

## Relação das diferentes altitudes com a temperatura superficial terrestre da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna – MG/RJ

Valéria Valente Borges<sup>1</sup>  
Deborah Cristina Gomes de Oliveira<sup>1</sup>  
Ricardo Tavares Zaidan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LGA (sala 15) - DEGEO/ICH/ Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF  
José Lourenço Kelmer, s/n. Bairro São Pedro - 36036-900 - Juiz de Fora - MG, Brasil  
{lelavalent, deborahgeo\_ufjf}@yahoo.com.br  
ricardo.zaidan@ufjf.edu.br

**Abstract.** The temperature, both from air and surface, can be altered by physical factors and human actions. Due to the influence of temperature conditions in the cycle of heat and humidity, the environmental changes related to land surface temperature are important. As changes are brought about within the environmental system, the watershed, in which natural resources are integrated, are the geographical unit of study. An important tool for analysis of thermal phenomena and investigation of the geographical factors that affect environmental conditions, is the remote sensing. This work demonstrates the relationship of the altimeter factor on the land surface temperature of watershed Paraibuna - MG, RJ, from remote sensing images. To achieve this, the elaboration of topographic map images from the *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM), and performing digital processing of band 6 of Landsat 5 satellite images, to generate the thermal map of the basin. When performing a cross tabulation of their classes, the results indicate a strong correlation between the apparent temperature of the surface topography, ie the lowest temperature recorded in the higher places of the region under study. However, this situation is not presented linearly, which shows the performance of other elements and factors intrinsic to the thermal variability of the basin.

**Palavras-chave:** Remote sensing, land surface temperature, topography, sensoriamento remoto, temperatura superficial terrestre, topografia.

### 1. Introdução

A urbanização e as demais alterações nos tipos de uso da terra, provocam profundas implicações no ambiente. As edificações, os asfaltos, entre outras superfícies impermeáveis, possuem um maior poder de absorção de radiação, e conseqüentemente, ocorre a liberação de calor. Assim, as áreas urbanas tendem a concentrar temperaturas mais elevadas do que nas periferias, que possuem áreas com mais matas e uma maior homogeneidade de objetos na superfície.

Essas diferenças térmicas podem se acentuar de acordo com as condições meteorológicas de uma determinada região, e causar problemas como ilhas de calor, desconforto térmico, e alterações no solo.

Deste modo, o ambiente atmosférico influencia o homem e suas atividades, assim como o homem também pode, através de suas várias ações, deliberada ou inadvertidamente influenciar o tempo e o clima (AYOADE, 1996).

Dentre estes fatores, há também, a influência do fator altimétrico sobre os valores térmicos, e de um modo geral, sabe-se que na atmosfera, as regiões mais aquecidas são aquelas em contato mais direto com a fonte de irradiação, ou seja, a superfície terrestre. Quanto ao transporte de calor no ar junto ao solo, o balanço de radiação da superfície rege também o aquecimento e o resfriamento do ar. Pode-se dizer então, que em média, o gradiente de temperatura do ar na troposfera é de 0,65°C a cada 100 metros (TUBELIS & NASCIMENTO, 1984).

De acordo com Tubelis & Nascimento (1984), o balanço de radiação de uma superfície é composto por uma entrada de energia, a radiação solar absorvida, e pela liberação de energia através da emissão efetiva terrestre. Para adquirir conhecimentos destes mecanismos, e

promover levantamentos do solo e de suas propriedades, uma das ferramentas mais utilizadas atualmente é o sensoriamento remoto (MOREIRA, 2007).

As informações sobre os estudos de impacto ambiental e dos fatores geográficos vinculados ao padrão de expansão urbana, podem ser extraídos a partir de imagens Landsat TM, através da integração de sensoriamento remoto e dos sistemas de informação georreferenciada (WENG, 2001). A temperatura da superfície radiante é uma delas.

Nesse sentido, o sensoriamento remoto termal é um ótimo recurso na identificação das características térmicas espacializadas, e vem se firmando como uma eficiente técnica de estudos de radiação superficial, considerando a representabilidade espacial dos dados (NASCIMENTO, 2009).

Tal estudo discorre sobre a influência das altitudes na temperatura superficial terrestre na região da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna – MG/RJ (BHRP), a qual compõe uma unidade físico-territorial de planejamento e gestão do meio ambiente.

Situada no domínio morfoclimático dos Mares de Morros (áreas mamelonares tropicais-atlânticas florestadas, classificação de Aziz A’b Saber, 1956) e englobando parte dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, a área de estudo possui a predominância de vegetação do tipo floresta semidecidual, com 78% (SILVA et al, 2009), mas que se distribui em áreas quase inteiramente ocupadas pelas atividades econômicas da região. Porém, de acordo com Silva et al (2009), os locais onde ainda pode ser encontrado tal tipo vegetal, na escala de 1:250.000, são nas Florestas Montana, Alto-Montana, em refúgios ecológicos, Herbáceo e Arbustivo.

Apresentando o clima Tropical de Altitude, o domínio geográfico médio das massas de ar que ocorrem na região é o da Massa Equatorial Continental no verão, e, com a diminuição da radiação solar no solstício de verão até chegar o inverno, vai aumentando o domínio da Massa Tropical Marítima (TUBELIS & NASCIMENTO, 1984).

## 2. Metodologia de Trabalho

Abrangendo uma área de aproximadamente 8.590 km<sup>2</sup>, e com 37 municípios, a BHRP compreende dois estados brasileiros, Minas Gerais e Rio de Janeiro, como mostra a Figura 1.

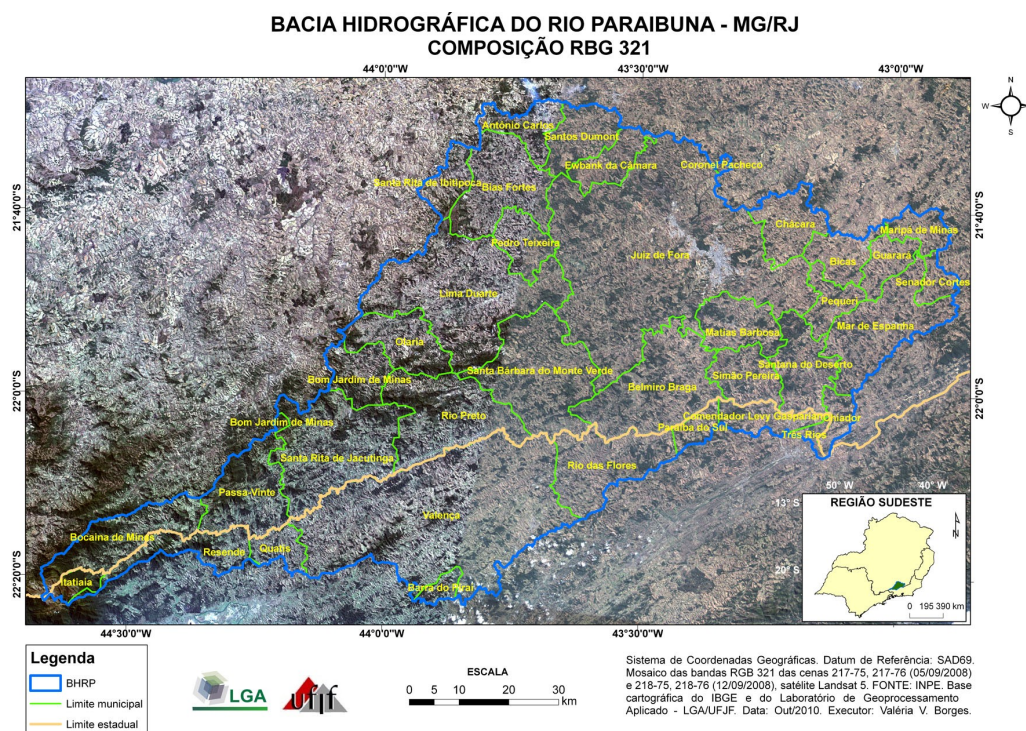


Figura 1. Mosaico de imagens Landsat da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna - MG/RJ e seus municípios, composição RGB 321, no contexto da região sudeste.

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas bases de dados cartográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Laboratório de Geoprocessamento Aplicado (LGA/UFJF).

Inicialmente, foram obtidas através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), as imagens referentes à área de estudo e as respectivas bandas trabalhadas: cenas do satélite Landsat 5 TM, 217-75, 217-76 (05/09/2008) e 218-75, 218\_76 (12/09/2008), nas bandas 1, 2, 3 (visível), 4 (infravermelho próximo), 5 e 7 (infravermelho médio), e 6 (infravermelho distante). O período de análise corresponde ao final de inverno, escolhido por este proporcionar menos instabilidade atmosférica, e ser o menos nublado, o que ajudou na obtenção dos dados.

O primeiro passo foi a confecção do mapa de hipsometria da bacia, gerado a partir do mosaico de quatro imagens SRTM (21-43S, 21-45S, 22-43S e 22-45S), resolução de 30 metros, adquiridas no site do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODADA/INPE), e classificado no *software* ARCGIS.

Posteriormente, foi feito o processamento digital da banda 6 de cada cena, pelo *software* IDRISI ANDES, onde os níveis de cinza foram transformados em valores de temperatura aparente, e conforme mostra o esquema trabalhado na Figura 2, o mapa termal da bacia em estudo foi finalizado no ARCGIS 9.3.



Figura 2. Etapas da metodologia utilizada.

Com os produtos alcançados, foi feita a tabulação cruzada entre os dados de hipsometria e de temperatura superficial terrestre da bacia em análise, e posteriormente, uma comparação dos resultados com a composição RGB 752.

### 3. Resultados e Discussão

Com uma variação altimétrica entre 260 e 2.740 metros, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba possui as altitudes predominantes entre 500 e 900 m, como mostra a Figura 3, que correspondem aos Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul.



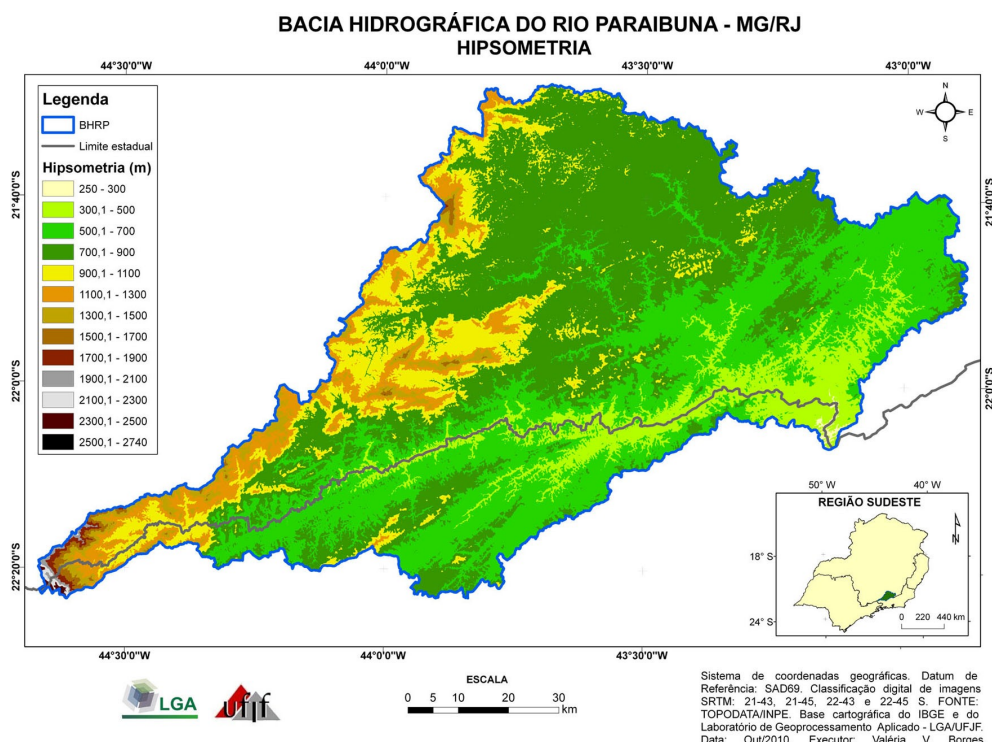


Figura 3. Hipsometria da BHRP a partir de imagens *SRTM*.

As regiões mais elevadas estão situadas na Unidade Geomorfológica Planalto de Itatiaia, à oeste e sudoeste da bacia, onde localizam-se os municípios de Rio Preto, Bom Jardim de Minas, Passa-Vinte, Bocaína de Minas, Itatiaia e Resende.

O mapa termal da BHRP do mês de setembro de 2008, como mostra a Figura 4, possui classes de temperaturas entre 0 e 36 °C.

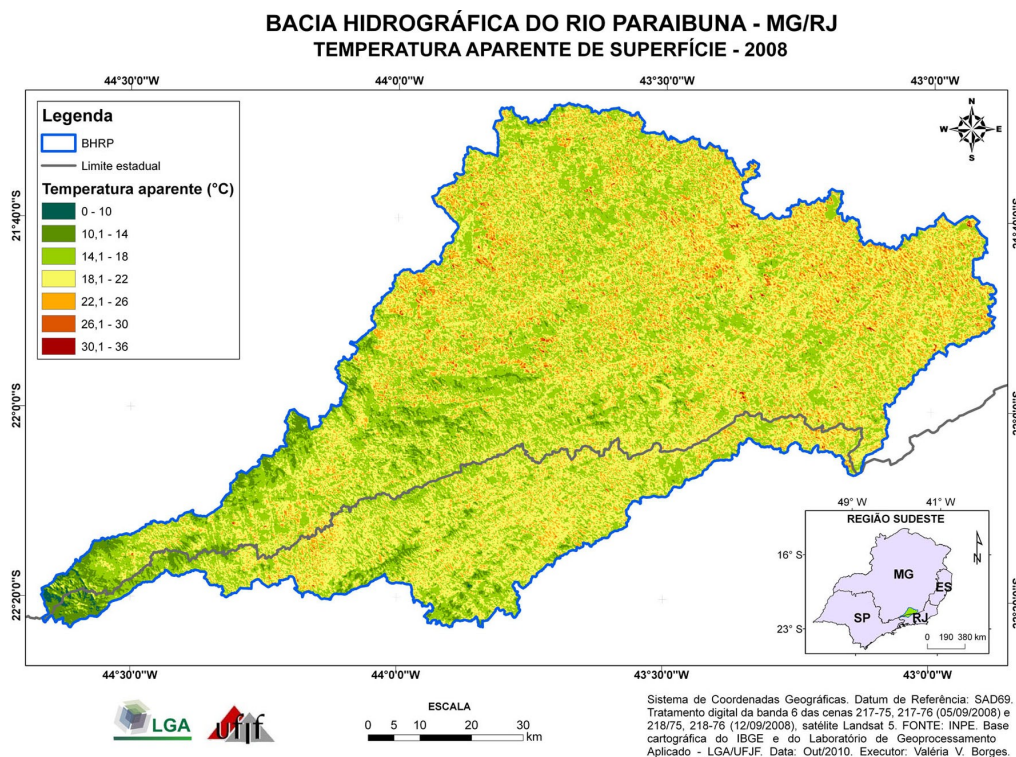


Figura 4. Temperatura aparente de superfície - set/2008 da BHRP a partir do tratamento digital da banda 6 de imagens do satélite Landsat 5.

Há somente pequenas amostras de nuvens ao sul da bacia, e portanto, não interferem na análise final dos resultados. As menores temperaturas superficiais registradas foram de 0 à 14 °C, concentrando nas porções sul e sudoeste da bacia, e as maiores, entre 26,1 e 36°C nas porções norte e nordeste.

A maior parte da bacia apresentou temperaturas superficiais entre 14,1 e 22 °C, conforme pode ser visto na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Áreas quantificadas em relação aos intervalos de temperatura aparente.

TEMPERATURA (C°)	ÁREA (km²)
0 a 10	16,69
10,1 a 14	315,32
14,1 a 18	3099,91
18,1 a 22	3999,92
22,1 a 26	1058,05
26,1 a 30	84,99
30,1 a 36	0,0142

As temperaturas acima de 30,1 °C concentraram-se apenas em pequenos focos, não totalizando 1 km².

Com a tabulação cruzada dos registros de temperatura superficial terrestre e os valores da hipsometria da BHRP mostrada na Tabela 2, pôde-se perceber que, com o aumento das altitudes, houve a diminuição da temperatura, caracterizando valores inversamente proporcionais, não fugindo à regra.

A maior concentração de temperaturas no intervalo de 0 a 14 °C foi encontrada respectivamente na faixa altimétrica entre 2.100 e 2.700 m, e as temperaturas mais altas (26,1 a 36 °C) foram localizadas em sua maior parte, entre 700 e 1.100 m de altitude. Não foi registrada nenhuma temperatura acima de 26,1 °C em altitudes superiores à 1.700 m.

Tabela 2. Tabulação cruzada entre a topografia e os registros de temperatura aparente da bacia em estudo.

ALTITUDE (m)	TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE (°C)							%
	0 a 10	10,1 a 14	14,1 a 18	18,1 a 22	22,1 a 26	26,1 a 30	30,1 a 36	
250 - 300	0,00	0,00	27,50	56,70	14,50	1,00	0,00	100
300 - 500	0,03	0,40	29,50	55,50	13,70	0,70	0,03	100
500 - 700	0,14	1,05	32,00	52,40	13,60	0,80	0,03	100
700 - 900	0,29	2,00	35,70	45,70	15,00	1,30	0,05	100
900 - 1100	0,01	6,20	44,00	36,30	12,00	1,50	0,07	100
1100 - 1300	0,55	13,84	50,00	28,50	6,60	0,50	0,01	100
1300 - 1500	1,00	25,00	52,00	19,00	3,00	0,32	0,00	100
1500 - 1700	4,58	34,40	43,80	15,51	1,60	0,03	0,00	100
1700 - 1900	13,70	55,50	27,00	3,68	0,02	0,00	0,00	100
1900 - 2100	20,60	64,53	10,65	4,00	0,00	0,00	0,00	100
2100 - 2300	21,42	74,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	100
2300 - 2500	12,10	80,30	7,57	0,00	0,00	0,00	0,00	100
2500 - 2700	1,00	85,00	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100

No entanto, conforme visto na Tabela 2, com o aumento da faixa altimétrica de 2.100 a 2.700 m, não houve uma diminuição da temperatura. Tal fato aponta outros fatores, que influenciam nas alterações térmicas na superfície da bacia, como os diferentes tipos de uso de solo.

Foi realizada então, uma comparação de um trecho da bacia que contém esta faixa altimétrica (2.100 a 2.700 m) com a composição falsa cor RGB 752, e foi identificado um afloramento rochoso exatamente nestas altitudes, no cume da serra de Itatiaia, como pode ser visto na Figura 5.

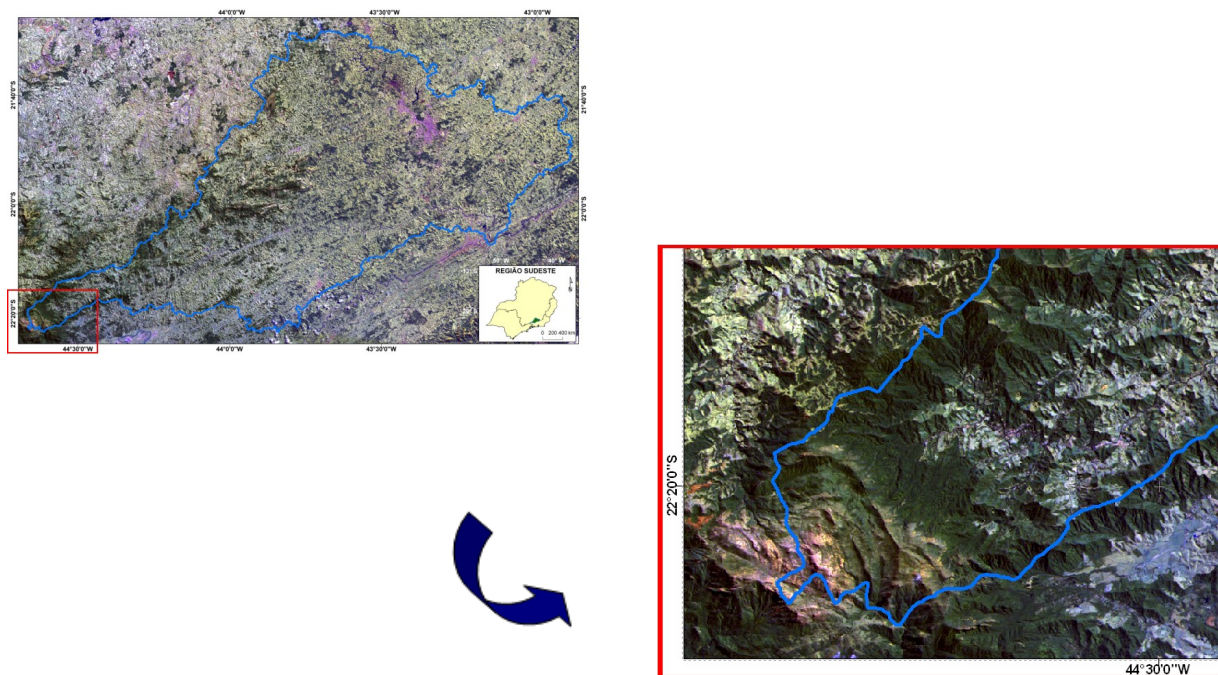


Figura 5. Recorte da porção da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna (composição RGB 752), que contém o trecho das altitudes mais elevadas, e onde é visto um afloramento rochoso.

#### 4. Conclusões

Conclui-se com o presente trabalho, que o processamento digital por sensoriamento remoto constitui uma importante ferramenta de análise de fenômenos térmicos e averiguação dos fatores geográficos que interferem nas condições ambientais.

Conforme o esperado, o comportamento da temperatura aparente da superfície da BHRP foi inversamente proporcional à topografia. As maiores altitudes obtiveram as menores temperaturas registradas, assim como as depressões foram relacionadas com as maiores temperaturas.

Contudo, essas proporções não se comportaram de forma linear, visto que não ocorreu a diminuição da temperatura aparente com a elevação da altitude na faixa entre 2.100 e 2.700 m, devido ao afloramento rochoso presente nesta porção da bacia. Tal fato nos remete às influências também, dos diferentes tipos de uso do solo sobre os valores de temperatura.

Nesse sentido, fica evidente a acurácia da espacialização da temperatura da superfície por meio do sensoriamento remoto de imagens Landsat 5 na escala adotada.

Espera-se futuramente, a realização de novos trabalhos que enquadrem juntamente ao fator topográfico, os diferentes tipos de uso de solo, para que se possa avaliar com maior clareza, as influências concebidas à temperatura superficial terrestre.

### **Agradecimentos**

O respectivo trabalho integra-se às pesquisas realizadas no Laboratório de Geoprocessamento Aplicado (LGA), e obteve auxílio da Universidade Federal de Juiz de Fora (BIC/PROPESQ/UFJF), PIBIC/CNPq e FAPEMIG.

### **Referências Bibliográficas**

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: 4ª ed. Bertrand Brasil, 1996. 322 p.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Imagens do Satélite Landsat 5, cenas: 217-075 e 217-076 do dia 05/09/08; 218-075 e 218-076 do dia 12/09/08. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 12 mai. 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 05 mar. 2010.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Viçosa: 3ª ed. Editora UFV, 2007. 320 p.

NASCIMENTO, D. T. F.; SOUSA, S. B. de; OLIVEIRA, I. J. de. A Relação Entre os Valores de Temperatura Ssuperficial Terrestre (TST), o Uso e Cobertura do Solo e a Topografia no Município de Minaçu-GO (2001). **Revista eletrônica Ateliê Geográfico**, v. 3, n. 7, p. 93-107, 2009.

SILVA, A. C.; Z Aidan, R. T.; ARAÚJO, J. P. C. de.; CASTRO, T. G. S. de. Análise Evolutiva da Vegetação da Bacia do Rio Paraibuna na Região Sudeste nos Últimos 30 Anos. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada (SBGFA), 2009, Viçosa. Anais... Viçosa : EDUFV, 2009. Artigos, p. 1-8. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-61911-06-5. Disponível em: <[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo1/009.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo1/009.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2010.

TOPODATA – Banco de dados Geomorfométricos do Brasil. INPE, São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>. Acesso em: 03 abr. 2010.

TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia Descritiva. Fundamentos e Aplicações Brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1984. 374 p.

WENG, Q. A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n.10, p. 1999-2014, 2001.