

Determinação da temperatura de superfície do município de Canguçu através de imagens Landsat7 como ferramenta de monitoramento de mudanças climáticas

Joana Celestini¹; Sandro Luciano Barreto Fensterseifer²

¹. Engenheira Florestal, estudante na Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen-RS. E-mail: joanacelestini@hotmail.com

². Engenheiro Florestal, Dr., Professor na Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen -RS. Email: sandrolbf@gmail.com

Resumo

Imagens de satélites para análise de mudanças climáticas permitem aplicações em distintas áreas científicas, como balanço energético. Objetivo proposto foi determinar a temperatura de superfície do município Canguçu, sem correção da emissividade e atmosférica, com correção da emissividade e sem correção atmosférica, com correção atmosférica e emissividade por meio de imagens do satélite Landsat-7, e avaliar a variação entre estas temperaturas em relação a temperatura do ar na estação do município. Utilizaram-se imagens do site do Serviço Geológico Americano de abril de 2019. Os resultados indicaram que a temperatura sem correção da emissividade e sem correção atmosférica possui menor variância em relação a temperatura do ar medida na estação meteorológica ao passo que a temperatura com correção de emissividade e correção atmosférica apresentou maior variância.

Palavras-chave: temperatura de superfície, variação climática, imagens de satélite

Introdução

A utilização de imagens de satélites para determinação da temperatura permite aplicações em distintas áreas de estudo, como a climatologia, o balanço de energia, a bioclimatologia, e como no presente trabalho a identificação de ilhas de calor em áreas urbanas, tais aplicações tornam evidente a importância científica que os dados relacionados à temperatura terrestre manifestam, por meio de contribuições importantes vinculadas aos aspectos de atividades econômicas e comerciais, voltados para a agricultura.

A temperatura de superfície é determinada através do fluxo de energia que chega e sai de um alvo na superfície terrestre, conceitos da física de ondas que denotamos de absorvância e transmitância, obtidas através do sensoriamento remoto, uma vez que o calor interno dos alvos presentes na superfície terrestre é convertido em energia radiante (JENSEN, 2009)

Desse modo, a energia que se dissipa de um objeto à distância é captada, e posteriormente, por meio de algoritmos matemáticos e estatísticos, são extraídas informações desejadas, neste caso, os dados de temperatura de superfície (COELHO, 2013).

O objetivo do presente trabalho foi determinar a temperatura de superfície do município Canguçu, por meio das imagens do satélite Landsat -7 comprimento de banda do termal, bem como avaliar a variação entre a temperatura de superfície obtida pelo sensor em relação a temperatura do ar medida na estação meteorológica, sendo esta informação relevante em medidas de diagnóstico e prognóstico para controle e preservação ambiental referentes a mudanças climáticas.

Material e Métodos

A área de estudo localiza-se no município de Canguçu, situado no estado do Rio Grande do Sul, a uma latitude 31°23'42" sul e a uma longitude 52°40'32" oeste.

As imagens foram obtidas no site do Serviço Geológico Americano (USGS), satélite Landsat-7 com a função de avaliar a variação das temperaturas de superfície em relação a temperatura da estação, utilizando-se a banda do vermelho (banda 3), a do infravermelho próximo (banda 4) e a banda do infravermelho termal (banda 6). As bandas 3, 4, e 6 foram importadas para um aplicativo de Sistemas de Informação Geográfico (ArcGis10.3), onde foi inserido o ponto da estação meteorológica, e a inserção das equações na rotina operacional denominada de *raster calculator* para os cálculos da temperatura de superfície.

Para o cálculo da temperatura de superfície, utilizou-se da equação para determinação da radiância espectral (L_λ) determinada a partir dos números digitais (ND) da banda espectral do Landsat-7: $L_\lambda = (L_{max \lambda} - L_{min \lambda}) / (Q_{cal max} - Q_{cal min}) * (Q_{cal} - Q_{cal min}) + L_{min \lambda}$

Onde temos, $L \lambda$ – radiância espectral ($W/m^2.sr.\mu m$), Q_{cal} – Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN), $Q_{cal\ min}$ – Valor mínimo do pixel em níveis de cinza (DN=1), $Q_{cal\ max}$ – Valor máximo do pixel em níveis de cinza (DN= 255), $L_{min\ \lambda}$ – Radiância espectral mínima ($3.2\ W/m^2.sr.\mu m$), $L_{max\ \lambda}$ – Radiância espectral máxima ($12.65\ W/m^2.sr.\mu m$)

Após a determinação da radiância espectral, a mesma foi convertida em temperatura (graus Celsius) da superfície sem correção de emissividade e sem correção atmosférica:

$T_{sc} = K^2 / \ln ((K1 / L \lambda) + 1) - 273.15$, Onde: T_{sc} – temperatura sem correção atmosférica, $K1$ – Constante de calibração 1 ($666.09\ W/m^2.sr.\mu m$), $K2$ – Constante de calibração 2 ($1282.70\ K$), $L \lambda$ – Radiância espectral ($W/m^2.sr.\mu m$)

Para o cálculo da temperatura de superfície com correção da emissividade e sem correção atmosférica foi determinado o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) pela equação:

$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$, Onde: NIR- Infravermelho próximo (banda 4), Red- banda do vermelho (banda 3). Após a determinação do NDVI, foi inserida a equação para a obtenção da emissividade da superfície em função do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), pela fórmula: $\epsilon = 1.009 + 0.047 \ln NDVI$

Após determinar a emissividade, a mesma foi utilizada na equação de temperatura de superfície com correção da emissividade e sem correção atmosférica:

$T_{ss} = K^2 / \ln (\epsilon K1 / L \lambda + 1)$ Onde: T_{ss} – Temperatura de superfície com correção da emissividade, $K2$ – Constante de calibração 2 ($1282.70\ K$), ϵ – Emissividade da superfície, $K1$ – Constante de calibração 1 ($666.09\ W/m^2.sr.\mu m$), $L \lambda$ – Radiância espectral ($W/m^2.sr.\mu m$). Após foram inseridas duas equações para determinar a temperatura de superfície com correção atmosférica e correção de emissividade:

$L_t = L_{toa} - L_u - (1 - \epsilon) L_d / t \epsilon$, Onde: L_t – Radiância de um alvo negro de temperatura cinética ($W/m^2.sr.\mu m$), L_{toa} – Radiância espectral ($W/m^2.sr.\mu m$), T – transmissividade da atmosfera, ϵ – Emissividade da superfície, L_u – Radiância emitida pela superfície ($W/m^2.sr.\mu m$), L_d – Radiância recebida pela superfície ($W/m^2.sr.\mu m$)

$L_{toa} = t \epsilon L_t + L_u + t(1 - \epsilon) L_d$ Onde: L_{toa} – Radiância de um alvo negro de temperatura cinética ($W/m^2.sr.\mu m$), T – transmissividade da atmosfera, ϵ – Emissividade da superfície, L_t – Radiância espectral ($W/m^2.sr.\mu m$), L_u – Radiância emitida pela superfície ($W/m^2.sr.\mu m$), L_d – Radiância recebida pela superfície ($W/m^2.sr.\mu m$) Os parâmetros L_d , L_u e t foram obtidos no site da NASA, para a data da imagem 08 de abril de 2019: $L_d=2.97$, $L_u=1.89$, $t = 0.74$

Resultados e Discussão

As temperaturas de superfície obtidas através do sensor e as temperaturas coletadas na estação meteorológica do município de Canguçu estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Temperaturas de superfície do sensor e temperaturas da estação meteorológica.

Temperaturas obtidas através do sensor	Valores máximos (°C)	Valores mínimos (°C)	Média (°C)
Em graus Celsius sem correções	18,15	14,62	16,38
Com correção da emissividade, mas sem correção atmosférica	30,09	17,86	23,97
Com correção atmosférica e correção da emissividade (L_t)	6,21	4,97	5,59
Com correção atmosférica e correção da emissividade (L_{toa})	7,85	6,98	7,41
Temperaturas coletadas na estação meteorológica	17,4	15,2	16,3

Foram utilizados os valores da média para calcular o coeficiente de variação das temperaturas obtidas através do sensor em relação a temperatura coletada na estação, apresentados na tabela 2.

Tabela 2- Análise por coeficiente de variação

Temperaturas obtidas através do sensor	Média (°C)	CV (%)
Em graus Celsius sem correções	16,38	0,49
Com correção da emissividade, mas sem correção atmosférica	23,97	47,05
Com correção atmosférica e correção da emissividade (Lt)	5,59	65,70
Com correção atmosférica e correção da emissividade (Ltoa)	7,41	54,54
Temperaturas coletadas na estação	16,3	0,0

Os resultados apontam a temperatura em graus Celsius obtida pelo sensor do satélite com o menor coeficiente de variação (CV%) de 0,49 % em relação a temperatura da estação. O resultado que apresentou maior CV foi a temperatura com correção atmosférica e correção da emissividade, calculada pela primeira equação Lt, variando em 10,71°C (65,70 %).

A temperatura em graus Celsius é obtida através do parâmetro radiância, não sendo realizada a correção da emissividade e a correção atmosférica. Conforme os resultados obtidos, foi a que mais se aproximou do valor da temperatura do ar medida na estação meteorológica. Já a temperatura com correção atmosférica e correção da emissividade (fórmula Lt) variou em 10,71°C distanciando-se da temperatura do ar medida pela estação meteorológica, pois faz uso dos parâmetros de transmissividade da atmosfera, emissividade da superfície, radiância emitida pela superfície e radiância recebida pela superfície, contribuindo para a variação do valor.

Souza (2005), salienta a necessidade de fazer a correção atmosférica no sentido de estimar valores mais precisos da temperatura da superfície, considerando o parâmetro da transmissividade, que por sua vez é influenciado pelo vapor da água na atmosfera sendo o principal absorvente do canal termal. Havendo uma concentração maior de vapor da água, menor é a transmitância, e assim consequentemente há redução na radiação emergente no topo da atmosfera, influenciando no valor da temperatura.

Conclusões

A metodologia empregada nesse estudo permite determinar as temperaturas de superfície do município de Canguçu, por meio das imagens do satélite Landsat-7. Foram determinadas temperatura em graus Celsius, temperatura com correção da emissividade mas sem correção atmosférica e temperatura com correção atmosférica e correção da emissividade.

Através da análise de variação das mesmas em relação a temperatura do ar medida na estação é possível concluir que a temperatura em graus Celsius (sem correção de emissividade e sem correção atmosférica) foi a que mais se aproximou da temperatura medida na estação, e a temperatura com correção atmosférica e correção da emissividade (fórmula Lt) variou em 10,71°C distanciando-se da temperatura do ar medida pela estação meteorológica, pois considera mais parâmetros que influenciam no valor da temperatura.

Conforme objetivo estabelecido de determinar a temperatura aproximada de superfície por meio das imagens do satélite Landsat, conclui-se que a metodologia se apresenta viável, principalmente quando não há estação para coleta de dados no local, pode-se fazer uso de imagens de satélite para obtenção dos dados.

De acordo com o objetivo de avaliar a variação entre a temperatura medida pelo sensor e a temperatura do ar, conclui-se que para a equação na qual foi realizado o processo de correção de emissividade sem correção atmosférica obteve-se um coeficiente de variação de 47,05%. Em contrapartida, na equação a qual se realizou a correção atmosférica o coeficiente de variação obtido foi de 65,7%, ou seja, observa-se que a correção atmosférica não se apresentou como um parâmetro de melhora na equação de ajuste. Os parâmetros de correção atmosférica e correção da emissividade tanto pela equação Lt, quanto Ltoa, não geraram melhorias na calibração da equação.

Observa-se que a temperatura medida pelo sensor sem as correções atmosféricas e de emissividade, é a que apresentou menor coeficiente de variação: 0,49%, sendo este valor, um resultado singular, pois, não se realizou nenhum tipo de correção nos parâmetros atmosféricos.

Quanto às mudanças climáticas, observa-se que os fatores relacionados à temperatura, são indicativos de diversos problemas ambientais de forma diretas e indiretas, como camada de ozônio, emissão de poluentes como o dióxido de carbono, aquecimento global e as ilhas de calor. Através da metodologia desenvolvida onde imagens de satélite propiciam informações referentes à temperatura de superfície, estas mesmas são de suma importância onde não dispomos de estações de medição, sendo esta informação relevante em análises de modelos climáticos e modelos de simulação, fatores importantes pra estabelecer através de um diagnóstico um prognóstico com medidas políticas e ambientais de preservação e controle ambiental, propiciando uma melhoria na qualidade de vida.

Referências Bibliográficas

COELHO, André Luiz Nascentes; CORREA, Wesley de Souza Campos. **Temperatura de Superfície Celsius do sensor TIRS/LANDSAT-8: metodologias e aplicações.** Revista Geográfica Acadêmica, Roraima, v. 7, n. 1, p.31-45, 2013. Disponível em: . Acesso em: 30 Jan. 2022.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: **uma perspectiva em recursos terrestres.** 2º Edição traduzida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. São Paulo, Parêntese, 2009. 672 p.

SOUZA J. D. de; SILVA B.B. **Correção atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM - Landsat 5.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102261X2005000400002>. Acesso em: 6 de Fev. de 2022.