

**ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DE TEMPERATURA SUPERFICIAL NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO PAIOL, IBIÚNA (SP)**

DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020108-124>

**Bruna Martins da Paixão<sup>1</sup>**  
**Hetiany Ferreira da Costa<sup>2</sup>**  
**Bruna Henrique Sacramento<sup>3</sup>**  
**Jocy Ana Paixão de Sousa<sup>4</sup>**  
**Roberto Wagner Lourenço<sup>5</sup>**



**RESUMO**

A ação antrópica possui grande influência nas variações climáticas, principalmente quando se trata das alterações no uso do solo, que são capazes de intensificar a temperatura superficial quando possuem relações com áreas impermeabilizadas ou de atuação agrícola. O objetivo deste trabalho foi analisar espaço-temporalmente as alterações de temperatura de superfície terrestre associadas às alterações de uso do solo e cobertura vegetal em um recorte temporal para o ano de 2010 e 2019, na Bacia Hidrográfica do Rio Paiol, em Ibiúna (SP). O uso do solo e cobertura vegetal de 2010 foi mapeado por interpretação visual de ortofotos Vexcel Ultracam, considerando-se as classes área urbanizada, campo, corpo d'água, cultura permanente, cultura temporária, mata, pastagem e reflorestamento. O produto de 2010 foi retificado a partir de consultas a imagens do Google Earth Pro para obtenção do mapa de uso do solo e cobertura vegetal de 2019. As temperaturas superficiais de 2010 e 2019 foram obtidas de imagens dos satélites Landsat 5 e 8, respectivamente. Todos os procedimentos foram realizados no ArcGIS 10.5. Em ambos os períodos analisados, cultura temporária foi a classe de uso do solo predominante. Os resultados mostraram que as maiores temperaturas se associaram às áreas de cultivos temporários, campos e urbanização, enquanto as menores estão relacionadas às matas. O avanço urbano intensificou o valor máximo e o valor mínimo (que aumentou 3,43 °C). Portanto, esse fato contribuiu para que houvesse ilhas de calor na Bacia Hidrográfica do Rio Paiol.

**Palavras-chave:** Ilhas de calor. Uso da terra. Sensoriamento remoto.

<sup>1</sup>Geógrafa e mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP). E-mail: [bruna.mp@live.com](mailto:bruna.mp@live.com)

<sup>1</sup>Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), Gestora Ambiental pela Universidade de Sorocaba (UNISO) e mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). E-mail: hetiany.fc@gmail.com

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). E-mail: brunahsacramento@gmail.com

<sup>1</sup>Engenheira Florestal pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), mestra em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), no qual atualmente é doutoranda. E-mail: jocy.sousa@unesp.br

<sup>1</sup>Geógrafo pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), mestre e doutor em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Professor na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba. E-mail: roberto.lourenco@unesp.br

## **ANALYSIS OF SURFACE TEMPERATURE CHANGES IN THE PAIOL RIVER WATERSHED, IBIÚNA (SP)**

### **ABSTRACT**

The anthropic action has a large influence on climate changing, especially when it comes to land use modification, which is capable to intensify the surface temperature when it is related to waterproofed or agricultural areas. The aim of this study was doing a temporal and space analyze of the surface temperature changes associated with the land use and vegetation cover modifications in the period of 2010 to 2019, in the Paiol River Watershed, Ibiúna (SP). The land use and vegetation cover of 2010 was mapped by visual interpretation of Vexcel Ultracam orthophotos, considering the classes of urbanized areas, field, lakes, permanent culture, temporary culture, forest, pasture and reforestation. The land use and vegetation cover map of 2010 was rectified by using the Google Earth Pro, so it was possible to produce the land use map and vegetation cover map of 2019. The surface temperatures of 2010 and 2019 were obtained by imagens of Landsat 5 and 8 satellites respectively. All procedures were performed in ArcGIS 10.5. In the both periods that were analyzed, the temporary culture was the predominant land use class. The results showed that higher temperatures were associated with temporary culture areas, urbanization and fields, while lower temperatures were associated with forests. The urban expansion intensified the maximum value and the minimum value of the surface temperature (which increased by 3.43 °C). Therefore, this fact contributed to the existence of heat islands in the Paiol River Watershed.

**Key words:** Heat islands. Land use. Remote sensing.

## **1 INTRODUÇÃO**

O avanço urbano ocorrido nos últimos anos provocou uma série de consequências ambientais relacionadas ao aumento de elementos na paisagem que

possuem alta capacidade de armazenamento de radiação solar, como asfaltos, prédios, ocasionando, concomitantemente, a degradação de vegetação natural nas mais diversas áreas (AYOADE, 2011; SUSSMAN; RAGHAVENDRA; ZHOU, 2019). O avanço do desflorestamento e a substituição da superfície do solo por materiais não evaporativos ou porosos, podem gerar alterações locais de temperatura superficial (KUMAR; ARYA; VOJINOVIC, 2013; GUO et al., 2019), demonstrando que em estudos climáticos, a ação antrópica torna-se um fator indispensável.

A diversificação do uso do solo, pode gerar também uma diversificação quanto ao balanço energético, alterando a dinâmica climática atuante nas áreas (GUHA et al., 2018; CORREIA FILHO et al., 2019). Assim, as alterações referentes ao uso e ocupação do solo podem gerar mudanças na temperatura superficial em função de sua influência no equilíbrio e distribuição da energia na superfície, impactando o solo, a vegetação e a paisagem local (LOMBARDO, 1985; COELHO, 2013; PEREIRA et al., 2017).

A aquisição de dados referentes à temperatura superficial pode ocorrer a partir de técnicas de sensoriamento remoto, considerando-se a emissão de energia eletromagnética dos elementos na faixa do infravermelho termal, que é captada no formato de imagem por sensores presentes em satélites ou aviões (JENSEN, 2009; PIRES; FERREIRA JUNIOR, 2015). Além disso, tais técnicas tornam possível a realização de análises multitemporais, pois oferecem uma ampla quantidade de dados pertencentes a diferentes recortes temporais a respeito das mais diversas localidades.

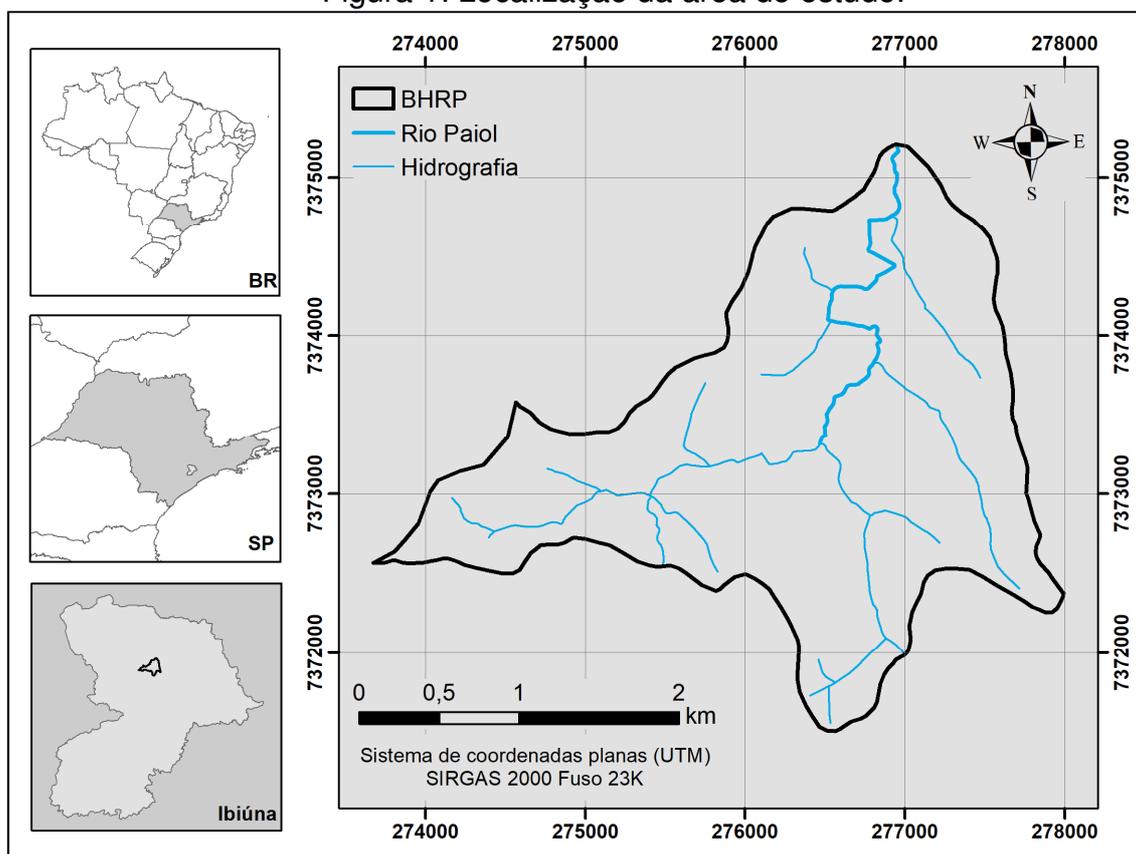
Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar espaço-temporalmente as alterações de temperatura de superfície terrestre (TST) associadas às alterações de uso do solo e cobertura vegetal em um recorte temporal para o ano de 2010 e 2019, na Bacia Hidrográfica do Rio Paiol (BHRP) em Ibiúna (SP).

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Caracterização da área de estudo**

A área de estudo, BHRP, localiza-se em Ibiúna, centro oeste do estado de São Paulo, com população estimada de 78.262 habitantes e área da unidade territorial de 1.058,082 km<sup>2</sup>, de acordo o IBGE (2018).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Os autores.

A BHRP caracteriza-se como parte da região da Bacia do Alto Sorocaba, que possui grande parte de sua economia baseada na agricultura. Além disso, o Rio Paiol contribui indiretamente para a formação do Rio Sorocaba, sendo que sua Bacia Hidrográfica se localiza a montante do Reservatório de Itupararanga, que é um manancial de grande importância, considerando aspectos de regularização do regime hidráulico do Rio Sorocaba e também de abastecimento público da região (SALLES et al, 2008; PEDRAZZI et al., 2014).

A área de estudo insere-se no bioma Mata Atlântica e a fitofisionomia predominante dos fragmentos florestais é a Floresta Ombrófila Densa (VIDAL et al, 2007; FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2009). A região da BHRP faz parte da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo e da Área de Proteção Ambiental de

Itupararanga, que envolve toda a bacia de contribuição do Reservatório de Itupararanga (CONCEIÇÃO et al., 2011).

O clima encontra-se entre 50 e 80% Cwb, que se caracteriza como úmido quente com invernos secos (DUBREUIL et al., 2017). Além disso, os ventos atuantes são oriundos do quadrante sudeste (SSE) no período seco e do quadrante noroeste (WNW) no período chuvoso (IPT, 2005).

## **2.2 Materiais e métodos**

O mapa de uso do solo e cobertura vegetal da BHRP foi elaborado por meio do Software ArcGIS 10.5 (ESRI, 2016) adotando-se os procedimentos de interpretação visual. Para isto foram utilizadas as ortofotos do sensor Vexcel Ultracam em composição colorida, referentes ao ano de 2010, com resolução de 0,45 cm, pertencente ao Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC, 2010),

Sobre a composição colorida foram realizados os procedimentos de vetorização das classes de usos da terra, sendo levados em conta elementos básicos, como a cor, textura, padrão, forma e entre outros (LOCH, 1993; TEMBA, 2000; GOMES, 2001; FLORENZANO, 2002; MOREIRA, 2003). A definição das classes de uso do solo e cobertura vegetal foi baseada no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) e foram correspondentes a área urbanizada, campo, corpo d'água, cultura permanente, cultura temporária, mata, pastagem e reflorestamento.

Em seguida foi realizada a retificação da classificação realizada através da utilização do software Google Earth Pro (GOOGLE LLC, 2019), para que fossem feitos os ajustes necessários com base nas alterações notadas para o ano de 2019, conforme exposto por Leonardi et al. (2003), sendo necessária também, a validação em campo. Ao final desta etapa foi obtido também, o mapa de uso do solo e cobertura vegetal para o ano de 2019.

Para a aquisição de informações de TST da área de estudo, foram adquiridas imagens do satélite Landsat 8 referentes ao ano de 2019 e do Landsat 5 para o ano de 2010 através do portal Earth Explorer pertencente ao Serviço Geológico Norte-Americano (USGS - United States Geological Survey).

Esses satélites, além de apresentarem banda termal (banda 6 para o Landsat 5 e banda 10 para o Landsat 8), possuíam imagens com menos de 20% de interferência de nuvens em períodos semelhantes do mês de abril considerando os

anos de 2010 e 2019, o que possibilita gerar resultados mais condizentes com a TST apresentada nos períodos analisados.

Tabela 1. Imagens utilizadas.

Satélite/Sensor	Data de aquisição
TM/Landsat 5	18/04/2010
OLI e TIRS/ Landsat 8	27/04/2019

Fonte: USGS - *United States Geological Survey* (2010/2019).

A partir da aplicação de técnicas de geoprocessamento e utilizando o software ArcGIS 10.5, as imagens tiveram os seus respectivos números digitais de pixel convertidos em unidades de radiância, através da Equação 1 (USGS, 2019):

$$L_{\lambda} = \frac{L_{\lambda max} - L_{\lambda min}}{(Q_{CALMAX} - Q_{CALMIN})} \times (Q_{CALMAX} - Q_{CALMIN}) + L_{min} \lambda \quad (1)$$

Sendo:

$L_{\lambda}$ : Radiância espectral em sensor de abertura ( $W/(m^2 sr \mu m)$ );

$Q_{CAL}$ : Valor de pixel quantizado e calibrado (DN);

$L_{\lambda min}$ : A radiância espectral que é dimensionado para  $Q_{CALMIN}$  (W);

$L_{\lambda max}$ : A radiância espectral que é dimensionado para  $Q_{CALMAX}$  (W);

$Q_{CALMIN}$ : O valor mínimo do pixel quantizado e calibrado, correspondente a  $L_{\lambda min}$  (DN);

$Q_{CALMAX}$ : O valor máximo quantizado e calibrado de pixel, correspondente a  $L_{\lambda max}$  (DN).

Em seguida os valores de radiância foram transformados em valores de temperatura na unidade kelvin a partir Equação 2 (USGS, 2019):

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad (2)$$

Sendo:

T: Temperatura efetiva no satélite (K);

$K_2$ : Constante de calibração 2 = 1.321,08 (K);

$K_1$ : Constante de calibração 1 = 774,89 (K);

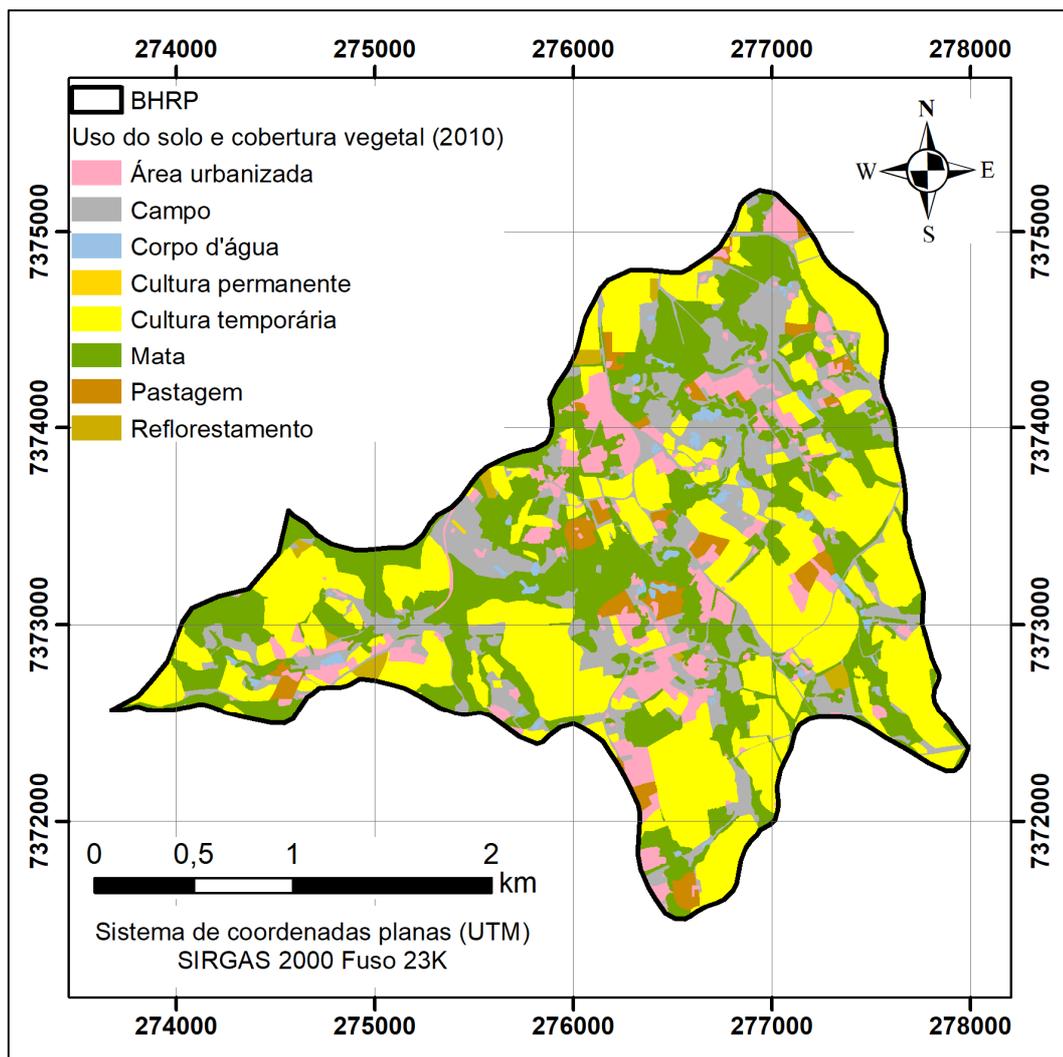
$L_{\lambda}$ : Radiância espectral em sensor de abertura de em ( $W/(m^2 sr \mu m)$ ).

Os valores obtidos foram convertidos de kelvin para graus Celsius (°C) a partir da seguinte equação: ( $^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Mapa de uso do solo e cobertura vegetal de 2010 pode ser observado na Figura 2.

Figura 1. Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da BHRP de 2010.

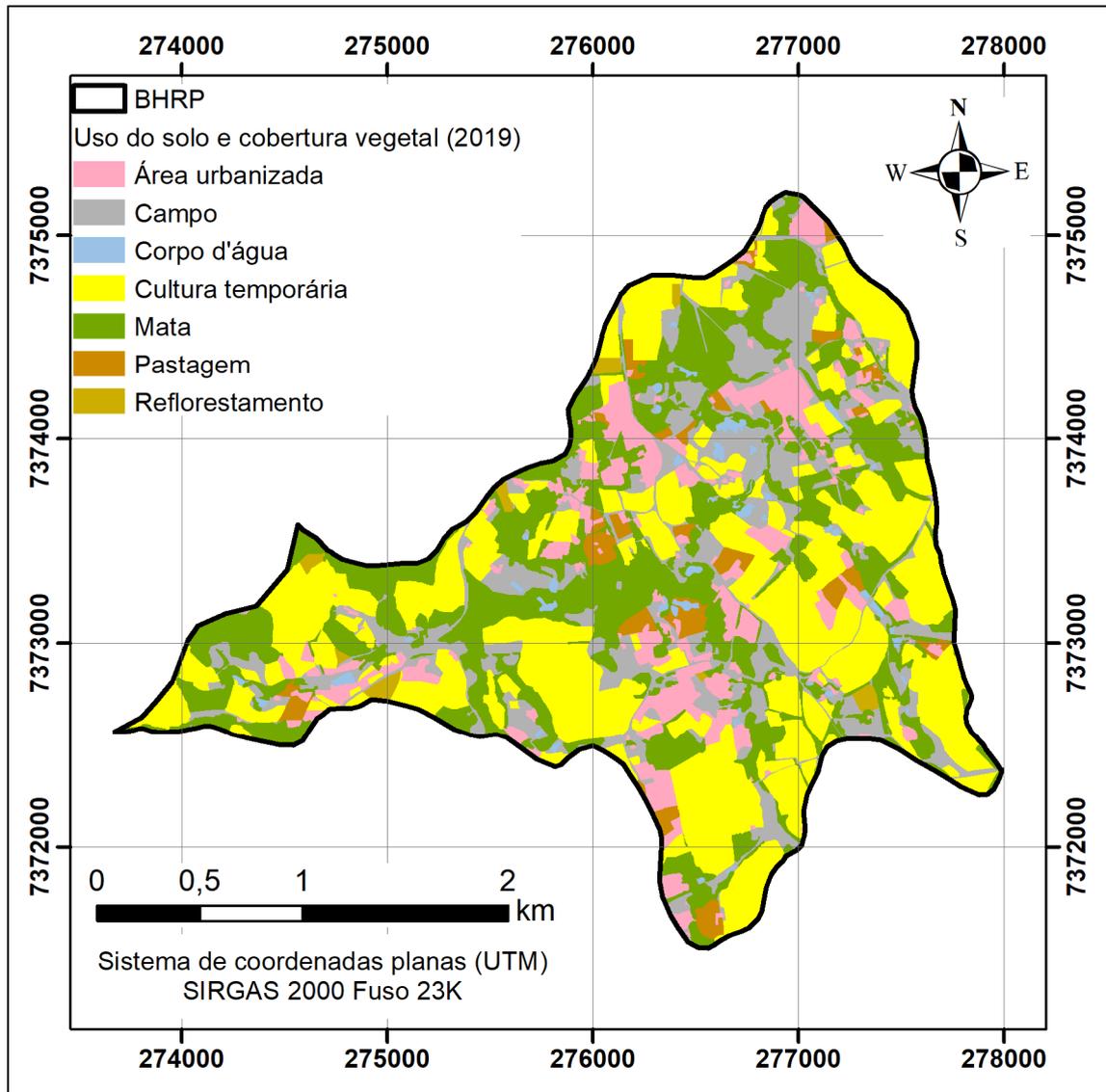


Fonte: Os autores.

Ao analisar o mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal do ano de 2010, nota-se que as classes predominantes na área são as de cultura temporária (245 ha e 37,18%), mata (204,82 ha e 31,08%) e campo (116 ha e 17,61%), respectivamente,

demonstrando a predominância da agricultura e de aspectos naturais. O mapa de uso do solo e cobertura vegetal 2019 é apresentado na Figura 3.

Figura 2. Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da BHRP de 2019.



Fonte: Os autores.

O quantitativo da área territorial ocupada por cada classe de uso do solo e cobertura vegetal mapeada em 2010 e 2019 pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Quantitativos das classes de uso do solo e cobertura vegetal da BHRP.

Classes	2010		2019	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Área urbanizada	59,14	8,98	67,31	10,21
Campo	116,04	17,61	111,74	16,96
Corpo d'água	8,16	1,24	7,86	1,19
Cultura permanente	0,17	0,03	-	-
Cultura temporária	245,00	37,18	250,15	37,96
Mata	204,82	31,08	194,34	29,49
Pastagem	19,85	3,01	21,54	3,27
Reflorestamento	5,78	0,88	6,01	0,91
<b>TOTAL</b>	<b>658,96</b>	<b>100</b>	<b>658,96</b>	<b>100</b>

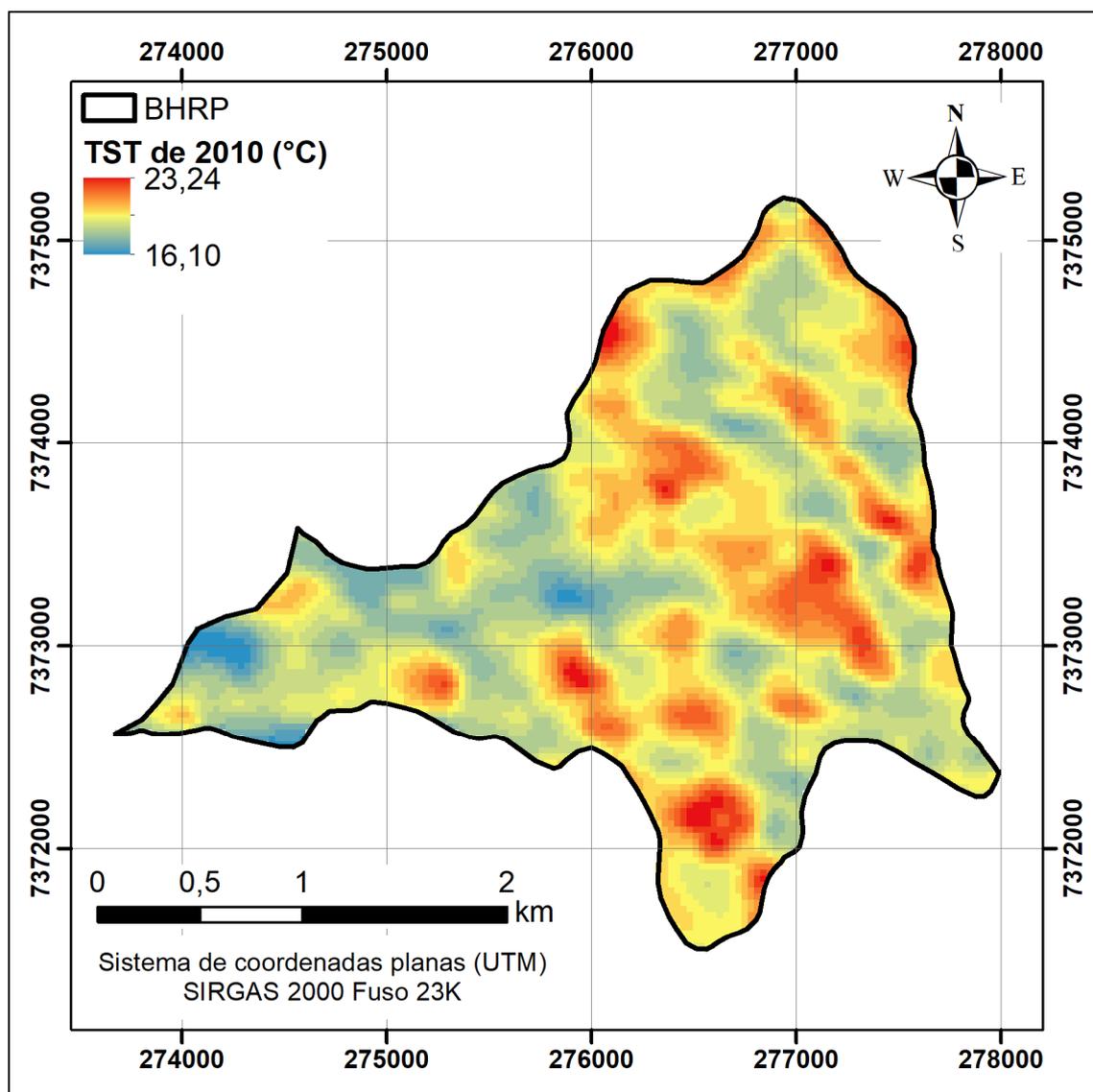
Fonte: Os autores.

Na Tabela 2 observa-se que para o ano de 2019 houve uma redução das classes de campo, corpo d'água e mata, que correspondem a 0,65%, 0,05% e 1,59%, respectivamente. Enquanto as áreas urbanizadas, de cultura temporária, reflorestamento e pastagem apresentaram um aumento que totalizam aproximadamente 2,6%.

Ao se comparar os períodos observa-se que a maior redução ocorreu com as áreas de matas e a classes que apresentou maior ganho foi a área urbanizada. No ano de 2019, houve o avanço urbano em áreas que em 2010 eram de campo e mata, demonstrando a expansão urbana da bacia, apesar da predominância continuar sendo agrícola (250,15 ha e 37,96%).

O mapeamento do TST de 2010 pode ser observado na Figura 4.

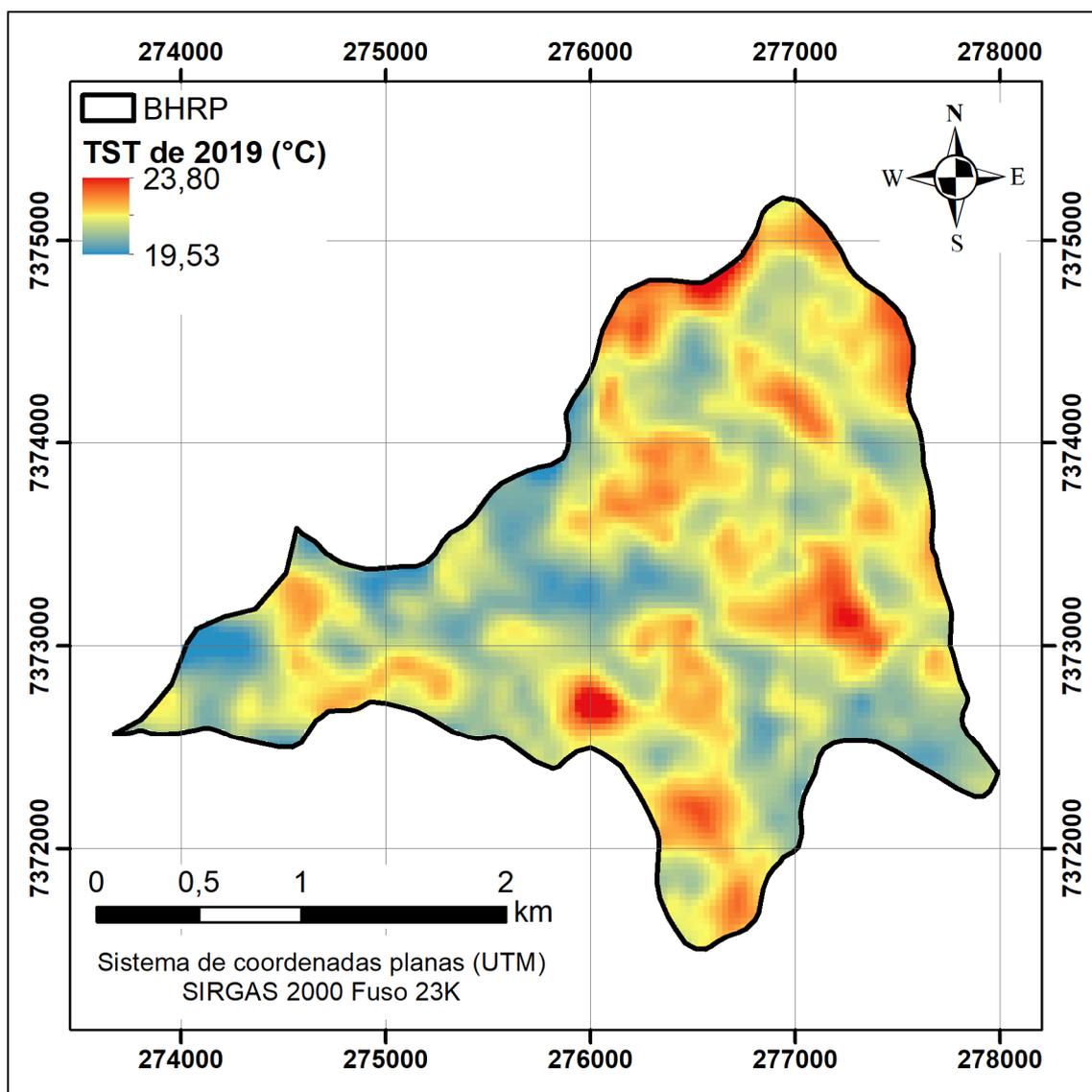
Figura 3. TST da BHRP de 2010.



Fonte: Os autores.

A TST máxima obtida no ano de 2010 foi de 23,24 °C e a mínima foi de 16,10°C. As maiores temperaturas predominam em áreas de cultura temporária e em pequenos trechos de área urbanizada. Esse panorama pode se relacionar com o solo exposto e, no caso da área urbanizada, com elementos de concreto e asfalto (CHEN et al., 2017). É evidente a importância das áreas de mata, que abrangem os valores mais baixos de temperatura, garantindo o conforto térmico (BUYANTUYEV; WU, 2012) e ideal para a garantia da qualidade de vida da população local. Na Figura 5 observa-se a TST obtida para o ano de 2019.

Figura 4. TST da BHRP de 2019.



Fonte: Os autores.

Em 2019, a TST máxima obtida foi de 23,80°C e a mínima foi de 19,53°C. Apesar da TST máxima não ter sofrido expressivas alterações considerando os dois anos, a TST mínima aumentou de forma significativa, apresentando em 2019, um valor de 3,43 °C a mais do que em 2010.

Em estudo semelhante realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Vieira, localizado ao norte do estado de Minas Gerais, Leite e Brito (2012) constataram a mesma relação. A recuperação e, conseqüentemente, aumento de áreas vegetadas proporcionou a diminuição das médias de TST na região e, em contrapartida, a substituição da vegetação natural por usos antrópicos, como pastagem e área urbana

resultaram em maiores TST (LEITE; BRITO, 2012). Fausto et al. (2016) também analisaram essa relação no município de Barra do Bugres, no estado de Mato Grosso. Em locais de agricultura e solo exposto, a TST superficial foi superior aos de vegetação.

Assim, é possível inferir que o avanço urbano e a consequente perda de mata tenham sido os principais fatores responsáveis pelo aumento significativo da TST mínima encontrada na área de estudo e também pelo aumento da TST máxima.

Tabela 3. Quantitativo das TST médias por classes de uso do solo e cobertura vegetal em cada período analisado

Classes	2010	2019
	(média em °C)	(média em °C)
Área urbanizada	20,12	21,51
Campo	19,35	21,01
Corpo d'água	19,14	20,96
Cultura permanente	18,98	-
Cultura temporária	20,07	21,40
Mata	18,74	20,67
Pastagem	20,08	21,51
Reflorestamento	19,09	20,94

Fonte: Os autores.

A partir dos dados da Tabela 3, é possível notar que houve um aumento da TST em todas as classes de uso do solo e cobertura vegetal mapeadas entre os períodos analisados. Caioni et al. (2017) também observaram o aumento da TST em análise multitemporal no município mato-grossense de Carlinda. De acordo com estes autores, essas alterações podem contribuir para a alterações do regime hídrico local.

Conforme observado na análise multitemporal do uso do solo e cobertura vegetal, houve redução no percentual de mata e isso pode contribuir para a alterações na dinâmica da evapotranspiração e, conseqüentemente na disponibilidade de água na atmosfera. A água é um elemento de considerável capacidade térmica e sua

diminuição na atmosfera ocasionaria a incidência de maiores temperaturas, fenômeno que deve ser analisado na BHRP.

Segundo Gartland (2010) e Sussman, Raghavendra e Zhou (2019), as ilhas de calor são caracterizadas por concentrar as temperaturas mais quentes em determinado local se comparado com sua área circunvizinha, formando um “oásis inverso”.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É possível concluir que a ação antrópica, mais especificamente relacionada às práticas agrícolas e avanço urbano, impactou no clima local, gerando a concentração de altas TST, enquanto as áreas de mata, apresentam os menores valores, evidenciando a importância da vegetação para o conforto térmico. Além disso, considerando ambos recortes temporais, nota-se o aumento de cerca de 3,43 °C no valor mínimo encontrado, mostrando a intensificação do panorama encontrado em 2010. As ilhas de calor tornam-se predominantes na BHRP, sendo que o fenômeno se intensificou no período estudado, visto que TST máxima e mínima aumentaram.

Estudos posteriores incluindo a análise de outras variáveis biofísicas como evapotranspiração podem auxiliar a compreender o fenômeno observado na área de estudo. Dessa forma, é possível a adoção de medidas mitigadoras por parte dos responsáveis pela gestão no local. Isso assegura uma maior qualidade do meio ambiente, conseqüentemente, da saúde e bem-estar da população local.

#### **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

#### **REFERÊNCIAS**

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2011, 350p.

BUYANTUYEV, A.; WU, J. Urbanization diversifies land surface phenology in arid environments: Interactions among vegetation, climatic variation, and land use pattern in the Phoenix metropolitan region, USA. **Landscape and Urban Planning**, v. 105, p. 149, 159, 2012.

CAIONI, C.; NEVES, S. M. A. S.; SEABRA JUNIOR, S.; NEVES, R. J. ANÁLISE MULTITEMPORAL DA TEMPERATURA SUPERFICIAL DO MUNICÍPIO DE CARLINDA - MATO GROSSO. **Boletim de Geografia**, v. 35, n. 3, p. 26-40, 2017.

CHEN, Y.; CHIU, H.; SU, Y.; WU, Y.; CHENG, K. Does urbanization increase diurnal land surface temperature variation? Evidence and implications. **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 247-258, 2017.

COELHO, N. L. A. Distribuição das classes de temperatura de superfície a partir da faixa do infravermelho termal do sensor TM/Landsat-5 no município de Vitória (ES). In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16., 2013, Paraná, **Anais.**, Foz do Iguaçu. INPE., 2013, p.0826 – 0833.

CONCEIÇÃO, F. T.; SARDINHA, D. S.; NAVARRO, G. R. B.; ANTUNES, M. L. P.; ANGELUCCI, V. A. Composição química das águas pluviais e deposição atmosférica anual na Bacia do Alto Sorocaba (SP). **Revista Quim. Nova**, Vol. 34, No. 4, 610-616, 2011.

CORREIA FILHO, W. L. F.; SANTIAGO, D. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; SILVA JUNIOR, C. A. Impact of urban decadal advance on land use and land cover and surface temperature in the city of Maceió, Brazil. **Land Use Policy**, v. 87, 2019.

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O. SANT'ANNA NETO, J. L. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 a 2015. **EchoGéo**, v. 41, p. 1-27, 2017.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **ArcGis 10.5**. 2016.

FAUSTO, M. A.; ANGELINI, L. P.; MARQUES, H. O.; SILVA FILHO, A.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. Impacto da alteração do uso do solo no saldo de radiação no Cerrado do sul de Mato Grosso. **Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 350-361, 2016.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) Itupararanga**. 2009. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/plano-de-manejo-apa-itupararanga/>>. Acesso em: 1 maio 2019.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

GOOGLE LLC. **Google Earth Pro**, v. 7.3, Mountain View, 2019.

GUO, L.; LIU, R.; MEN, C.; WANG, Q.; MIAO, Y. ZHANG, Y. Quantifying and simulating landscape composition and pattern impacts on land surface temperature: A decadal study of the rapidly urbanizing city of Beijing, China. **Science of The Total Environment**, v. 654, p. 430-440, 2019.

GUHA, S. GOVIL, H.; DEY, A.; GILL, N. Analytical study of land surface temperature with NDVI and NDBI using Landsat 8 OLI and TIRS data in Florence and Naples city, Italy. **European Journal of Remote Sensing**, v. 51, n. 1, p. 667-678, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2013, 124, 3ª ed.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (IGC). **Ortofoto Oeste de SP**. 2010. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: mar. 2018.

JENSEN, J. R. (2009). **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São Jose dos Campos: Editora Parentese. 598p.

KUMAR, D. S.; ARYA, D. S.; VOJINOVIC, Z. Modeling of urban growth dynamics and its impact on surface runoff characteristics. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 41, p. 124-135, 2013.

LEITE, M. R.; BRITO, J. L. S. SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ANÁLISE TEMPORAL DA RELAÇÃO USO DA TERRA / TEMPERATURA E ALBEDO DE SUPERFÍCIE NA BACIA DO RIO VIEIRA NO NORTE DE MINAS GERAIS. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 8, n. 10, p. 98-120, 2012.

LOCH, C. **Noções básicas para interpretação de imagens aéreas, bem como algumas de suas aplicações nos campos profissionais**. Florianópolis, UFSC 3ª ed rev. e. ampl., 1993. 120p.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244 p.

PEDRAZZI, F. J. M.; CONCEIÇÃO, F. T.; SARDINHA, D. S.; MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, M. Avaliação da qualidade da água no reservatório de Itupararanga, bacia do Alto Sorocaba. **Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 26-38, 2014.

PEREIRA, B. R.; MEES, M. B.; LEITE, M. R.; MAGALHÃES F. R. D. Análise da gestão ocupacional em Montes Claros – MG: Impactos do uso do solo e suas consequências na temperatura de superfície. **Revista Cerrados (Unimontes)**, v. 15, p. 285, 2017.

PIRES, E. G.; FERREIRA JUNIOR, L. G. Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 17, 2015, João Pessoa, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015, Artigo, p. 7421-7428. CD-ROM, On-line. ISBN: 978-85-17-0076-8. Disponível em:<<http://urlib.net/8JMKD3MGP6W34M/3JM4K3G>>. Acesso em: 01 ago. 2019.

SALLES, M. H. D.; CONCEIÇÃO, F. T.; ANGELUCCI, V. A.; SIA, R.; PEDRAZZI, F. J. M.; CARRA, T. A.; MONTEIRO, G. F.; SARDINHA, D. S.; NAVARRO, G. R. B. Avaliação simplificada de impactos ambientais na Bacia do Alto Sorocaba (SP). **REA – Revista de estudos ambientais**, v.10, n. 1, p. 6-20, jan./jun. 2008.

SUSSMAN, H. S.; RAGHAVENDRA, A.; ZHOU, L. Impacts of increased urbanization on surface temperature, vegetation, and aerosols over Bengaluru, India. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 16, 2019.

VIDAL, M. M.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T.; METZGER, J. P. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 521-532, 2007.

