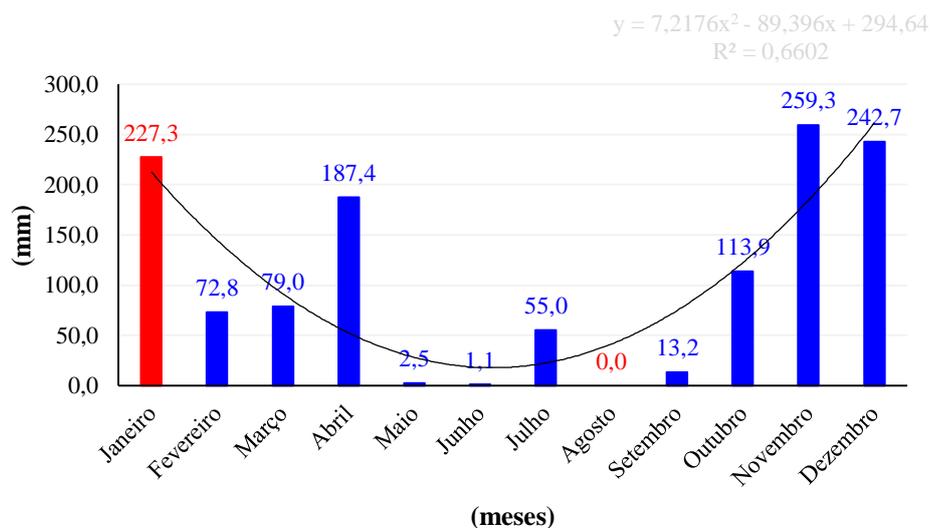
Após os procedimentos anteriormente descritos, os dados finais referentes à temperatura de brilho em graus Celsius foram dispostos sobre as respectivas cenas temporais compostas em cor natural (432) interpolada a banda pancromática (8) para que fosse realizada a relação dos dados termais com o uso e ocupação do solo e suas respectivas classificações de uso.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerada como uma das variáveis mais preponderantes ao analisar temperatura superficial como regulador térmico, os dados pluviométricos obtidos junto ao banco de dados históricos do INMET (2016) referentes à precipitação do ano de 2014 apresentam uma completa desigualdade distributiva das chuvas durante o ano. Porém, mesmo com grande divergência anual, tais dados apresentaram tendências características e semelhantes a dados expressos em normais climatológicas de 1961-1990 do INMET (2016) com volume de chuvas maior de outubro a abril (chuvas) e menor volume de maio a setembro (seca).

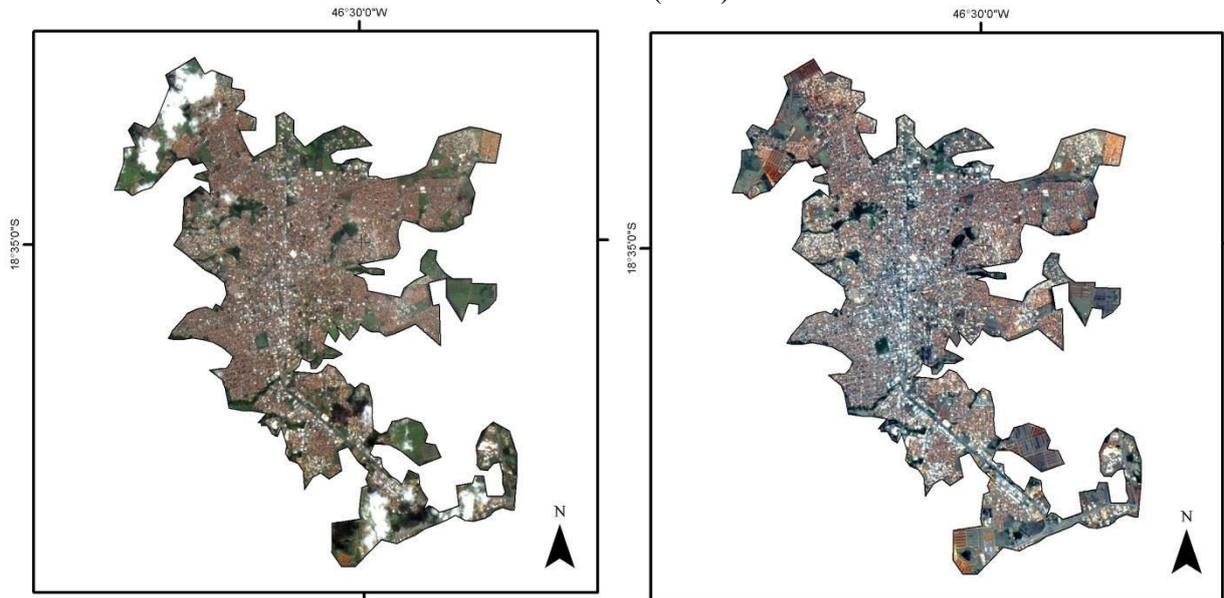
**Gráfico 1** – Distribuição pluviométrica na região no ano de 2014.

Fonte: Autor (2016)

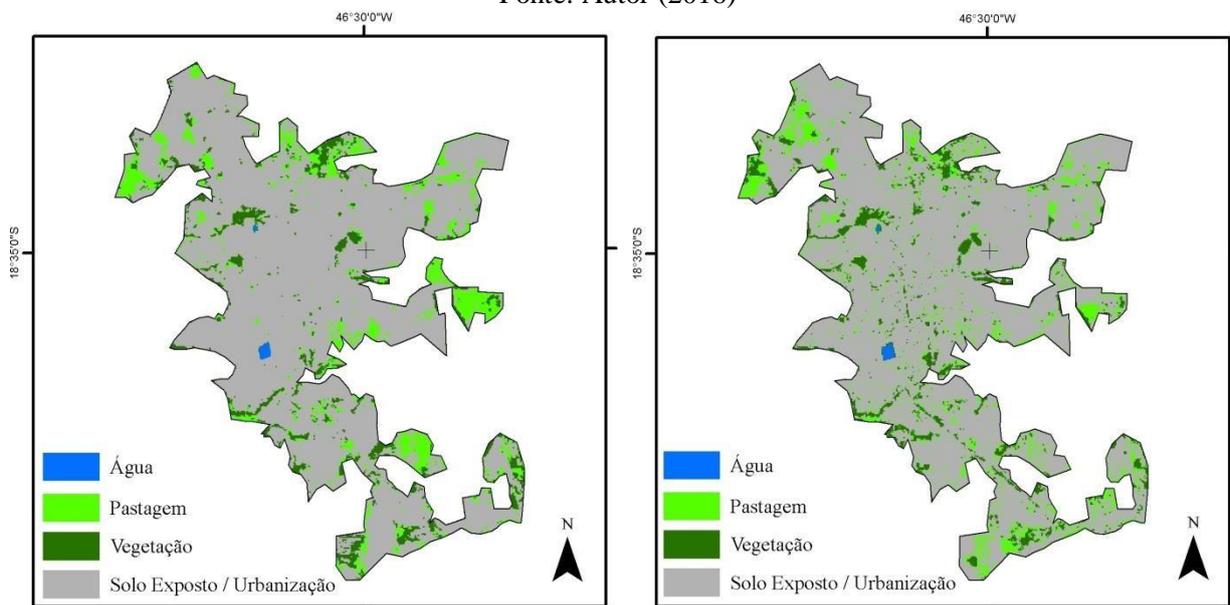


Apesar de apresentar uma análise sobre as mesmas localidades, observa-se uma grande diferença quanto à amostragem dos pixels referentes à vegetação, tendo tal discrepância explicada pela interferência da pluviometria na vegetação local e consequentemente nas respostas espectrais.

**Figuras 1** - Composições em cor natural nos meses de janeiro (esq.) e agosto (dir.) de 2014.  
 Fonte: Autor (2016)



**Figura 2** - Classificação do solo nos meses de janeiro (esq.) e agosto (dir.) de 2014.  
 Fonte: Autor (2016)



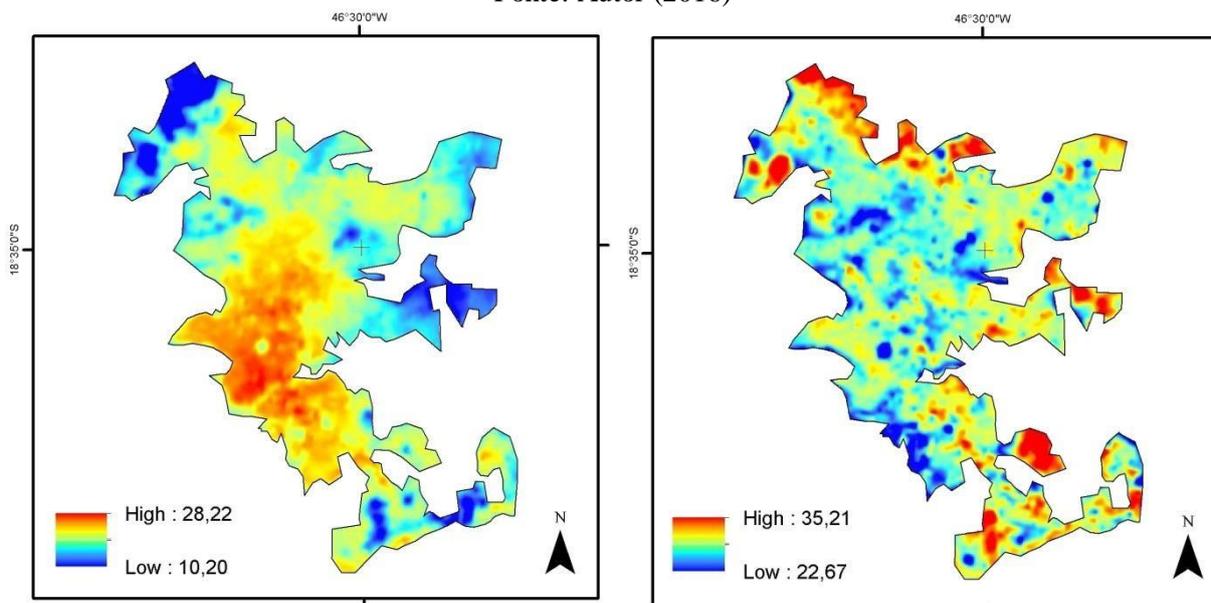
Ao se realizar uma análise nos dados de temperatura superficial obtidas pelos sensores termais (10 e 11) do Landsat-8, observa-se que os valores de temperatura seguiram a tendência linear de aumento a partir das periferias urbanas para as áreas internas centrais. Principalmente em janeiro, tal fenômeno se intensifica quando as médias termais expressas na Tabela (1) são menores que em agosto. Quanto às análises das temperaturas no mês de agosto é importante ressaltar que ao apresentar médias gerais superiores, os índices de menor temperatura se relacionam expressivamente com as áreas de maior cobertura vegetal. Em

ambas as classificações se observa que existe uma clara relação do uso e ocupação do solo com as temperaturas superficiais, identificando as respectivas ilhas de frescor e calor.

Com isso, os resultados obtidos confirmam a ampla relação entre as temperaturas superficiais com as classes de uso e ocupação do solo, sendo esse um fator determinante quando se vai analisar conforto e distribuição térmica dentro de áreas urbanas.

**Figuras 3** - Temperatura superficial nos meses de janeiro (esq.) e agosto (dir.) de 2014.

Fonte: Autor (2016)



**Tabela 1** - Médias gerais referentes à classificação termal nos meses de janeiro e agosto de 2014.

Fonte: Autor (2016)

Parâmetros	30/01/2014	26/08/2014
Mínimo	10,20	22,67
Máximo	28,22	35,21
Média	22,01	29,80
Desvio Padrão	3,03	1,27
Amplitude	18,02	12,54

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados extraídos durante a passagem do satélite no município de Patos de Minas em diferentes sazonalidades do ano de 2014 evidenciaram que o sensoriamento remoto representa uma ampla ferramenta para análises ambientais, identificando a relação entre os valores mínimos e máximos de temperatura com a cobertura vegetal local, sendo possível assim, a identificação das respectivas ilhas de calor e frescor.

## 5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

COELHO, A. L. N. **Sistema de Informações Geográficas (SIG) como Suporte na Elaboração de Planos Diretores Municipais**. Caminhos de Geografia (UFU), v. 10, 2009, p. 93-110.

COELHO, A. L. N. **Uso de Produtos de Sensoriamento Remoto para Delimitação de Área Efetivamente Inundável: estudo de caso do baixo curso do rio Benevente Anchieta - ES**. Revista Geográfica Acadêmica, v. 4, p. 53-63, 2010.

COELHO, A. L. N. **O histórico da ocupação e impactos socioambientais no eixo norte da RMBH (Região Metropolitana de Belo Horizonte) em áreas do município de Ribeirão das Neves - MG**, 2003 (dissertação de mestrado).

COSTA, A. C. L. da. **Estudo de variações termo higrométricas de cidade equatorial devido ao processo de urbanização: o caso de Belém - PA**. Tese de Doutorado-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos - SP, 1998.

ESRI. **Software ArcGIS for Desktop Version: 10.2.1**.

FLORENZANO T. G. **Geomorfologia Conceitos e Tecnologias Atuais**. São Paulo: Ed Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na Geografia Aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, nº 17, ISSN 0102-4582, p. 24-29, 2005.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto: Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: 2ª, Ed Oficina de Textos, 2007. 97 p..

GLOBO EDUCAÇÃO, Geografia, Urbanização brasileira. Disponível em: [www.educacao.globo.com/geografia/assunto/urbanizacao/urbanizacao-brasileira.html](http://www.educacao.globo.com/geografia/assunto/urbanizacao/urbanizacao-brasileira.html). Acesso em: 13 abr. 2016.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em 25 abr. 2016.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em 3 abr. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, @cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 set. 2015.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Ed Parêntese, 2009. 598p.

- LIMA, C. O.; BARBOSA, M. P.L.; VERA, L. A. S., MIGUEL, J. Uso de imagens TM/Landsat-5 e termometria na identificação e mapeamento de solos afetados por saís na região de Sousa, PB. In: REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL, v 5, n 2, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: DEAg/UFPB, 2001. p. 361-363.
- LIU, W. T. H. Aplicações de Sensoriamento Remoto. Campo Grande: Ed Uniderp, 2006.
- LOMBARDO, M.A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Ed Hucitec, 1985. 244p.
- MENDONÇA, J. C. **Estimação da Evapotranspiração Regional Utilizando Imagens Digitais Orbitais na Região Norte Fluminense, RJ**. Campos dos Goytacazes, 2007. Dissertação (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- MING, T.C.; LIU, W.T.H. Estimativa de albedo, temperatura e NDVI do Estado de São Paulo através de dados AVHRR do satélite NOAA. In: ANAIS XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Rio de Janeiro, 2000.
- MONTEIRO, C.A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo, 181 p., 1976. Série Teses e Monografias n.25 - Instituto de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- OKE, T.R. **Boundary layer climates**. Ed Taylor & Francis, 1987.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José Dos Campos: Ed Parêntese, 2010.
- QIN, Z., KARNIELI, A. A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from LANDSAT TM data and its application to the Israel-Egypt border region. In: INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING, v 22, n 18, 2001. p. 3719-3746.
- SANTOS, A.R. et al. **SR - LANDSAT 8: Conjunto de Ferramentas para o Processamento de Imagens Orbitais do Satélite LANDSAT 8**. Disponível em: <http://www.mundogeomatica.com.br/LivroSR102.htm>. Acesso em: 30 set. 2015.
- VIEIRA, I. M. **Técnicas de Sensoriamento Remoto aplicadas ao estudo e análise da expansão urbana em ambientes litorâneos**. São José Dos Campos, 142 p., 1993. Dissertação de Mestrado - INPE,
- VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. In: REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT v 86, 2003. p. 370-384.