

Imagem termal do Landsat 8/TIRS/OLI: análise da temperatura de parques urbanos

Mona Izi Araujo Cunha¹
Norka da Silva Albernaz Marcilio¹
Patrícia Mota Rausch¹
Meire Carla Koniski¹

¹ IFMT - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica de Mato Grosso - Campus Cuiabá

Rua Professora Zulmira Canavarros, 93
78005-200 - Cuiabá – MT, Brasil
monaizi_araujo@hotmail.com
norka.albernaz@cba.ifmt.edu.br
patricia.rausch@cba.ifmt.edu.br
carla.brt@gmail.com

Abstract The vegetation replacement by buildings in the big cities favors the temperature elevation, causing in the Brazilian population an thermal discomfort, with some implications on the communities health, especially during the spring-summer season. Remote sensing is an important tool in spatial analyzes and in support of the decision-making process related to regional planning and management of environmental resources in urban systems and has been of great importance in climate studies. In this context, the objective of this paper is to analyze the temperature of two parks in the city of Cuiabá / MT, verifying which would have a more pleasant temperature considering their physical characteristics. In order to obtain the values of the surface temperature, the software ArcGIS 10.1 and the image of the satellite Landsat 8 TIRS (Thermal Infrared Sensor) of the month of August of 2015 were used, being carried out in the raster calculator of the software the calculations to obtain the temperature, in degrees Celsius. It was verified that the rounded physical form protects the “Mãe Bonifácia” Park from external agents, while the “Massairo Okamura” Park presents an irregular shape, being more subject to the increase of temperature, fire, wind, humidity and others. However, both parks have a more pleasant climate than the surrounding environment in the range of 26.08 ° C to 31.76 ° C.

Palavras-chave: geoprocessing, form, plant cover, geoprocessamento, forma, cobertura vegetal

1. Introdução

Na construção de cidades, desconsidera-se a sua relação com o espaço natural sobre o qual se assenta. A existência de rios, córregos, vegetação, bem como a topografia local e suas características climáticas são desprezadas. Assim, diversas mudanças negativas se resultam, como o aumento de temperatura em centros urbanos, causando desconforto à população (Rocha et al., 2011).

Áreas urbanizadas produzem efeitos na atmosfera da camada intraurbana de uma região devido às diversas formas de uso e ocupação do solo e estrutura urbana. Por conseguinte, reflete o comportamento térmico e, no caso das cidades, reflete também o crescimento da mancha urbana, que é responsável por significativas alterações na paisagem. Os materiais urbanos superficiais possuem padrões de refletividade (albedo) que favorecem a absorção da radiação e, conseqüentemente, maior emissão de calor sensível, em busca de equilíbrio térmico (Souza e Ferreira, 2012).

Dessa forma, os benefícios do sombreamento em equilíbrio, com a menor perda de calor por obstrução da dissipação, são soluções de controle da incidência solar para amenizar as ilhas de calor urbanas, o que comprova a importância da presença dos parques dentro das cidades (Souza e Ferreira, 2012). Portanto, os parques urbanos tem papel fundamental no

melhoramento do clima, e contribui na qualidade de vida da comunidade (Souza e Cintra, 2007), possibilitando a recreação e lazer (Silva e Ferreira 2003) além de proteger a mata nativa e os maciços vegetais existentes (Lima - Neto et al., 2007).

A temperatura é a principal variável para analisar a qualidade dos parques, pois a diminuição da amplitude térmica proporciona um bem estar para a população. Diversos estudos mostraram-se satisfatórios na utilização de geotecnologias em ambientes urbanos, contribuindo na identificação, espacialização e na compreensão da atuação do clima local (Jensen, 2009; Souza e Ferreira, 2012; Coelho e Correa, 2013; Silva e Silva, 2016).

A cidade de Cuiabá-MT passou por um processo de crescimento e adensamento nos últimos 20 anos, verificado, principalmente, pelo crescente interesse imobiliário, impulsionado pelos agronegócios mato-grossenses. Nos dias atuais, não são concebíveis os estudos urbanos sem a reflexão e a análise da sustentabilidade urbana, na atualidade a melhoria da qualidade de vida urbana está diretamente ligada à questão ambiental e as unidades de conservação como os parques que se constituem em elementos imprescindíveis para o bem estar da população. No entanto, para o surgimento desses espaços deve-se considerar a localização ideal, tamanho e formas dos parques, sendo estes fatores importantes, que contribuirão para a manutenção da sua função ecológica e atrativa para o lazer da população.

As informações sobre a temperatura superficial podem ser obtidas por sensoriamento remoto (Pires e Jr Ferreira, 2015). O calor interno de um alvo é convertido em energia radiante e para a maioria dos alvos existe uma alta correlação positiva entre a temperatura cinética verdadeira do alvo e o fluxo radiante proveniente dos mesmos (Jensen, 2009). Nesse sentido, a temperatura de superfície diz respeito ao fluxo de calor dado em função da energia que chega e sai do alvo, sendo de suma importância para o entendimento das interações entre a superfície terrestre e a atmosfera. A melhor faixa que permite uma maior transmissão da energia emitida da Terra que alcança o sensor na região do infravermelho termal do espectro eletromagnético é o intervalo de 8,0 a 14,0 μm (Steinke et al., 2010).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento da temperatura de dois parques mais frequentados na cidade de Cuiabá/MT utilizando técnicas de geoprocessamento e imagens termais de satélite, verificando a melhor resposta para o conforto térmico da população.

2. Metodologia de Trabalho

Foram escolhidos os dois parques urbanos mais visitados no município de Cuiabá. O Parque Estadual Mãe Bonifácia que foi inaugurado em dezembro de 2000, localizado na Avenida Miguel Sutil, numa área de aproximadamente 77 ha. E o Parque Massairo Okamura que também é um parque estadual, localizado na Avenida Historiador Rubens de Mendonça, com aproximadamente 54 ha.

Para estimar a temperatura da superfície dos parques foi adquirido a imagem termal (banda 10) do satélite Landsat 8 TIRS (Thermal Infrared Sensor), com data da passagem 07/08/2015, hora 13:45h, gratuitamente no site do Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS) com resolução espacial de 30m, pertencentes à órbita 226 cenos 071 e corresponde à faixa do infravermelho termal (10.6 - 11.19 μm - micrômetro).

O shape dos parques foi obtido no site da SEPLAN que servirão de base para o recorte da imagem. No software ArcGIS 10.1 reprojeteu-se a imagem na projeção para UTM Sul, pois a mesma vem na projeção polar estereográfica para a Antártida. Em seguida foi feito os parâmetros de conversão de níveis de cinza da imagem em radiância, para obter o valor da temperatura em Kelvin (K) e finalmente ser transformado em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Os cálculos foram realizados na calculadora raster do próprio software com elementos fornecidos do

arquivo de metadados da imagem Landsat-8, banda 10 e seguiram as Equações 1 e 2 de USGS (2016).

Fórmula de conversão para radiância (Equação 1):

$$L_{\lambda} = ML * Q_{cal} + AL$$

Onde:

L_{λ} = Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts/(m² sr μm)

ML = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04

AL = Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 = 0.10000

Qcal = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem banda 10

Constante de Calibração da imagem Landsat-8 (Equação 2):

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

Onde:

T = Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K);

K2 = Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K)

K1 = Constante de calibração 1 = 774.89 (K)

L = Radiância espectral em Watts/(m² sr μm)

3. Resultados e Discussão

3.1 Forma dos Parques

A Figura 1 apresenta os parques quanto a sua forma, percebe-se que o Parque Mãe Bonifácia tem formato mais arredondado e conseqüentemente menor será sua razão borda/interior. O formato circular proporciona menor temperatura no centro do parque, pois está equidistante das bordas. Assim sendo, a área central encontra-se protegida dos fatores externos, como temperatura, fogo, vento, umidade entre outros (SEMA, 2011).

Em contrapartida, o Parque Massairo Okamura, apresenta um formato irregular, alongada, lembrando a forma de um L, esta forma verificando maior proximidade borda/interior, podendo indicar o quanto o parque está vulnerável a influência externa.

O Parque Mãe Bonifácia apresenta maior área territorial que o Massairo Okamura, como uma diferença de 23,41ha, o que reserva maior espaço para a população, contemplando também a fauna e flora. Para Resende et al. (2015) áreas de habitat maiores contêm mais espécies e, na maioria das vezes, um número maior de indivíduos do que áreas menores com o mesmo tipo de habitat.

Essa qualidade quanto ao formato não beneficia somente as pessoas que frequentam o parque mais também aos animais que nele habita.

Segundo Marcelino (2007), quanto mais irregular e recortada for à forma de uma área de mata, espera-se que maior seja o efeito de borda nele presente, demonstrando que quanto

menor forem os fragmentos, maiores as consequências deletérias em relação às grandes florestas contínuas.

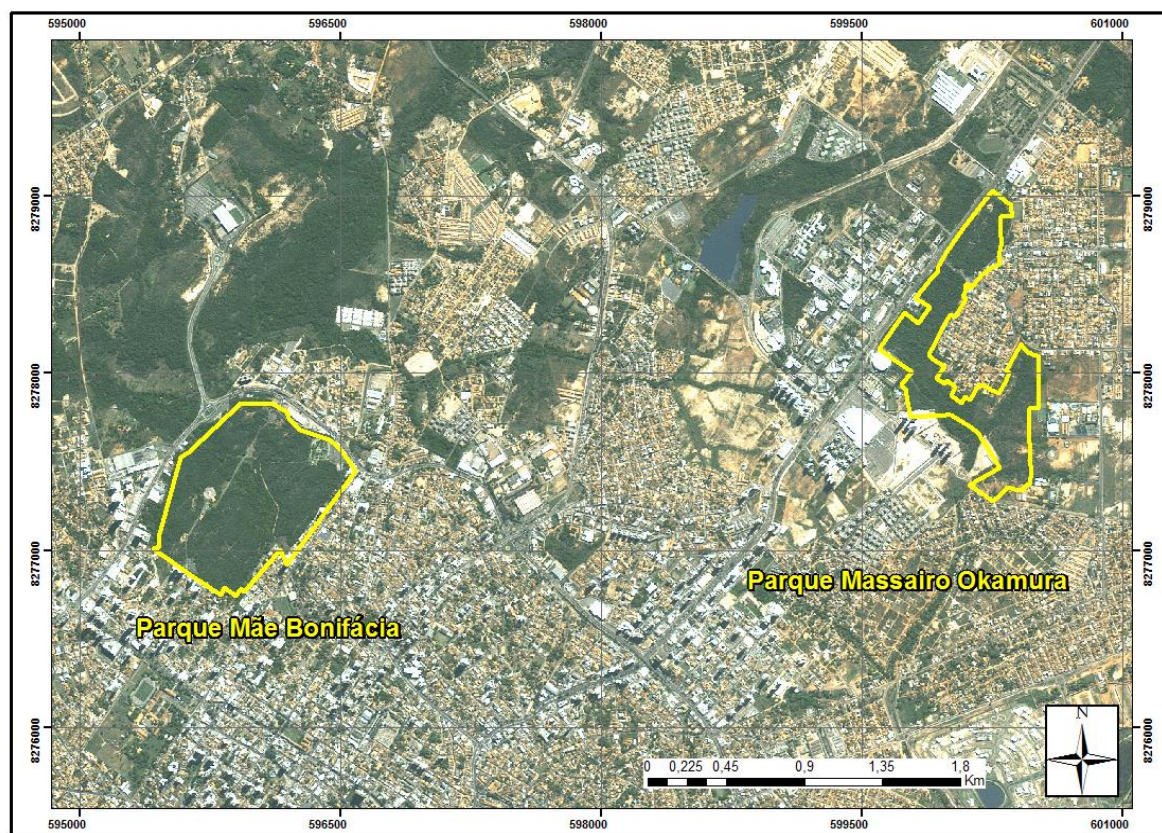


Figura 1. Forma dos Parques Mãe Bonifácia e Massairo Okamura na área urbana da cidade de Cuiabá– MT

3.2 Temperaturas dos parques

O mapa de temperatura de superfície (Figura 2) elaborado contém cinco intervalos, medidas em graus Celsius, fornecendo uma melhor identificação, interpretação e análise espacial. Verificou-se que ambos os parques apresentam clima mais agradável que o ambiente ao seu redor no intervalo de 26,08 °C a 31,76 °C.

Porém, analisando de forma distintas o Parque Mãe Bonifácia se mostrou ter temperaturas mais baixas, comparada com o Parque Massairo Okamura, devido a sua área ser maior com mais quantidades de árvores e por ter o seu formato arredondado que proporcionou que seu interior tivesse mais as cores verdes (26,08 °C a 30,68 °C), ou seja, temperaturas mais baixas. Pode se perceber que o Massairo é um parque isolado, sem conectividade/continuação com uma vegetação, diferente do outro parque que na parte noroeste é vizinho de uma grande área verde, sendo assim, esse isolamento agrava mais a temperatura na sua extremidade e conseqüentemente no seu núcleo.

A temperatura mais elevada 34 °C a 37,01 °C está localizada no entorno na região sul do parque Massairo Okamura. Nesta região destaca-se ocupações com empreendimentos significativos, shopping center, edifícios residenciais e governamentais, templo religioso, que requerem retirada de vegetação, impermeabilização do solo, principalmente com estacionamentos, e outras obras civis que favorece a elevação da temperatura e desconforto da população, já no parque Mãe Bonifácia observa-se alguns pontos vermelhos. Corroborando com esta pesquisa, Barros e Lombardo (2016) verificaram no município de São Paulo, que os

ambientes sem vegetação, principalmente nos espaços ocupados por atividades industriais, de comércio ou serviços, apresentaram forte intensidade do fenômeno, com diferenças de temperatura da superfície superiores a 8 °C. Assim, constatamos a importância do arboreto urbano e de áreas verdes para amenizar as temperaturas da superfície dos espaços urbanos.

Assim também, Silva et al. (2014) em seu estudo verificou que um modo geral todos os setores da cidade de Natal/RN possuíam áreas com a temperatura mais elevada encontrada (29, 84 C) mas com maior concentração em determinados pontos.

Godoy et al. (2009) ao analisar a temperatura de superfície dos Parques Urbanos do Distrito Federal pode-se perceber que os parques localizados nas cidades de classe média/alta mantiveram um conforto térmico devido à grande quantidade de áreas verdes, diferente das áreas na classe média/baixa, concluindo a falta de infraestrutura nos parques nas áreas mais carentes. Na área em estudo não se pode relacionar o fator social, pois ambas estão localizadas em locais em áreas de classe médio/baixa.

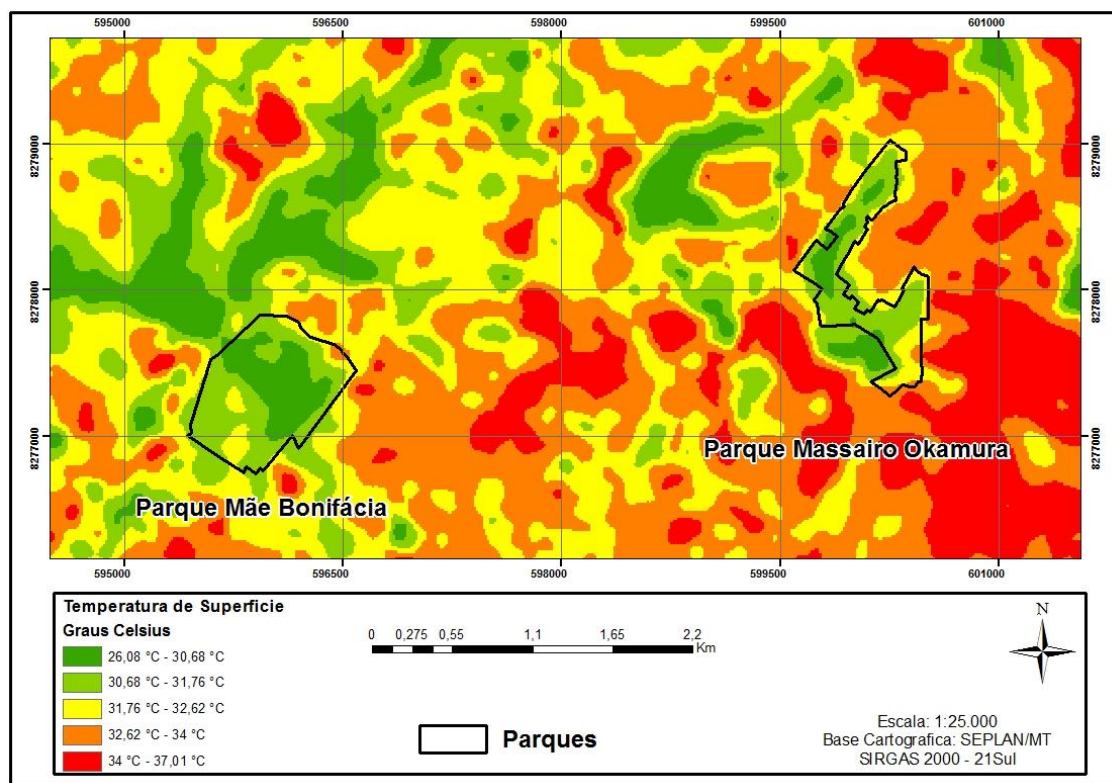


Figura 2. Mapa de temperatura de superfície dos parques Mãe Bonifácia e Massairo Okamura

Souza e Ferreira (2012) observaram maiores valores de temperatura no limiar do perímetro urbano, comparativamente às áreas de urbanização densa e intensamente verticalizadas, sendo que as áreas com cobertura de solo exposto, como áreas de plantio, queimadas e bairros sem cobertura asfáltica chamaram a atenção por responderem pelas maiores temperaturas registradas (maiores que 38 °C).

As temperaturas amenas (< 23 a 30 °C) corresponderam às áreas de vegetação densa, como parques e matas de galerias, registrando-se uma diferença de até 8°C em relação às áreas antropizadas. Em razão de terem sido utilizadas imagens do mês de agosto, as temperaturas registradas para as pastagens também se apresentaram elevadas, substancialmente maiores que as registradas em áreas urbanas.

Dessa forma, Coelho e Correa (2013) também constatou intensa existência termal na superfície típica da paisagem urbana, com a influência e a importância da cobertura vegetal na amenização da temperatura.

4. Conclusões

Os parques apresentam temperaturas baixas, comparada com a sua vizinhança. O parque Mãe Bonifácia se apresenta com melhor temperatura para ser utilizado, devido à presença de mais árvores, estar próximo a outros fragmentos de vegetação e por apresentar o formato mais arredondado que proporciona uma temperatura agradável no seu interior comparado com o parque Massairo Okamura.

Assim, podemos concluir que os estudos voltados para análise e interpretação da temperatura a partir do sensoriamento remoto contribuem com os presentes e futuros projetos de arborização urbana, na preservação e manutenção dos parques e do seu entorno.

As sugestões são estimular o uso dessa técnica no planejamento de parques urbano, e ainda associar ao mapa de uso e ocupação do solo para maior esclarecimento.

7. Referências Bibliográficas

Barros, H. R.; Lombardo, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 1, p. 160-177, 2016.

Coelho, A. L. N.; Correa, W. D. S. C. Temperatura de superfície celsius do sensor tirs/landsat-8: metodologia e aplicações, **Revista Geográfica Acadêmica**, v.7, n.1, 2013.

Godoy, L. B.; Baptista, G. M. M.; Almeida, T. Relação entre vegetação e temperatura de superfície nos parques urbanos do Distrito Federal, por meio de dados ASTER. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigo, p. 699-705. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. Disponível em: <<http://<martre.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.23.28.25>>>. Acesso em: 04 nov. 2016.

Jensen, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009, 604 p.

Lima-Neto E. M. D.; Resende, W. X.; Sena, M. G. D.; Souza, R. M. Análise das áreas verdes das praças do bairro centro e principais avenidas da cidade de Aracaju SE. **Revista da sociedade brasileira de arborização urbana**, v. 2, n.1, 2007.

Marcelino, V. R. **Influência da Fragmentação Florestal e da Estrutura da Vegetação na Comunidade de Aves da Fazenda Figueira, Londrina - PR**. 2007. 99 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba/SP. 2007.

Pires, E. G.; Jr Ferreira, L. G. Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 17, 2015, João Pessoa, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015, Artigo, p. 7421-7428. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-0076-8. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP6W34M/3JM4K3G>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

Resende, T.F.; Almeida, G.P.; Negreiros, A.B. Caracterização Geoecológica e Análise de Fragmentos da Bacia do Córrego do Lenheiro, São João Del-Rei – MG. **Revista Continentes** (UFRRJ), ano 4, n.6, 2015.

Rocha, L. M. V.; Souza, L. C. L. Castilho, F. J. V. Ocupação do Solo e Ilha de Calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. **Revista Ambiente Construído** (Online), Porto Alegre, v. 11, p. 161-175, Jul./set. 2011.

SEMA, Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Notícia educação ambiental, parques urbanos. 2011 <http://www.sema.mt.gov.br/>. Acesso em: 25 fevereiro 2015.

Silva F.B., Ferreira W. R. Parques Urbanos de Uberlândia: Estudo de caso no Parque municipal Victória Siqueirolli. In: II Simpósio Regional de Geografia “Perspectivas para o cerrado no século XXI” Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Geografia, 1-11, 2003.

Silva, F. M. D.; Junior, N. P. D. C.; Lima, Z. M. C. Avaliação microclimática de Natal/RN através de técnicas de sensoriamento remoto: uma contribuição aos estudos do clima urbano. **Sociedade e Território**, Natal, v. 26, nº 2, p. 163 - 180, jul./dez. 2014.

Silva, J. S.; Silva, R. M. D. Estimativa da temperatura de superfície e ilhas de calor urbanas na bacia do rio Bacanga, São Luís (MA). In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Variabilidade e susceptibilidade climática: Implicações Ecosistêmicas e Sociais (SBCG), 12, 2016, Goiânia. **Anais...** Artigo, p. 1396-1408. Disponível em: [http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_3/trabalho%20\(50\).pdf](http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_3/trabalho%20(50).pdf). Acesso em: 01 nov. 2016.

Sousa, S. B. D.; Ferreira, L. G. Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio de sensoriamento remoto no município de Goiânia, Goiás (2002 – 2011). **Revista Franco-Brasileira de Geografia** (Confins), n. 15, 2012. Disponível: <<http://confins.revues.org/7631>>, Acesso em: 03 nov. 2016.

Souza, R. C.; Cintra, D. P. Arborização viária e conflitos com equipamentos urbanos no bairro da Taquara, RJ. **Floresta e Ambiente**, v.14, n.1, p. 45-51, 2007.

Steinke, V. A.; Steinke, E. T.; Saito, C. H. Estimativa da temperatura de superfície em áreas urbanas em processo de consolidação: reflexões e experimento em Planaltina-DF. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 6, p. 37-56, 2010.

USGS - Geological Survey / Serviço de Levantamento Geológico Americano. **Aquisição de imagens orbitais digitais gratuitas do satélite Landsat-8 e ASTER/GDEM EUA**. Disponível em <<http://landsat.usgs.gov>>. Acesso em: 03 nov. 2016.