

## Temperatura de superfície obtida com técnicas de geoprocessamento

Diego Alves de Oliveira<sup>1</sup>  
Roberto Rosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia – IG/UFU  
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bairro Santa Mônica – 38400-902 – Uberlândia - MG, Brasil  
oliveira.diegoalves@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Uberlândia – IG/UFU  
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bairro Santa Mônica – 38400-902 – Uberlândia - MG, Brasil  
rrosa@ufu.br

**Abstract:** The research was applied at Córrego Beija Flor watershed, in the cities of Uberlândia and Uberaba, located in the western region of Minas Gerais. The goal is to determine the surface temperature of a watershed from the Landsat 5 satellite image. It has done the land use mapping, which was related to the emissivity values of each use class. These values were applied to the sensor TM band 6, which by the algorithm THERMAL IDRISI has obtained the Brightness Temperature. The Real Temperature was recorded with the Emissivity compensation and the atmosphere effects. The average temperature is 22.9°C and the lowest temperature was between 15°C and 17°C. The highest temperature was 31.4°C. The areas which recorded the lowest temperature were reforestation areas. The higher values were found on wet soils, located in areas of temporary ponds known as “murundus” fields, possibly because of the organic matter presence, which increases the temperature during the decomposition process in peak of the dry season. The results achieved could be applied in a temporal series of images to determine if there was, in this region, change in temperature during past years during the land use conversion.

**Palavras-chave:** temperature, Landsat 5, land use, temperatura, Landsat 5, uso da terra.

### 1. INTRODUÇÃO

O uso do sensoriamento remoto e da geomática no Brasil tem sido conhecido como geoprocessamento, e suas aplicações contribuem muito para o avanço no conhecimento da dinâmica da paisagem. Nos últimos dez anos houve uma grande disseminação de técnicas de trabalho, permitindo que muitas pessoas se dediquem a pesquisas relacionadas a este tema. A necessidade de estudar a paisagem decorre do uso que se faz dos recursos naturais, pois deve haver um planejamento para garantir o uso futuro destes. O geoprocessamento permite analisar a paisagem apresentando muitos benefícios que são destacados por todos os autores que utilizam suas metodologias, já que aumenta a capacidade de análise de dados, facilita a consulta e manipulação de análises reduzindo muito o tempo e os recursos necessários para conhecer o meio.

Esta pesquisa apresenta uma das técnicas que podem ser aplicadas a partir de dados de sensoriamento remoto por meio do geoprocessamento, para a análise e apresentação dos resultados. O estudo da distribuição da temperatura na paisagem permite avaliar a qualidade ambiental, as modificações que são feitas pelo uso da terra ao longo do tempo indicando ações de conservação ou de recuperação do solo, da vegetação e também dos recursos hídricos. O objetivo é determinar a temperatura da superfície de uma bacia hidrográfica a partir de uma imagem do satélite Landsat 5. Para isto foram estabelecidos três objetivos específicos, quais sejam: a revisão bibliográfica do comportamento da radiação eletromagnética refletida por corpos na superfície e seu registro pelos satélites artificiais; as características do satélite Landsat 5 que possibilitam a análise da temperatura e por fim a aplicação do conhecimento teórico em um sistema de informação geográfica para a obtenção da temperatura real da superfície.

Muitos trabalhos que tem objetivos semelhantes são aplicados a manchas urbanas ou a áreas de agricultura anual. Vários são também os algoritmos que podem ser utilizados para a

obtenção da temperatura de superfície, como o SEBAL (software ERDAS), o THERMAL (software IDRISI), o LEGAL (software SPRING), por exemplo. Entretanto, o maior desafio na obtenção da aferição da temperatura real da superfície são os processos de correção a que tem que ser submetidas as imagens de satélite para converter os valores de radiância emitidos pelos alvos para obter a temperatura de brilho, corrigindo também os efeitos das janelas atmosféricas, a transmitância, o espalhamento, e as características do satélite que registram a radiância e outros parâmetros para obter uma medida acurada da temperatura da superfície.

## 2. METODOLOGIA DE TRABALHO

A pesquisa foi realizada na bacia hidrográfica do Córrego Beija Flor, nos Municípios de Uberlândia e Uberaba, na região Oeste de Minas Gerais entre as coordenadas UTM para o fuso 22 Sul 800502E, 7848366N e 826669E, 7885324N em uma área de 301 km<sup>2</sup>. Foi utilizada uma imagem do satélite Landsat 5, sensor TM, obtida em 7 de setembro de 2010 (órbita 221 ponto 073). O processamento dos dados foi realizado no Sistema de Informações Geográficas IDRISI versão Andes. Foram aplicadas técnicas de processamento digital de imagens como o registro, realce e a formação de uma composição colorida que foi utilizada para fazer o mapa de uso da terra. A composição foi feita da seguinte forma: Banda 7 no azul, Banda 5 no verde e Banda 4 no vermelho.

Após o mapeamento do uso da terra, foram atribuídos valores de emissividade para cada classe de uso. A escolha de cada valor para determinado uso da terra foi feita por analogia, segundo os valores que foram empregados por usos semelhantes em outros trabalhos que tinham o mesmo objetivo. A banda 6 do sensor TM do satélite Landsat 5 foi recortada na área de pesquisa. Esta cena foi convertida pelo algoritmo *thermal* no IDRISI para obter a Temperatura de Brilho (T<sub>b</sub>). A Temperatura Real (T) é obtida por meio da compensação da Emissividade (ε) e dos efeitos da atmosfera como a atenuação, reflexão e outros, que também são medidos pelo sensor. Neste trabalho, utiliza-se apenas a correção da emissividade, como na Equação 1.

$$T_b = \varepsilon T \quad (1)$$

Para encontrar a Temperatura de Superfície, foi utilizado o algoritmo *overlay* onde foi dividido o resultado da conversão do algoritmo *thermal* que foi obtido sem a correção da emissividade pelo resultado da Emissividade, que foram gerados a partir da classificação do mapa de uso do solo que foi produzido (Equação 2).

$$T = \frac{T_b}{\varepsilon} \quad (2)$$

Posteriormente foi feita uma operação de fatiamento para as classes de temperatura obtidas e o resultado é demonstrado no final deste texto.

### 2.1. ENERGIA ELETROMAGNÉTICA E SENSORIAMENTO REMOTO

A radiação eletromagnética, quando se propaga no espaço pode encontrar objetos. Neste momento, ela pode ser refletida, absorvida ou reemitida. Por meio do sensoriamento remoto, obtém-se informações a respeito daqueles, que interagem com a radiação eletromagnética emitindo-a ou refletindo-a. A fonte natural de energia eletromagnética que possuímos é proveniente em maior quantidade do Sol e em menor quantidade, da Terra. O Sensoriamento Remoto é caracterizado por ter duas fases: a primeira envolve a aquisição de dados e a segunda que é a fase de utilização e análise dos dados transformados em informação e conceitos, utilizando-se técnicas de geomática. (ROSA, 2007).

A radiação eletromagnética atualmente pode ser explicada por dois modelos: o ondulatório e o corpuscular. A explicação do modelo corpuscular é mais utilizada nas regiões de alta frequência do espectro eletromagnético (ROSA, 2007, p. 21). Já o modelo ondulatório, mais antigo, define que a radiação eletromagnética propaga-se na forma de onda na velocidade da luz (que é de 300.000 Km/s no vácuo). Suas componentes mensuráveis são o

comprimento de onda, a frequência e a energia. A multiplicação da frequência (dada em Hertz) pelo comprimento de onda (dado em Metros) resulta na velocidade da luz (dada em metros por segundo), (ROSA, 2007). Percebe-se que a frequência é inversamente proporcional ao comprimento de onda (Equação 3).

$$c = \lambda f \quad (3)$$

Os comprimentos de onda mais utilizados em sensoriamento remoto são agrupados em faixas, que recebem denominações próprias. O espectro fotográfico (0,3 a 0,9  $\mu\text{m}$ ), espectro refletivo (0,3 a 4,0  $\mu\text{m}$ ), espectro emissivo (> 4,0  $\mu\text{m}$ ) e espectro infravermelho termal (8,0 a 14,0  $\mu\text{m}$ ), (ROSA, 2007, p. 23). Como foi dito, a energia eletromagnética quando atinge um objeto pode refletir ou absorver e emitir esta energia. Para explicar como e quanto dessa energia pode ser emitida por um objeto foi desenvolvido por Max Planck o Modelo do Corpo Negro. Este foi baseado em uma esfera oca mantida a uma temperatura constante. Esta radiação que entra na esfera é absorvida totalmente no seu interior. Com o aumento da temperatura da cavidade, o seu interior passaria a emitir radiação. Assim, este corpo negro teria a propriedade de absorver e emitir toda a radiação incidente sobre ele. (NOVO, 2008, p. 23)

Para Planck, este modelo pode comprovar os seguintes fatos: 1) a radiação total de um corpo negro é função apenas da sua temperatura; 2) para uma dada região do espectro, quanto maior a temperatura, maior a quantidade de energia emitida pelo corpo negro; 3) a energia emitida por um corpo negro com uma mesma temperatura não é a mesma para todos os comprimentos de onda; 4) o comprimento de onda no qual a energia emitida pelo corpo negro é máxima se desloca para regiões de alta frequência, na medida em que a temperatura do corpo aumenta. (NOVO, 2008, p. 23-24).

O modelo do corpo negro é uma abstração física, ou seja, não existe no mundo natural. Mas sua importância é aplicada em algumas faixas do espectro eletromagnético em que corpos naturais se comportam como o corpo negro, (ROSA, 2007, p. 23). Existem algumas leis que descrevem o comportamento destes corpos, como são as leis de: Planck, Wien, Stefan-Boltzmann, Kirchoff e que geram os conceitos de temperatura de brilho, temperatura de radiação e emissividade, muito utilizadas em sensoriamento remoto.

Dentre as faixas do espectro eletromagnético do visível e as micro ondas, existe a região denominada de infravermelho. Ela é dividida em três partes: infravermelho próximo (0,7  $\mu\text{m}$  – 3,0  $\mu\text{m}$ ), o infravermelho termal (3,0  $\mu\text{m}$  – 20  $\mu\text{m}$ ) e o infravermelho distante (20,0  $\mu\text{m}$  – 1.000  $\mu\text{m}$ ). A radiação termal deve ser tratada de forma diferente daquelas de menor comprimento de onda. A radiação do infravermelho distante não é utilizada pelo sensoriamento remoto porque sua disponibilidade na superfície terrestre é pequena, (NOVO, 2008, p. 41).

Na região do infravermelho termal a radiação é proveniente da vibração molecular dos corpos, que, estando a uma temperatura acima de 0 K emitem radiação eletromagnética. (NOVO, 2008, p. 41). Esta relação é expressa pela Lei de Stefan Boltzmann, que define a radiação total emitida por um corpo em todo o seu espectro, independente do comprimento de onda, (ROSA, 2007, p. 25). Entende-se que a radiação emitida por um determinado corpo então depende unicamente de sua temperatura (Lei de Planck). A Radiância (Equação 4) é a quantidade de radiação que deixa determinada superfície por unidade de área em uma direção de medida. Ela inclui tanto a radiação emitida como a radiação refletida pelos alvos. Assim, em alvos naturais, a radiância será considerada emitida ou refletida dependendo do comprimento de onda em que o sensor do satélite estiver registrando a radiação. Caso o sensor esteja registrando comprimentos de onda menores que 4,0  $\mu\text{m}$ , a radiação vai ser caracterizada como registrando a reflectância dos alvos. Caso registre apenas comprimentos de onda maiores que 4,0  $\mu\text{m}$ , registrará a emitância do alvo. (ROSA, 2007, p. 32).

$$R = \frac{\rho E}{\pi} + M \quad (4)$$

Onde:

$R$  é a radiância de uma superfície,  $\rho$  é a reflectância,  $E$  é a irradiância na superfície e  $M$  é a emitância dos alvos.

A temperatura de brilho é a temperatura que um corpo negro deveria ter para emitir a mesma quantidade de radiação espectral de um corpo real. (ROSA, 2007, p. 26). A emissividade  $\varepsilon$  é a relação entre a emitância de um corpo real e a emitância de um corpo negro a uma dada temperatura. O valor da emissividade depende muito do estado da superfície ou de sua cobertura. Por exemplo, os metais possuem baixa emissividade e o seu valor diminui na medida em que a rugosidade da superfície diminui, porque a refletividade da superfície aumenta, para os não-metais, a emissividade é geralmente alta, maior do que 0,8 e diminui com o aumento da temperatura, (NOVO, 2008, p. 44).

Esta emitância é a quantidade de radiação que deixa determinada superfície (esta radiação é emitida e refletida) por unidade de área. Ela pode ser expressa em  $W/m^2$ , por exemplo. Ela depende da temperatura do alvo, (ROSA, 2007, p. 32). Então, para alvos em que o sensor registre os comprimentos de onda acima de  $4,0 \mu m$ , a fórmula da radiação é dada pela Equação 5:

$$R = M \quad (5)$$

Quando a informação é obtida à distância, ou seja, quando o satélite registra a radiância de determinado alvo que esteja na superfície, devem ser considerados os efeitos da transmitância ( $\tau$ ) e do espalhamento da atmosfera ( $S$ ) (ROSA, 2007, p. 33), ficando o cálculo da emitância (Equação 6):

$$R = M \tau + S \quad (6)$$

Para a obtenção da temperatura real da superfície, é preciso utilizar a função inversa da Lei de Planck, porque o que o sensor mede é a Radiância espectral que é definida pela Lei de Planck. Como a radiância depende da temperatura, e é isso que se pretende determinar e a equação de Planck é desenvolvida para o corpo negro, a temperatura obtida com a inversão da equação é denominada temperatura de brilho (temperatura aparente, ou temperatura de radiação). Além disso, a radiância é reduzida pela emissividade do material em específico nos corpos naturais, (NOVO, 2008, p. 42).

## 2.2. O SATÉLITE LANDSAT

Dentre os satélites artificiais para estudo dos recursos terrestres, o sistema Landsat tem sido um dos mais utilizados no Brasil. Este satélite foi desenvolvido pela NASA a partir de 1972. O Landsat 5 foi lançado em março de 1984. É uma fonte de dados que facilita a análise temporal das condições ambientais de todo o território brasileiro para os últimos 25 anos. De outra forma é muito difícil executar um trabalho de avaliação com a acurácia, segurança e disponibilidade. Existem dois sistemas sensores, o MSS (Multispectral Scanner System) e o TM (Thematic Mapper).

O satélite Landsat registra, como todos os demais, a radiância, que é convertida em nível de cinza. No caso deste satélite, a variação vai de 0 a 255 níveis de cinza. A banda termal do Landsat (Banda 6) apresenta o comprimento de onda médio de  $11,50 \mu m$ . Justamente neste comprimento de onda, existe uma atenuação da radiância emitida, causada pela presença de vapor d'água,  $CO_2$ ,  $O_3$ , aerossóis e outros gases. Contudo, no intervalo de  $8 \mu m$  a  $12 \mu m$ , na qual é registrada a Banda 6 do sensor TM, a radiação é pouco atenuada pela atmosfera e é o vapor d'água o principal responsável pelo efeito desta atenuação, (SOUZA e SILVA, 2005, p. 351).

Por isso, para que se obtenha o valor real da temperatura da superfície é preciso buscar a correção da temperatura de brilho com a emissividade, a transmitância e a temperatura média do ar para esta banda do sensor TM do satélite Landsat, (SOUZA e SILVA, 2005, p. 351). No entanto, a correção dos valores da transmitância e da temperatura do ar são muito

complexos de se obter e exercem uma interferência menor do que a emissividade na obtenção da temperatura real. Por isso, neste trabalho, apenas a correção da emissividade será feita.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens adquiridas são de setembro de 2010. Neste período, na região de estudo, as áreas destinadas a agricultura não são cultivadas, devido a estação seca e existe apenas um sistema de irrigação em atividade. Grande parte do cultivo é feito em plantio direto, e sob o solo existe uma camada de vegetação em decomposição. Outra grande área de cultivo é destinada ao reflorestamento de pinus e eucalipto. As áreas de vegetação típicas do cerrado estão concentradas ao longo das áreas úmidas ao redor dos cursos d'água. O mapa de uso da terra foi feito por interpretação visual seguindo a metodologia proposta por (ROSA, 2007, p. 157 - 184). A digitalização foi feita no software ArcGIS, baseada na imagem colorida. Após a digitalização, o *shape* foi importado para o IDRISI (Figura 1).

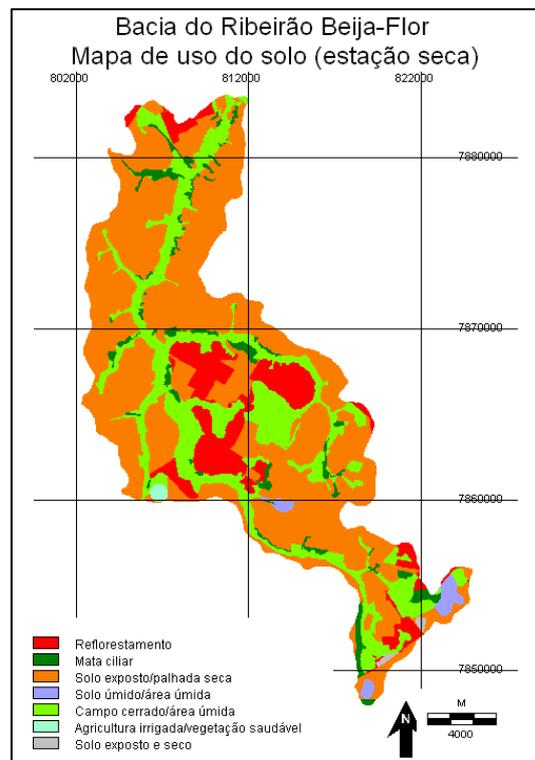


Figura 1: Mapa de uso do solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Beija Flor para estimar os valores de emissividade.

Fonte: OLIVEIRA, D. A. 2011.

Como já foi demonstrado, a emissividade é um dos fatores que mais afeta a aferição da correta estimativa da temperatura da superfície. Existem muitas metodologias para estabelecer os valores de emissividade, como proposto por (SOUZA e SILVA, 2005, p. 354), baseando-se nos valores do NDVI. Neste trabalho, os valores de emissividade foram estabelecidos conforme referências bibliográficas analisadas (STEINKE, STEINKE e SAITO, 2004, p. 52) e também pelo bloco de notas do próprio software IDRISI versão Andes para o algoritmo *thermal*. Assim, o Quadro 2 apresenta a correlação entre os usos do solo classificados na imagem de satélite e os valores de emissividade adotados para este trabalho:

Foi feita uma reclassificação dos valores do uso do solo pelo algoritmo *reclass* no IDRISI, pelos valores indicados no Quadro 2. Depois, partiu-se para a análise da Banda 6 do sensor TM, nela, excluídos os valores referentes ao número digital 0, porque correspondem a área da matriz da imagem que está fora da área da bacia hidrográfica.

Uso do solo	Valor da emissividade
Reflorestamento	0,99
Mata ciliar	0,98
Solo exposto/palhada seca	0,92
Solo úmido/área úmida	0,97
Campo cerrado/área úmida	0,96
Agricultura irrigada/vegetação saudável	0,98
Solo exposto e seco	0,91

Quadro 1: Valores de emissividade atribuídos para cada uso do solo.  
 Fonte: OLIVEIRA, D. A. 2011.

Após a realização de todos estes procedimentos foi feita a operação pelo algoritmo *thermal* do IDRISI para a obtenção da temperatura de brilho da área de estudo. O resultado é apresentado na Figura 2. Os resultados foram fatiados no algoritmo RECLASS em intervalos de aproximadamente 2°C, e se concentram entre 17°C a 27°C.

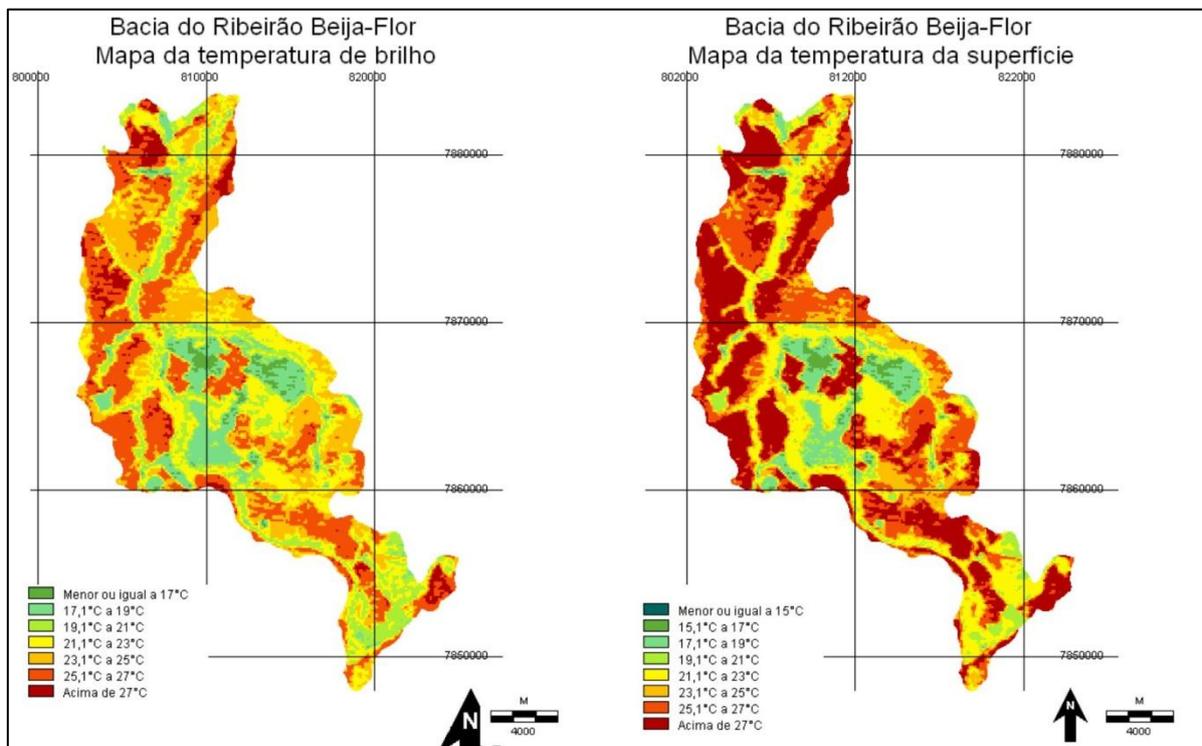


Figura 2: Mapa da temperatura de brilho (A) e da temperatura de superfície (B).  
 Fonte: OLIVEIRA, D. A., 2011.

A temperatura média é de 22,9°C, tendo as menores temperaturas de 15°C a 17°C e a maior temperatura entre 31,4°C. Os efeitos atmosféricos e a emissividade atenuam a radiação que chega ao sensor, fazendo com que, por consequência, as temperaturas estejam em média menores do que realmente o sejam. Após a geração das imagens de emissividade e da temperatura de brilho, por meio do algoritmo *overlay* foi feita a correção da emissividade (Equação 7) para a obtenção da temperatura de superfície:

$$Temperatura\ de\ superfície = \frac{Temperatura\ de\ brilho}{Emissividade} \quad (7)$$

No algoritmo, a primeira imagem, que representa o dividendo, é a temperatura de brilho. A segunda imagem, que constitui os valores de emissividade, representam o divisor. O resultado é a temperatura da superfície (Figura 2) conforme a emissividade de cada alvo, com suas características específicas, que também já foram analisadas neste trabalho.

A Figura 2 mostra os mapas resultantes. Nota-se que houve, como já previsto, um aumento da temperatura após a correção. A temperatura média, por exemplo, passou de 22,9°C para 24,5°C. O valor máximo de 31,4°C para 34,13°C. A Tabela 1 apresenta a distribuição das classes de temperatura obtidas nos dois mapas segundo a área de cada um. Percebe-se que a área da temperatura de superfície aumentou muito para a classe mais alta de temperatura, enquanto que nas classes mais baixas, sua área foi menor que a respectiva para a temperatura de brilho.

Tabela 1: Classes de temperatura obtidas para os mapas de temperatura elaborados para o trabalho.

Classes de Temperatura	Temperatura de brilho	Temperatura da superfície
Menor ou igual a 17°C	5.2074	5.0085
17,1°C a 19°C	25.8831	19.1484
19,1 a 21°C	42.4755	21.1203
21,1°C a 23°C	67.8456	60.6411
23,1°C a 25°C	70.0155	41.2983
25,1°C a 27°C	76.8357	68.0877
Acima de 27°C	12.6882	85.6467
Total da área	300.951	300.951

Fonte: OLIVEIRA, D. A. 2011.

A Figura 2 apresenta o mapa da temperatura da superfície para a bacia hidrográfica do Ribeirão Beija Flor para a data de 7 de setembro de 2010. Nota-se que as áreas das “bordas”, próximas aos divisores da bacia registraram as temperaturas mais altas, correspondendo, visualmente também às áreas que estavam com solo exposto devido ao ciclo de agricultura anual, com valores em média superiores a 25°C.

As áreas que registraram menor temperatura foram os núcleos dos talhões de reflorestamento, com médias inferiores a 19°C. As áreas cobertas com vegetação típica do cerrado registraram temperaturas médias em torno de 21°C a 23°C a mais frias (inferior a 19°C), estas últimas relacionadas a presença de mata ciliar de maior vigor vegetativo, como indicado no mapa de uso e ocupação do solo.

Por meio da análise de uma tabulação cruzada feita entre o mapa da temperatura de superfície e o de uso do solo por meio do algoritmo *crosstab* do IDRISI as maiores temperaturas estão concentradas nas áreas de agricultura e nos locais denominados áreas úmidas, compostos por grandes lagoas de campos de murundus. A Tabela 2 apresenta estes resultados em quantidade de pixels.

As áreas que registraram menor temperatura foram as de reflorestamento, seguidas da área irrigada com pivô central. Depois, seguem as áreas de mata ciliar com alto porte, e que estão situadas em ilhas de fragmentos que restaram da vegetação natural. As áreas de campo cerrado, compostas por gramíneas nas veredas e margens do Ribeirão Beija Flor por exemplo, em solos hidromórficos registraram temperaturas entre 21°C a 25°C em sua maior área. Os valores mais altos ficaram para os solos úmidos, situados nas áreas de lagoas temporárias conhecidas como campos de murundus, talvez pela presença de muita matéria orgânica, que possa aumentar sua dinâmica de decomposição e com isso aumentar a temperatura durante o auge da estação seca.

As áreas classificadas como de solo exposto, utilizadas para agricultura, ocupam a maior parte da área da bacia, com temperaturas acima de 23°C, no período das 10:30, que é horário de passagem do satélite pela região. As áreas com temperaturas mais elevadas ocupam também a maior parte da bacia, restando poucas áreas com temperaturas mais amenas. Entende-se que este pode ser um indicador a mais para a avaliação da qualidade do ambiente

na bacia hidrográfica, no sentido de auxiliar na conservação dos recursos e no entendimento da dinâmica natural do ambiente.

Tabela 2: Tabulação cruzada (quantidade de pixels) entre os resultados de temperatura e uso do solo.

	Classe de temperatura em °C							Total
	≤ 17	17,1 a 19	19,1 a 21	21,1 a 23	23,1 a 25	25,1 a 27	> 27	
Reflorestamento	4883	16983	10888	2768	1055	565	147	37289
Mata Ciliar	547	2356	3188	5048	1732	957	153	13981
Solo exposto/palhada seca	0	270	2614	8191	30399	67735	91615	200824
Solo úmido/área úmida	0	28	234	702	852	372	1912	4100
Campo Cerrado/área úmida	58	1083	6315	50252	11475	5905	1281	76369
Agricultura irrigada	77	529	121	172	50	0	0	949
Solo exposto/solo seco	0	27	107	246	324	119	55	878
Total	5565	21276	23467	67379	45887	75653	95163	2514242

Fonte: OLIVEIRA, D. A., 2011.

#### 4. CONCLUSÕES

Devem ser aperfeiçoadas metodologias de correção dos efeitos atmosféricos que possam aumentar a precisão da estimativa da temperatura na superfície, mas os resultados por ora alcançados permitem uma contribuição ao tema e para a análise ambiental regional. Poderia ser aplicado este método em uma série temporal de imagens para avaliar se houve, nesta região, modificação na temperatura durante os últimos trinta anos, quando a paisagem foi totalmente modificada.

A utilização deste indicador de qualidade ambiental pode aplicado para a fauna, flora e principalmente para os recursos hídricos na avaliação do papel da vegetação, dinâmica da matéria orgânica do solo, ou para avaliar a quantidade de carbono liberado nos últimos anos. Os resultados do cruzamento de informações demonstram um caminho muito interessante para maximizar as análises que vem sendo feitas. Por meio de técnicas simples é possível contribuir para a formação de um banco de dados que atenda a necessidade que existe para melhorar o planejamento ambiental.

#### Referências Bibliográficas

Novo, E. M. L. D. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 3°. ed. São Paulo: Blucher, 2008. 363 p.

Rosa, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6°. ed. Uberlândia: EDUFU, 2007. 248 p.

Souza, J. D.; Silva, B. B. Correção atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM: Landsat 5. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 349-358, Dez. 2005.

Steinke, E. T.; Steinke, V. A.; Saito, C. H. Avaliação da Estimativa da Temperatura de Superfície a partir de imagens de Satélite Landsat TM 5 voltada para Gestão de Bacias Hidrográficas. In: Saito, C. H.

**Desenvolvimento tecnológico e metodológico para mediação entre usuários e comitês de bacia hidrográfica**. 1°. ed. Brasília: Formato9 Produção Gráfica Ltda, 2004. Cap. III, p. 41 -64.