

Use and occupation of soil and its association with surface temperature in the Municipality of Pombal-PB

Lucas M. de Araújo^{*}, Diego L. Crispim^{**}, Rosilene Agra da Silva^{***}

^{*}Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Pombal – PB. E-mail: lucas261091@gmail.com

^{**}Doutor em Engenharia Civil, Técnico em Gestão de Meio Ambiente na Secretária de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará (SEMAS-PA). E-mail: dlimacrispim@gmail.com

^{***}Professora Adjunta, Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal. E-mail: rosilene@ccta.ufcg.edu.br

Received 28 October 2021; accepted 30 December 2021

Abstract

This study had aimed to observe changes in land use and occupation and to associate with the surface temperature (ts) of the municipality of Pombal-PB for the period from 1986 to 2016. In this research, bands 3, 4 and 5 were used. TM / Landsat 5 sensor and OLI / Landsat 8 bands 4, 5 and 6 to analyze changes in land use and occupation. To determine the TS, two multispectral images (thermal infrared bands) were used, through TIRS sensors (thermal infrared sensor), referring to bands 6 and 10, Landsat 5 and 8, respectively, in which they have resolutions of 30 meters, for years 1986, 1996, 2006 and 2016. To determine the classes of land use and occupation, the maximum likelihood method (maxver) was applied. To measure the compositions of the classes determined by maxver, the statistical technique, Kappa index (k), was used. The results showed that in the surveyed time scale (1986 to 2016) that the classes of land use and occupation that showed growth were anthropized area (13.71%) and exposed soil (12.01%), in contrast, the Caatinga class thinning showed a reduction (48.76%). The results of the Kappa index indicated an excellent degree of performance for the four periods analyzed. The results showed that areas with vegetation (<28 °C) or close to bodies of water (28 to 32 °C) had the lowest average surface temperatures between the years 1986 to 2016.

Keywords: Geographic Information System, Geotechnologies, Environmental Analysis, Anthropogenic Activities.

Uso e ocupação do solo e sua associação com a temperatura da superfície no município de Pombal – PB

Resumo

Este estudo teve como objetivo observar as mudanças no uso e ocupação do solo e associar com a temperatura de superfície (TS) do município de Pombal-PB referente ao período de 1986 a 2016. Nessa pesquisa foram usadas as bandas 3, 4 e 5 do sensor TM/Landsat 5 e as bandas 4, 5 e 6 do OLI/Landsat 8 para analisar as mudanças do uso e ocupação do solo. Para determinar a TS foram empregadas duas imagens multiespectrais (bandas do infravermelho termal), através dos sensores TIRS (Thermal Infrared Sensor), referentes às bandas 6 e 10, Landsat 5 e 8, respectivamente, nos quais possuem resoluções de 30 metros, para os anos de 1986, 1996, 2006 e 2016. Para determinar as classes de uso e ocupação do solo foi aplicado o método da Máxima Verossimilhança (MAXVER). Para aferir as composições das classes determinadas pelo MAXVER, foi empregado a técnica estatística, índice de Kappa (K). Os resultados mostraram que na escala temporal pesquisada (1986 a 2016) que as classes de uso e ocupação do solo que apresentaram crescimento foi área antropizada (13,71%) e solo exposto (12,01%), em contrapartida, a classe Caatinga rala apresentou redução (48,76%). Os resultados do índice de Kappa indicaram um grau de desempenho excelente para os quatro períodos analisados. Os resultados mostraram que as áreas com vegetação (< 28 °C) ou próxima de corpos d'água (28 a 32 °C) tiveram as menores médias de temperatura de superfície entre os anos de 1986 a 2016.

Palavras-chave: Sistema de Informações Geográficas, Geotecnologias, Análise Ambiental, Atividades Antrópicas.

1. Introdução

De acordo com Mashiki e Campos (2013) o avanço das geotecnologias, dos dados oriundos do sensoriamento remoto e o aperfeiçoamento nas

resoluções das imagens de satélite, atualmente, viabiliza a aquisição de várias informações do espaço terrestre. Desse modo, uma dentre as informações obtidas com as imagens de satélite é a temperatura de superfície terrestre (TST), adquirida através da

captação da energia eletromagnética difundida por algum componente ou objeto.

Para Veloso et al. (2016), as geotecnologias consistem em um importante instrumento para pesquisas científicas e gestão dos recursos naturais, ao agrupar um conjunto de métodos e informações de ordem cartográfica. Assim, o sensoriamento remoto (SR) representa uma dessas técnicas, sendo relevante por abranger dados concernentes da superfície terrestre sem que ocorra um contato direto com o objeto alvo de investigação, em escalas temporais e espaciais distintas, o que proporciona uma melhor efetividade na definição das características do meio ambiente.

Os métodos de sensoriamento remoto se destacam como importante ferramenta no monitoramento de diversos fenômenos climatológicos, meteorológicos (Ferreira et al., 2017) e ambientais (Crispim et al., 2018; Bezerra et al., 2014), viabilizando as estimativas de tempo, melhor entendimento das mudanças climáticas e uso do solo, além de auxiliar o planejamento de atividades agroecológicas (Bezerra et al., 2014).

O sensoriamento remoto é um relevante instrumento na gestão de recursos naturais (Veloso et al., 2016), como solo, água e vegetação. Assim, problemas relacionados a modificação do uso do solo e na cobertura vegetal pode ser identificado com a utilização dessa ferramenta. Além disso, outra relevante vantagem do sensoriamento remoto é o mapeamento de grandes e pequenas áreas com várias formas de resoluções temporais e espaciais (Ponzoni et al., 2012).

Conforme Pereira et al. (2016), as alterações decorrentes das atividades antrópicas no solo e na formação florestal causam impactos ambientais, como mudanças na temperatura de superfície e na atmosfera, que afetam a temperatura do solo, na precipitação pluvial e umidade relativa do ar. Logo, os impactos ambientais que influenciam o clima requer estudos em diversas escalas e distintas maneiras de análise, como forma de entender essas modificações climáticas que atingem negativamente as pessoas na esfera econômica e social.

A modificação no uso do solo representa um dos principais responsáveis dos impactos ambientais, evidenciando as modificações da temperatura da terra, vegetação e na paisagem local (Pereira et al., 2012). Uma dessas causas é resultante do uso intensivo de áreas para atividades agropecuárias como, por exemplo, na região do semiárido nordestino (Coelho et al., 2014).

Nesse contexto, a aplicação de ferramentas inseridas no sistema de informação geográficas (SIG) são relevantes para análise do uso e ocupação do solo e da temperatura de superfície, utilizando imagens de satélites à disposição da sociedade em plataformas governamentais e não governamentais (Mashiki e Campos, 2013). Assim, a utilização de imagens de satélites pode viabilizar a observação da dinâmica do uso do solo associado a temperatura de superfície.

Portanto, este estudo teve como objetivo observar as mudanças no uso e ocupação do solo e relacionar com a temperatura da superfície do município de Pombal – PB, no período de 1986 a 2016, e verificar os tipos de classes de uso e ocupação do solo que aumentaram e diminuíram no período estudado.

2. Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Pombal, no estado da Paraíba, região nordeste do Brasil (Figura 1). Esse município encontra-se localizado na mesorregião designada Sertão Paraibano, ficando aproximadamente 371 km da capital, João Pessoa (Crispim et al., 2017; IBGE, 2010). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o número de habitantes estimado do ano de 2019 é cerca de 32.801. A densidade demográfica para esse ano foi cerca $D=36.878$ ($\sim 36,88$) para uma área territorial de 889,493 km². O município Pombal é o segundo maior do estado em extensão territorial (Crispim et al., 2017).

Segundo informações disponibilizadas no site do Instituto Brasileiro de Gestão e Estatística (2010), as principais atividades econômicas realizadas no município de Pombal são os cultivos agrícolas (hortaliças, frutíferas, grãos e algodão arbóreo), extração de produtos vegetais (produção de carvão vegetal e extração de madeira), agropecuária, mineração, artesanato, agroindustriais de pequeno e médio porte, serviços comerciais (Sousa et al., 2017).

Conforme a classificação de Köppen-Geiger, o município de Pombal tem dois tipos de clima, o semiárido quente (Bsh) e o Tropical quente e úmido (As) (Alvares et al., 2013), particularizado por elevadas temperaturas, alta taxa de evapotranspiração, distribuição irregular da precipitação pluviométrica na escala espacial e temporal, com registros de períodos prolongados de estiagem.

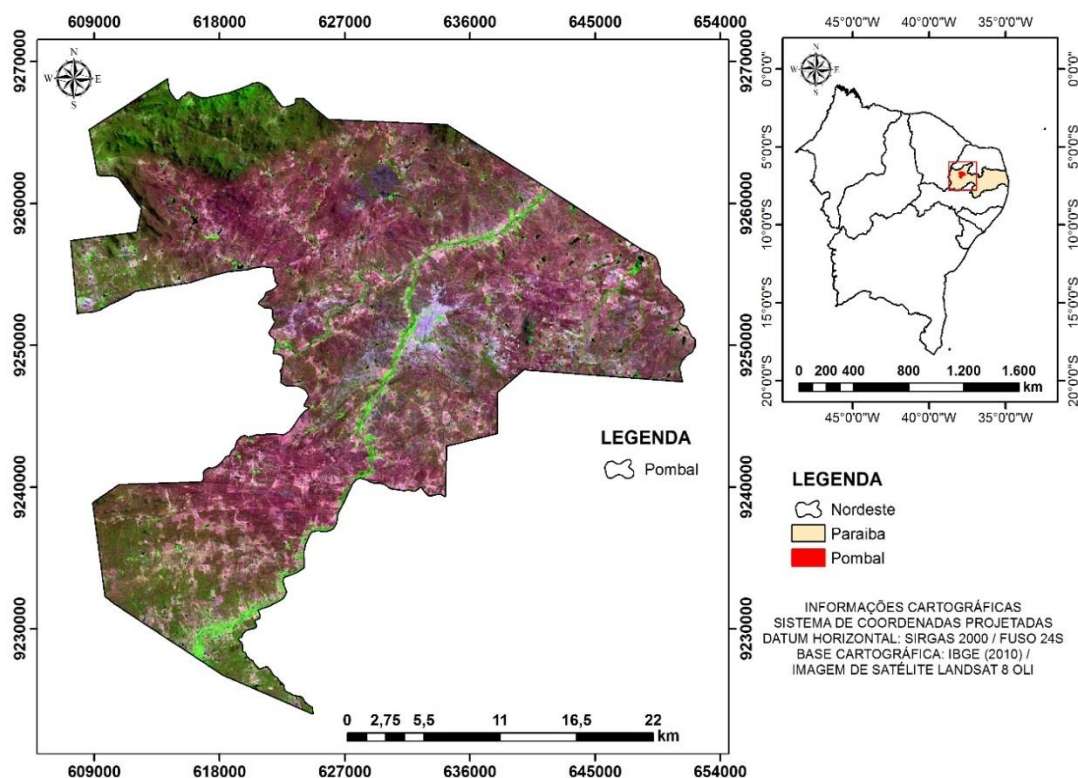


Figura 1 – Mapa de localização do município de Pombal-PB.

No município de Pombal tem uma estação chuvosa bem definida, que acontece entre os meses de janeiro a maio, e uma estação seca que vai de junho a dezembro (Alves et al., 2015). A precipitação pluvial média anual é de 800 mm (Alves et al., 2015), com evaporação média anual de 2000 mm (Brito et al., 2013) e temperatura mínima de 19 °C e máxima que podem atingir a 35 °C (Araújo et al., 2010).

Obtenção das imagens de satélite

Para a confecção dos mapas temáticos do uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens orbitais do sensor TM referente ao satélite Landsat 5, nos quais foram escolhidas as bandas 3, 4 e 5, respectivamente, bem como imagens do sensor OLI concernentes ao satélite Landsat 8, em que foram selecionadas as bandas 4, 5 e 6. Essas imagens possuem resolução espacial de cerca de 30 metros (m). As imagens dos satélites Landsat 5 e 8 foram obtidas junto a plataforma do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

Para fazer a estimativa da temperatura de superfície (TS) na localidade pesquisada, foram empregadas duas imagens multiespectrais (bandas do infravermelho termal), concernente a 6 e 10, com resolução de 30 m, dos satélites Landsat 5 e 8, através dos sensores TIRS (Thermal Infrared Sensor).

Para a seleção das imagens foi considerado a baixa ocorrência de nuvens na área pesquisada, como critério recomendado por Crispim et al. (2018).

Foram selecionadas imagens referentes ao período de estiagem no município de Pombal-PB. As imagens Landsat com resolução de 30 metros disponíveis constam a partir do ano de 1984, utilizando, desta forma, quatro intervalos de 10 anos (1986, 1996, 2006 e 2016), resultando um total de 40 anos para análise temporal.

Determinação da temperatura de superfície (TS)

Para definição da TS na área pesquisa foi realizada a mudança do nível de cinza (NC) para radiância, por conseguinte, a temperatura foi determinada em Kelvin, segundo as equações (1) e (2), conforme metodologia empregada por Chander et al. (2009). Os sensores termais foram fixos para captar a radiação e são usados para determinação da TS (Gusso et al., 2007).

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Em que: L_{λ} é a radiância espectral do sensor de abertura em Watts / (m² sr μm); M_L consiste no fator multiplicador do redimensionamento da banda termal; Q_{cal} representa o valor quantizado calibrado pelo pixel na banda termal; A_L é o fator de redimensionamento aditivo particular da banda termal (Crispim et al., 2018). Assim, posteriormente, a mudança dos valores concernentes a radiância, foi aplicada a equação (2), com o propósito de obter a temperatura na escala (Kelvin).

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273,15 \quad (2)$$

Em que: T – retrata a temperatura efetiva do satélite em Kelvin; K1 e K2 consistem em constantes de conversão térmica para os satélites Landsat 5 e 8,

de modo respectivo; L_λ – representa a radiância termal superficial em Watts / (m² sr μm); - 273,15 – é a conversão da temperatura em Kelvin para graus Celcius. Na Tabela 1, é exibido as constantes de calibração dos satélites Landsat 5 e 8.

Tabela 1- Critérios aplicados para determinação da temperatura de superfície (TS).

Parâmetros	Landsat 5	Landsat 8
ML	0,055	0,00033420
AL	1,18243	0,10000
Qcal	Banda 6	Banda 10
K1	607,76	774,8853
K2	1260,56	1321,0789

Fonte: Adaptado de Coelho e Correa (2013).

Classificação do uso e ocupação do solo

Na etapa para determinação da classificação do uso e ocupação do solo, foi realizada a composição falsa cor RGB 5, 4, 3 e 6, 5, 4 para imagens de satélites Landsat 5 e 8, respectivamente. Para a classificação do uso e ocupação do solo foi aplicada a técnica Máxima Verossimilhança (MAXVER), na qual se baseia na classificação, pixel a pixel da imagem, usando somente a informação espectral de cada pixel para identificar áreas homogêneas, em que se faz o procedimento de extração de informação em imagens para identificar

elementos e objetos similares (Bentes et al., 2018).

O processo citado é aplicado no SR para representar lugares da superfície terrestre que estão associados aos objetivos da pesquisa. Logo, nesse estudo foram definidas sete classes de uso e cobertura do solo: afloramento rochoso; área antropizada; caatinga densa; caatinga rala; corpos d'água; mata ciliar e solo exposto.

Para verificar a acurácia da classificação do uso e cobertura solo foi utilizado como critério o índice de Kappa (K) Tabela 2, conforme método empregado por Landis e Koch (1997).

Tabela 2- Índice de Kappa (k) e nível de desempenho da classificação das classes de uso e ocupação do solo

Índice de Kappa (K)	Nível de desempenho
$K \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < K \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < K \leq 0,6$	Bom
$0,6 < K \leq 0,8$	Muito bom
$K \geq 0,8$	Excelente

Fonte: Adaptado de Santos et al. (2019).

Para analisar os resultados foram construídos mapas em um software SIG, pela análise em tela de cena determinada. Onde, foram elaborados mapas referentes aos respectivos anos estudados (1986, 1996, 2006 e 2016) conforme definição de escolha das imagens Landsat.

3. Resultados e discussão

Na Tabela 3, são apresentados os resultados alcançados para cada classe de uso e ocupação do solo, para os respectivos anos estudados. Assim, observa-se que a classe com maior área de abrangência em todos os anos pesquisados no município de Pombal-PB foi a caatinga rala, essa classe no ano de 1986 tinha uma área de 578,41 km², representando cerca de 65,10%, enquanto em 2016

essa classe teve uma redução de sua área, com 433,25 km², representando aproximadamente 48,76% do total da área territorial, indicando uma diminuição entre 1986 a 2016 de 16,34%. A classe corpos d'água, apresentou um aumento para o período analisado, visto que em 1986, sua área era de aproximadamente 10,17 km², em contrapartida, no ano de 2016 passou para 20,42 km², mostrando um crescimento de 10,25 km² (50,22%).

O aumento da classe corpos d'água na área de estudo pode estar ligado a construção de pequenos e médios reservatórios hídricos na região do Semiárido brasileiro, consistindo em uma das primeiras opções políticas de combate ou amenização dos efeitos ocasionados pelo fenômeno climatológico e social da seca, consolidando em uma cultura de infraestrutura hídrica.

Tabela 3- Usos e cobertura do solo e áreas em porcentagens dos anos de 1986, 1996, 2006 e 2016.

Classe	1986		1996		2006		2016	
	Área (km ²)	(%)	Área (km ²)	(%)	Área (km ²)	(%)	Área (km ²)	(%)
Afloramento rochoso	61,37	6,91	43,28	4,87	35,93	4,04	23,22	2,61
Área antropizada	84,47	9,51	239,64	26,97	186,63	21,01	121,8	13,71
Caatinga densa	109,11	12,28	74,13	8,34	120,36	13,55	139,96	15,75
Caatinga rala	578,41	65,10	454,00	51,10	396,3	44,61	433,25	48,76
Corpos d'água	10,17	1,14	15,34	1,73	14,32	1,61	20,42	2,3
Mata ciliar	31,37	3,53	32,16	3,62	31,97	3,60	43,11	4,85
Solo exposto	13,56	1,53	29,91	3,37	102,94	11,59	106,69	12,01
Total	888,45	100	888,45	100	888,45	100,00	888,45	100

Segundo Pereira Neto et al. (2017), a construção de reservatórios de água na região do Semiárido brasileiro foi um dos primeiros sistemas de engenharia hídrica para combater ou amenizar os efeitos ocasionados pela seca. Além disso, consiste em uma alternativa política de enfrentamento aos efeitos produzidos pela seca, bem como é sistema de engenharia mais antigo introduzido no interior do Semiárido, direcionado para atender as necessidades elementares das atividades humanas, dessedentação de animais e atividades econômicas.

Para os anos estudados ocorreu uma expansão das classes solo exposto, área antropizada e corpos d'água entre os anos de 1986 e 2016, em contrapartida, constatou-se uma diminuição da classe Caatinga rala, possivelmente devido à realização de atividades agrícolas.

Por meio da espacialização das classes de uso e ocupação do solo (Figura 2) foi possível verificar modificação na dinâmica das classes analisadas entre os anos de 1986 e 2016, com mudança nas classes de solo exposto e corpos d'água, as quais apresentaram um crescimento de 87,29% e 50,19%, respectivamente.

Para Crispim et al. (2018), o desmatamento e a queimada ocasionam graves problemas ao meio ambiente como, por exemplo, a diminuição da fertilidade do solo, erosão do solo, assoreamento dos corpos d'água, redução da biodiversidade da flora e fauna etc.

Almeida et al. (2010), estudando as comunidades rurais São João e Areia Branca no município de Pombal-PB, constataram que o desmatamento e a queimada foram práticas comuns da população entrevistada, as quais obtinham como principal fonte de renda a pecuária e atividade agrícola. Almeida et al. (2015), também, verificaram mudança da cobertura vegetal por atividades

agropecuárias, aumentando as áreas com solo exposto e o crescimento de atividades antrópicas.

O crescimento da classe área antropizada resultados obtidos nesse estudo, também, foram observados por Crispim et al. (2018) no município de Baixo-CE, localizado no Semiárido nordestino, nos quais constataram um crescimento constante dessa classe entre os anos de 1986 e 2016. Os mesmos autores destacaram que o aumento da classe área antropizada poderia estar ligado a utilização inadequada dos recursos naturais e que vários habitantes dependiam de recursos florestais para assegurar sua sobrevivência ou atender suas necessidades elementares.

Os valores obtidos para o coeficiente de Kappa e o grau de desempenho dos mapas temáticos estão apresentados na Tabela 4. Pode ser observado nessa tabela a aplicação do método de classificação supervisionada, máxima verossimilhança para às quatro cenas estudadas, conforme empregados em diversos estudos (Crispim et al., 2018; Brasileiro et al., 2016). Pode-se depreender, que a classificação supervisionada realizada para os quatro anos analisados (1986, 1996, 2006 e 2016) alcançou um índice de Kappa excelente, tornando válido o método empregado (Crispim et al., 2018).

Na Figura 3 é apresentado os mapas com o comportamento da temperatura de superfície para o período pesquisado, em que se constatou que a TS no município de Pombal - PB foi sendo reduzida nos anos estudados, em especial, referente ao ano de 2016. Além disto, pode-se concluir que as áreas com os menores registros de TS estão associadas as classes de corpos d'água, mata ciliar e Caatinga (densa e rala). Além disso, percebe-se visualmente pelos mapas temáticos, que os locais com maiores temperaturas foram em áreas de afloramento rochoso, área antropizada e solo exposto.

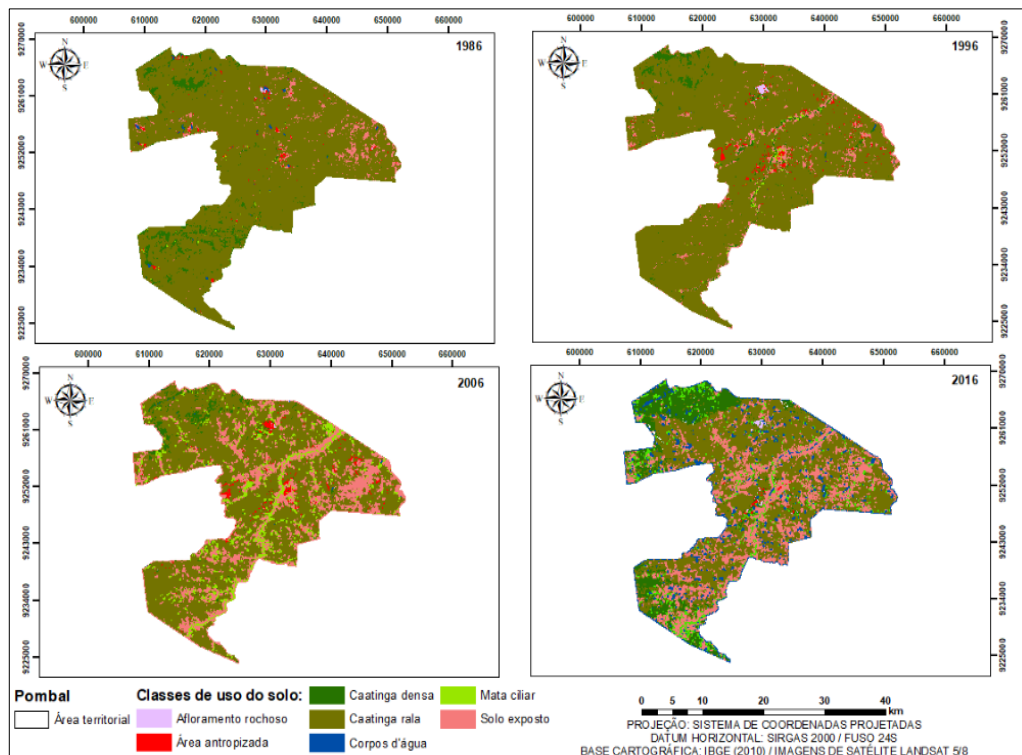


Figura 2- Mapa de uso e cobertura do solo (UCS) do município de Pombal – PB.

Tabela 4- Índice de Kappa e o grau de desempenho de qualidades da classificação dos períodos 1986, 1996, 2006 e 2016.

Período	Índice de Kappa	Grau de desempenho do mapa temático
28/08/1986	0,96	Excelente
20/07/1996	0,96	Excelente
25/09/2006	0,87	Excelente
22/08/2016	0,94	Excelente

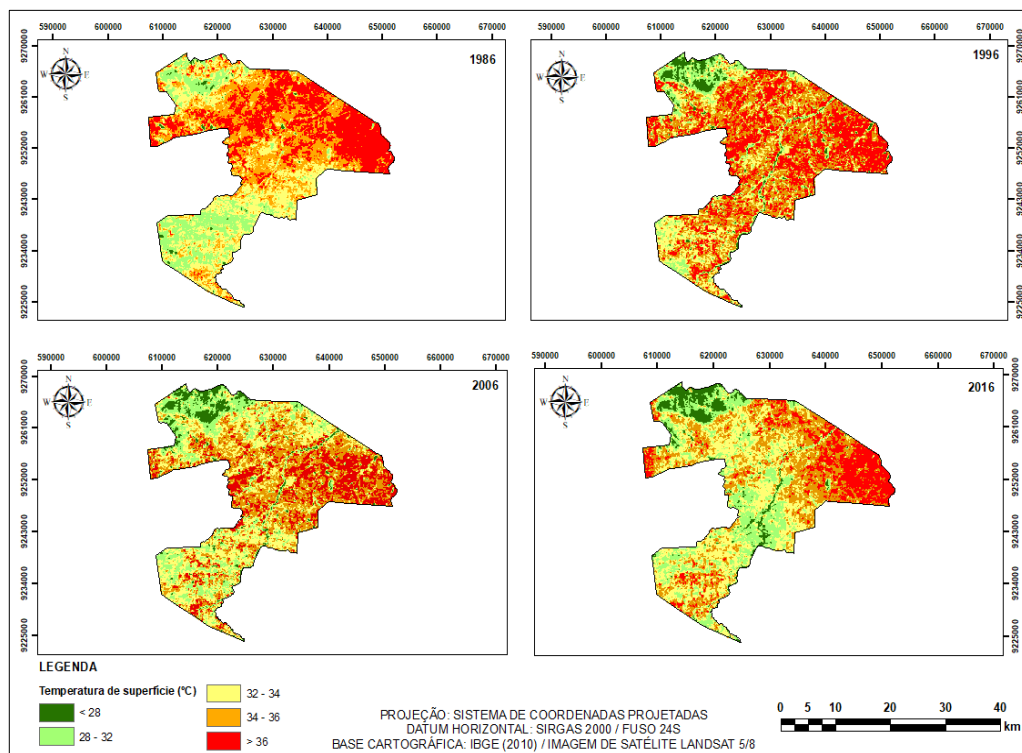


Figura 3– Mapa de temperatura de superfície do município de Pombal – PB.

Para Oliveira et al. (2013), em locais com solos desnudos, ou seja, solo exposto, à temperatura de superfície é alta devido à maior incidência de radiação solar, uma vez que a retirada da cobertura vegetal deixa o solo desprotegido, colaborando para elevação da temperatura do solo, e consequentemente, temperaturas elevadas na superfície. Deste modo, na medida em que um local com formação florestal vai sendo diminuído, acontece um aumento contínuo da temperatura de superfície (Bezerra et al., 2018; Pavão et al., 2015), enquanto em áreas com maior cobertura florestal diminui a absorção de calor na superfície, apresentando menor temperatura (Crispim et al., 2018).

4. Conclusão

A utilização de geotecnologias é uma importante ferramenta de monitoramento ambiental na identificação de mudança na dinâmica do uso e ocupação do solo no município de Pombal-PB.

A temperatura de superfície (TS), foi um indicativo das modificações na dinâmica do território do município de Pombal – PB.

Referências

- Almeida, J.deS., de Melo, W.F., de Andrade, A.B.A., Saldanha, H.G.A.C., Rodrigues, L.M.S., 2015. Modelagem da dinâmica de uso e ocupação da terra no município de Pombal, PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 10, 276-282.
- Almeida, P.G., Reinaldo, L.R.L.R., Alves, L.deS., Sousa, J.daS., Maracajá, P.B., Wanderley, J.A.C., Santos, D.P., 2010. Impactos ambientais causados pela agricultura e a pecuária nas propriedades São João e Areia Branca, Pombal-PB. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental* 4, 34-63.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711-728.
- Alves, M.deF.A., Alves, L.R.A., Sarmento, E.B., Lima, G.A., Crispim, D.L., 2015. Análise da precipitação pluvial de Pombal-PB relacionada com sistemas atmosféricos atuantes. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 10, 169-175.
- Araújo, M.L.M.N.de, Reinaldo, L.R.L.R., Sousa, J.daS., Almeida, P.G.de, Alves, L.deS., Wanderley, J.A.C., 2010. Impactos Ambientais nas Margens do rio Piancó Causados pela Agropecuária. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental* 4, 13-33.
- Bentes, A.L.deS., Brasil Neto, A.B., Andrade, P.da C., Braga, A.N., Peres, V.daC., Santos Júnior, R. A.T., Franco, M.J.B., Santos, A.B.S., 2018. Dinâmica do uso do solo na ilha de Caratateua, Belém, Pará. *Revista Agroecossistemas* 9, 360-369.
- Bezerra, J.M., Moura, G.B.deA., Silva, B.B.da, Lopes, P.M.O., Silva, E.F.deF., 2014. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18, 73-84.
- Bezerra, P.E.S., Moraes, E.T.I.de, Soares, I.R.da C., 2018. Análise da Temperatura de Superfície e do Índice de Vegetação no Município de Belém na Identificação das Ilhas de Calor. *Revista Brasileira de Cartografia* 70, 803-818.
- Brasileiro, F.G., Oliveira, C.M.M., Rodrigues, R., Delgado, R.C., 2016. Classificação de imagem orbital pelo método máxima verossimilhança em Quixeramobim, Ceará, Brasil. *Revista Geografica Academica* 10, 81-92.
- Brito, M.E.B. et al., 2013. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. *Bioscience Journal* 29, 1244-1254.
- Coelho, A.L.N., Correa, W.deS.C., 2013. Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações. *Revista Geográfica Acadêmica* 7, 31-45.
- Coelho, V.H.R., Montenegro, S.M.G.L., Almeida, C.dasN., Lima, E.R.V.de, Ribeiro Neto, A., Moura, G.S.de, 2014. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18, 64-72.
- Crispim, D.L., Bezerra, P.E.S., Rodrigues, R.S.S., Vieira, A.S.A., Fernandes, L.L., 2018. Uso e ocupação do solo e sua associação com a temperatura da superfície terrestre no município de Baixo-CE. *Revista Geonorte* 9, 126-140.
- Crispim, D.L., Oliveira, A.M.M.de, Chaves, A.D.C.G., Coelho, L.F.deO., Andrade, S.O., 2017. Análise físico-química das águas de três poços amazonas no centro da cidade de Pombal-PB. *Revista Geografia Ensino & Pesquisa* 21, 155-163.
- Gusso, A., Fontana, D.C., Gonçalves, G.A., 2007. Mapeamento da temperatura da superfície terrestre com uso do sensor AVHRR/NOAA. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42, 231-237.
- Ferreira, B., Zimmermann, D.M., Crispim, L.C., Flach, M.F., Vieira, C.A.O., 2017. Análise sazonal das temperaturas superficiais do estado de Santa Catarina entre os anos de 2000 e 2010. *Congresso Brasileiro de Cartografia*, Rio de Janeiro.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Censo Demográfico 2010. IBGE, Rio de Janeiro. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pombal/panorama>. Acesso: 10 dez. 2019.
- Landis, R., Koch, G.G., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33, 159-174.
- Mashiki, M.Y., Campos, S., 2013. Influência do uso e ocupação do solo na temperatura aparente da superfície no município de Botucatu/SP. *Energia na Agricultura* 28, 143-149.
- Oliveira, A.S., Nogueira, M.C.J.A., Sanches, L., Nogueira, J.S., 2013. Variáveis meteorológicas e cobertura vegetal de espécies arbóreas em praças urbanas em Cuiabá, Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia* 28, 389-400.
- Pavão, V.M., Querino, C.A.S., Beneditti, C.A., Pavão, L.L., Querino, J.K.A.S., Biudes, M.S., 2015. Temperatura E Albedo da superfície por Imagens Tm Landsat 5 em diferentes usos do Solo no sudoeste da Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Climatologia* 16, 169-183.
- Pereira, C.C., Mariano, Z.F., Wachholz, F., Cabral, J.B.P., 2012. Análise da temperatura de superfície e do uso da terra e cobertura vegetal na bacia Barra dos Coqueiros. *Revista Geonorte* 5, 1243 – 1255.
- Pereira, B.W.D.F., Maciel, M.D.N.M., Oliveira, F.D.A., Alves, M.A.M.D.S., Ribeiro, A.M., Ferreira, B.M., Ribeiro, E.G.P., 2016. Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água* 11, 472-485.
- Pereira Neto, M.C., 2017. Perspectivas da açudagem no semiárido brasileiro e suas implicações na região do Seridó potiguar. *Sociedade & Natureza* 29, 285-294.
- Ponzoni, F.J., Shimabukuro, Y.E., Kuplich, T.M., 2012. Sensoriamento Remoto No Estudo da Vegetação. 2. ed. Oficina de Textos, São Paulo.
- Santos, A.S.R.M., Mauro, T.L., Souza, L.A., Senigalia, R.L.C., Castro, D.A., Santos, E.S., 2019. Métodos de classificação supervisionada aplicados no uso e ocupação do solo no município de Presidente Médice–RO. *Biodiversidade* 18, 150-159.
- Sousa, J.A., Sousa, R.F., Lima, R.R., Sousa, J.F.A., Araújo, T.S., Sousa, E.P., Lima, J.P.R., 2017. Levantamento pluviométrico da região geoadministrativa de Pombal. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental* 11, 126-129.
- Veloso, G.A., Ferreira, M.E., Rosa, R., Silva, B.B.da, 2016. Determinação do albedo de superfície em áreas irrigadas do projeto Jaíba (Minas Gerais), mediante imagens landsat 5-TM. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise* 35, 126-146.