

ANÁLISE DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NA BACIA BARRA DOS COQUEIROS (GOIÁS)¹

Clarissa Cardoso Pereira
Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí
clarissageo@gmail.com

Zilda de Fátima Mariano
Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí
zildamariano@hotmail.com

Flávio Wachholz
Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí
fwalemao@gmail.com

João Batista Pereira Cabral
Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí
jbcabral2000@yahoo.com.br

A CLIMATOLOGIA E AS NOVAS TECNOLOGIAS

Resumo

O sensoriamento remoto tem proporcionado o estudo climático a partir do uso de imagens termais de satélites meteorológicos para o mapeamento da temperatura de superfície. A análise da temperatura de superfície em diferentes usos da terra e a cobertura vegetal pode fornecer subsídio para a gestão e planejamento ambiental, como é o caso da bacia Barra dos Coqueiros (GO), que é uma região que possui grande exploração dos recursos naturais, principalmente no que se refere ao uso do solo. O objetivo do trabalho foi analisar a temperatura de superfície e o uso da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica Barra dos Coqueiros. Utilizou-se para o mapeamento da temperatura superficial terrestre o programa Spring e Arcgis com as bandas 3, 4, 5 e 6 do Landsat 5, dia 20 de agosto de 2010. A equação de Malaret (1985) citada por Tarifa; Armani (2000) foi utilizada na conversão dos pixels em valores em temperatura. A temperatura superficial terrestre foi comparada com temperaturas do ar distribuídas em pontos dentro da bacia. Verificou-se que na bacia a temperatura superficial terrestre variou entre 12,0 e 41,4°C, onde área recoberta por pastagens as temperaturas variaram entre 18,8 a 31,1°C e as áreas de solo exposto apresentaram os maiores valores (36,4 a 41,4°C).

Abstract

Remote sensing has provided the climate study from the use of thermal images of meteorological satellites for mapping surface temperature. The analysis of the surface temperature in different land use and vegetation cover can provide subsidy for environmental planning and management, such as the Barra dos Coqueiros (GO), which is a region with great natural resources, especially as regards the use of the soil. The objective of this study was to analyze the surface temperature and land use and vegetation cover in the watershed the Barra dos Coqueiros. Was used for mapping of land surface temperature and the Spring program with ArcGIS bands 3, 4, 5 and 6 of Landsat 5, Aug. 20, 2010. The equation Malaret (1985) cited by rate; Armani (2000) was used to convert the pixel values into temperature. The surface temperature was compared to terrestrial air temperatures at points distributed within the basin. It was found that the surface temperature of the bowl terrestrial varied between 12.0

¹ Trabalho resultante da pesquisa do projeto Cerrado: Análise do impacto da ação antrópica nas características hidrossedimentológica/limnológica da bacia do Rio Claro-GO, financiado pelo CNPq, sob n. 564525/2010-3.

and 41.4 ° C, where pasture area covered by the temperature varied from 18.8 to 31.1 ° C and exposed areas of soil showed the highest (36,4 to 41,4 ° C).

OBJETIVOS

O presente trabalho objetivou analisar a variação espacial da temperatura de superfície nos diferentes usos da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica Barra dos Coqueiros por meio da imagem do satélite Landsat 5.

REFERENCIAL TEÓRICO E CONCEITUAL

É sabido que a radiação solar que chega a Terra é distribuída de forma desigual na superfície terrestre. Por esse motivo é esperado que diferentes usos da terra e cobertura vegetal apresentem distintos valores de temperatura de determinada superfície, considerando a diferença de absorção, emissividade e irradiação existente entre eles.

O entendimento da dinâmica atmosférica é decisivo para a definição do estado do tempo sobre um dado lugar, assim como o tipo de clima. Entretanto, outros fatores geográficos, como a latitude, a altitude, o uso da terra, são parâmetros fundamentais nos estudos do clima, pois a atuação do homem, modificando a paisagem natural numa escala local, impõe à configuração topográfica uma situação de diversificação do uso do solo, que, interagindo com o relevo, cria condições diversificadas de balanço de energia, gerando um quadro climaticamente peculiar (BALDU, 2006).

Nessa perspectiva, mudanças no uso e ocupação do solo são um dos grandes causadores de diferentes impactos ambientais de ordem social e/ou econômicas. Entre esses impactos destaca-se a alterações da temperatura superficial terrestre, devido a sua influencia no equilíbrio e distribuição da energia à superfície. Configurando, assim interferência no solo, vegetação e na paisagem local.

As alterações no revestimento do solo e do uso da terra implicam numa nova busca pelo equilíbrio da distribuição dos componentes do balanço de radiação na superfície e na atmosfera que nesse caso, segundo Manoel (2010, p. 15), a temperatura:

[...] dos diferentes sistemas de uso da terra será diretamente proporcional à quantidade de energia térmica associada. Como exemplo, pode-se citar o fato de que, em uma área cuja radiação solar pode ser considerada constante, as variações de temperatura e do albedo de superfície ocorrerão em função do tipo de cobertura da terra. Tendo em vista que um sistema de uso florestal consumirá mais energia térmica do que um sistema de uso com solo em exposição e assim por diante.

A partir dessas premissas torna-se importante para o planejamento ambiental do uso e ocupação do solo o conhecimento e registro da temperatura da superfície de qualquer região, principalmente considerando as alterações climáticas que podem ocorrer em micro e macro escala.

Na climatologia geográfica uma ferramenta eficaz de estudo tem sido o uso de imagens termais de satélites meteorológicos para o mapeamento da temperatura de superfície. Além da

aquisição de algumas imagens de satélites serem gratuitas, facilitam utilização de dados climáticos em regiões que possuem estações meteorológicas.

Além disso, os dados são mais homogêneos que os obtidos em estações convencionais e podem fornecer maior frequência de informações sobre a cobertura. Entretanto, existem problemas na seleção e redução de informações, conforme o processamento, análise e interpretação dos dados e também outro problema é a resolução dos dados podem não ser ótimas para fins climatológicos. (AYOADE, 1996).

O estudo climático a partir de imagens de satélites foi realizado por Lombardo (1985) na cidade de São Paulo, no qual se utilizou da banda 6 do satélite Landsat 5 (imagem termal), para o mapeamento da temperatura de superfície. A partir desse estudo pioneiro, visto como impulsionador dessa linha de análise, outros foram desenvolvidos principalmente com aplicação na climatologia urbana (STEINKE et al, 2010).

No que diz respeito à utilização de imagens de satélite para os estudos de temperatura de superfície, a faixa do espectro mais utilizada é a do termal, o qual capta a radiação emitida pelas superfícies. Mas de acordo com Mendonça (2003), estes estudos são ainda possuem uma difusão limitada na climatologia em função das limitações decorrentes da presença de atmosfera entre o alvo (superfície) e o sensor.

O sensoriamento remoto é a “forma de obter informação de um objeto, sem que se tenha contato físico com o mesmo” (ROSA, 2001, p. 1). Cada objeto reflete/emite uma quantidade de energia diferente em comprimentos de onda distintos, que são detectados pelos sensores remotos. Para cada valor radiométrico é associado um pixel da imagem.

A temperatura de superfície diz respeito ao fluxo de calor dado em função da energia que chega e sai do corpo, sendo de suma importância para o entendimento das interações entre a superfície terrestre e a atmosfera. A melhor faixa que permite uma maior transmissão da energia emitida da Terra que alcança o sensor na região do infravermelho termal do espectro eletromagnético é o intervalo de 8,0 a 14,0 um (STEINKE et al, 2010).

O uso do canal 6, banda termal, que tem sido utilizado por vários estudos, como é o caso, exemplo, do Atlas ambiental do município de São Paulo que Tarifa, Armani (2000, p. 45) utilizaram a banda termal do Landsat 7, a qual, assim como para o Landsat 5

é representada através de uma imagem composta por uma matriz de pixels em 255 tons de cinza. Cada um dos pixels que compõem a imagem tem um número digital (ou DN – digital number) associado, número esse que corresponde à tonalidade de cinza através do qual é representado e à característica de tal região.

No caso da banda 6, os tons mais claros de cinza correspondem às áreas de maior temperatura de superfície registrada (temperatura aparente), ao contrário dos tons mais escuros, que correspondem às áreas de menor temperatura.

Para transformar os dados digitais (níveis de cinza) em dados de temperatura segundo Steinke et al, (2010, p. 44), baseado em Malaret et al (1985):

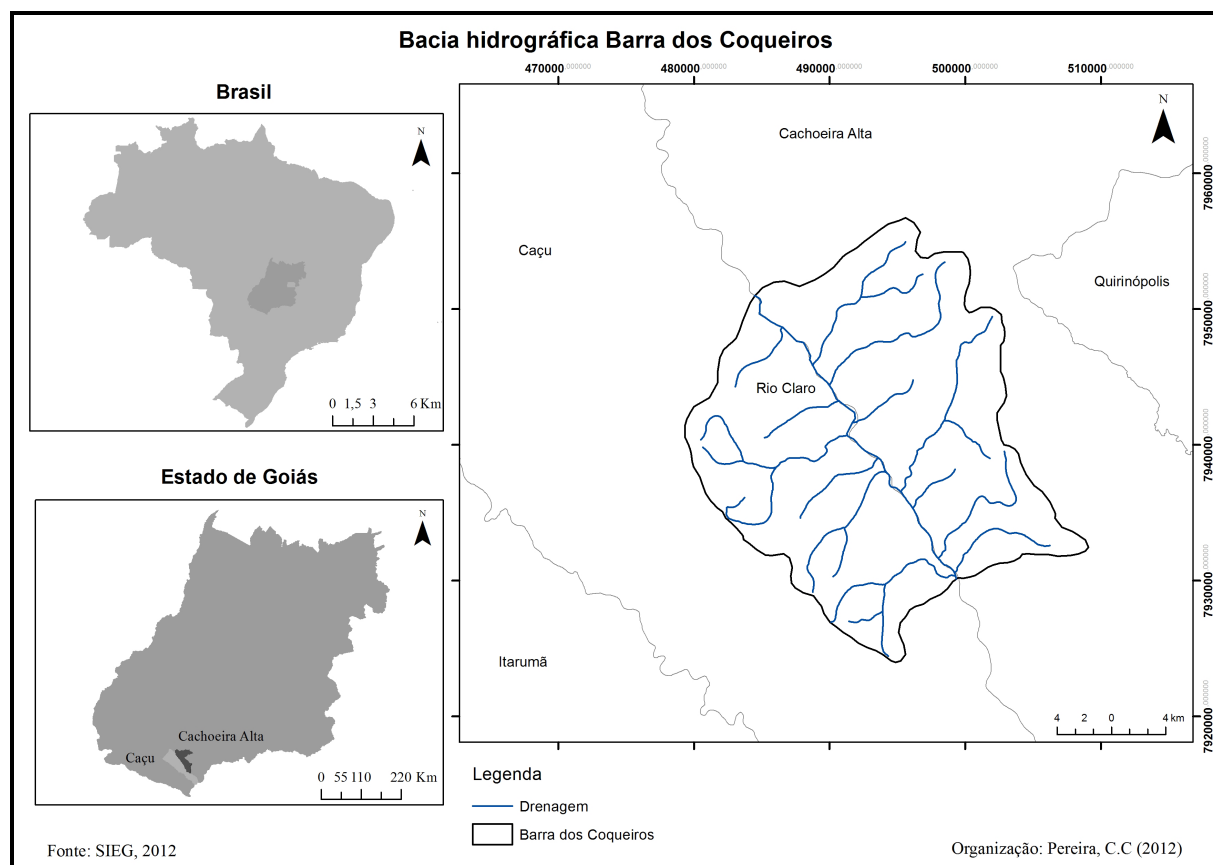
Existem inúmeros modelos para a extração da temperatura aparente da superfície da Terra a partir das imagens originada do satélite Landsat. [...] Uma delas é a de Maralet et al. (1985), que foi utilizada por Tarifa e Armani (2000) para a região Metropolitana de São Paulo. De acordo com Maralet et al. (1985), a obtenção da temperatura de superfície e feita por meio da conversão do número digital (DN) de cada pixel da imagem do canal termal em temperatura aparente [...].

A análise da temperatura aparente da superfície terrestre em diferentes usos da terra e a cobertura vegetal pode fornecer subsídio para a gestão e planejamento ambiental, que neste presente estudo servirá como resultado parcial do projeto intitulado “Análise do Impacto da Ação Antrópica nas Características hidrossedimentológica/limnológica da Bacia do Rio Claro – GO”, financiado pelo CNPq, que propõe avaliar o contexto geoambiental das bacias Caçu e Barra dos Coqueiros, localizados no baixo trecho da bacia hidrográfica do Rio Claro-GO.

A bacia hidrográfica do Rio Claro, segundo Moragas (2005), é uma região que possui grande exploração dos recursos naturais, principalmente no que se refere ao uso do solo, pelas atividades agropecuárias e recursos hídricos para geração de energia hidrelétrica, justificando, assim, a escolha da bacia Barra dos Coqueiros como área de estudo.

A bacia Barra dos Coqueiros que pertence à microrregião Quirinópolis do estado de Goiás localiza-se no baixo curso do Rio Claro, entre os municípios de Caçu e Cachoeira Alta, e possui aproximadamente 550 km² área, conforme figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização da bacia Barra dos Coqueiros-GO



De acordo com estudo já realizado in loco por Paula; Cabral (2011) e Rocha; Cabral (2011), a bacia hidrográfica Barra dos Coqueiros sofreu elevado grau de antropização devido ao modelo agropastoril implantado que destruiu a cobertura vegetal original do cerrado para abrir campos de pastagem extensiva e áreas de agricultura. Hoje algumas as áreas de pastagens de culturas foram substituídas por lavouras de cana de açúcar, devido aos incentivos governamentais para o biodiesel. Além disso, a bacia sofreu algumas modificações no curso d'água pela instalação da Usina Hidrelétrica (UHE) Barra dos Coqueiros, de 28,45 km² de lago e potencial elétrico de 90MW, desde o ano de 2010. A esse respeito Braga (2012, p. 3), afirma que:

[...] a implantação da UHE Barra dos Coqueiros é um dos elementos que passa a intervir diretamente na dinâmica natural da área, comprometendo assim a qualidade de água e gerando o aceleração do processo de assoreamento do Rio Claro, alterando o regime ambiental de toda bacia hidrográfica.

No que consistem as características físicas, segundo Paula e Cabral (2010) e Braga (2012), geologicamente a área de estudo é recoberta por arenito oriundo das formações Vale do Rio do Peixe e Marília do grupo Bauru, e rochas do grupo São Bento da formação Serra Geral. O relevo apresenta contornos entre 550 e 750 m, sendo que em áreas com relevo plano a suavemente ondulado, está associado ao uso da pecuária e cana-de-açúcar.

Ainda segundo Braga (2012), o solo da bacia em sua à maior parte é composta por Latossolos, principalmente o Latossolo Vermelho-Amarelo, nas áreas de pecuária e culturas. Com menos expressão a bacia apresenta Neossolos Quartzarênico Órtico, Cambissolo Háplico Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo localizados nas encostas da bacia em locais com relevos ondulados.

Em termos climáticos, a região Centro-Oeste, apresentou invernos secos, entre os meses de abril a setembro, e verões chuvosos, de outubro a março. O clima é do tipo tropical chuvoso (Aw), de acordo com a classificação de Köppen (1918) (MARIANO, 2005, p. 55).

No que consiste à precipitação pluvial e à temperatura do ar, Mariano (2000, p. 55) aponta que:

A média anual da precipitação é de 1500 mm, variando espacialmente de 750 a 2000 mm, concentradas de outubro a março. O perfil térmico apresenta uma diversidade grande devido a dois fatores: altitude e latitude. As superfícies baixas (inferiores a 300 m), clima mais quente (acima de 40,0 °C) e superfícies elevadas (1600m), clima ameno (mais de 18,0°C) Cwa, (NIMER, 1989).

METODOLOGIA

Para o mapeamento utilizou-se uma imagem do satélite Landsat 5, do dia 20 de agosto de 2010. Desta imagem foram selecionadas 4 bandas, sendo as bandas 3, 4 e 5 utilizadas para o mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal, e a banda 6 obtida na faixa termal do espectro eletromagnético para mapeamento da temperatura de superfície. Estas imagens, obtidas gratuitamente no formato “.tif” no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foram convertidas para o formato “.spg” no software IMPIMA 5.1.5 e, posteriormente, processadas no software SPRING 5.1.5 e finalizadas no SCARTA 5.1.5, desenvolvidos pela equipe do INPE e de distribuição gratuita.

Mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal

Primeiramente as bandas 3, 4 e 5 foram georeferenciadas pela função “Registro” do SPRING 5.1.5 a partir da base de drenagem do SIEG (Cartas topográficas SE-22-Y-B e SE-22-Z-A, na escala de 1:250.000). Posteriormente, receberam tratamento de contraste, atribuindo-se as cores vermelha para a banda 5, verde para a banda 4 e azul para a banda 3, a fim de conseguir uma maior diferenciação entre vegetação arbórea, áreas cultivadas e solos expostos. Em seguida gerou-se uma imagem sintética que passou por um processo de classificação não-supervisionada.

Para a classificação, a imagem sintética 5R4G3B foi segmentada por agrupamento de pixels, com similaridade de níveis de cinza, possibilitando uma classificação mais apurada. Dessa forma, o software extrai os atributos de cada grupo de pixels semelhantes, atribuindo cores aleatórias que, posteriormente foram associadas por classificação visual às seguintes classes: cultura, mata, pastagem, solo exposto, água e área urbana.

Mapeamento das temperaturas de superfície

Esta etapa foi realizada de acordo com a metodologia descrita no estudo de Martins e Machado (2010), em que primeiramente converte-se a imagem “.tif” em “.spg” no IMPIMA 5.1.5 e, em seguida, georeferenciada, segmentada e classificada no SPRING 5.1.5. A imagem passou por um processo de classificação não-supervisionada por meio da ferramenta “segmentação”, com agrupamento extremamente detalhado, considerando-se área de 1 pixel e similaridade de 1 nível de cinza. Isto significa que todos os níveis de cinza foram individualizados, para posterior agrupamento. Extraíu-se os atributos de cada polígono gerado, identificando classes aleatórias de acordo com a tonalidade dos pixels. Com a banda 6 não foi feito tratamento de contraste, pois o cálculo da temperatura é feito a partir dos níveis de cinza e, se estes são alterados, automaticamente os resultados dos cálculos também são modificados.

Através da ferramenta “Leitura de Pixels” do menu “Imagem”, identificou-se o nível de cinza de cada célula (pixel), estabelecendo classes com intervalos variados. Estes valores foram utilizados para calcular as temperaturas e estabelecer classes de variação térmica. Foram definidas 5 classes e o agrupamento em classes de temperatura seguiu a variação de níveis de cinza, não sendo possível estabelecer intervalos fixos e idênticos para o mapeamento.

Ao final do mapeamento da temperatura superficial terrestre no Spring, o mapa foi exportado no formato shapfile para ser finalizado no programa Arcgis.

Cálculo da temperatura de superfície a partir dos níveis de cinza

O cálculo da temperatura de superfície foi baseado na fórmula de Malaret et al (1985) utilizada por Tarifa e Armani (2000) em que se considera o nível de cinza do ponto e três variáveis preestabelecidas para fornecer a temperatura em graus Kelvin:

$$T = 209,831 + 0,831 (DN) - 0,00133 (DN)^2 \quad (1)$$

Em que: DN corresponde ao nível de cinza da imagem (Digital Number).

Para encontrar o resultado em graus Celsius, basta subtrair 273,15 do resultado final. E a fim de estabelecer os intervalos de variação das temperaturas (classes), fez-se um cálculo para o maior e o menor valor de cinza encontrado em cada classe gerada pelo processo de classificação não supervisionada da imagem. As classes com menores intervalos e valores semelhantes foram agrupadas para gerar 5 classes.

Comparação dos dados

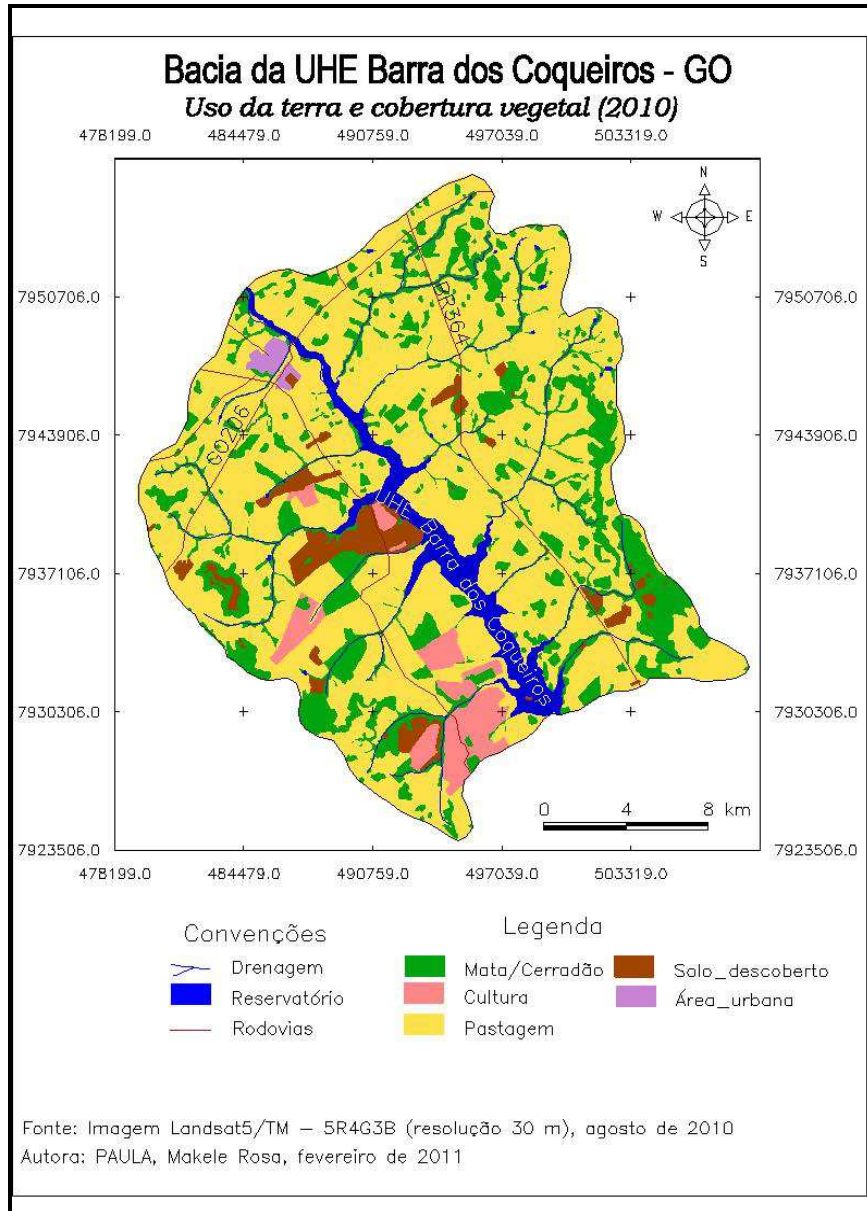
Os dados de temperatura do solo foram comparados com dados da temperatura do ar registrados por termohigrômetros instalados no interior da bacia hidrográfica. A temperatura do ar foi coletada às 09h45min, por esse o meio horário de passagem do satélite.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise do uso da terra e cobertura vegetal

A bacia apresenta em maior porção 65% da sua área coberta por pastagens e 22% constituído por matas (cerrado), sendo que essas localizam próximas as nascentes ou em Áreas de Preservação Permanentes (APPs) das fazendas, conforme tabela 1 e Figura 3. Os demais usos correspondem a culturas, solo descoberto, água e a área urbana da cidade de Caçu. As porções de solo descoberto representam áreas de preparação do solo para o cultivo ou áreas plantadas com cana-de-açúcar, uma vez que a imagem é do mês de agosto, período da colheita da mesma.

Figura 3 – Uso da terra e cobertura vegetal da bacia da UHE Barra dos Coqueiros.



Fonte: Paula, Cabral (2011).

Tabela 1 – Tipos de categorias do uso da terra e respectivas áreas na bacia Barra dos Coqueiros

| Usos e coberturas | Km | % |
|-------------------|-------------|------|
| Mata | 116.176.792 | 21,8 |
| Cultura | 22.201.331 | 4,1 |
| Pastagens | 344.977.584 | 65,0 |
| Solo Descoberto | 20.165.215 | 3,8 |
| Água | 24.299.508 | 4,8 |
| Área Urbana | 2.825.428 | 0,5 |
| Área Total | 530.645.858 | 100 |

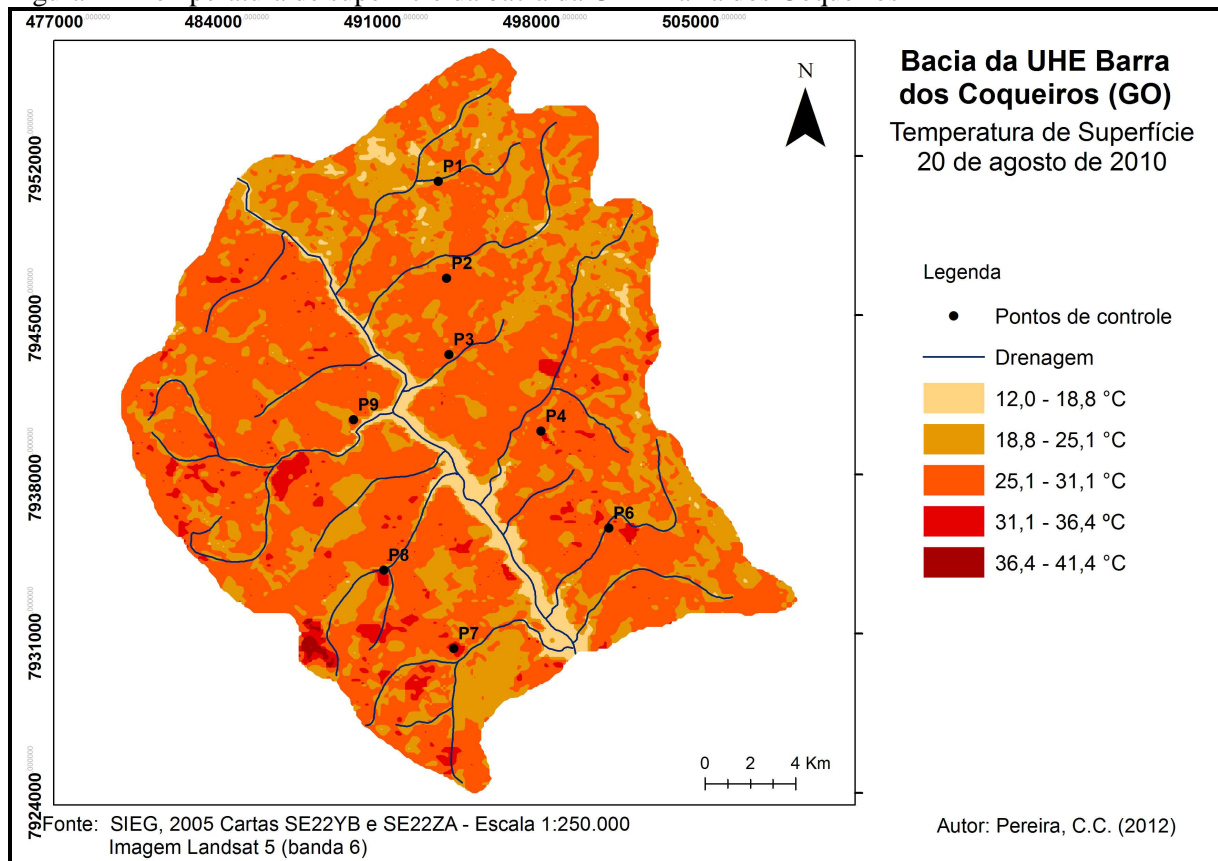
Fonte: Paula e Cabral (2010).

Análise da temperatura de superfície

De acordo com a figura 4, a temperatura superficial terrestre do mês de agosto variou entre 12,0 e 41,4°C, com predominância de temperaturas compreendidas entre 25,1 e 31,1°C, pois apesar do mês de agosto pertencer à estação do inverno, no Centro-Oeste é comum apresentar temperaturas elevadas, segundo Mariano (2005, p. 55), “quando as massas polares não chegam, as temperaturas se elevam, ocasionando médias de temperatura altas no inverno”.

Os locais na bacia com temperaturas abaixo de 18,8°C ocorreram na superfície e no lago da UHE; as temperaturas entre 18,8 e 25,1°C predominaram nas porções noroeste e norte da bacia e as temperaturas acima de 31,1°C aconteceram em pequenas porções, no sentido sul-sudeste da bacia.

Figura 4 – Temperatura de superfície da bacia da UHE Barra dos Coqueiros



Comparando as temperaturas de superfície terrestre, figura 4, com as temperaturas do ar dos pontos de controle (tabela 2) notam-se que os pontos P1 e P9 tiveram maior temperatura do ar de 28,2°C e 28,3°C, respectivamente e a temperatura superficial terrestre entre 18,8 e 25,1°C, ou seja, temperatura superficial foi menor que a temperatura do ar. Com exceção do ponto P7, os demais pontos apresentaram diferenças de temperatura do ar de 1°C entre um e outro, com temperatura superficial terrestre entre 25,1 e 31,1°C, valores este de maior ocorrência na bacia.

Tabela 2 – Temperatura de ar e umidade relativa da bacia Barra dos Coqueiros, às 09h45min.

| Parâmetros | P1 | P2 | P3 | P4 | P6 | P7 | P8 | P9 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Temperatura do ar (°C) | 28,2 | 26,7 | 27,5 | 27,1 | 27,2 | 27,7 | 27,6 | 28,3 |
| Umidade Relativa (%) | 32 | 32 | 34 | 32 | 31 | 31 | 33 | 30 |

De acordo com a localização dos pontos de controle (figura 2) e as temperaturas detectadas na imagem, a temperatura de superfície no solo apresentou valores entre de 18,8 e 31,1°C, que no geral estes, com exceção das áreas próximas ao lago, estão mais elevados do que à temperatura do ar. Nesta questão a que se considerar que geralmente a temperatura aparente é maior que a temperatura do ar, pois de acordo com Borges, et al (2010, p. 2) a temperatura aparente “é aferida alguns metros acima da superfície e o ar é considerado mau condutor”.

Análise do uso da terra e cobertura vegetal e a temperatura de superfície

De acordo com a figura 3 e 4, nota-se que as porções no mapa que apresentaram temperatura acima de 31,1°C localizam-se em solo exposto, áreas lavoura colhida ou ainda em áreas com solo preparado para o plantio; no intervalo de 25,1 a 31,1°C encontram-se predominantemente em pastagens e em pequenas porções de matas (cerrados), a classe compreendida entre 18,8 e 25,1°C apresentaram sob áreas de matas e de culturas e as temperaturas inferiores a 18,8°C, se encontraram distribuídas em área de água do lago e em pequenas porções à noroeste da bacia.

Desta forma observa-se que a ocorrências de temperaturas mais amenas se apresentaram em áreas cobertas por vegetação, principalmente próximas às matas ciliares, APPs e o lago. Em contra partida tem-se as temperaturas mais elevadas nas áreas ocupadas pela agricultura, principalmente quando o solo está desnudo. Isso indica que a cobertura do solo apresenta padrões de comportamento diferenciados de absorção de energia, produção de calor e reflectância.

Há que se considerar, ainda que as áreas de mata (cerrado), mesmo nesse período, em que estas áreas estão relativamente secas, assim como a superfície da água, conseguem reduzir a capacidade de reflectância e, portanto apresentam menores temperaturas de superfície.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os resultados encontrados observou-se que houve na distribuição de temperatura superfície em relação aos diferentes usos e cobertura vegetal uma clara interferência das áreas cobertas por vegetação, seja ela natural ou cultivada, sobre a temperatura de superfície.

Também destacamos a importância do papel das áreas com cobertura vegetal, principalmente a preservação das áreas de mata para o ambiente.

Mesmo diante dos resultados, julgam-se necessários outros testes de tratamento de imagens termais para atestar um bom nível de eficácia e acerto neste tipo de mapeamento.

Referências

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

BALDU, M. C. **Variabilidade pluviométrica e dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR**. 2006. 153 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista-UNESP, Presidente Prudente, SP, 2006. Disponível em: http://www4.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/06/06_MARIA_CLEIDE_BALDO.pdf. Acesso em: 28 jun. 2012.

BRAGA, C. de C. **Distribuição espacial e temporal de sólidos em suspensão nos afluentes e reservatório da usina hidrelétrica Barra dos Coqueiros – GO**. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí, Jataí – GO, 2012.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985, 244 p.

MARTINS, A. P.; MACHADO, L. M. Análise da relação entre temperatura de superfície, uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Córrego Jataí (Jataí/GO) por meio de imagens Landsat 5. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 9, 2010, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza-CE:Universidade Federal de Fortaleza, 2010, p. 1- 9.

MANOEL, R. L. **Sensoriamento remoto aplicado na análise temporal da relação uso da terra/temperatura e albedo de superfície na bacia do Rio Vieira no norte de Minas Gerais**. Uberlândia, MG. 2011. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de Uberlândia, Minas Gerais, 2011. Disponível em: <http://busca.ibict.br/SearchBDTD/search.do?command=search&q=+assunto:%22Bacia%20do%20Rio%20Vieira%22>. Acesso em: 28 jun 2012.

MENDONÇA, F. O estudo do clima urbano no Brasil: evolução, tendência e alguns desafios. In: MONTEIRO, C, A. de F. e MENDONÇA, F. (Org). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 175-192.

MORAGAS, W. M. **Análise dos sistemas ambientais do alto rio Claro - Sudoeste de Goiás: contribuição ao planejamento e gestão**. 2005. 226f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Campus de Rio Claro-SP. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro-SP. 2005.

PAULA, M. R., CABRAL, J. B. P. Uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise da vulnerabilidade ambiental da Bacia Hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros – GO. In:

SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19, COMPEX, 6, 2011, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia: UFG. Goiânia-GO, 2011. p. 1-16.

PMSP / SVMA / SEMPLA. **Atlas ambiental do município de São Paulo**. 2000. Disponível em: <<http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br>> . Acesso em: 14 ago. 2010.

ROCHA, I. R., CABRAL, J. B. P. Uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica da UHE Barra dos Coqueiros – GO. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19, COMPEX, 6, 2011, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia-GO: UFG, 2011, p.1-16

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 4 ed. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 2001. 210 p.

STEINKE, V. A.; STEINKE, E. T.; SAITO, C. H. Estimativa da temperatura de superfície em áreas urbanas em processo de consolidação: reflexões e experimento em Planaltina-DF. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 6, 2010. p. 37-56

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Unidades climáticas urbanas da cidade de São Paulo. In: SÃO PAULO. PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Atlas ambiental do município de São Paulo – Fase I: “Diagnósticos e bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes no município de São Paulo”**. São Paulo: PMSP, 2000. 86p. Disponível em: <<http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/As%20Unidades%20Clim%20E1ticas%20Urbanas.pdf>> . Acesso em: 14 ago. 2012.