colloquium exactarum

MAPEAMENTO DA MUDANÇA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA REGIÃO DO PONTAL DO PARANAPANEMA NOS ÚLTIMOS 30 ANOS

MAPPING OF THE LAND SURFACE TEMPERATURE CHANGE IN THE PONTAL DO PARANAPANEMA REGION OVER THE LAST 30 YEARS

Rosana Amaral Carrasco[1]; Lucas Prado Osco[2]; Rejane Ennes Cicerelli[3]; Paulo Antônio Silva[4]; Ana Paula Marques Ramos[5]

[1]Universidade do Oeste Paulista, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional
E-mail: carrascorosana@yahoo.com.br
[2] Universidade do Oeste Paulista, Programa de Pós-Graduação em Agronomia
E-mail: pradoosco@gmail.com
[3] Universidade de Brasília, Instituto de Geociências
E-mail: rejaneig@unb.br
[4] Universidade do Oeste Paulista, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional
E-mail: pauloantonio@unoeste.br
[5] Universidade do Oeste Paulista, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional
E-mail: anaramos@unoeste.br

RESUMO – Ações antrópicas provocam alterações na dinâmica natural da paisagem, como variações no clima e no uso da terra. A temperatura da superfície da terra (*Land Surface Temperature - LST*) é um dos principais parâmetros físicos dos processos de superfície terrestre. A importância do LST está cada vez mais reconhecida e há um forte interesse em desenvolver metodologias para medir o LST do espaço, utilizando plataformas orbitais, como, por exemplo, a série Landsat. Este trabalho testa se houve mudança na LST na região do Pontal do Paranapanema a partir da LST registrada pela série de satélites Landsat nos últimos 30 anos. Inicialmente adquirimos imagens orbitais dos satélites Landsat5 TM e Landsat8 OLI e, em seguida, extraímos o valor de LST das mesmas. Na sequência, avaliamos a variação da LST na área de estudo. Constatou-se uma correlação entre a variação da LST e o tipo de uso e cobertura da terra. Áreas de malha urbana, pastagem, agricultura, vegetação e cursos d'água mostraram discrepâncias na temperatura ao serem comparadas entre si. No Pontal, verificou-se variações de 5°C da LST média, entre as temperaturas de máxima e mínima. Concluímos que as variações de temperatura estão associadas com a dinâmica de uso da terra.

Palavras-chave: temperatura de superfície, uso e cobertura da terra, Pontal do Paranapanema.

Recebido em: 27/08/2018
Revisado em: 04/09/2018
Aprovado em: 06/09/2018

ABSTRACT – Anthropogenic actions cause changes in the natural dynamics of the landscape, such as variations in climate and land use. Land Surface Temperature (LST) is one of the main physical parameters

of terrestrial surface processes. The importance of LST is increasingly recognized and there is a strong interest in developing methodologies for measuring LST using orbital platforms, such as the Landsat series. This work aims to verify if there was a change in the LST in the region of Pontal do Paranapanema from the LST recorded by the Landsat series over the last 30 years. We adopted orbital images from Landsat5 TM and Landsat8 OLI satellite to extract the LST value, and then we evaluated the LST variation at the studied area. A correlation was found between the LST variation and the type of land use and land cover. The urban areas, pasture, agriculture, vegetation and watercourses showed discrepancies in temperature when compared to each other. At Pontal, there were variations of 5 ° C of the average LST, between maximum and minimum temperatures. We concluded that temperature variations are associated with the dynamics of land use.

Keywords: surface temperature, land use and cover, Pontal do Paranapanema.

1. INTRODUÇÃO

A paisagem, segundo Bertrand (2004), é produto da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos que atuam uns sobre os outros, fazendo da paisagem um conjunto único e indissociável, em contínua transformação. Soares-Filho *et al.* (2004) afirmam que a análise espaço-temporal das mudanças de uso e cobertura da terra, além de permitir uma avaliação da história de ocupação de uma região, serve para a criação de modelos de evolução da paisagem. As diversas transformações ocorridas no meio ambiente podem contribuir diretamente para a alteração do clima de uma região.

Sabe-se que as geotecnologias têm o potencial de auxiliar estudos de fenômenos ambientais, sobretudo, os decorrentes das ações antrópicas, dos quais podem provocar alterações na dinâmica natural da paisagem, seja no contexto do clima ou do uso da terra. O sensoriamento remoto termal apresenta uma série de aplicações potenciais, como a estimativa do balanço de energia, o teor de água em zona radicular, a evapotranspiração, o monitoramento de estiagens, a determinação do estresse hídrico em plantas, de particular interesse em estudos hidrológicos, e os meteorológicos e climáticos (WARREN *et al.,* 2014).

Oliveira *et al.* (2012) apresentam que a temperatura de superfície está envolvida no balanço de energia, na evapotranspiração da vegetação e nos processos de desertificação, sendo um indicador essencial de degradação ambiental e mudança climática. Fenômenos socioambientais, incluindo os que alteram a temperatura de superfície, como ocorre no processo de urbanização (MONTEIRO, 1976; LANDSBERG, 1981; MASCARÓ, 1996; ROMERO, 2001; SORRE, 2006), podem ser investigados a partir do uso de dados de sensoriamento remoto.

A temperatura da superfície é notadamente influenciada por variações no clima, cuja estimativa é de grande utilidade em estudos de monitoramento de dinâmicas espaciais como os processos de urbanização, catástrofes naturais e focos de incêndios. A perda da biodiversidade por razões antrópicas, seguido de grandes episódios de incêndios florestais, queimadas e secas extremas implicam em consequências devastadoras aos sistemas florestais em escala regional e global, além disso perdas econômicas e aumento de problemas sociais (MARTÍN *et al.,* 2012; CAÚLA *et al.,* 2015; JACOB *et al.,* 2015; CAÚLA *et al.,* 2016).

Para Ferreira *et al.* (2004), dentre os vários produtos que são obtidos por meio de dados de sensoriamento remoto, mapas de temperatura de superfície são um de destaque, principalmente, devido à utilidade que possuem para auxiliar em tarefas de monitoramento agrícola, detecção de queimadas e estudos de mudanças climáticas. A temperatura da superfície é um dos principais parâmetros físicos dos processos de superfície terrestre, desde escalas locais até escalas globais. Um estudo realizado nesse contexto, no Pontal do Paranapanema - SP, é o de Osco *et al.* (2015). Tais autores utilizaram imagens do satélite Landsat-8 (bandas termais 10 e 11, sensor TIRS), para avaliar a influência do uso e cobertura da terra na temperatura de superfície de uma bacia hidrográfica da região. Os autores concluíram que as variações de temperatura estão associadas à dinâmica de uso da terra; entretanto, recomendam novos estudos em diferentes épocas.

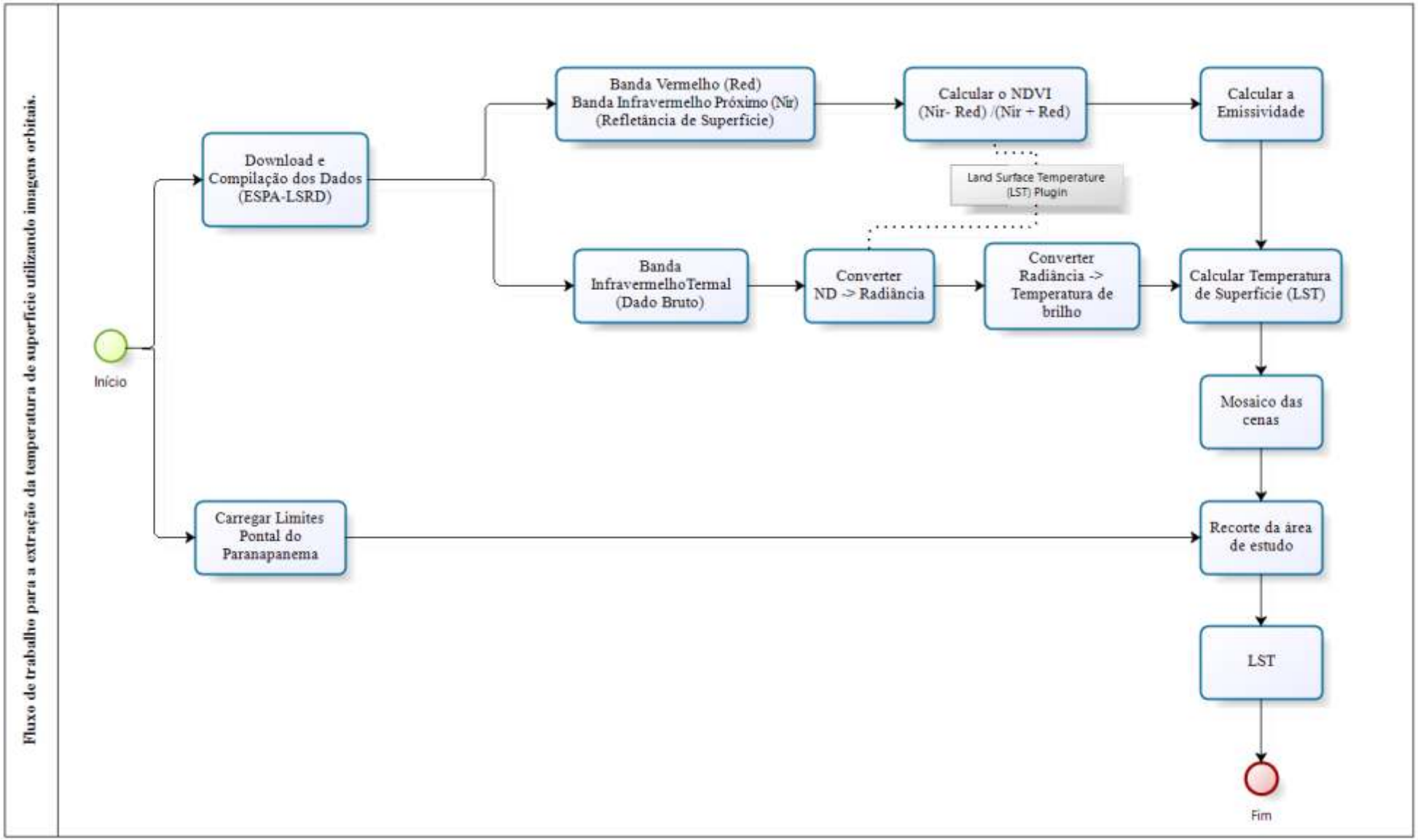
Monteiro (1991) afirma que as informações de sensoriamento remoto, como uso e cobertura da terra e a variação da temperatura de superfície, são parâmetros importantes quando se trata de estudos do clima de uma área geográfica. Com base no que foi apresentado, este trabalho testa se houve mudança na temperatura de superfície na região do Pontal do Paranapanema partir da LST registrada pela série de satélites Landsat nos últimos 30 anos.

2. MÉTODO

A região do Pontal do Paranapanema possui uma extensão de aproximadamente 19 mil km² e sua população é estimada em 583.703 habitantes, a qual está distribuída em 32 municípios, segundo o último Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010. Para atender ao objetivo proposto, fez-se uso de geotecnologias relacionadas ao sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Para analisar e interpretar a alteração da temperatura de superfície nos últimos 30 anos na região do Pontal, a partir de imagens orbitais, empregamos um método quali-quantitativo. Assim, as etapas que constituem esse método são a coleta e a compilação dos dados para a área de interesse no ano de 1987 e 2017, o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), a emissividade, a conversão dos dados termais, isto é, números digitais em radiância, a conversão do da radiância em temperatura de brilho e, por fim, o cálculo da temperatura de superfície. Com isso, processamos os dados para a elaboração dos mapas temáticos de temperatura de superfície gerados para a data de julho de 1987 e julho de 2017. O fluxo de trabalho proposto para cumprir essas etapas encontra-se apresentado na Figura 1.

Figura 1. Fluxo de trabalho para a extração da temperatura de superfície utilizando imagens orbitais.



Fonte: Autores (2018).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 ilustra o mapa com a variação de temperatura extraída das bandas termais do satélite Landsat-5, para os dias 13 de julho de 1987 e 20 de julho de 1987, na estação do inverno. É importante ressaltar que devido a problemas em função da diferença radiométrica das cenas visualiza-se claramente uma diferença de órbita entre as cenas, pois o registro das imagens ocorreu em datas diferentes, acarretando em uma diferença em sua radiometria.

A Figura 3, por sua vez, apresenta a variação de temperatura extraída da banda termal do satélite Landsat-8, para os dias 15 de julho de 2017 e 22 de julho de 2017, também para a estação do inverno.

Constata-se que houve variação na temperatura de superfície entre os anos de 1987 e 2017 (Tabela 1). Quando comparado à temperatura atmosférica mínima do ano de 1987 tem-se o valor de 16,5°C, enquanto para o ano de 2017 existe uma pequena alteração, apresentando 17°C. Por outro lado, as temperaturas atmosféricas máximas apresentaram alteração significante, apresentando uma amplitude de aproximadamente 10°C. Em relação à média, no ano de 1987 a temperatura apresentava cerca de 22°C, e, para o ano de 2017, a temperatura em média se elevou em aproximadamente 27°C, correspondendo em um aumento de 5°C na LST média.

É importante salientar que as imagens do Landsat 5 apresentaram grande diferença radiométrica. Isto explica o porquê do mapa de temperatura de superfície de 1987 (Figura 2) mostrar diferentes valores para o produto final (temperatura de superfície) em função da mudança de órbita do satélite. É importante salientar, ainda, que o mapa de temperatura de superfície de 1987 foi validado com os dados climáticos obtidos na Estação Meteorológica de Presidente Prudente, a qual está localizada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT-UNESP-PP/IPMET), e está inserida na área de estudo. Esses dados (temperatura atmosférica, a umidade relativa, a radiação solar global e a pluviosidade diárias) correspondem ao mês dos dias de aquisição da imagem de satélite, isto é, julho de 1987. O valor constatado para a temperatura de superfície neste mês foi de 17,3 °C (mínima), 22,2 °C (média) e 28,2 °C (máxima). Ao comparar a temperatura média do mapa da Figura 2 com o valor de referência (22,2 °C), constata-se que o método de quantificação da temperatura de superfície por meio de imagens orbitais é acurado, visto que a diferença na temperatura média foi menor que 0,5 °C.

Para o ano de 2017, utilizou-se os dados disponíveis pelo CPTEC-SP/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) para o mês de julho de 2017, na qual a temperatura foi estimada em 14,5 °C (mínima) 20,3 °C (média) e 26,2 °C (máxima). Novamente, a comparação com os dados de referência permite apontar que ambos os mapas de temperatura de superfície, 1987 e 2017, são produtos acurados.

Para ampliar o entendimento desta mudança, fez se necessário conhecer a região do estudo. Adiante é apresentado o mapa de uso e cobertura da terra da região do Pontal do Paranapanema (Figura 4). Analisando este mapa em conjunto com os mapas das Figuras 2 e 3, é possível notar que as áreas vegetadas, como no caso do Parque Estadual Morro do Diabo, apresentam baixa temperatura de superfície nos dois períodos investigados (1987 e 2017), áreas estas caracterizadas na legenda (Figuras 2 e 3) pela coloração azul.

Outro aspecto constatado é que ao entorno dos cursos d'água (Figura 4) a temperatura (Figuras 2 e 3), também, apresenta valores mais baixos em relação às demais classes de ocupação do solo (Figura 4). Em contrapartida, verificamos que a área ocupada pela mancha urbana possui os maiores valores de temperatura, caracterizado pela cor vermelha nos mapas (Figuras 2 e 3), quando comparado aos demais tipos de cobertura da terra.

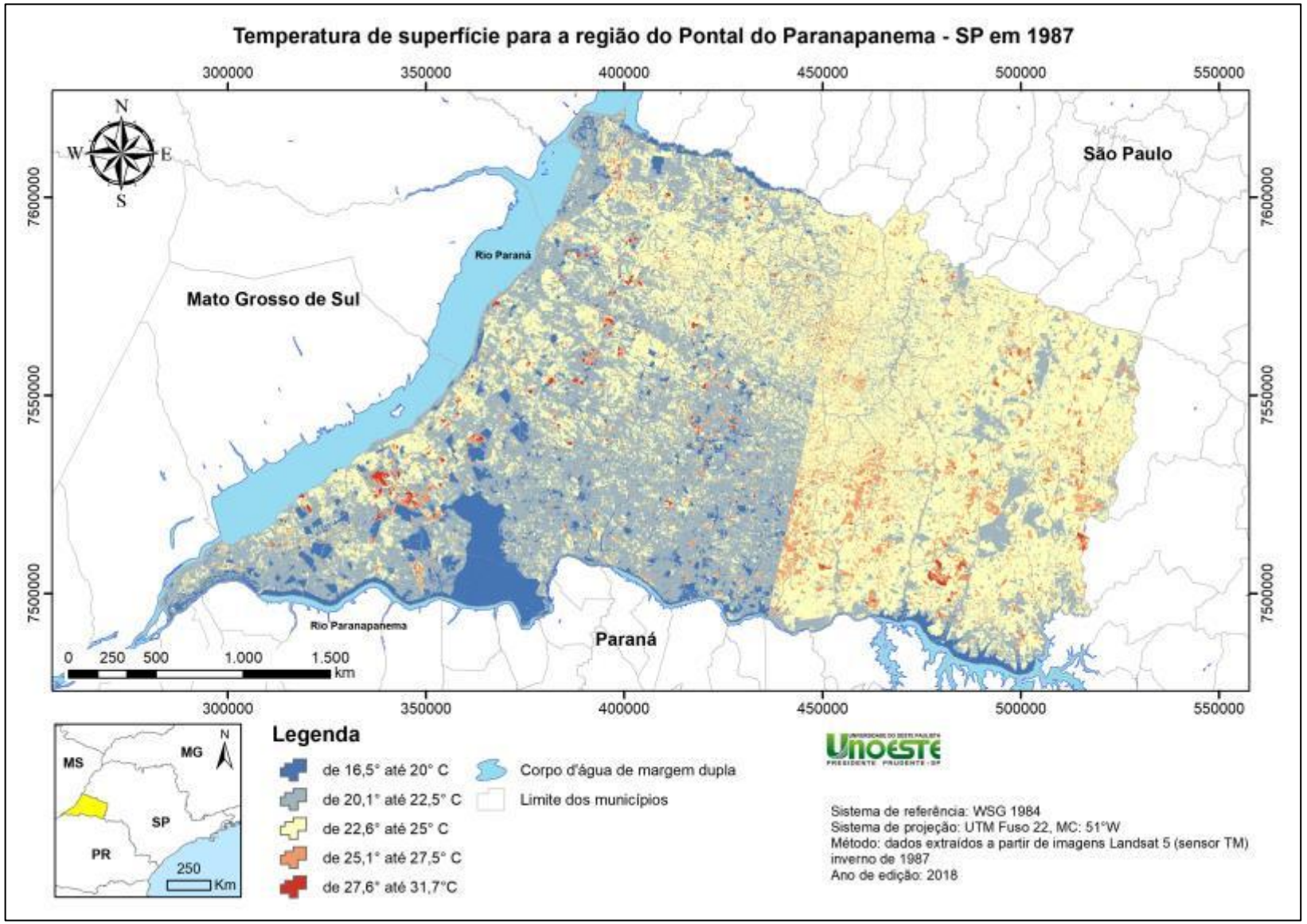
Verificamos que na maior parte da região do Pontal há temperaturas médias, tanto em 1987 quanto em 2017; nem extremas, como em mancha urbana, nem tão brandas, como na vegetação ou próximo aos cursos d'água. Vale ressaltar que a maior parte do Pontal é recoberta por pastagens (Figura 4), e essas áreas apresentam os valores médios de temperatura registrados para a região em ambas as imagens (Figuras 2 e 3). Isso se deve ao fato de que a pastagem encontrada nessas áreas consegue absorver mais radiação quando comparada aos componentes da malha urbana.

Tabela 1. Temperatura no Pontal do Paranapanema nos anos de 1987 e 2017.

Temperatura de superfície (°C) para a região do Pontal do Paranapanema – SP no período de 1987 e 2017						
Ano	**Mínima**	**Máxima**	**Média**	**Desvio- padrão**	**Amplitude**	**Datas das imagens**
1987	16,55	31,72	22,60	1,76	15,17	13 e 20 de julho de 1987
2017	17,00	41,16	27,57	3,04	24,16	15 e 22 de julho de 2017

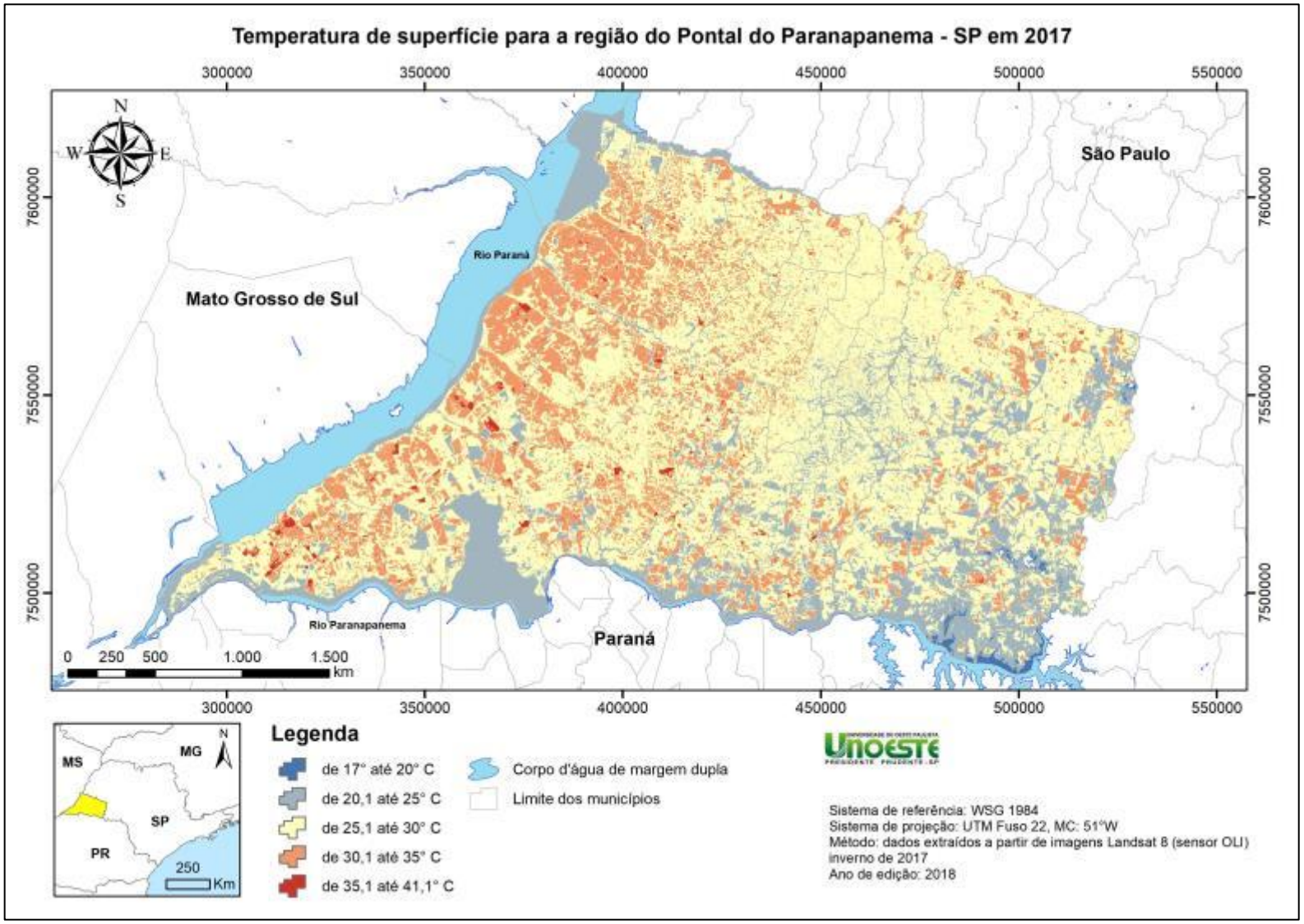
Fonte: Autores (2018).

Figura 2. Temperatura de superfície para a região do Pontal do Paranapanema – SP em 1987.



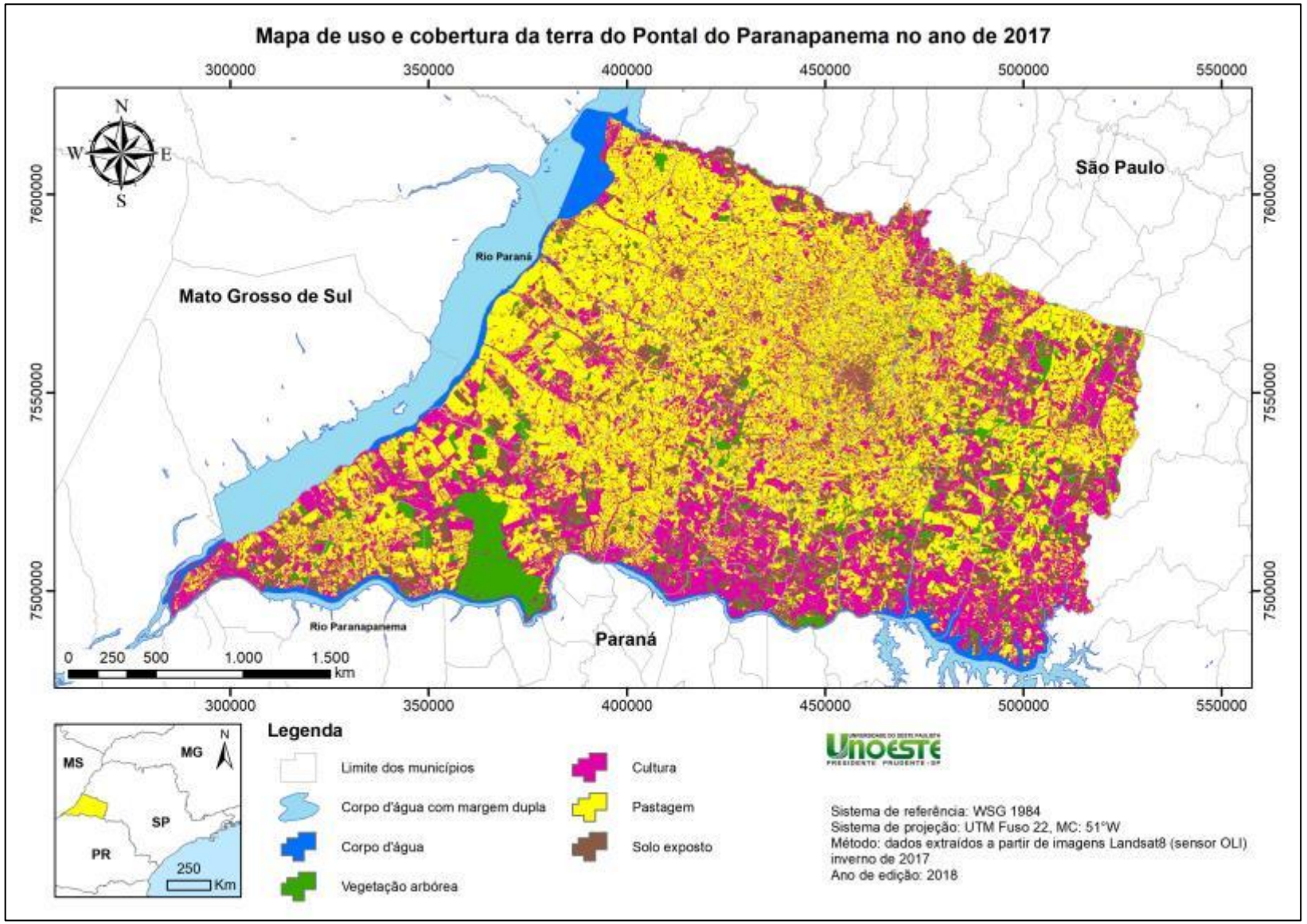
Fonte: Os autores (2018).

Figura 3. Temperatura de superfície para a região do Pontal do Paranapanema – SP em 2017.



Fonte: Os autores (2018).

Figura 4. Mapa de uso e cobertura da terra no Pontal do Paranapanema no ano de 2017.



Fonte: Os autores (2018).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluímos que houve mudança na temperatura de superfície na região do Pontal do Paranapanema nos últimos 30 anos, e que essa alteração está intrinsecamente relacionada ao uso e cobertura da terra. OS diferentes tipos de ocupação do solo produzem albedo e propriedades térmicas superficiais diferentes, o que impacta a temperatura de superfície. Constatamos alterações de até 5 °C em média, entre as superfícies de maior albedo e superfícies de menor refletância, onde as interações dos elementos ambientais produzem menores valores de temperatura.

Os resultados corroboram a hipótese de que os diferentes usos e cobertura do território resultam em variações de temperatura de superfície. Contudo, deve-se considerar que as temperaturas obtidas pelas imagens de satélite competem-se a apenas um único momento, correspondendo ao seu horário de imageamento. Com isso, sugere-se estudos complementares a esse que ampliem o diagnóstico ambiental iniciado, por meio de análise multitemporal para um estudo mais profundo sobre as alterações na dinâmica climática do Pontal do Paranapanema.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Núcleo de Estudos Ambientais e Geoprocessamento – NEAGEO da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os autores declaram não haver qualquer potencial conflito de interesse que possa interferir na imparcialidade deste trabalho científico.

REFERÊNCIAS

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **RA'EGA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

CAÚLA, R. H., OLIVEIRA, J. F., LYRA, G. B., DELGADO, R. C., HEILBRON, P. F. L. Overview of fire foci causes and locations in Brazil based on meteorological satellite data from 1998 to 2011**. Environmental Earth Sciences**, v.74, p. 1497-1508, 2015.

CAÚLA, R. H., OLIVEIRA, J. F., GOIS, G., DELGADO, R. C., PIMENTEL, L. C. G., TEODORO, P. E. Nonparametric Statistics Applied to Fire Foci Obtained by Meteorological Satellites and Their Relationship to the MCD12Q1 Product in the State of Rio de Janeiro, Southeast Brazil. **Land Degradation & Development,** v.28, p. 1056-1067, 2016.

FERREIRA, N. J. (coord.) **Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROSN**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

JACOB, M., FRANKL, A., BEECKMAN, H., MESFIN, G., HENDRICKX, M., GUYASSA, E., NYSSEN, J. North Ethiopian Afro-Alpine Tree Line Dynamics and Forest-Cover Change Since the Early 20th Century. **Land Degradation & Development** 26, 654-664, 2015.

LANDSBERG, H. E. **The urban climate**. New York: Academic Press, 1981. 285 p.

MARTÍN, A., DIAZ-RAVINA, M., CARBALLAS, T.Short-and medium-term evolution of soil properties in Atlantic forest ecosystems affected by wildfires. **Land Degradation & Development,** v. 23, p. 427-439, 2012 https://doi.org/10.1002/ldr.1078.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 2003.

MASCARÓ, L. **Urbanenvironment**. Porto Alegre: Sagra, DC Luzzatto, 1996.

MENEZES, P. M. L.; FERNANDES, M. do C. **Roteiro de Cartografia**. São Paulo: Oficina de Texto, 2013. 288 p.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: USP/IG, 1976.
MONTEIRO, C. A. F. **Análise rítmica em climatologia**. São Paulo: USP/Igeog, 1991.

OLIVEIRA, L. M. M. Índice de vegetação e temperatura da superfície no ecônomo ilha do bananal por sensoriamento remoto. **Revista de Geografia** (Recife), v.30, n.3, p. 209-225, 2012.

OSCO, P. L.; BOIN, N. M.; RAMOS, M. A. P.; FELICIO, J. M. Avaliação da temperatura de superfície a partir do uso de Geotecnologias – um estudo de caso no alto curso da bacia hidrográfica do rio Pirapozinho/SP. *In:* SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ÁGUAS, SOLOS E GEOTECNOLOGIAS, 1., 2015, Uberaba, MG. **Anais** [...] Uberaba,2015.

ROMERO, M. A. B. **A arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: EdUnb, 2001. (Coleção arquitetura e urbanismo).

SLUTER, C. R. Uma abordagem sistêmica para o desenvolvimento de projeto cartográfico como parte do processo de comunicação cartográfica. **Portal da Cartografia**, v. 16, n. 1 p. 1-20, 2008.

SOARES-FILHO, B.; ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA, G.C.; VERA DIAZ; M., RIVERO, S.; SOLÓRZANO, L.; VOLL, E. Simulating the Response of Land-Cover Changes to Road Paving and Governance Along a Major Amazon Highway: The Santarém-Cuiabá Corridor. **Global Change Biology**, v. 10, n.7, p. 745-764, 2004. Disponível em: http://www.ipam.org.br/biblioteca/livro/Simulatingthe-response-of-land-cover-changes-to-roadpaving-and-governance-along-a-major-Amazonhighway-the-Santarem-Cuiaba-corridor/340. Acesso em: 10 ago. 2018.

SORRE, M. Objeto e método da climatologia. Tradução de José Bueno Conti, FFLCH, USP. Original em francês: Traitè de climalogiebiologiqueetmedicle. **Revista do Departamento de Geografia**, n.18, p.89, 2006.
WARREN, M. S.; TEIXEIRA, A. H. de C.; RODRIGUES, L. N.; HERNANDEZ, F. B. T. Utilização do sensoriamento remoto termal na gestão de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.7, n. 1, p. 65-82, 2014.