

ANÁLISE COMPARATIVA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DO MUNICÍPIO DE PARNAÍBA – PI NOS ANOS DE 2008 E 2018

Patricia Priscila da Silva Simões (*), Wodson da Fonseca Almeida Junior

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, patricia.ps.simoes@gmail.com

RESUMO

O Geoprocessamento tem ampla aplicação nos estudos ambientais, sabendo disso, esta pesquisa buscou utilizar de algumas dentre suas várias vertentes como o Sensoriamento Remoto e Processamento Digital de Imagem, para analisar as mudanças de temperatura ocorridas entre os anos de 2008 e 2018 na cidade de Parnaíba, litoral do Estado do Piauí. Estudando sua temperatura de superfície, uso e ocupação do solo num recorte temporal de 10 anos, foram elaborados mapas que possibilitaram demonstrar alguns dos impactos surgidos ao longo do tempo. Como resultado percebeu-se um aumento considerável da temperatura que se pode associar a mudanças ocorridas na cobertura do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento Remoto; SIG; Uso e ocupação do solo.

INTRODUÇÃO

O Geoprocessamento é uma ferramenta extremamente útil para conhecer, otimizar e solucionar diversas situações, sejam elas de caráter científico, econômico, administrativo, ambiental, dentre vários outros. Dentre essas ferramentas temos o Sensoriamento Remoto, que proporciona a aquisição, tratamento, armazenamento e análise de dados obtidos remotamente, para que se conheça melhor os fenômenos que se apresentam na superfície (MOREIRA, 2005).

Quando se trata da temperatura de uma região observamos que fatores como o aumento da densidade de construções, pavimentação de ruas, impermeabilização dos solos, redução da vegetação presente na cidade e entornos, favorecem um aumento de temperatura, podendo até mesmo gerar as chamadas Ilhas de Calor (SIMÕES e ALMEIDA, 2018). Portanto o uso e ocupação do solo podem influenciar diretamente no aumento da temperatura de uma área.

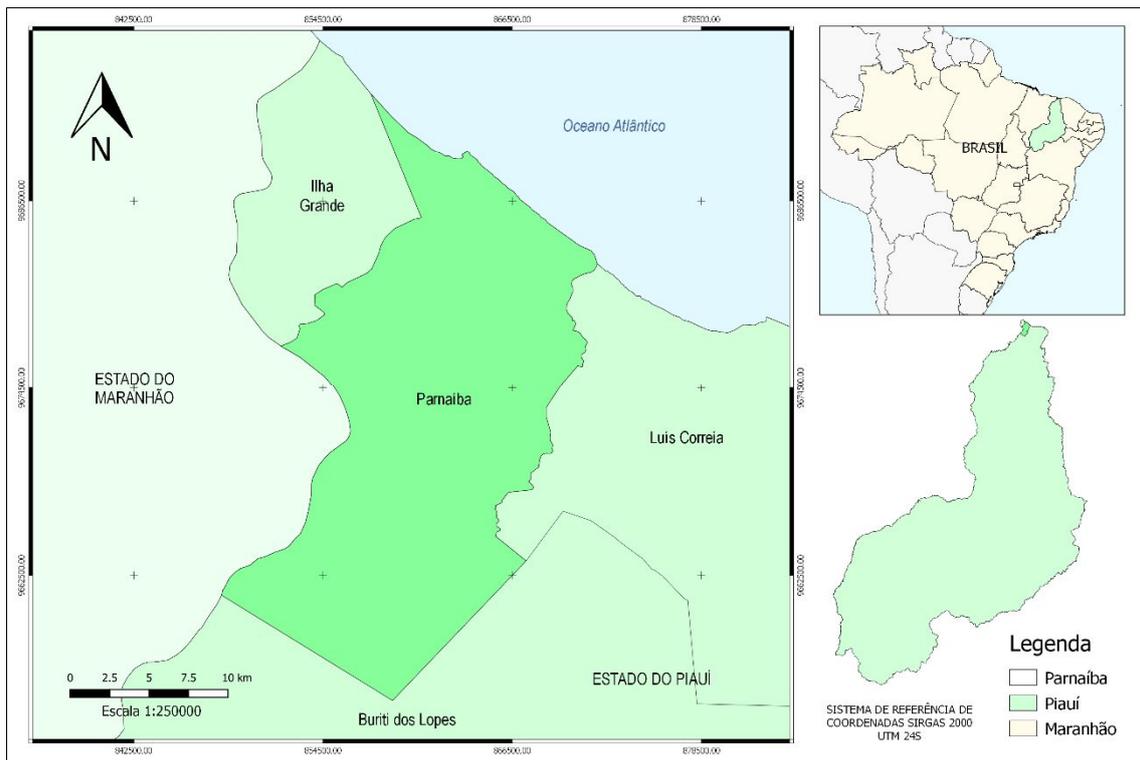
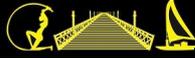
O Estado do Piauí possui uma das menores extensões de costa do Brasil, cerca de 66 km, sendo Parnaíba um de seus municípios litorâneos, o segundo município mais populoso do Estado, perdendo apenas para a capital Teresina (IBGE, 2017). Parnaíba apresenta grande potencial turístico devido suas belezas naturais e importância histórica para o Estado.

O presente estudo busca trazer o mapeamento da temperatura de superfície do município para os anos de 2008 e de 2018, a fim de verificar as possíveis mudanças ocorridas na última década, observando as alterações de uso e ocupação do solo. Para isso pretende-se elaborar mapas de temperatura e mapas de uso e cobertura do solo para os dois anos de estudo (2008 e 2018) e analisar as relações existentes entre eles.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localizada no Norte do Piauí (Mapa 1), Parnaíba é uma das quatro cidades que compõem a região litorânea do Estado (juntamente com Cajueiro da Praia, Ilha Grande, Luís Correia). Pertence à microrregião do Litoral Piauiense, que faz parte da mesorregião do Norte Piauiense. Parnaíba atrai muitos turistas, sendo estes do próprio Piauí, de outros Estados do Brasil e até mesmo do exterior. A densidade populacional é de cerca de 346,7 hab/km² (IBGE, 2010). Seu clima é tropical quente e úmido (Aw) segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o que representa concentração de chuvas no verão, com temperatura média variando entre 25°C e 27°C ao ano (MENDONÇA, 2008). Apresenta pluviosidade média próxima a 1200 mm/ano (INMET, 2018). Os meses de março e abril são os de maior pluviosidade, já a menor pluviosidade fica entre os meses de agosto a novembro. A máxima de temperatura recorde registrada na cidade até o momento foi de 38,8°C, enquanto a mínima recorde foi de 17,5°C. Baseando-se nessas informações climáticas foram escolhidas as possíveis datas para obtenção das imagens orbitais, selecionando meses com menores concentrações de nuvens. As imagens foram obtidas no site da United States Geological Survey – USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), com intuito de realizar um recorte temporal de 10 anos, sendo os anos escolhidos 2008 e 2018. Os meses escolhidos para o estudo foram agosto e setembro, por serem possivelmente (de acordo com as normais climatológicas de Parnaíba fornecidas pelo INMET) os meses com menores concentrações de nuvens, objetivando que estas não interferissem na estimativa das temperaturas de superfície pelos sensores utilizados.

Os satélites originários das imagens foram os da série Landsat. Para o ano de 2008 foram adquiridas cenas do Landsat 5 (sensor TM) órbita 219, ponto 62, do dia 02 de agosto, bandas multiespectrais 1, 2 e 3 (resolução de 30 metros) para a composição colorida normal e classificação do uso do solo, e banda 6 (infravermelho, resolução de 120 metros) para a elaboração dos mapas termiais. Para o ano de 2018 foram adquiridas cenas do satélite Landsat 8 (sensores TIRS e OLI), órbita 219, pontos 62, do dia 15 de setembro, bandas multiespectrais 2, 3 e 4 (com resolução de 30 metros) para a composição colorida normal e classificação do uso do solo, e banda 10 (infravermelho, resolução de 100 metros) para compor o mapa termial.



Mapa 1 – Localização do município de Parnaíba no Estado do Piauí. Fonte: Autor do Trabalho.

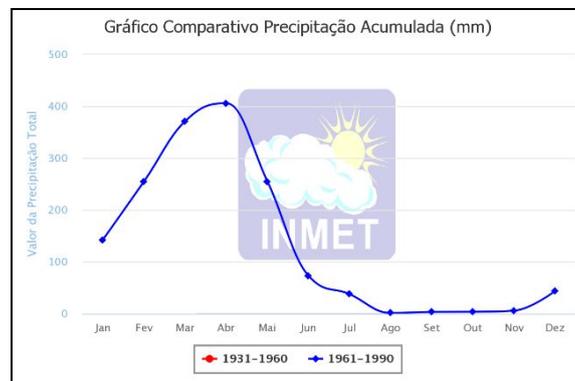


Figura 1 – Normal climatológica de pluviosidade de Parnaíba-PI. Fonte: Autor do Trabalho.

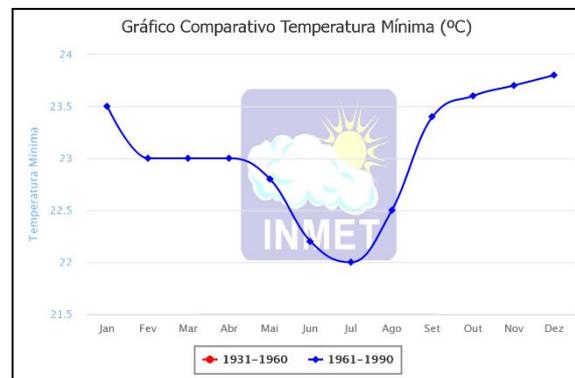


Figura 2 – Normal climatológica de temperatura mínima de Parnaíba-PI. Fonte: Autor do Trabalho.

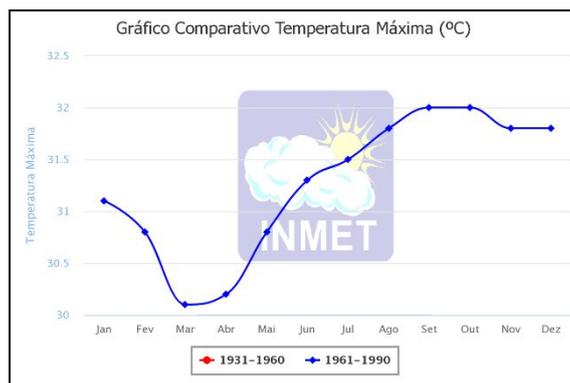


Figura 3 – Normal climatológica de temperatura máxima de Parnaíba-PI. Fonte: Autor do Trabalho.

Os rasters (formato TIFF) foram adicionados ao software QGIS (versão 3.8.1), onde as imagens passaram por correção geométrica sendo reprojatadas para o sistema de referência de coordenadas planas oficial do Brasil SIRGAS 2000, zona UTM 24 Sul e sofreram recorte para o tamanho do município para facilitar os processamentos.

O pré-processamento das cenas foi feito no Semi-Automatic Classification Plugin, marcando a opção “Apply DOS 1”, que se refere ao método de correção atmosférica DOS1 (Dark Object Subtraction), que faz a correção do espalhamento atmosférico no qual a interferência atmosférica é estimada diretamente a partir dos números digitais (ND) da imagem de satélite, sendo ignorada a absorção atmosférica, usando parâmetros descritos no arquivo MTL que acompanha as cenas dos satélites (MOREIRA, 2005). Para as composições coloridas a classificação de uso e cobertura do solo procedeu-se a classificação supervisionada das composições identificando-se as principais feições: área urbanizada, solo exposto, vegetação, corpo hídrico e banco de areia (dunas). O processo de treinamento utilizou a ferramenta do Semi-Automatic Classification Plugin denominada “ROI creation”, no qual foram criadas macroclasses com cores específicas para cada uma das classes definidas anteriormente. No processo de classificação deste trabalho foi usado o algoritmo de distância mínima, que atribui cada pixel à classe cuja média é mais próxima dele. Os parâmetros espectrais foram definidos e iniciou-se a captura das amostras. Após a verificação da acurácia das amostras através da ferramenta “Dock” foram gerados dois arquivos: um vetor e um raster, ambos contendo a classificação das amostras. Para o trabalho em questão optou-se por usar os arquivos vetoriais. Para as bandas termais os valores de brilho das cenas foram convertidos para valores de temperatura (CAIONI, 2014). Foi atribuída uma falsa cor para tornar mais clara aos olhos humanos a visualização das variações da temperatura. Os procedimentos descritos foram feitos para os dois anos de estudo, tanto para o Landsat 5 como para o Landsat 8.

Quando se trata de análises temporais de imagens de satélites devemos primeiramente executar a uniformização destas. Neste trabalho usamos como referência as bandas da imagem de 2018, realizando a normalização das bandas da imagem do ano de 2008. Por meio do Método de Uniformização das Médias e Variâncias (UMV) e com os valores de Média e de Desvio Padrão obtidos através dos metadata das imagens, foi possível calcular os valores de ganho e offset, necessários para realizar a normalização. As equação 1 mostra a fundamentação do cálculo.

$$S' = S \cdot \text{ganho} + \text{offset} \quad \text{equação (1)}$$

Onde o ganho se dá pela equação 2 e o offset pela equação 3:

$$\text{ganho} = \sqrt{\frac{(\sigma_R^2)}{(\sigma_S^2)}} \quad \text{equação (2)}$$

$$\text{offset} = \mu_R - \sqrt{\frac{(\sigma_R^2)}{(\sigma_S^2)}} \cdot \mu_S \quad \text{equação (3)}$$

Sabendo que:

S' é a imagem uniformizada;

S é a imagem de ajuste;

σ^2_R é a variância da imagem de referência;

σ^2_S é a variância da imagem de ajuste;

μ_R é a média da imagem de referência;

μ_S é a média da imagem de ajuste.

Através da ferramenta “Calculadora Raster” do QGIS os cálculos foram executados em uma única etapa, como mostra a equação 4:

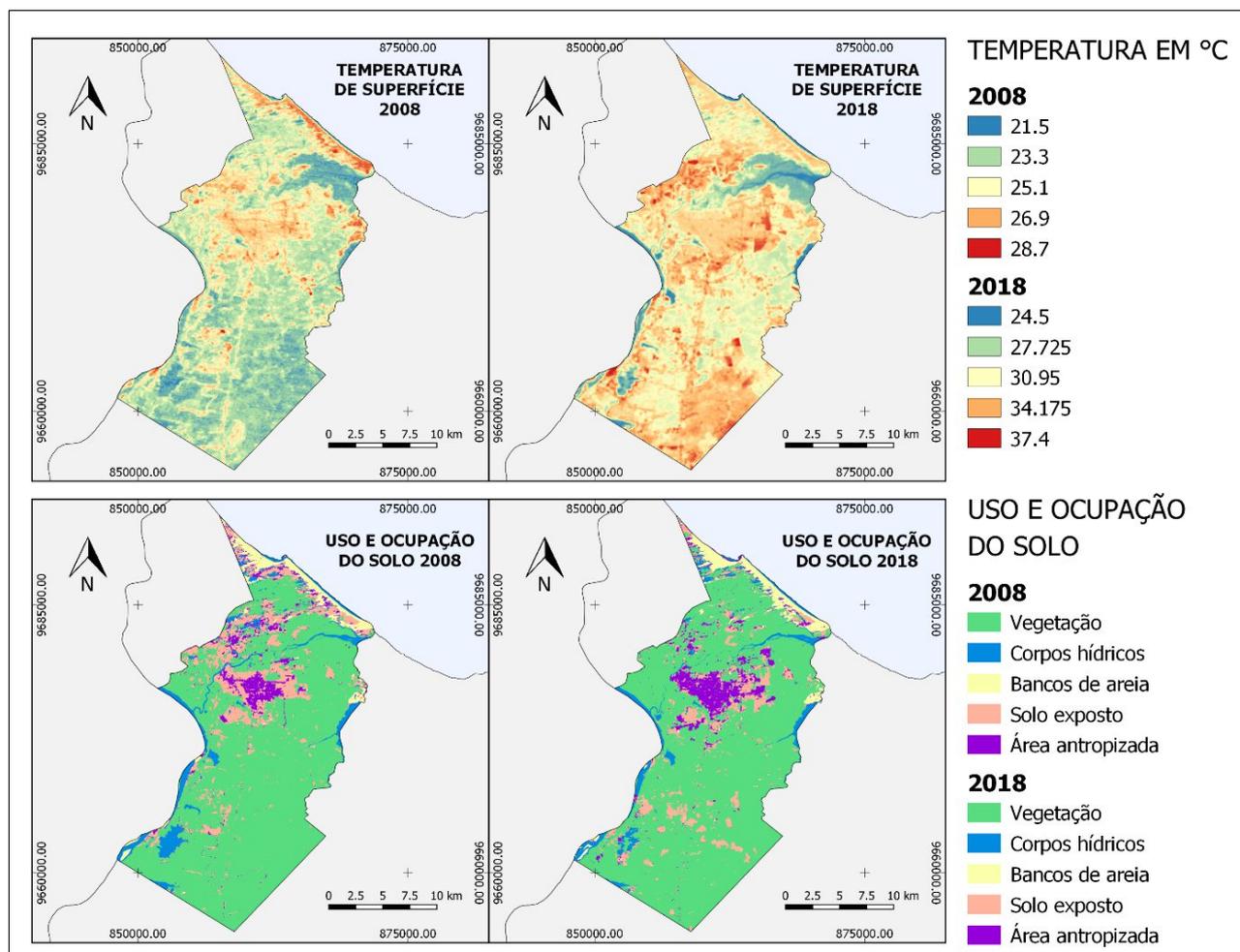
$$S' = \text{BANDA} \cdot \left(\sqrt{\frac{(\text{DESVIO_PADRÃO_2018}^2 / \text{DESVIO_PADRÃO_2008}^2)}{}} \right) + (\text{MÉDIA_2018}) - \left(\sqrt{\frac{(\text{DESVIO_PADRÃO_2018}^2 / \text{DESVIO_PADRÃO_2008}^2)}{}} \right) \cdot (\text{MÉDIA_2008}) \quad \text{equação (4)}$$

Onde DESVIO_PADRÃO_2008 se refere a cena Landsat 5, e DESVIO_PADRÃO_2018 se refere a cena Landsat 8. De posse dos produtos obtidos partiu-se para a produção dos mapas e análise dos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisarmos os mapas elaborados para temperatura de superfície (Mapa 2), observamos de uma forma geral em 2018 um aumento significativo da temperatura de todo o município em relação ao ano de 2008, com “pequenos” pontos de acúmulo de calor, na porção central e sul do município. A temperatura de superfície mínima encontrada nos meses de estudo no mapa de 2008 foi de 21,5°C, a máxima foi de 28,7°C, e na imagem do ano de 2018 a temperatura mínima encontrada foi de 24,5°C e a máxima 37,4°C. Observamos assim uma diferença de 3°C na temperatura de superfície mínima e uma diferença de 8°C na temperatura de superfície máxima de Parnaíba comparando os dois anos da pesquisa, que são valores considerados altos para “apenas” uma década de diferença. Obviamente devemos considerar fenômenos climáticos atípicos que possam afetar a temperatura da região, bem como as diferenças climáticas entre os meses de agosto e setembro.

Para fazer o comparativo entre os dois anos de estudo (2008 e 2018) devemos levar em consideração que a cena do satélite Landsat 5 foi capturada às 12:44 horas da tarde, enquanto que a cena do Landsat 8 foi capturada às 12:58 horas da tarde. Informações obtidas no site do INMET mostram que na estação automática de coleta de dados A308, no dia 02 de agosto de 2008 entre o horário de 12 e 13 horas a temperatura medida foi de 27°C, sendo que no mapa gerado (Mapa 2 – Temperatura de superfície de 2008) a temperatura do ponto exato da estação foi de 25,4°C. Já para a mesma estação (A308) no dia 15 de setembro de 2018 entre o horário de 12 e 13 horas a temperatura medida foi de 33°C, sendo que no mapa gerado (Mapa 2 – Temperatura de superfície de 2018) a temperatura do ponto exato da estação foi de 33,5°C. Observa-se que a temperatura real medida em superfície pela estação automática e a temperatura estimada no mapa gerado foi semelhante, sendo que para o método de geração dos mapas termais utilizado este valor pode variar devido as configurações de calibração do próprio sensor do satélite (PIRES, 2015).



Mapa 2 – Temperatura de superfície e uso e cobertura do solo de Parnaíba 2008 e 2018. Fonte: Autor do Trabalho.

Ao analisarmos o mapa de temperatura de superfície em conjunto com o mapa de uso e ocupação do solo (Mapa 2), constatamos que as menores temperaturas estão associadas a áreas de vegetação densa próximas à corpos hídricos

presentes na região, assim, apresentam temperaturas em torno de 21°C no ano de 2008 e 24,5°C em 2018. As temperaturas críticas (28,7°C em 2008 e 37,4°C em 2018) estão relacionadas a áreas desprovidas de cobertura vegetal (solo exposto). As áreas de cultivo agrícola, caracterizadas pelas geometrias angulosas ou circulares, apresentam temperaturas amenas em relação a sua vizinhança, em torno de 23,3°C no ano de 2008 e 27,7°C no ano de 2018

CONCLUSÕES

Para o ano de 2008 a temperatura máxima do mês agosto ficou em média de 25°C, enquanto em 2018 ficou por volta de 31°C para o mês de setembro. Ao final das análises concluiu-se que de uma maneira geral houve um considerável aumento da temperatura de superfície de Parnaíba comparando os dois anos de estudo. Vemos também que a temperatura em torno dos corpos d'água sofreu um aumento. Ao consultar o mapa de uso e ocupação do solo observamos claramente que os pontos de calor surgidos em 2018 se localizam em uma região de desmatamento/solo exposto. A impermeabilização do solo e pavimentação de ruas feita com materiais de alta absorção de calor é fator que pode ocasionar o aumento da temperatura, bem como ocasionar outros problemas de ordem socioambiental se não for feita de maneira planejada, daí a importância de estudar a ocupação do solo. Assim sendo, observamos que a atividade antrópica, notadamente o desmatamento da vegetação nativa e o aumento da mancha urbana, tem afetado bastante as condições de temperatura do município, podendo trazer prejuízos tanto no setor ambiental como no social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAIONI, Charles et al. DINÂMICA DA TEMPERATURA SUPERFICIAL NO PERÍMETRO URBANO DE ALTA FLORESTA/MT. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 3853-3863, jul. 2014.
2. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PARNAÍBA: panorama. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/parnaiba/panorama>>. Acesso em julho. 2018.
3. INMET. (Brasil). Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em julho. 2019.
4. MASHIKI, Mônica Yuri. Geoprocessamento na identificação de ilhas de calor e influência do uso e ocupação do solo na temperatura aparente da superfície no município de Botucatu/SP. 2012. ix, 67 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90507>>. Acesso em julho. 2019.
5. MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
6. MOREIRA, M. A. – 2005. Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. Editora UFV, Viçosa, MG 313p.
7. PIRES, Érika Gonçalves; FERREIRA JÚNIOR, Laerte Guimarães. Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 17., 2015, João Pessoa-pb. Anais... . João Pessoa-pb: INPE, 2015. p. 7421 - 7428.
8. SIMÕES, Patrícia Priscila da Silva; ALMEIDA JÚNIOR, Wodson da Fonseca. Uso de Geoprocessamento para detecção de Ilhas de Calor na zona urbana de Teresina - Piauí. In: Anais do SIRGEO - Simpósio Regional de Geoprocessamento. Anais...Teresina(PI) IFPI, 2019. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/sirgeo/134484-uso-de-geoprocessamento-para-deteccao-de-ilhas-de-calor-na-zona-urbana-de-teresina---piaui/>>. Acesso em julho. 2019.