



## MAPEAMENTO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE (TST) NA BACIA DO RIO PARANAÍBA COM O USO DE IMAGENS DO SENSOR MODIS/AQUA

ALÉCIO PERINI MARTINS<sup>1</sup>  
ROBERTO ROSA<sup>2</sup>

---

**Resumo:** O lançamento de satélites meteorológicos e de monitoramento terrestre e o aperfeiçoamento de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento têm permitido um significativo ganho em tempo e qualidade de observações de superfície. Nesse sentido, a pesquisa apresentada visa mapear, a partir do uso do produto MYD11 do sensor MODIS/AQUA a Temperatura Superficial Terrestre (TST) na bacia do Rio Paranaíba e comparar os dados obtidos por sensoriamento remoto aos de temperatura do ar registrados em estações convencionais do INMET, verificando o nível de correlação entre ambos. É possível identificar uma diferença média de 5°C da TST superior à temperatura do ar, com correlação média de 0,7 entre ambas. As variações espaciais ocorrem, principalmente, associadas à altimetria e ao uso da terra e cobertura vegetal identificadas nesses locais.

**Palavras-chave:** Temperatura de Superfície; Sensoriamento Remoto; Climatologia Regional.

---

**Abstract:** The launch of weather satellites and terrestrial monitoring and the improvement of remote sensing and GIS have allowed a significant gain in time and quality of surface observations. Thus, this research aims to map, with the MYD11 product (MODIS/AQUA sensor) the Land Surface Temperature (LST) in the Rio Paranaíba basin and compare the data obtained by remote sensing with the air temperature recorded in conventional stations of the INMET, checking the level of correlation between both. It is possible to identify an average difference of 5°C in TST higher than the air temperature, with 0.7 average correlation between both. Spatial variations occur mainly associated with altimetry and land use and land cover identified at these sites.

**Key words:** Surface Temperature; Remote Sensing; Regional climatology.

---

### 1 – Introdução

Nas últimas décadas o monitoramento de diferentes elementos do clima tem se tornado indispensável para avaliar o comportamento destes na dinâmica climática, bem como subsidiar atividades de planejamento, avaliação e gestão dos recursos ambientais. A corrida espacial e a descoberta e aperfeiçoamento de novas tecnologias têm difundido o uso de ferramentas e técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto que, por sua vez, provocam um ganho em rapidez e em disponibilização de informações, como o lançamento de satélites meteorológicos cujos imageamentos podem produzir dados horários.

---

<sup>1</sup> Professor Assistente do curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás/Regional Jataí; Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia – alecioperini@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Orientador, Professor Associado, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia - rrosa@ufu.br



O monitoramento de superfície, relacionado à observação continuada das condições do tempo vem, a cada dia, sendo substituído por dados obtidos por satélites, cada vez mais especializados na coleta de dados climáticos. Além de permitir uma cobertura maior, esses satélites possibilitam a obtenção de uma maior quantidade de dados em intervalos de tempo menores.

Informações como a temperatura superficial terrestre (TST), por exemplo, obtidos por sensoriamento remoto, aliados a modelos matemáticos e métodos de classificação e interpolação digitais, tornam-se ferramenta fundamental ao monitoramento agrícola, suprimindo algumas carências como ausência de estações meteorológicas e pessoal especializado para operar esses tipos de estações em vastos espaços do interior do Brasil, como no interior estado de Goiás.

Nas décadas de 1970 e 1980, com as intensas alterações ambientais e socioeconômicas na superfície do planeta, os debates sobre as questões ambientais e possíveis mudanças no clima estimularam a criação de um programa internacional chamado EOS (Earth Observing System) liderado pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) para o estudo dos processos de mudanças globais. Iniciado na década de 1980, o EOS teve sua primeira plataforma lançada em 1999 (TERRA), com observações no período da manhã e com os seguintes sensores a bordo: CERES, MODIS, ASTER E MOPITT, com passagem pelo Equador às 10:30h e órbita descendente. A segunda plataforma do EOS recebeu o nome de AQUA, foi lançada em 2002 e tem a bordo os sensores MODIS, AIRS, AMSU-A, HSB, AMSR-E e CERES. O AQUA cruza o Equador às 13:30h, com trajetória ascendente e tem por objetivo subsidiar a coleta de informações sobre o ciclo da água na Terra, além de fluxos de energia radiativa, cobertura vegetal e temperaturas do ar, da terra e da água (SOARES, BATISTA e SHIMABUKURO, 2007).

O sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) opera em 36 canais espectrais, com resolução espacial variando de 250 a 1.000 metros e com imagens disponibilizadas gratuitamente, tanto pelo INPE quanto pela NASA, em formato “hdf”, facilmente convertido para “tiff”, em 12 bits, com diferentes aplicações terrestres (bandas 3, 4, 5, 6 e 7, além das bandas 20, 21, 22 e 23 que permitem o mapeamento da temperatura de superfície). A partir destas bandas, foram gerados produtos que permitem estudos aprofundados dos ecossistemas terrestres em escala média/pequena, divididos em 03 grupos, conforme Latorre, Shimabukuro e Anderson (2007): a) Produtos relacionados ao balanço de energia; b) Produtos relacionados à vegetação; c) Produtos relacionados à cobertura terrestre.



Entre os diversos produtos obtidos do sensor MODIS, destacam-se os produtos MOD11 (TERRA) e MYD11 (AQUA), voltados especificamente para o mapeamento da temperatura superficial terrestre (TST) e emissividade, utilizados para estimar a TST em diferentes categorias de uso da terra e cobertura vegetal, visto sua importância para os cultivos agrícolas e para estudos que requerem essa informação e que encontram barreiras na ausência de estações climatológicas em grande parte do interior do Brasil.

De acordo com Trentin *et al.* (2011, p.7745), este produto

“utiliza dados dos níveis 2 e 3 com o algoritmo Land Surface Temperature (LST) e emissividade recuperados dos dados do AQUA/MODIS, com resoluções espaciais de 1km e 5km da superfície terrestre em condições atmosféricas adequadas (céu limpo). O algoritmo LST é utilizado para recompor pixels com emissividades conhecidas nas bandas 31 e 32”.

Dessa forma, os dados obtidos referem-se à temperatura de superfície graças ao uso dos dados de emissividade e não à temperatura de brilho, muitas vezes confundida com temperatura de superfície por alguns pesquisadores que não utilizam a emissividade como fator de correção.

Nesse sentido, a pesquisa apresentada tem como objetivo central o mapeamento da temperatura superficial terrestre (TST) na bacia do Rio Paranaíba com o uso do produto MYD11 do sensor MODIS/AQUA e a comparação dos dados obtidos por satélite aos dados de temperatura do ar coletados nas estações convencionais de superfície do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), verificando o nível de correlação entre ambos.

A área escolhida como lócus para as experimentações da pesquisa é representada pela Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (Figura 01), um dos principais afluentes da Bacia do Rio Paraná, com área aproximada de 230.000 km<sup>2</sup>.

Quatro unidades da Federação apresentam parte de seu território drenado por afluentes do Rio Paranaíba, sendo a maior área correspondente ao estado de Goiás (63,27%), com 137 municípios total ou parcialmente inseridos nessa unidade da paisagem. Minas Gerais apresenta 56 municípios, com 12% de seu território total drenado por afluentes do Paranaíba, seguido por Mato Grosso do Sul, com 3,4% e 04 municípios e pelo Distrito Federal, com 1,65% da área total e 01 município.

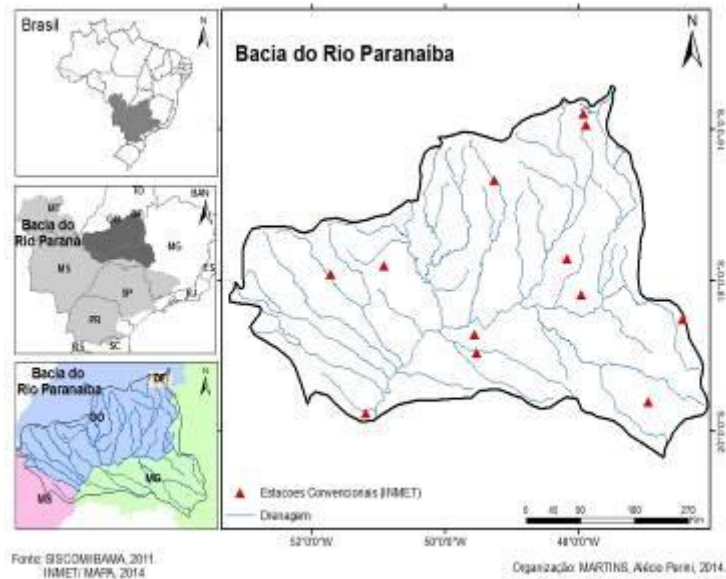


Figura 01 - Localização da área de estudo.  
Fonte: SISCOM/IBAMA (2011); INMET/MAPA (2014).  
Organização: MARTINS (2014)

## 2 – Material e métodos

Para a realização deste estudo foram utilizadas imagens do produto MYD11A1 (LST diária, resolução espacial de 1km) do sensor MODIS/TERRA do ano de 2013 para os dias 18/01, 22/02, 30/03, 23/04, 10/05, 19/06, 20/07, 30/08, 15/09, 31/10, 25/11, 28/12. Foi selecionada 01 imagem por mês e, mesmo considerando as que apresentavam céu mais limpo, algumas ainda apresentam parte das áreas cobertas por nuvens. As imagens foram adquiridas na homepage da NASA (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>) em formato hdf e projeção sinusoidal e posteriormente convertidas em formato tif e projeção cilíndrica e datum SIRGAS2000 no software ArcGis10.1®, licenciado para o Laboratório de Geoinformação da UFG/Regional Jataí. Para o recobrimento da área foram utilizados os *tiles* H12V10, H13V10 e H13V11.

Os dados foram convertidos para graus de temperatura utilizando a ferramenta Raster Calculator do ArcGis10.1® por matemática de bandas aplicando um fator de multiplicação igual a 0,02 (ARRAES, LAMPARELLI e ROCHA, 2011) e, posteriormente, subtraiu-se o valor de 273,15 para converter as temperaturas de graus Kelvin para graus Celsius. Foram estabelecidas 11 classes de temperatura para todas as imagens após reclassificação em Celsius: <18°C, 18-20°C, 20-22°C, 22-24°C, 24-26°C, 26-28°C, 28-30°C, 30-32°C, 32-34°C, 34-36°C, >36°C. As áreas cobertas por nuvens foram deixadas em branco.



As informações referentes à temperatura do ar foram adquiridas junto ao INMET no BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia) para as mesmas datas de obtenção das imagens. Foram selecionadas 09 estações (Quadro 01) com dados completos para as datas mencionadas, com distribuição regular na área de estudo, embora fossem necessárias mais estações visto que a rede de observações de superfície na região é insuficiente.

ESTAÇÃO	UF	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
ARAXÁ	MG	-19,60	-46,94	1023,6
CAPINÓPOLIS	MG	-18,71	-49,55	620,6
CATALÃO	GO	-18,18	-47,95	840,5
GOIÂNIA	GO	-16,66	-49,25	741,5
IPAMERI	GO	-17,71	-48,16	773,0
JATAÍ	GO	-17,91	-51,71	602,9
PARANAIBA	MS	-19,75	-51,18	331,3
PATOS DE MINAS	MG	-18,51	-46,43	940,0
RONCADOR	DF	-15,93	-47,88	1100,6

Quadro 01 - Estações convencionais de superfície do INMET.

Fonte: BDMEP/INMET (2014).

Organização: MARTINS (2014)

Foram utilizados dados de temperatura do ar coletados às 15 horas, horário mais próximo ao da passagem do satélite na região, que acontece por volta de 14:30h. Com o uso de ferramentas estatísticas do Microsoft Excel 2013, foi feita a correlação linear entre os dados de temperatura do ar e temperatura superficial para obter o grau de associação entre ambas variáveis. A correlação entre duas variáveis  $x$  e  $y$  é positiva quando  $r > 0$  e, negativa, quando  $r < 0$ . Quanto maior o valor de  $r$ , mais forte é a associação.

$$Correl(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Valores inferiores a 0,39 foram considerados como correlação fraca, valores entre 0,4 e 0,69 como correlação moderada, valores entre 0,7 e 0,89 como correlação forte e valores entre 0,9 e 1,0 como correlação muito forte. Os valores negativos indicam que não existe correlação entre as variáveis TA (temperatura do ar) e TS (temperatura de superfície).

### 3 – Resultados e Discussão

Ao comparar os mapas das figuras 02, 03, 04 e 05 é possível observar que a variação espacial da TST está relacionada, principalmente, à altimetria e ao uso da terra e cobertura vegetal, sendo os maiores valores indicados em áreas com menores elevações, bem como em regiões onde o uso da terra é representado por solo preparado para o plantio, pastagens e nas regiões metropolitanas de Goiânia e Brasília.

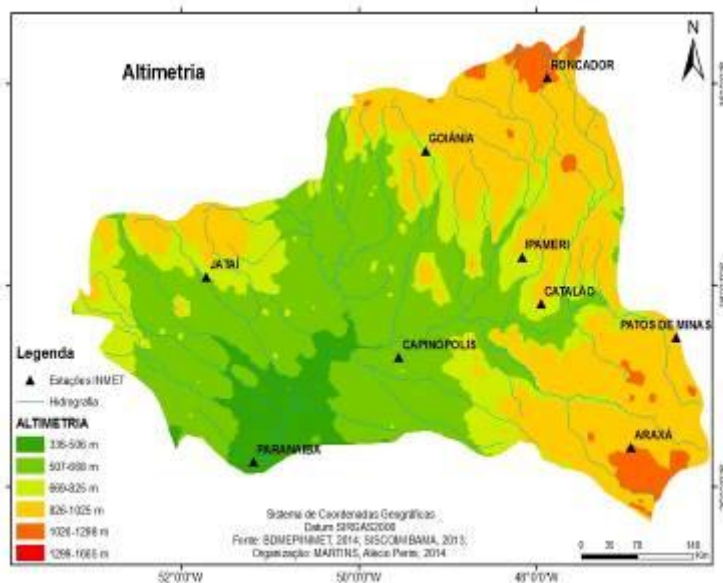


Figura 02 - Mapa de altimetria da Bacia do Rio Paranaíba.  
 Fonte: SISCOM/IBAMA (2011); INMET/MAPA (2014).  
 Organização: MARTINS (2014)

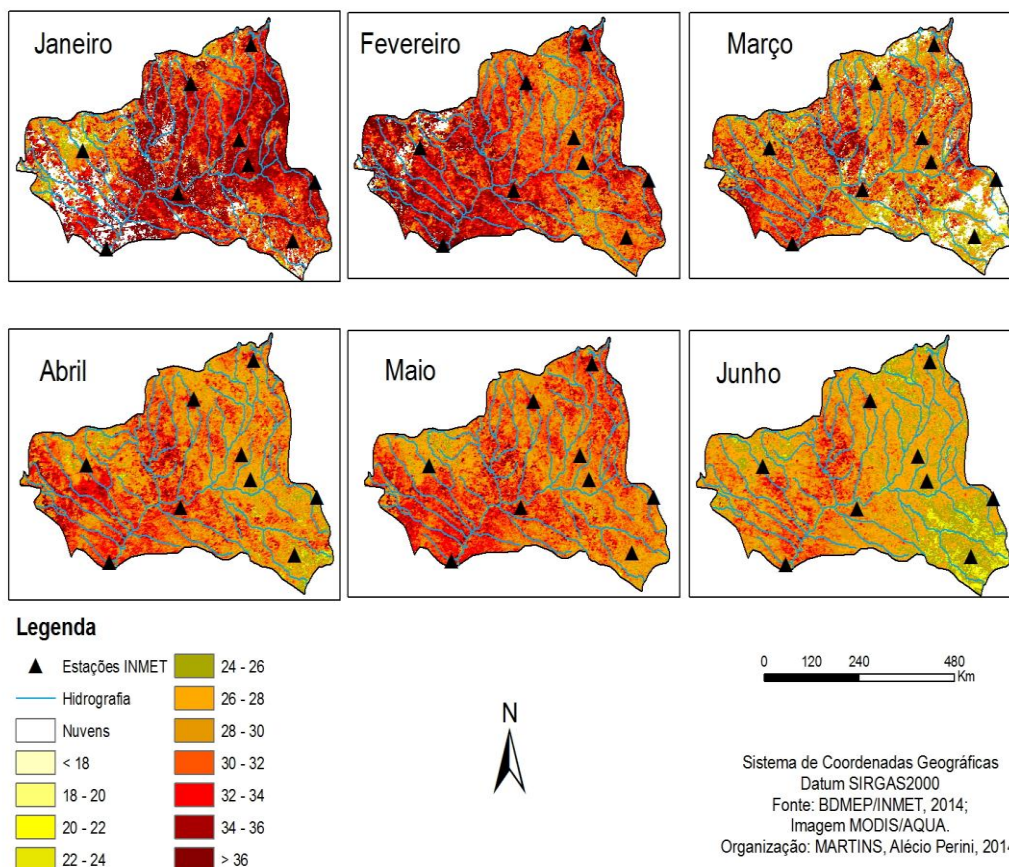


Figura 03 - Variação espacial e sazonal da TST na Bacia do Rio Paranaíba no 1º semestre de 2013.  
 Fonte: Imagem MODIS/AQUA (2013); BDMEP/INMET (2014).  
 Autor: MARTINS (2014).



As áreas cobertas por reservatórios de hidrelétricas, remanescentes de cerrado e floresta apresentam temperaturas mais amenas que os demais usos em todos os meses, enquanto áreas agrícolas, que apresentam temperaturas mais amenas durante o período chuvoso apresentam os maiores focos de calor entre julho e outubro, período de entressafra quando os solos encontram-se sem cobertura. As maiores temperaturas foram registradas nos meses de agosto e setembro em áreas de agricultura e pastagem, semelhantes às temperaturas registradas em áreas intensamente urbanizadas.

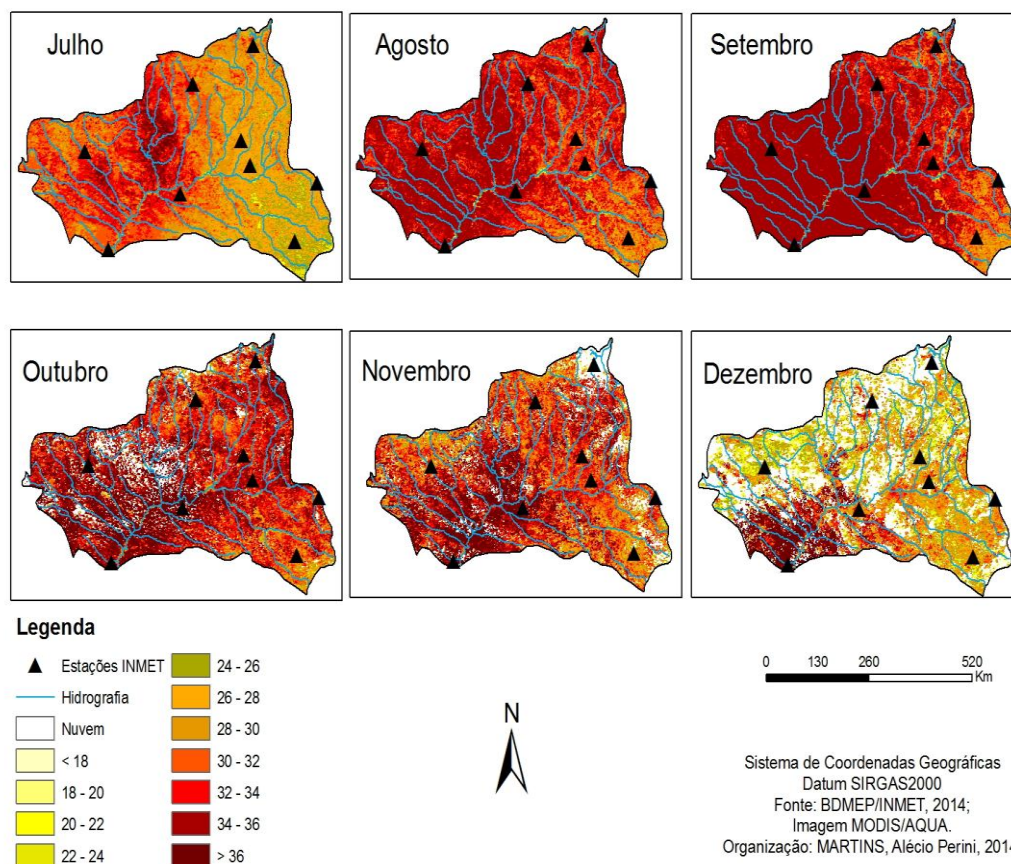


Figura 04 - Variação espacial e temporal da TST na Bacia do Rio Paranaíba no 2º semestre de 2013.  
Fonte: Imagem MODIS/AQUA (2013); BDMEP/INMET (2014).  
Autor: MARTINS (2014).

As tabelas 01 e 02 apresentam os valores de temperatura do ar (TA) e temperatura de superfície (TS), bem como as diferenças entre elas, aferidas em todas as estações convencionais consideradas no estudo. Observa-se que as maiores médias, assim como as maiores diferenças entre temperatura do ar e temperatura de superfície foram registradas em Goiânia, área intensamente urbanizada, e nas estações de Paranaíba e Capinópolis, localizadas em cotas altimétricas mais baixas que as demais e próximas ao vale do Rio Paranaíba.

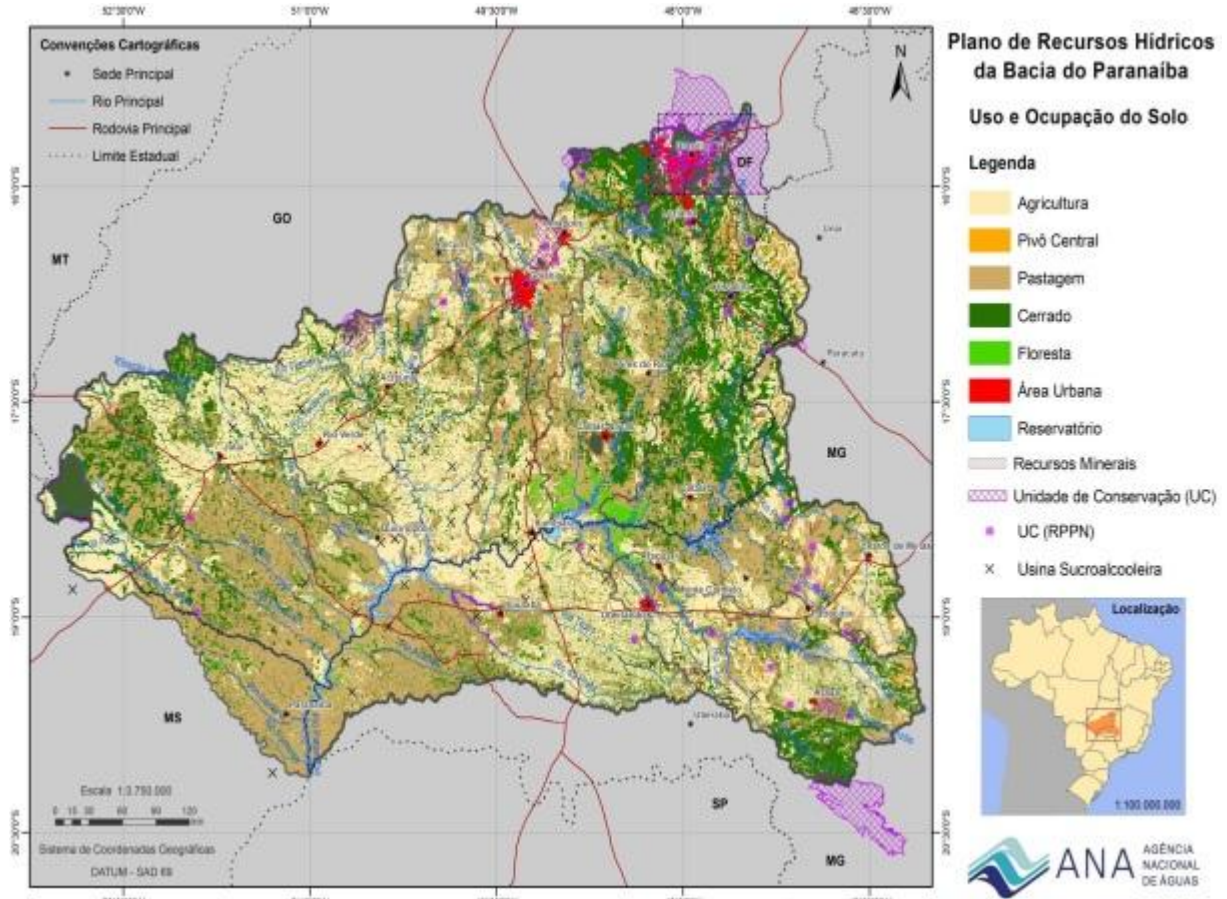


Figura 05 - Uso da terra e cobertura vegetal na Bacia do Rio Paranaíba.

Fonte: Agência Nacional de Águas – Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba, 2013

DATA	ARAXÁ			CAPINÓPOLIS			CATALÃO			GOIÂNIA			IPAMERI		
	TA	TS	Dif	TA	TS	Dif	TA	TS	Dif	TA	TS	Dif	TA	TS	Dif
18/JAN	29,0	31,0	2,0	30,3	36,0	5,7	30,5	35,0	4,5	31,8	39,0	7,2	30,9	36,0	5,1
22/FEV	30,4	35,0	4,6	28,8	34,0	5,2	30,7	35,0	4,3	31,2	37,0	5,8	30,2	33,0	2,8
30/MAR	21,8	26,0	4,2	23,9	32,0	8,1	24,5	33,0	8,5	27,0	34,0	7,0	25,0	35,0	10,0
23/ABR	22,4	29,0	6,6	24,4	31,0	6,6	23,7	33,0	9,3	25,1	39,0	13,9	24,0	32,0	8,0
10/MAI	27,2	34,0	6,8	28,4	31,0	2,6	28,1	35,0	6,9	32,0	38,0	6,0	29,0	33,0	4,0
19/JUN	26,4	30,0	3,6	29,3	30,0	0,7	28,1	32,0	3,9	26,8	33,0	6,2	28,6	29,0	0,4
20/JUL	27,4	31,0	3,6	30,3	32,0	1,7	28,9	31,0	2,1	30,6	36,0	5,4	28,6	30,0	1,4
30/AGO	26,6	36,0	9,4	31,2	36,0	4,8	29,3	37,0	7,7	33,6	39,0	5,4	30,2	36,0	5,8
15/SET	29,6	35,0	5,4	33,0	46,0	13,0	31,5	39,0	7,5	33,8	42,0	8,2	31,4	37,0	5,6
31/OUT	28,4	35,0	6,6	SD	SD	SD	29,7	37,0	7,3	27,4	35,0	7,6	29,6	35,0	5,4
25/NOV	21,2	33,0	11,8	26,9	39,0	12,1	22,7	29,0	6,3	24,8	38,0	13,2	20,8	33,0	12,2
28/DEZ	SD	SD	SD	26,2	32,0	5,8	25,9	26,0	0,1	29,0	30,0	1,0	29,8	31,0	1,2

Tabela 01 - Valores de temperatura do ar e temperatura de superfície nas estações de Araxá, Capinópolis, Catalão, Goiânia e Ipameri (2013)

Fonte: BDMEP/INMET, 2013; NASA – Imagem MODIS/AQUA, 2013.  
Organização: MARTINS (2014)





DATA	JATAÍ			PARANAÍBA			PATOS DE MINAS			RONCADOR		
	TA	TS	Dif	TA	TS	Dif	TA	TS	Dif	TA	TS	Dif
18/JAN	SD	SD	SD	29,4	35,0	5,6	29,6	35,0	5,4	SD	SD	SD
22/FEV	31,1	34,0	2,9	30,6	36,0	5,4	30,4	36,0	5,6	28,7	30,0	1,3
30/MAR	30,1	32,0	1,9	30,8	32,0	1,2	22,0	24,0	2,0	20,7	28,0	7,3
23/ABR	24,5	33,0	8,5	26,2	31,0	4,8	22,0	28,0	6,0	22,8	29,0	6,2
10/MAI	29,9	33,0	3,1	28,8	32,0	3,2	25,4	30,0	4,6	26,1	28,0	1,9
19/JUN	31,4	33,0	1,6	22,9	28,0	5,1	26,0	27,0	1,0	25,4	26,0	0,6
20/JUL	SD	SD	SD	SD	SD	SD	25,2	30,0	4,8	27,8	28,0	0,2
30/AGO	32,6	38,0	5,4	33,2	37,0	3,8	27,2	36,0	8,8	27,7	33,0	5,3
15/SET	36,0	41,0	5,0	36,0	40,0	4,0	28,6	37,0	8,4	29,1	32,0	2,9
31/OUT	30,7	35,0	4,3	33,0	37,0	4,0	27,0	37,0	10,0	26,0	33,0	7,0
25/NOV	24,6	32,0	7,4	26,6	36,0	9,4	23,6	33,0	9,4	SD	SD	SD
28/DEZ	27,1	28,0	0,9	32,6	36,0	3,4	27,0	30,0	3,0	24,5	28,0	3,5

Tabela 02 - Valores de temperatura do ar e temperatura de superfície nas estações de Jataí, Paranaíba, Patos de Minas e Roncador – 2013

Fonte: BDMEP/INMET, 2013; NASA – Imagem MODIS/AQUA, 2013.

Organização: MARTINS (2014)

É possível observar que em todas as estações consideradas neste estudo existe uma diferença média entre temperatura do ar e temperatura de superfície em torno de 5,2°C anuais, com maiores diferenças de agosto a novembro, coincidindo com o período de maior déficit hídrico na região e menores variações nos meses mais frios (junho e julho), indicando forte influência de outros fatores atmosféricos como precipitações, umidade relativa do ar e deslocamentos de frentes na temperatura superficial.

Analisando o conjunto de gráficos da figura 06, nota-se que as curvas de variação sazonal da temperatura de superfície em relação à temperatura do ar apresentam uma mesma tendência para todos os pontos, com diferenças muito sutis entre maio e julho e variações maiores entre agosto e novembro. Calculando a correlação entre essas variáveis, encontrou-se valores próximos a 0,6 (correlação moderada) para os meses de março, abril, junho, julho e outubro, valores entre 0,7 e 0,8 (correlação forte) para os meses de fevereiro, maio, agosto, setembro e novembro e valores próximos a 0,9 (correlação muito forte) para o mês de janeiro.

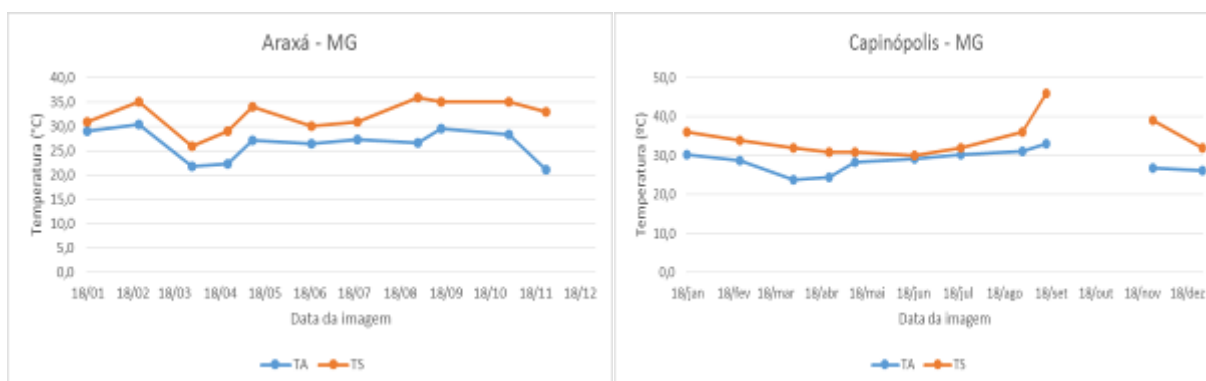




Figura 06 - Variação das temperaturas superficiais terrestres (TSTs) em relação à temperatura do ar  
Fonte: BDMEP/INMET (2013); NASA – Imagem MODIS/AQUA (2013).  
Organização: MARTINS (2014)



Considerando a correlação por estações, Araxá, Capinópolis, Catalão, Jataí, Paranaíba e Patos de Minas apresentaram correlação forte; Roncador e Goiânia apresentaram correlação moderada; e Ipameri apresentou correlação fraca. Aparentemente, a localização das estações Roncador e Goiânia e a associação com o uso da terra do entorno contribuíram para que as correlações dos dados fossem inferiores às demais estações analisadas. Em relação à estação de Ipameri não é possível identificar o fator que possa ter ocasionado uma baixa correlação, que pode ser desde a associação com o uso da terra do entorno da estação até fatores como falha humana na leitura dos dados, entre outros. Além disso, a resolução espacial de 1km por pixel para esse produto MODIS acaba provocando generalizações e ignorando fatores locais que podem interferir diretamente no registro das temperaturas.

#### **4 – Considerações Finais**

Comparando as temperaturas de superfície (TS) obtidas a partir das 12 imagens do produto MYD11 do sensor MODIS/AQUA aos dados de temperatura do ar (TA), em horários próximos, tanto de imageamento do satélite quanto de coleta de dados nas estações convencionais, identifica-se que os valores de TS apresentam-se mais elevados que os valores de TA, com maiores diferenças registradas em estações localizadas em áreas metropolitanas (Goiânia) e áreas com menores altitudes (Paranaíba e Capinópolis), estando as maiores variações quase sempre relacionadas às categorias de uso da terra e cobertura vegetal identificadas no entorno.

Mesmo com as diferenças, a correlação entre a temperatura do ar e a temperatura de superfície é considerada forte (acima de 0,7 em média), significando que a variação sazonal das temperaturas apresenta-se padronizada. Com base nessas análises, as imagens que registram a temperatura superficial terrestre (TST) podem ser utilizadas para o mapeamento e conhecimento das variações espaciais e sazonais da temperatura em complementação aos dados de temperatura do ar. Apesar da forte correlação, deve-se tomar cuidado para que os dados de temperatura do ar não sejam totalmente substituídos pelos registros de TST, visto que a diferença entre ambas, em média, é superior a 5°C.

A partir dos resultados obtidos, sugere-se uma análise mais aprofundada sobre a relação existente entre TST e as diversas categorias de uso da terra e cobertura vegetal, pois o estudo indica que as maiores variações nos valores de temperatura ocorrem justamente em relação ao uso da terra do entorno dos pontos analisados.



Outra sugestão é que sejam usadas mais estações para comparação das variáveis, preferencialmente em diferentes usos da terra e com uma melhor distribuição espacial na área de estudo para que se possa chegar a valores de correlação mais precisos e, por conseguinte, afirmar com maior precisão a eficácia das metodologias e a aplicação das imagens do produto MYD11 para mapeamentos mais precisos de temperatura de superfície.

Sugere-se, ainda, que em estudos futuros sejam comparados os dados obtidos pelo sensor MODIS/TERRA (matutino) aos dados obtidos pelo sensor MODIS/AQUA (vespertino), inclusive dados noturnos obtidos pelo AQUA, para aperfeiçoar as análises de correlação entre as variáveis.

## 5 – Referências

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba**. Brasília: ANA, 2013. 312 p.

ARRAES, C. L.; LAMPARELLI, R. A. C.; ROCHA, J. V. Potencial da TST registrado pelo sensor MODIS em medir temperatura do ar comparado àquelas estimadas pelo ECMWF e por estações meteorológicas. In: SBSR, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba/PR. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Curitiba: INPE, 2011. p.0108-0115.

BDMEP – **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>> Acessado em abril de 2014.

LATORRE, M. L.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O. Produtos para ecossistemas terrestres – MODLAND. In: RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. (Org). **O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil**. São José dos Campos, SP.: Ed. Parêntese, 2007. p.23-35.

MODIS. **Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer**. Disponível em <<http://modis.gsfc.nasa.gov>> Acessado em abril de 2014.

SOARES, J.V.; BATISTA, G.T.; SHIMABUKURO, Y.E. Histórico e Descrição. In: RUDORFF, B.F.T.; SHIMABUKURO, Y.E.; CEBALLOS, J.C. (Org.). **O Sensor MODIS e suas aplicações no Brasil**. São José dos Campos, SP.: Ed. Parêntese, 2007. p.1-22.

TRENTIN, R. et al. Análise comparativa da temperatura de superfície MODIS e temperatura do ar em diferentes situações no estado do Paraná. In: SBSR, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba/PR. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Curitiba: INPE, 2011. p.7745-7752.