

MUDANÇAS DO USO E COBERTURA DA TERRA E SUA RELAÇÃO COM A VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NO MUNICÍPIO DE MOGI DAS CRUZES-SP

Luanna de Oliveira Milantoni¹, André Marcondes Andrade Toledo²

¹ Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Lagoa do Sino, Buri-SP.

E-mail: luannamilantoni@hotmail.com

² Professor Associado 3, da área de Topografia e Geoprocessamento do curso de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Lagoa do Sino, Buri-SP.

Recebido em: 15/05/2022 – Aprovado em: 15/06/2022 – Publicado em: 30/06/2022

DOI: 10.18677/EnciBio_2022B25

trabalho licenciado sob licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

RESUMO

Este estudo teve como objetivo geral utilizar o geoprocessamento para analisar as variações e relações de uso e ocupação da terra e de temperatura no município de Mogi das Cruzes-SP, considerando os anos de 1989, 1999, 2009 e 2019. Neste sentido, foram definidas e quantificadas as classes destes parâmetros a partir de produtos de sensoriamento remoto. As atividades desenvolvidas envolveram aquisição de imagens de satélites, as quais foram processadas para elaboração de mapas e análise da variação espaço-temporal do uso da terra e temperatura em um período de 30 anos. Os mapas de uso e cobertura da terra foram adquiridos da plataforma MapBiomias, e para temperatura da superfície foram adquiridas e processadas imagens *Landsat*, correspondente ao infravermelho termal. Os resultados evidenciaram as mudanças no uso e cobertura da terra no período de 1989 a 2019, com diminuição de atividade agropecuária, de aproximadamente 49 Km², cedendo espaço para expansão urbana, com aumento de 32,6 km². Nas áreas urbanas ocorrem temperaturas mais elevadas, enquanto temperaturas mais baixas são observadas nas classes corpos d'água e floresta. Vale ressaltar que objetivou-se neste trabalho principalmente testar a metodologia de análise da relação entre temperatura da superfície terrestre e determinadas classes de uso e cobertura da terra. Neste contexto, a metodologia mostrou-se satisfatória e os resultados comprovam ocorrência de temperaturas mais elevadas em áreas urbanas.

PALAVRAS-CHAVE: Banda termal, Geoprocessamento, Sensoriamento remoto.

CHANGES IN LAND USE AND COVER AND RELATIONSHIP WITH TEMPERATURE VARIATION IN THE MOGI DAS CRUZES-SP

ABSTRACT

This study had the general objective using geoprocessing to analyze the variations and effects of land use and cover and temperature in the Mogi das Cruzes-SP, considering the years 1989, 199, 2009 and 2019. In this sense, the parameter classes were quantified from remote sensing products. Satellite images were acquired for the elaboration of maps and spatial and temporal analysis of temperature and land use and cover over a period of 30 years. Land use and cover maps were acquired from the MapBiomias platform, and for surface temperature by

processing of Landsat satellite (thermal infrared images). The results showed changes in land use and cover from 1989 to 2019, with an increase in agricultural activity of approximately 49 km², giving way to urban expansion, with an increase of 32.6 km². In urban areas high temperatures are observed. Low temperatures occur in forest and water resources. It is worth mentioning that the main objective of this study was to test the methodology of analysis of the relationship between earth surface temperature and classes of land use and cover. In this context, the methodology was shown to be great and the results show occurrence of higher temperatures in urban areas.

KEYWORDS: Thermal band, Geoprocessing, Remote sensing.

INTRODUÇÃO

Com o fim da Revolução Industrial, a urbanização e o crescimento populacional se intensificaram. Nesta época, a população mundial saltou de 300 milhões de habitantes para 800 milhões, porém apenas 2% residiam em áreas urbanas. Em 1950, atinge-se o número de três bilhões de pessoas no mundo e 20% habitavam a zona urbana (ALVES, 2018). No Brasil, estima-se que atualmente, 80% da população se concentra em áreas urbanizadas (FARIAS *et al.*, 2017).

Diante da acentuada expansão demográfica, a população vem sofrendo diversas consequências, dentre elas as alterações climáticas. Uma dessas modificações são as ilhas de calor, cuja principal característica é o aumento da temperatura nos centros urbanos (AMORIM, 2020).

Este fenômeno é descrito pelas mudanças distintas na temperatura do ar no ambiente rural e urbano. Através de dados históricos das condições meteorológicas conseguiu-se analisar, e concluir, que a intensificação das ilhas de calor ocorre conforme as cidades se expandem. Nestas áreas, a variação da temperatura é intensificada por diversos fatores como as construções verticais, asfaltamento, remoção da vegetação local, grande circulação de automóveis, indústrias, entre outros (COLTRI, 2009).

A intensidade das ilhas de calor varia ao longo do dia, visto que, a diferença entre as temperaturas das regiões urbanas e rurais são pequenas durante o período da manhã. Já ao decorrer do dia, a temperatura tende a aumentar devido ao fato das superfícies urbanas se aquecerem e, conseqüentemente, ocorre aquecimento do ar. Ao anoitecer, a intensidade da ilha de calor geralmente é mais forte, pois as superfícies urbanas continuam a liberar calor (GARTALND, 2011).

Segundo Frota Júnior *et al.* (2018), o mau planejamento das cidades é o principal agravante deste fenômeno, pois ocorre em locais onde as áreas construídas são predominantes em relação às áreas verdes. Os impactos negativos desta anomalia geram desconforto térmico e impedem a boa qualidade de vida da população (RIBEIRO, 2019).

O geoprocessamento entra como um aliado na identificação das ilhas de calor pois dispõe de ferramentas e processos computacionais que possibilitam a identificação deste desequilíbrio urbano, visto que certas imagens de satélites apresentam informações sobre a temperatura da superfície terrestre. Essas imagens são encontradas de maneira gratuita e possuem um grande registro histórico (ROMERO *et al.*, 2020)

O programa espacial desenvolvido pelos Estados Unidos da América, *Explorer Mission*, foi o pioneiro a gerar dados de mapeamento termal por imagens de satélite no ano de 1978. No satélite foi acoplado um radiômetro de mapeamento

de capacidade calorífica e foram medidas as temperaturas de superfície da região urbana em Buffalo, Nova York (BRAGANÇA, 2020).

Diante do exposto, observa-se que é de suma importância que sejam desenvolvidas pesquisas que visem analisar a relação do uso e ocupação da terra e do aumento da temperatura da superfície terrestre, pois expressivas variações térmicas ocorrem nas cidades e afetam diretamente os cidadãos que nelas habitam.

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho foi analisar as variações e relações de uso e ocupação da terra e de temperatura no município de Mogi das Cruzes-SP, considerando os anos de 1989, 1999, 2009 e 2019. Os objetivos específicos deste projeto foram:

- Gerar mapas temporais de uso e ocupação da terra para o município de Mogi das Cruzes;
- Gerar mapas temporais de temperatura da superfície terrestre;
- Quantificar a ocorrência de cada temperatura da superfície terrestre em cada tipo de uso e ocupação da terra;

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo escolhida compreendeu o município de Mogi das Cruzes, localizada na região metropolitana do estado de São Paulo, com área em torno de 712 km² e população de aproximadamente 455.587 habitantes (IBGE, 2022). O clima majoritário da região é o subtropical úmido (Cfa), de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, sendo que no verão a temperatura média atinge valores superiores aos 22 °C (EMBRAPA, 2021).

• Aquisição dos Dados

Foram adquiridas imagens do satélite Landsat 5 e 8 com recorte temporal correspondente aos anos de 1989, 1999, 2009 e 2019, disponibilizadas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do Remote Pixel. Também foi realizado o *download* dos limites municipais do estado de São Paulo disponibilizados no site do IBGE.

Para o Landsat 5 realizou-se a aquisição das bandas 6 (termal), 4 (infravermelho próximo) e 3 (vermelho). Para o Landsat 8 realizou-se a aquisição das bandas 10 (termal), 5 (infravermelho próximo) e 4 (vermelho). Detalhes das imagens utilizadas encontram-se no quadro 1 a seguir.

QUADRO 1. Informações das imagens de satélite adquiridas e utilizadas para o mapeamento.

Satélite	Sensor	Data de Aquisição	Órbita/Ponto
Landsat 5	TM	14/08/1989	219/76
Landsat 5	TM	26/08/1999	219/76
Landsat 5	TM	24/10/2009	219/76
Landsat 8	TM	04/09/2019	219/76

O *software* utilizado para os processamentos das imagens foi o Arcgis. As imagens de satélite foram reprojetadas por meio da ferramenta *reproject* para Sirgas 2000 e com o *Extract by Mask* extraiu-se o limite do município das imagens. Os demais passos foram feitos no *raster calculator* e estão dispostos a seguir.

- **Temperatura da Superfície Terrestre**

Para a elaboração dos mapas de temperatura da superfície terrestre, adotou-se a metodologia proposta por Giannini *et al.*, (2015). Estes procedimentos foram realizados para os anos de 1989, 1999 e 2009. Para a elaboração do mapa de temperatura da superfície terrestre do ano de 2019, seguiu-se a metodologia proposta por Anandababu *et al.*, (2018).

Ambas metodologias diferem apenas na equação para obtenção da radiância espectral, nos valores para cada incógnita obtidos no metadados do respectivo satélite e na numeração das bandas utilizadas. A seguir estão dispostas as equações utilizadas para se obter a temperatura da superfície terrestre.

a) Radiância Espectral (TOA)

Utilizando-se a banda termal 6 do Landsat 5 converteu-se os níveis de cinza em TOA.

$$TOA = \left(\frac{L_{max} - L_{min}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right) * (Q_{cal} - Q_{calmin}) + L_{min}$$

Onde:

TOA: Radiância espectral;

L_{min}: Radiância espectral mínima;

L_{max}: Radiância espectral máxima;

Q_{cal min}: Valor mínimo do pixel em níveis de cinza;

Q_{cal max}: Valor máximo do pixel em níveis de cinza;

Q_{cal}: Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza.

Para o Landsat 8, utilizando-se a banda termal 10, converteu-se os níveis de cinza em TOA.

$$TOA = ML * Banda Termal + AL$$

Onde:

TOA: Radiância espectral;

ML: Fator de escala relativo para a banda específica;

AL: Fator aditivo escalado por banda.

b) Conversão da Radiância Espectral para Temperatura Sem Correção

Após a conversão em TOA obteve-se a temperatura da superfície Terrestre sem correção.

$$T_{sc} = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{TOA} + 1\right)} - 273.15$$

Onde:

T_{sc}: Temperatura sem correção atmosférica;

K₁: Constante de calibração 1 do satélite;

K₂: Constante de calibração 2 do satélite;

TOA: Radiância espectral.

c) Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI)

Com as bandas do vermelho e infravermelho próximo realizou-se o cálculo do NDVI. Para o Landsat 5 utilizou-se as bandas 3 e 4 e para o Landsat 8 utilizou-se as bandas 4 e 5.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Onde:

NDVI: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada;

NIR: Banda infravermelho próximo;

RED: Banda vermelho.

d) **Proporção de Vegetação**

Para gerar o índice de vegetação é preciso utilizar os valores obtidos no cálculo do NDVI.

$$PV = \left[\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right]^2$$

Onde:

PV: Proporção de vegetação;

NDVI: Imagem obtida no cálculo de NDVI;

NDVI_{min}: Valor mínimo obtido na imagem de NDVI;

NDVI_{max}: Valor máximo obtido na imagem de NDVI.

e) **Emissividade**

A emissividade foi calculada por meio do índice de vegetação obtido anteriormente.

$$E = 0.004 * PV + 0,986$$

Onde:

E: Emissividade;

PV: Imagem da proporção de vegetação.

f) **Temperatura da Superfície Terrestre com correção da emissividade**

Último processamento para se obter a temperatura da superfície terrestre, em graus Celsius, com correção da emissividade utilizando os processamentos obtidos em TOA e na emissividade.

$$LST = \frac{T_{sc}}{1 + \left(\frac{\lambda + T_{sc}}{1438} \right) * \ln \ln (E)}$$

Onde:

LST: Temperatura com correção atmosférica;

T_{sc}: Temperatura sem correção atmosférica;

λ: Comprimento de onda da banda termal;

E: Emissividade.

• **Uso e ocupação da terra**

Por meio do *Google Earth Engine*, realizou-se a aquisição do uso e cobertura do solo da Coleção 5.0 do Mapbiomas para os anos de 1989,1999,2009 e 2019. Realizou o *download* para o Estado de São Paulo e então extraiu-se a área de estudo. Em seguida, reclassificou-se os tipos de uso do local em 5 grandes classes conforme ilustra o quadro 2 a seguir.

QUADRO 2. Reclassificação do Uso e ocupação da terra

Classes do MapBiomas	Reclassificação
Formação Florestal	Floresta
Floresta Plantada	
Pastagem	Agropecuária
Cana de açúcar	

Mosaico de Agricultura e Pastagem	
Outras Lavouras Temporárias	
Afloramento Rochoso	Outros
Infraestrutura Urbana	Urbanização
Outras áreas não vegetadas	
Rio, Lago e Oceano	Corpo D'água

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até meados de 1940, Mogi das Cruzes possuía características propriamente rurais e com o passar dos anos tais características foram se alterando devido a chegada de indústrias dos mais variados segmentos. Atualmente Mogi das Cruzes se destaca por ser uma potência importante na agricultura sendo considerada um dos maiores produtores hortícolas do País (PREFEITURA DE MOGI DAS CRUZES, 2019).

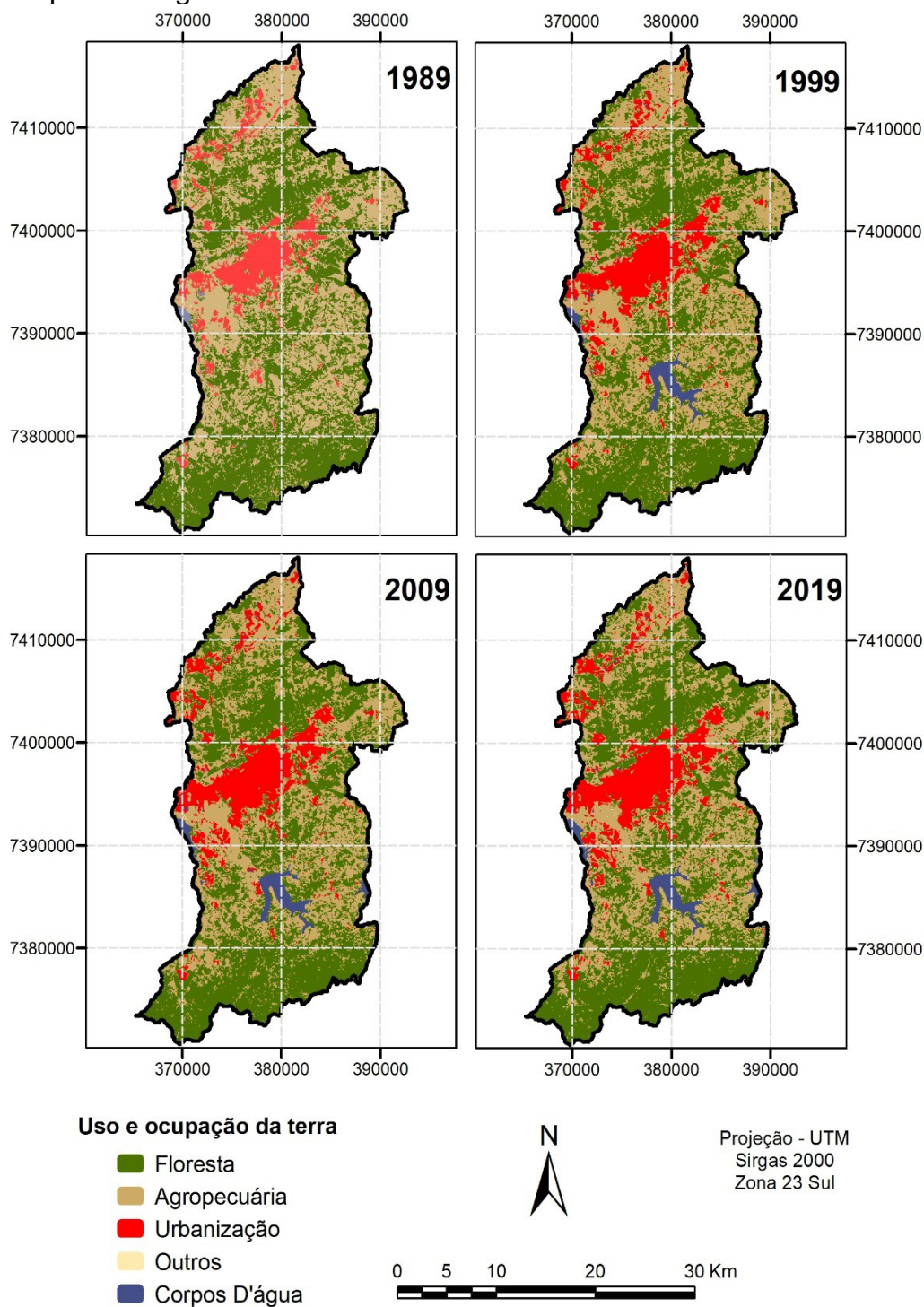
Os mapas de uso e ocupação da terra dos anos de 1989, 1999, 2009 e 2019 do município de Mogi das Cruzes estão apresentados na Figura 1. Na Tabela 1, estão representadas as áreas e valores percentuais de cada classe de uso e ocupação da terra para cada ano.

Nota-se que a floresta apresentou uma redução de 1989 para 1999, correspondente a 7,8 km², e aumentou de 1999 para 2009 (5,8 km²) e de 2009 para 2019 (4,0 km²). Este aumento observado ao longo de 20 anos, de 1999 a 2019, corresponde a 9,8 km² (980 hectares) e pode estar relacionado com a expansão de florestas plantadas. Em todos os anos analisados essa foi a classe com maior abrangência, ocupando aproximadamente 47% do município. Com relação à agropecuária, em 1989 a área desta classe correspondia a 43,4% da área do município e após 40 anos houve redução de 48,9 km², passando a ocupar aproximadamente 36,6%.

A classe outros, que engloba afloramento rochoso, sempre apresentou pouca expressividade de área, demonstrando aumentos discretos entre os anos. Os corpos d'água ocupavam área de 3,5 km² e, nas décadas seguintes, atingiram dimensão superior a 15 km², podendo ser melhor identificado no mapa. Este fato se deve ao considerável número de canais represados ocorrido nesse período. Referente a área urbana, houve aumento de aproximadamente 10 km² a cada 10 anos, passando de 61,7 km² para 94,3 km², sendo esta área correspondente a ocupação de 13,2% do município.

O mapa de temperatura da superfície terrestre (Figura 2) foi elaborado e quantificado tendo por base a definição de sete intervalos, em graus Celsius, com base no histograma fornecido pelo ArcGIS. Esses sete intervalos variaram a cada ano analisado, considerando variação dos níveis digitais de cada cena/imagem obtida, correspondentes às diferentes datas, dos quatro anos considerados nesta pesquisa.

FIGURA 1. Mapa de uso e ocupação da terra dos anos 1989, 1999, 2009 e 2019 no município de Mogi das Cruzes-SP.

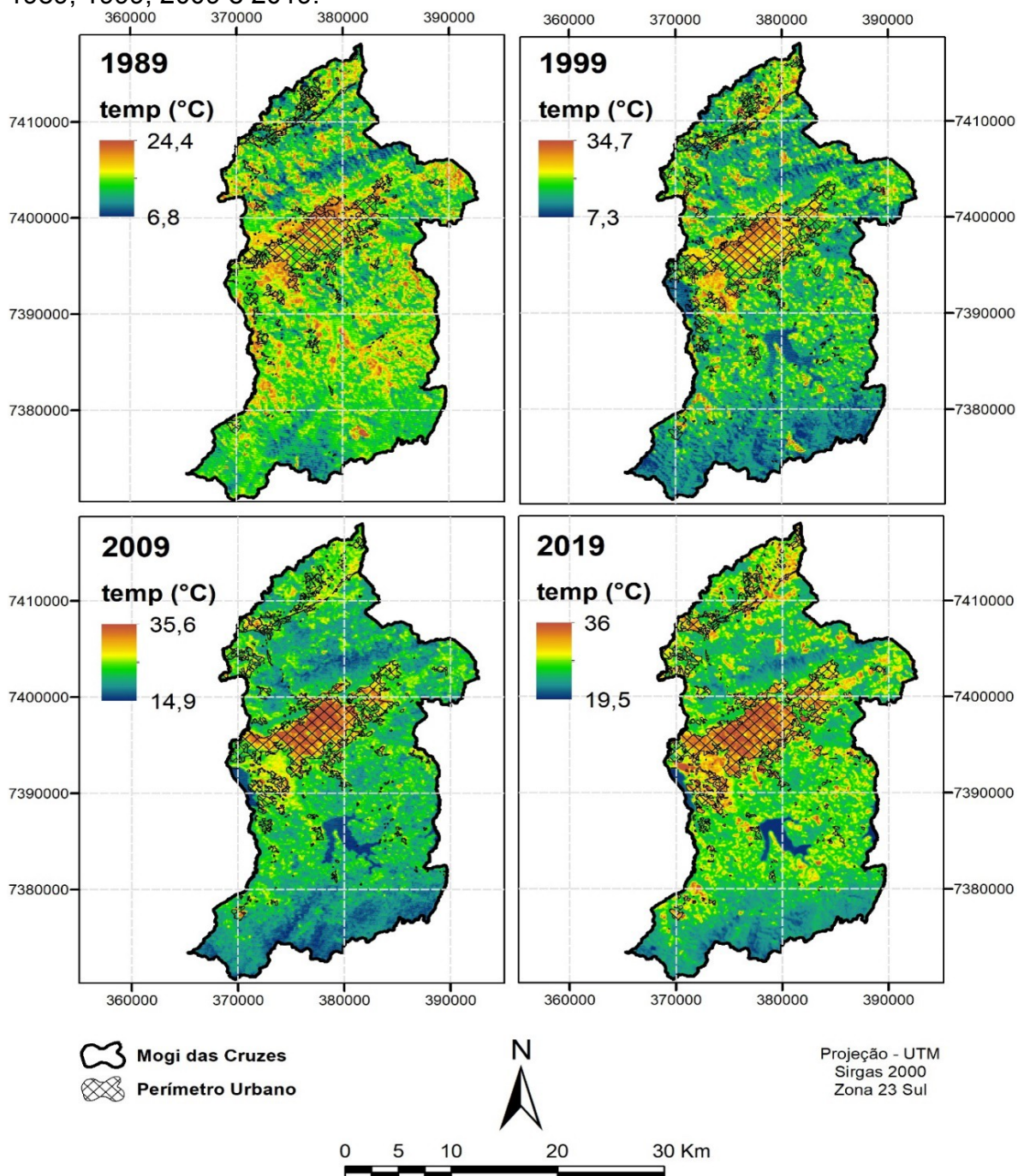


Fonte: Autores (2022)

TABELA 1. Quantificação das classes de uso e ocupação da terra em cada ano no município de Mogi das Cruzes-SP.

ANO	Floresta		Agropecuária		Urbanização		Outros		Corpos D'água	
	Área		Área		Área		Área		Área	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
1989	337,4	47,4	309,4	43,4	61,7	8,7	0,2	0,03	3,5	0,5
1999	329,6	46,3	290,7	40,8	76,9	10,8	0,1	0,01	14,9	2,1
2009	335,4	47,1	272,3	38,2	86,9	12,2	0,1	0,01	17,5	2,5
2019	339,4	47,7	260,5	36,6	94,3	13,2	0,3	0,04	17,7	2,5

FIGURA 2. Mapa de temperatura do município de Mogi das Cruzes-SP, dos anos de 1989, 1999, 2009 e 2019.



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 3 estão apresentados os resultados provenientes dos cruzamentos entre os planos de informações de uso e ocupação da terra com as classes de temperatura de superfície, registradas nas datas analisadas correspondentes aos anos de 1989, 1999, 2009 e 2019.

FIGURA 3. Gráficos da relação entre classes de temperatura e do uso e ocupação da terra dos anos de 1989, 1999, 2009 e 2019.

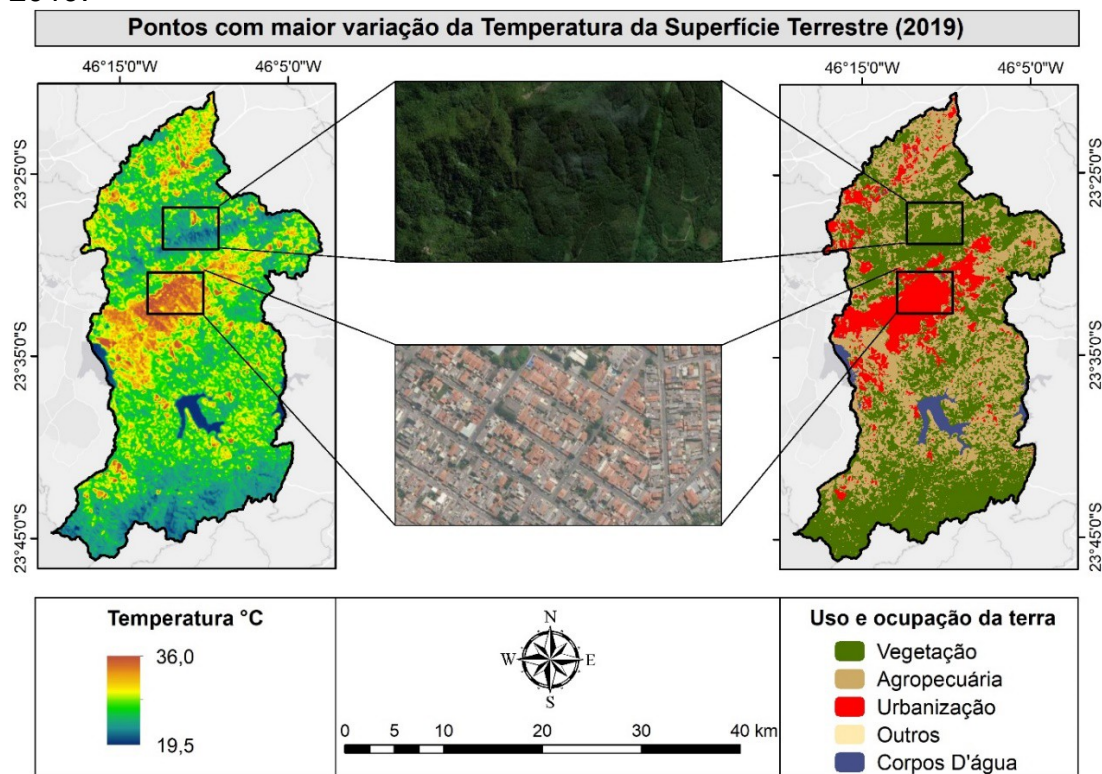


Fonte: Autores (2022)

Em todos os mapas de temperatura (Figura 2), nota-se que nas áreas de urbanização há maior ocorrência de tons avermelhados, representando temperaturas mais elevadas. Conforme pode ser observado na Figura 3, para todas as datas selecionadas observam-se temperaturas mais amenas para as classes floresta e corpos d'água, enquanto atividade agropecuária enquadra-se em faixas intermediárias e urbanização temperaturas mais elevadas. As temperaturas mais baixas em floresta estão relacionadas à maior densidade de biomassa verde e consequentemente menor exposição do solo. A temperatura aparente amena se justifica pelo fato de que uma porção da radiação solar incidente sobre as árvores é absorvida ou refletida pelas folhas no processo de fotossíntese. Essa radiação que é interceptada, quando utilizada para a evapotranspiração e a presença de água dentro das folhas, impede o aumento da temperatura. Já a classe de uso e cobertura da terra correspondente aos corpos d'água atuam como estabilizadores térmicos, pois demoram para aquecer e perder calor, atenuando a amplitude térmica (PRIMAVESI *et al.*, 2007).

Na Figura 4 estão apresentados os resultados provenientes dos planos de informações de uso e ocupação da terra com as classes de temperatura de superfície, registradas na data analisada no ano de 2019. Neste caso, nota-se que a amplitude térmica atingiu 16,5°C. Conforme já mencionado e que pode ser notado no mapa de temperatura (Figura 4), a urbanização apresentou valores mais elevados, sendo que em 76% da sua dimensão os valores termais processados chegaram entre 27° e 31°C.

FIGURA 4. Pontos com maior variação da temperatura da superfície terrestre em 2019.



Fonte: Autores (2022)

A alta capacidade e condutividade térmica de telhados, asfaltos e concretos, componentes do meio urbano, é capaz de alterar o balanço de energia. Além disso, as cores dos mesmos também influenciam a quantidade de radiação absorvida.

Cores escuras possuem um valor baixo para o albedo, dessa maneira reflete-se uma menor porção da radiação, emitindo ondas longas e consequentemente aquecendo a região próxima (WENZEL; GUTIERREZ, 2018).

Como resultado da urbanização tem-se a supressão de áreas verdes e o ganho de áreas construídas, dificultando a infiltração da água. Os materiais comumente utilizados na pavimentação das cidades, como asfalto e concreto, por serem impermeáveis prejudicam a absorção da água pelo solo, prejudicando o transporte do calor latente e criando uma massa de ar mais aquecida (ESTEVAM *et al.*, 2019). De acordo com Gartland (2011), a falta de vegetação e superfícies impermeáveis em áreas urbanas reduzem a evaporação, a maior difusividade térmica dos materiais urbanos aumenta o armazenamento de calor, entre outros fatores que o autor cita e que apresentam como reflexo o aumento do saldo de radiação.

CONCLUSÕES

Como considerações finais, ressalta-se que objetivou-se neste trabalho principalmente testar a metodologia de análise da relação entre temperatura da superfície terrestre e determinadas classes de uso e cobertura da terra, por meio de produtos de sensoriamento remoto. Assim, a metodologia mostrou-se satisfatória e os resultados comprovam ocorrência de temperaturas mais elevadas nas áreas urbanas e temperaturas mais amenas nas classes floresta e corpos d'água. Aproximadamente metade do município de Mogi das Cruzes apresenta cobertura de floresta e as maiores mudanças de uso e cobertura da terra no período de 30 anos ocorreram com a expansão da urbanização e diminuição de atividades agropecuárias.

REFERÊNCIAS

ANANDABABU, D.; PURUSHOTHAMAN, B. M.; SURESH, B. S. Estimation of land surface temperature using Landsat 8 data. **International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology**, Índia, v.4, n.2, p. 177-186, mar./abr. 2018.. Disponível em: <<https://www.ijariit.com/manuscripts/v4i2/V4I2-1195.pdf>>. Acesso em: 20/jun/2020.

ALVES, J. E. D. Demografia ecológica: população e desenvolvimento numa perspectiva ecocêntrica. **Revista Espinhaço**, 2018.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbano em cidades de pequeno e médio porte no Brasil e o contexto das mudanças climáticas. **Confins. Revista franco-brasileira de geografia**, n. 46, 2020.

BRAGANÇA, A. C. **Edificações Inteligentes: Smart Buildings para Smart Cities**. Saraiva Educação SA, 2020.

COLTRI, P. P. Influência do Uso e Cobertura do Solo nas Ilhas de Calor Local e Regional no Município de Piracicaba, São Paulo. Anais **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30, INPE, p. 639-646.2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Clima**. 2021. Disponível em: Acesso em: 09/05/2021.

ESTEVAM, A. L. D. **Climatologia geográfica e impactos ambientais urbanos na cidade de Salvador**. Santo Antônio de Jesus: Lab Cria e Conecta, 2019.

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R.; VALLE, L. B.; SPADOTTO, C. A.; LOVISI FILHO, E. **Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil**. Embrapa Gestão Territorial-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2017.

FROTA JÚNIOR, J. I.; JESUINO, I. T.; MARTINS, M. C. Análise do modelo de arborização em praças públicas do Município de Fortaleza (Estado do Ceará, Nordeste do Brasil) e sua influência no conforto térmico e estruturas urbanas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** [online]. v. 5, n. 11, p. 883-896, 2018. ISSN 2359-1412. DOI:10.21438/rbgas.051107

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Oficina de Textos, 2011.

GIANNINI, M. B.; BELFIORE, O. R.; PARENTE, C.; SANTAMARIA, R. Land Surface Temperature from Landsat 5 TM images: comparison of different methods using airborne thermal data. **Journal of Engineering Science & Technology Review**, Itália, v.8, n.3, p. 83-90, 2015. Disponível em: <<http://www.jestr.org/downloads/Volume8Issue3/fulltext83122015.pdf>>. Acesso em: 20/jun/2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2022. Mogi das Cruzes - SP. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/mogi-das-cruzes/panorama>>. Acesso em: 09/05/2022.

PREFEITURA DE MOGI DAS CRUZES. Secretaria do Verde e Meio Ambiente. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica**. Mogi das Cruzes, 2019.

PRIMAVESI, O.; ARZABE, C.; PEDREIRA, M. S. **Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007 (Documentos, 70). Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/servicos/publicacaogratis/documentos/Documentos70pdf/view>>. Acesso em 08/out/2021.

RIBEIRO, C. R.; GONÇALVES, A. P.; BASTOS, F. P. Ilhas de calor urbanas e conforto térmico humano em cidades de porte médio: estudo aplicado em Juiz de Fora (MG). **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 45, n. 1, p. 281-300, 2019.

ROMERO, C. W. S.; SILVA, H. R.; MARQUES, A. P.; MACEDO, F. L.; FARIA, G. A.; *et al.* Relação entre as ilhas de calor e uso e ocupação do solo em centros urbanos de pequeno porte utilizando o sensoriamento remoto. **Geociências**, v. 39, n. 1, p. 253-268, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5016/geociencias.v39i1.14399>

WENZEL, T.; GUTIERREZ, G. Desempenho térmico de materiais para coberturas e respectivas influências nas ilhas de calor. In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2018. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 2973–2985. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/1715>. Acesso em: 9 maio. 2022.