

Variabilidade Espacial da Temperatura Superficial de Ecossistemas Sensíveis

Emanoele Caroline Amendola ¹
Daniel Noe Coaguila Nuñez ^{2,3}
Fernando Braz Tangerino Hernandez ⁴
Renato Alberto Momesso Franco ⁵

¹ Estudante da Agronomia, Universidade Estadual Paulista - UNESP Ilha Solteira
emanoele.amendola@gmail.com

² Doutorando, Universidade Estadual Paulista - UNESP Ilha Solteira
tuheraldo@gmail.com

³ Instituto Regional de Ciências Ambientales - UNSA, Peru

⁴ Professor Titular, Universidade Estadual Paulista - UNESP Ilha Solteira
fbhttang@agr.feis.unesp.br

⁵ Professor, AEMS, Três Lagoas - MS
bioramfranco@yahoo.com.br

Abstract. The use of satellite imagery has been very useful when we need to obtain data from large surface areas because of its speed and convenience. Determine the surface temperature for a given region is of paramount importance to support research or monitoring strategies regarding the use and availability of water, as well as the use and occupation of land, indicating how management applied to the ecosystem interfering with the environment same. The objective of this study is to measure the surface temperature of the watershed stream Cabeceira Comprida, located in Santa Fé do Sul, in northwestern São Paulo, using scenes from the TIRS sensor onboard Landsat 8 satellite, provided by NASA / USA, on your website. For processing the ARCGIS software was used to determine the surface temperature of a small watershed, and it was concluded that vegetated surfaces have lower temperatures than bare soil.

Palavras-chave: ARCGIS, Image processing, Landsat 8, remote sensing. ARCGIS, Landsat 8, noroeste paulista, processamento de imagens, sensoriamento remoto.

1. Introdução

A temperatura é uma grandeza física dinâmica e pode ser definida como o grau de agitação das moléculas que constituem um corpo. Logo, quanto mais rápido o movimento das moléculas, mais “quente” apresenta-se o corpo (Batista, 2007). Neste caso infere-se que a temperatura de um dado alvo será diretamente proporcional a radiação emitida por ele. Assim sendo, pode-se considerar que a temperatura é uma medida que mensura fisicamente a energia média de movimento de partículas num sistema em equilíbrio térmico dado seu grau de liberdade (Leite e Brito, 2012)

Segundo Ferreira et al. (2011), a temperatura nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil aumentou entre 2000 e 2010, porém ainda não foi possível quantificar as proporções desta elevação, devido a variabilidade dos dados. Segundo Ming e Liu (ANO) a temperatura no Estado de São Paulo é menor no litoral e aumenta gradativamente no sentido do interior,

com predomínio de temperaturas de superfície maiores que 31°C, aproximadamente 85% da área.

Bacias hidrográficas se constituem em áreas que possuem um canal de drenagem, cercado por terras declivosas que são chamadas de rede de drenagem, cada bacia hidrográfica é delimitada por divisores de águas, localizados no ponto mais alto de cada bacia e sendo o ponto de separação de cada bacia hidrográfica. Cada bacia pode ser considerada um ecossistema sensível, pois são influenciados pela ação das forças da natureza e também pela ação antrópica.

Determinar a temperatura de superfície para uma dada região é de suma importância para embasar pesquisas de monitoramento quanto ao uso e disponibilidade da água, e também quanto ao uso e ocupação do solo, indicando como o manejo aplicado ao ecossistema interfere no ambiente do mesmo.

Na atualidade existem aparelhos sofisticados, como são os satélites com órbita síncrona ao sol. O satélite *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM, Landsat 8) entrou em operação em 2013, e está programado para realizar a coleta de informações sobre a superfície terrestre a cada 16 dias, tem autonomia para captar imagens em nove bandas espectrais, sendo oito destas com resolução espacial de 30 metros e uma banda pancromática com resolução espacial de 15 metros, possui ainda um sensor *thermal infrared sensor (TIRS)* com duas bandas termais (<http://www.usgs.gov>).

Os sensores são as máquinas fotográficas dos satélites. Têm por finalidade captar a radiação eletromagnética proveniente da superfície terrestre, e transformar a energia conduzida pela onda, em pulso eletrônico ou valor digital proporcional à intensidade desta energia. (Figueredo, 2005) e permitem estimar a temperatura de superfície utilizando técnicas de sensoriamento remoto que mediante programas especializados nos permitem obter informações em intervalos de tempos constantes.

O objetivo do presente trabalho foi mensurar a temperatura de superfície da microbacia hidrográfica do córrego Cabeceira Comprida, localizada no município de Santa Fé do Sul, no noroeste paulista utilizando as bandas do satélite Landsat 8.

2. Metodologia de trabalho

2.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do córrego Cabeceira Comprida está inserida no município de Santa Fé do Sul (Figura 1), região noroeste do Estado de São Paulo, localizado entre as coordenadas 20°06'S 51°00'O e 20°24'S 50°52'O e assume grande importância, pois dessa microbacia é captada água para abastecimento dos municípios, também para irrigação e ainda deve ter vazão suficiente para lançar água de boa qualidade ao córrego da Mula, que recebe os efluentes da estação de tratamento de esgoto do município.

2.2. Aquisição de imagens

As imagens foram adquiridas através do satélite Landsat 8, com órbita 222 e ponto 74, dotado do sensor TIRS, disponíveis no site *U.S. Geological Survey* (<http://www.usgs.gov>) com data 23 de julho de 2014.

2.3. Processamento

Antes da obtenção da estimativa da temperatura via sensoriamento remoto às imagens foram processadas com correções geométricas, calibrações radiométricas, calibrações atmosféricas e informações biofísicas. O processamento das imagens do satélite foi realizado segundo as metodologias da *U.S. Geological Survey* (<http://www.usgs.gov>) e de Coelho e Correa (2013) para as calibrações radiométricas e atmosféricas (Figura 2) para a banda 10.

Para o geoprocessamento das informações foi utilizado o software ArcGIS® (ArcMap™) do ESRI que na função *raster calculator* possibilitou os cálculos dos dados no formato matricial (raster). ArcGIS® constitui um SIG, produzido pela *Environmental Systems Research Institute* - ESRI, que é um grupo de programas que possibilita realizar procedimentos para a visualização, exploração e análise de informações espaciais.

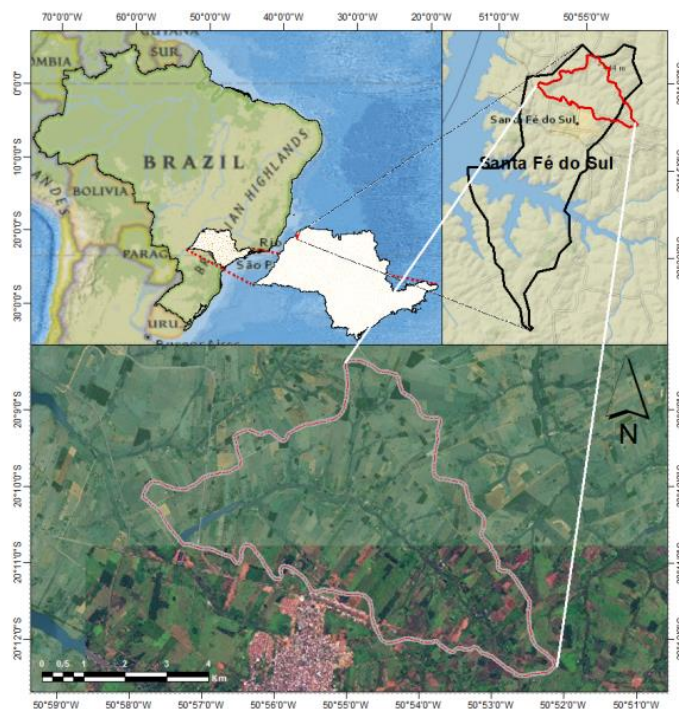


Figura 1. Área de estudo, bacia Cabeceira Comprida.

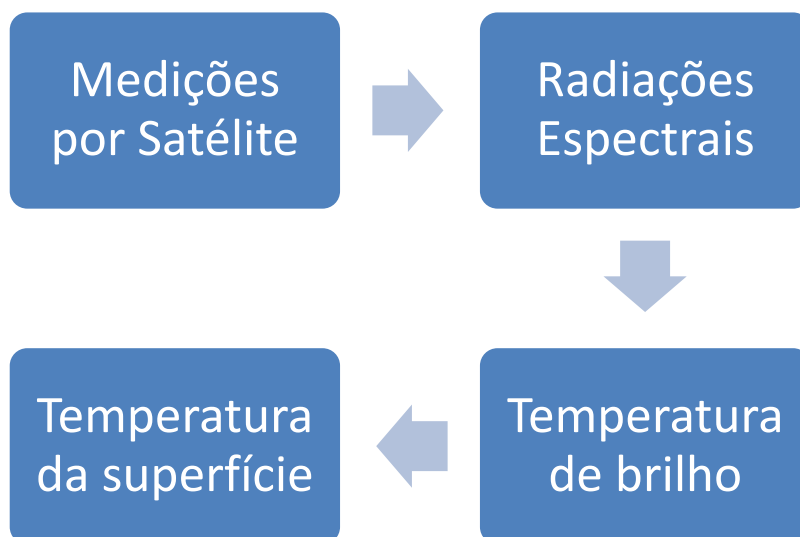


Figura 2. Fluxograma para a estimativa da temperatura de superfície.

As equações utilizadas no cálculo da temperatura foram:

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

$$T = \frac{K_2}{\log\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (2)$$

Onde:

M_L = fator multiplicativo de escala específica por banda

Q_{cal} = produto padrão quantificado e calibrado para valores de pixel (DN)

A_L = fator aditivo de escalado específica por banda

K_1 = constante de conversão térmica K_1 para cada banda

K_2 = constante de conversão térmica K_2 para cada banda

L_λ = valor de radiância espectral no topo da atmosfera (TOA)

3. Resultados e Discussão

3.1. Bacia

A microbacia hidrográfica do córrego Cabeceira Cumprida possui dezesseis nascentes e uma hidrografia de 20,16 Km, distribuídos em 3206 hectares, ou 32,06 Km², e está localizada principalmente no município de Santa Fé do Sul, onde o córrego ganha duas represas interligadas para abastecimento de parte da população do município localizado no noroeste paulista. Nota-se a ocorrência de áreas produtivas culturas perenes (citros e seringueira), pastagem, poucos fragmentos de matas nativas e ocorrência de plantas invasoras como a *Typha* spp, o que torna o local sensível a alterações decorrentes de ação antrópica ou natural. No local é rara a presença de vegetação arbórea nas áreas de preservação permanente, fazendo com que a oferta de água para a represa seja diminuta e acelere o processo de degradação da microbacia. A presença da pastagem degradada em grande parte da área também contribui para a degradação do corpo d'água, levando-o ao assoreamento.

3.2. Temperatura

De acordo com os procedimentos realizados na imagem de julho de 2014, observou-se que durante toda a extensão da microbacia, temperatura máxima foi de 36,1°C e a mínima de 24,6°C, com uma média de 31,9 ± 1,4°C. As temperaturas variaram de 26°C a 32°C, quando em solo com cobertura vegetal, e, de 32°C a 36°C quando em situações de solo exposto (25% da área da microbacia). De acordo com a Figura 3, a microbacia do córrego Cabeceira Cumprida possui poucos fragmentos de mata nativa, com temperatura média de 27,3°C, quando em solo exposto, a temperatura média da superfície foi 34°C, evidenciando que a presença de cobertura vegetal evita a absorção e perda de calor, portanto apresenta temperaturas amenas quando comparado ao solo exposto.

Menores temperaturas foram mensuradas em vegetação arbórea (matas remanescentes e cultivo de seringueira e citros), seguida da área legalmente definida como de preservação permanente, cuja quase totalidade é ocupada pela espécie *Typha* sp. A substituição desta espécie pela recomposição florestal além de aumentar o conforto térmico, pela diminuição da temperatura, traria ganho ambiental e hidrológico, pela interceptação da água da chuva antes da chegada ao solo e também por propiciar maior oportunidade de infiltração ao solo, com maior recarregamento do lençol freático, o que garantiria maior vazão ao córrego na estação seca e menor diferença entre as vazões máximas e mínimas.

O valor obtido para superfícies com cobertura vegetal se assemelha ao encontrado por Feitosa (2014) na região de Ilha Solteira em imagem de julho de 2011 para áreas de plantação de cana-de-açúcar, que obteve o valor de aproximadamente 28°C.

A diferença entre superfícies vegetadas ou totalmente expostas também foi mensurada usando metodologias parecidas com as utilizadas no presente trabalho por Coelho e Correa (2013) na região de Vitória- ES, e também foi constatada grande diferença entre os dois tipos

de superfícies. Na ocasião, a superfície com vegetação nativa/mangues/restinga ficou com média entre 23 e 25°C, áreas de silvicultura com médias entre 25 e 27°C e solos expostos obtiveram em média marcas de 25 a 29°C e em áreas isoladas atingiram mais de 29°C, ilustrando a grande diferença de temperatura entre superfícies com vegetação e solo desnudo.

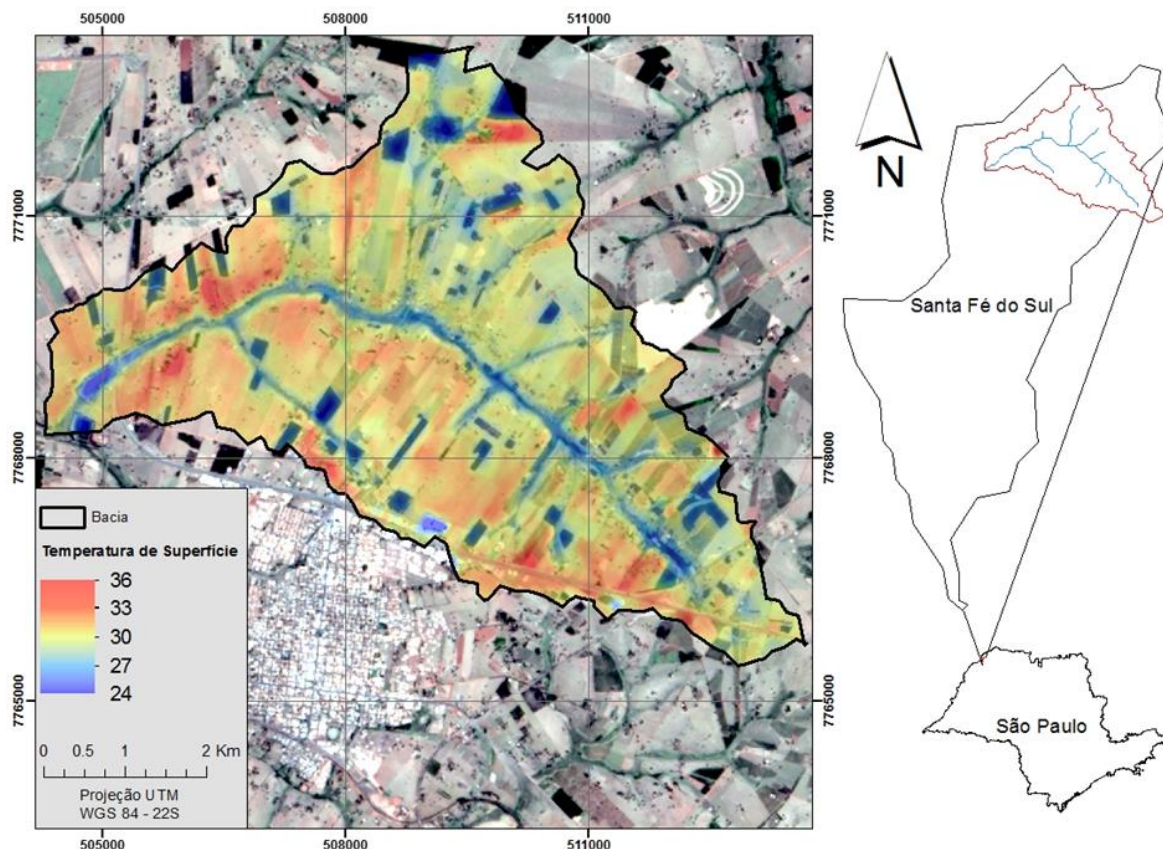


Figura 3: Mapa da temperatura de superfície na microbacia Cabeceira Cumprida.

4. Conclusões

A microbacia hidrográfica do córrego Cabeceira Cumprida possui inexpressiva vegetação arbórea na área de preservação permanente e poucos fragmentos remanescentes, enquanto que a pastagem degradada caracteriza o maior uso do solo, levando à uma grande variação na temperatura da superfície, que variou de 26°C em solo com cobertura vegetal densa até 36°C quando em solo totalmente descoberto.

A metodologia aplicada no presente trabalho, associada ao uso de imagens do satélite Landsat 8, tiveram desempenho satisfatório, e portanto pode-se recomendar o uso desta para determinação da temperatura de superfície aplicadas a diferentes áreas.

5. Referências Bibliográficas

Teixeira, A.H.C. Determining regional actual evapotranspiration of irrigated and natural vegetation in the São Francisco river basin (Brazil) using remote sensing an Penman-Monteith equation. **Remote Sensing**, v.2, p.1287-1319, 2010.

United States Geological Survey. Disponível em: <<http://www.usgs.gov/>>.

Vanhellemont, Q.; Ruddick. K. Turbid wakes associated with offshore wind turbines observed with Landsat 8. **Remote Sensing of Environment**, v. 145, p. 105-115, 2014.

Ferreira, V, Franco, G.S., Weber, L.S. Análise Temporal das imagens MODIS, produto Land Surface Temperature, Focando as Mudanças Climáticas. IV Encontro Sul-Brasileiro de Meteorologia, 2011. Disponível em: < http://wp.ufpel.edu.br/meteoro/files/2011/05/vanessa_ferreira_1.pdf >. Acesso em: 27 de outubro de 2014.

Batista, A.A. **Curso de Física**, 2007. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Católica de Brasília. Brasília, dezembro de 2007. Disponível em: < <http://www.ucb.br/sites/100/118/TCC/2%C2%BA2007/alexandretrabalhofinal1.pdf> >. Acesso em: 28 de outubro de 2014.

Leite, M.R; Brito, JLS. Avaliação de Desempenho entre modelos de obtenção de temperatura de superfície por sensores remotos. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.4, n. 12, p. 73-89, dezembro de 2012. Disponível em: < <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/4edicao/n12/04.pdf> >. Acesso em: 01 de novembro de 2014.

Ming, T.C; Liu, WTH. Estimativa de Albedo, Temperatura de Superfície e NDVI do Estado de São Paulo Através de Dados AVHRR do Satélite NOAA. Disponível em: < <http://www.cbmet.com/cbm-files/12-4c6d14770a664fe0abbf959a490fd153.pdf> >. Acesso em: 27 de outubro de 2014.

Figueredo, D. Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto. Setembro de 2005. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf >. Acesso em: 29 de outubro de 2014.

Feitosa, DG. Avaliação Temporal e Espacial do Balanço de Radiação, de Energia e da Evapotranspiração no Noroeste Paulista, em face de Mudança no Uso Do Solo. 2014. 96 p. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia). Universidade Estadual Paulista -Ilha Solteira. 2014.

Coelho, A.L.N., Correa, W.S.C. Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/LANDSAT 8: Metodologia e Aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**. V.7, n.1, p. 31-45. 2013.