

Análise da paisagem no tempo e espaço por meio da classificação supervisionada do município de Belém no período 2008 a 2020

Landscape analysis in time and space through the supervised classification of the municipality of Belém in the period 2008 to 2020

Análisis del paisaje en el tiempo y el espacio a través de la clasificación supervisada del municipio de Belém en el período 2008 a 2020

Recebido: 16/11/2022 | Revisado: 22/12/2022 | Aceitado: 01/03/2023 | Publicado: 06/03/2023

Yan Patrick Moita Cid

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5613-8867>
Universidade Federal Rural da Amazônia-, Brasil
E-mail: moitacid1994@gmail.com

William Victor Reis de Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5701-8645>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: williambarros1105@gmail.com

Merilene do Socorro Silva Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9299-6786>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: merilene.costa@ufra.edu.br

Erick dos Santos Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9204-366X>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: erick.rib39@gmail.com

José Leandro Magalhães Marinho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4273-6767>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: leomarinho94@gmail.com

Francimary da Silva Carneiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1693-8779>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: francimarycarneiro@gmail.com

Alex da Silva Frazão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1280-9275>
Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Brasil
Email: frazaoflorestal@gmail.com

Klewton Adriano Oliveira Pinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2696-4249>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil
E-mail: klewton.pinheiro@gmail.com

Resumo

Devido aos séculos de formação e desenvolvimento a história de Belém é confundida com a própria história do Pará. Porém ocorreram fatores que influenciaram a crise fazendo com que o território belenense urbanizasse de forma gradativa. O trabalho presente teve como objetivo analisar espacialmente a paisagem do município de Belém quanto as classes de floresta, vegetação área urbana, solo exposto e água, utilizando os conhecimentos sobre sensoriamento remoto e técnicas do geoprocessamento através da classificação supervisionada aplicando nas imagens dos anos de 2008, 2020 pelo software QGIS na versão 3.16.7, para demonstrar a mudança do território belenense nesse intervalo de 10 anos. Com este método foi possível obter bons resultados e eficaz quanto as ferramentas da geotecnologia como ARCGIS tanto para realizar a classificação visual quanto a classificação supervisionada e o método de distância mínima obtiveram resultados satisfatórios, foi possível perceber nesse estudo que houve um decréscimo de 0,53% no ano de 2008 para 0,48% no ano de 2020 e um crescimento em relação de vegetação de 0,25% para 0,32%, enquanto a área urbana teve um crescimento de 0,13% em 2008 para 0,19% em 2020 e obteve um decréscimo em relação ao solo exposto de 0,09% para 0,08%. Com isso podemos enfatizar que o uso da geotecnologia contribui de forma significativa estudos sobre a dinâmica dos fenômenos naturais e auxilia na compreensão das mudanças de um território diante do tempo. Dessa forma essas ferramentas digitais, permite a construção de modelos para ações de antecipação a mudanças e minimização dos impactos.

Palavras-chave: Fenômenos; Geotecnologia; Área urbana; Impactos.

Abstract

Due to centuries of formation and development, the history of Belém is confused with the history of Pará itself. However, there were factors that influenced the crisis, causing the territory of Belém to gradually urbanize. The present work aimed to spatially analyze the landscape of the municipality of Belém regarding the classes of forest, vegetation, urban area, exposed soil and water, using knowledge about remote sensing and geoprocessing techniques through supervised classification applied to images from the years 2008, 2020 by the QGIS software in version 3.16.7, to demonstrate the change in the territory of Belém in this 10-year interval. With this method it was possible to obtain good and effective results as the geotechnology tools such as ARCGIS both to perform the visual classification and the supervised classification and the minimum distance method obtained satisfactory results, it was possible to notice in this study that there was a decrease of 0.53 % in the year 2008 to 0.48% in the year 2020 and a growth in relation to vegetation from 0.25% to 0.32%, while the urban area had a growth from 0.13% in 2008 to 0.19 % in 2020 and obtained a decrease in relation to the exposed soil from 0.09% to 0.08%. With this, we can emphasize that the use of geotechnology significantly contributes to studies on the dynamics of natural phenomena and helps in understanding changes in a territory over time. In this way, these digital tools allow the construction of models for anticipating changes and minimizing impacts.

Keywords: Phenomena; Geotechnology; Urban area; Impacts.

Resumen

Debido a siglos de formación y desarrollo, la historia de Belém se confunde con la historia misma de Pará. Sin embargo, hubo factores que influyeron en la crisis, provocando que el territorio de Belém se urbanizara paulatinamente. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar espacialmente el paisaje del municipio de Belém en cuanto a las clases de bosque, vegetación, área urbana, suelo expuesto y agua, utilizando conocimientos sobre técnicas de teledetección y geoprocésamiento mediante clasificación supervisada aplicada a imágenes de los años 2008, 2020, por el software QGIS en la versión 3.16.7, para demostrar el cambio en el territorio de Belém en este intervalo de 10 años. Con este método se pudo obtener buenos resultados y efectivos ya que las herramientas geotecnológicas como ARCGIS tanto para realizar la clasificación visual como la clasificación supervisada y el método de distancia mínima obtuvo resultados satisfactorios, se pudo percibir en este estudio que hubo una disminución de 0.53 % en el año 2008 a 0.48 % en el año 2020 y un crecimiento en relación a la vegetación de 0.25 % a 0.32 %, mientras que la zona urbana tuvo un crecimiento de 0.13 % en 2008 a 0.19 % en 2020 y obtuvo una disminución en relación al suelo expuesto de 0,09% a 0,08%. Con esto, podemos enfatizar que el uso de la geotecnología contribuye significativamente a los estudios sobre la dinámica de los fenómenos naturales y ayuda a comprender los cambios en un territorio a lo largo del tiempo. De esta forma, estas herramientas digitales permiten construir modelos para anticipar cambios y minimizar impactos.

Palabras clave: Fenómenos; Geotecnología; Área urbana; Impactos.

1. Introdução

Em 12 de janeiro de 1616, a cidade de Belém foi fundada, devido aos quatro séculos de formação e desenvolvimento, a história de Belém é confundida com a própria história do Pará (IBGE 2021). Francisco Caldeira Castelo Branco, Capitão-Mor do Rio Grande do Norte, um dos responsáveis da expulsão dos franceses do Maranhão, comandou uma expedição de 200 homens com o objetivo de afastar do litoral norte os corsários estrangeiros e iniciar a colonização do Império das Amazonas.

No século XVIII, a cidade começou a avançar para a mata, ganhando distância do litoral. Belém constituía-se não apenas como ponto de defesa, mas também centro de penetração do interior e de conquista do Amazonas. (IBGE, 2021). Devido os efeitos da ocupação desordenada, desencadeou mudanças bruscas no ambiente e na estrutura urbana do território, ocorre aparecimento de favelas e perda da cobertura arbórea da localidade (Chagas, 2015). O geoprocessamento vem auxiliar gestores e sociedade na toma de decisão, além possibilita o mapeamento do crescimento da área urbana, servindo de tomada de decisão para redução de impacto ambiental (Silva, 2021).

O geoprocessamento utiliza um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para realizar levantamentos e análises de informações georreferenciadas para planejar e/ou gerenciar um espaço específico. Com o desenvolvimento dessa tecnologia através dos métodos e técnicas para a obtenção das imagens e de dados da superfície terrestre veio a redução do tempo gasto em trabalhos de campo e possibilitando a obtenção de informações em locais de difícil acesso, além de que o processamento de imagens digitais, oriundos das geotecnologias, fornecem ferramentas como os mapas para facilitar a identificação e a extração das informações contidas nas imagens, para posterior interpretação (Andrade et al., 2014, Barbosa et al 2018, Coutinho et al.

2021, Barbosa et al. 2021, Rosário et al 2021, Barbosa et al. 2022).

A classificação supervisionada tem como base a identificação de diferentes classes com comportamentos espectrais diferentes. Algoritmos de classificação diferentes são utilizados para extrair feições de interesse em um espaço multidimensional como Distância Mínima, Distância Mahalanobis, Distância de Bhattacharya, Máxima Verossimilhança, Método Paralelepípedo e Método Spectral Angle Mapper (Crósta, 2002, Bernardi, 2007, Ribeiro et al. 2007; Correia et al., 2007; Amaral et al., 2009; Vieira Junior, 2011; Zanetti et al., 2017, Souza et al. 2021).

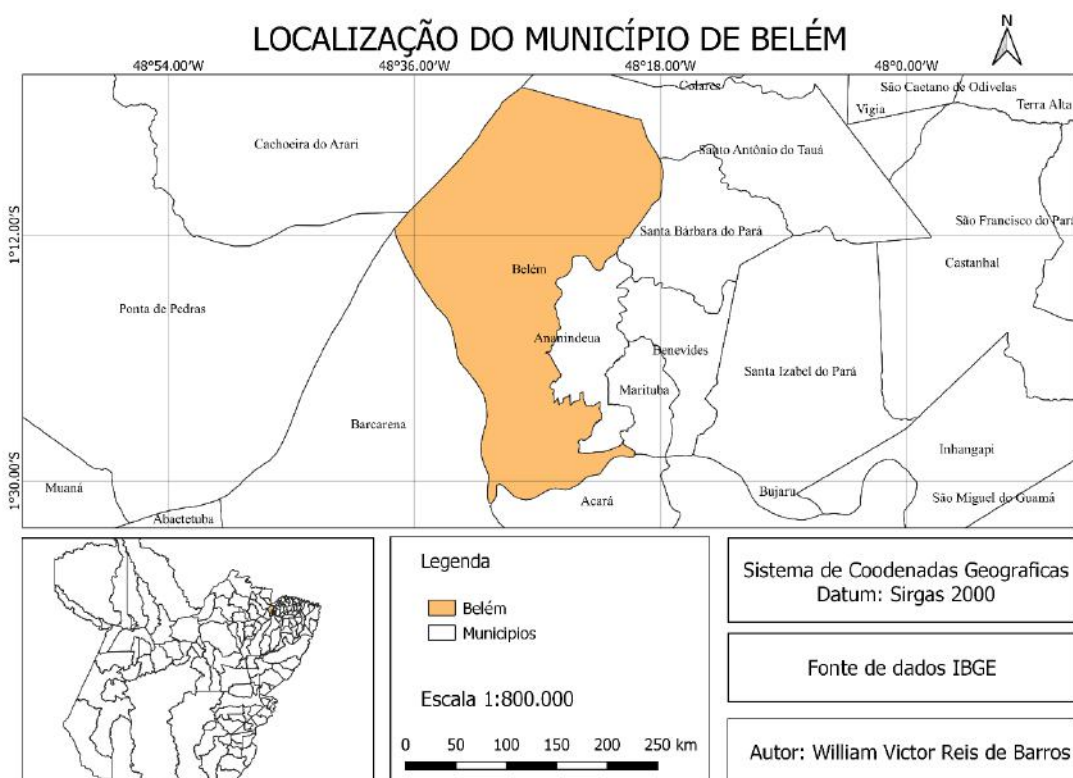
O objetivo deste trabalho foi analisar espacialmente a paisagem do município de Belém quanto as classes de floresta, vegetação área urbana, solo exposto e água, utilizando os conhecimentos sobre sensoriamento remoto e técnicas do geoprocessamento através da classificação supervisionada aplicando nas imagens dos anos de 2008 e 2020. Portanto a análise foi a partir dos dados gerados das classes estudadas e dos conhecimentos e técnica de geoprocessamento no software Quantum GIS através da classificação supervisionada pelo SCP.

2. Metodologia

O município de Belém encontra-se na mesorregião metropolitana de Belém cuja localização está nos pontos de latitude 01°27'22'' Sul e longitude 48°30'14'' Oeste. Este município possui limites ao norte com o município de cachoeira do Arari e Santo Antônio do Tauá, a Leste com o município de Santa Barbara do Pará e Ananindeua, ao sul com Acará, e a oeste com o município de Barcarena como mostrado na Figura 1. Possui 1.499.641 mil pessoas e possui a área 1.059,466 km².

No município a topografia é pouco variável e baixa, atingindo 25 metros na ilha de Mosqueiro, ponto de altitude máxima. Na área urbana da cidade de Belém, grandes áreas estão abaixo da cota de 4 metros, sofrendo influência das marés altas e tendo dificuldade no escoamento nas águas da chuva. São chamadas “baixadas de Belém”.

Figura 1 - Localização do município de Belém – Pará.



Fonte: Autores.

O Software utilizado foi o QGIS 3.16.7 para o processamento das imagens. Foi feito o download das imagens dos satélites LANDSAT 5 referentes aos anos de 2008 e do LANDSAT 8 referente ao ano de 2020, em seguida foi feita a composição colorida RGB (R- infravermelho próximo, G- infravermelho médio B- vermelho) das cenas 543 do LANDSAT 5 e 654 do LANDSAT 8.

Para a realização da classificação dos polígonos das imagens (RGB) foi utilizado o plugin de classificação semiautomática para que fossem analisadas as imagens mediante aos dados gerados além dos dados visuais obtidos na diferença do intervalo desses anos.

Inicialmente foi feita a composição RGB das bandas dos sensores TM (Thematic Mapper) e OLI (Operational Land Imager), adotando o padrão de falsa cor natural com a associação das cenas 5-4-3 e 6-5-4, respectivamente. Os sensores possuem resolução espacial de 30 metros, essas bandas foram selecionadas devido apresentarem as seguintes características. Tabela 1.

Tabela 1 - Principais Características das bandas dos sensores TM E OLI.

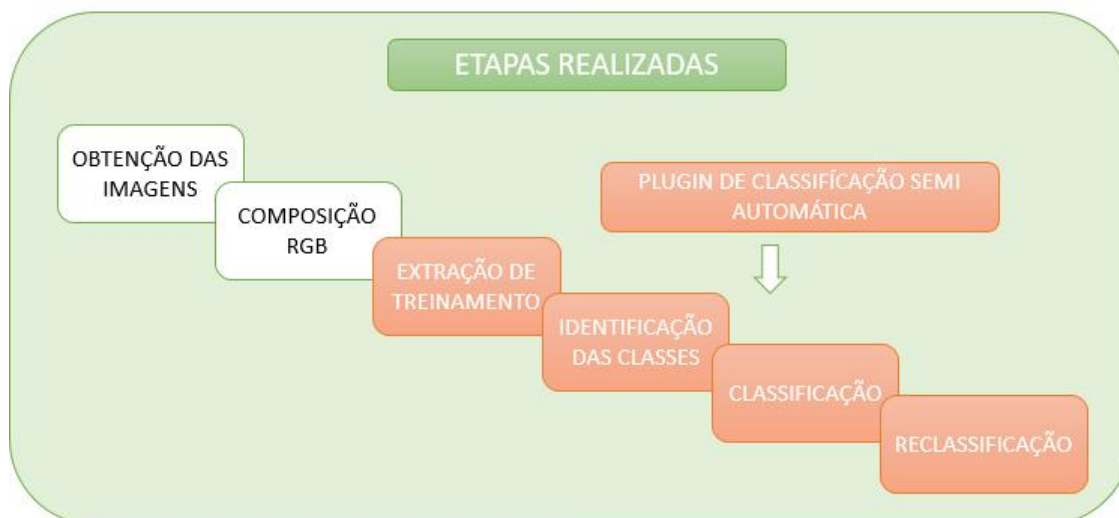
TM	OLI	CARACTERISTICAS
BANDAS		
3	4	Utilizada para análise de diferenciação de espécies vegetais por apresentar a propriedade de absorção de clorofila.
VERMELHO VISÍVEL		
4	5	Utilizada para demarcação de redes de drenagem e corpos d'água e diferenciar certos tipos de vegetação de rugosidade.
INFRAVERMELHO PRÓXIMO		
5	6	Utilizada para análise de saúde da vegetação especialmente sobre escassez de água devido sua resposta ao teor de umidade de vegetação.
INFRAVERMELHO MÉDIO		

Fonte: Autores.

Estas imagens são disponibilizadas no formato Geo TIFF, com 8 e 16 bits (LANDSAT 5 e 8, respectivamente), e possuem projeção cartográfica UTM no sistema geodésico de referência WGS 84. Para início do estudo utilizou-se como base, uma imagem do satélite LANDSAT 5/TM, datada do ano de 2008 (13/07/2008) e uma do LANDSAT 8/TM do ano 2020 datada de 14/07/2020, ambas com órbita ponto 223-61, sendo que as imagens foram escolhidas com menor nível de interferência de nuvem possível, todas as imagens citadas foram obtidas gratuitamente no catalogo de imagem do site do instituto de pesquisa espacial (INPE) e United States Geological Survey (USGS). As imagens obtidas através do site USGS vieram georreferenciadas e com correção atmosférica porem foi necessário a correção do fuso de norte para o fuso sul.

O processo de uma classificação multiespectral está em atribuir cada pixel da imagem para uma classe pré-definida, a atribuição é feita através da observação do pixel e os “vizinhos” baseadas em regras. Alguns pontos surgem desse conceito, primeiramente as classes devem ser definidas antes da classificação. Seguido de que cada pixel da imagem deve pertencer a uma dessas classes definidas e por último os pixels das classes podem ser definidos com propriedades observáveis e não apenas nos valores de refletância. A Figura 2 mostra o Fluxograma com a classificação multiespectral.

Figura 2 - Fluxograma com a classificação Multiespectral.



Fonte: Autores.

O problema da classificação é representado de forma muito simplista para a grande complexidade que existe na imagem de satélite, muitas das vezes as classes pré-definidas são normalmente incompletas se comparado a cena original ou são uma mistura variável de uma série de superfícies reais podendo classificar classes que não existem ou que não podem ser diferenciadas com os dados disponíveis da cena com isso podendo verificar os resultados das classificações em relação aos dados já conhecidos.

Para realizar o método de classificação supervisionado é preciso que o usuário conheça a área a ser classificada antes de iniciar o processo onde futuramente irá ter maior facilidade em classificar alguns pixels desconhecidos na imagem podendo comparar e definir a qual classe aquele pixel pertence. Esse método é baseado na seleção de amostras de treinamento determinado pela escolha dos polígonos nas imagens no qual contem pixels com valores representativos obtidos através da refletância das feições selecionadas. Onde cada classe possui um conjunto de treinamento. Essa área de treinamento é definida traçando os limites da imagem, várias áreas de treinamento podem ser definidas para a mesma classe para se assegurar que aquele pixel realmente pertence àquela classe.

Todos os pixels dentro de um treinamento para uma classe e denominada conjuntos de treinamento para aquela classe. a cada classe de uma imagem é atribuída um conjunto de treinamento para cada classe. Os valores numéricos dos pixels do conjunto de treinamento em cada uma das bandas espectrais são comparados aos valores numéricos de cada pixel da imagem, para decidir à qual classe estes pertencem. Existe uma variedade de métodos através dos quais os pixels desconhecidos podem ser comparados com os pixels do conjunto de treinamento.

Em cada caso, o produto final é uma imagem classificada, representando então um mapa temático. Os métodos de classificação mais comuns na análise de imagens de sensoriamento remoto, usando-se o espaço de atributos em duas dimensões espectrais para melhor compreensão. São eles: paralelepípedo, distância mínima e máxima verossimilhança (Fitz, 2008).

Para o método da distância mínima se trata de um logaritmo do software QGIS para realizar a classificação resultando no mapa temático. Os autores Crosta (2002) e, Fitz (2008) descrevem a forma em que esse método trabalha no software.

Esse método emprega bases estatísticas para a sua execução de quatro formas 1- escolhas dos polígonos delimitadores para cada uma das classes definidas, 2- cálculo do valor médio dos pixels constantes em cada classe, 3- A partir desse valor médio são medidos os valores médios dos pixels restantes da imagem, 4- cada pixel da imagem assumirá, conforme a

proximidade a classe determinada o valor correspondente àquela classe.

Segundo (Crosta 1992), na maior parte das situações reais encontradas em imagens de sensoriamento remoto, os valores dos pixels vão representar uma mistura de mais de um tipo de superfície equivalente aos pixels do TM e MSS respectivamente, é provável que ocorra mais de um tipo de classificação. É recomendável neste caso atribuir os pixels desconhecido à uma ou outra classe, dependendo de qual classe ele está mais próximo. Essa questão da proximidade ou da similaridade irá permear a discussão dos dois métodos restantes de classificação supervisionada. Pode-se considerar a questão da proximidade entre classes com base em dados estatísticos. Uma forma de definir cada classe é calculando-se a média estatística para cada classe em cada banda espectral. O método da distância mínima atribui cada pixel desconhecido à classe cuja média é mais próxima a ele.

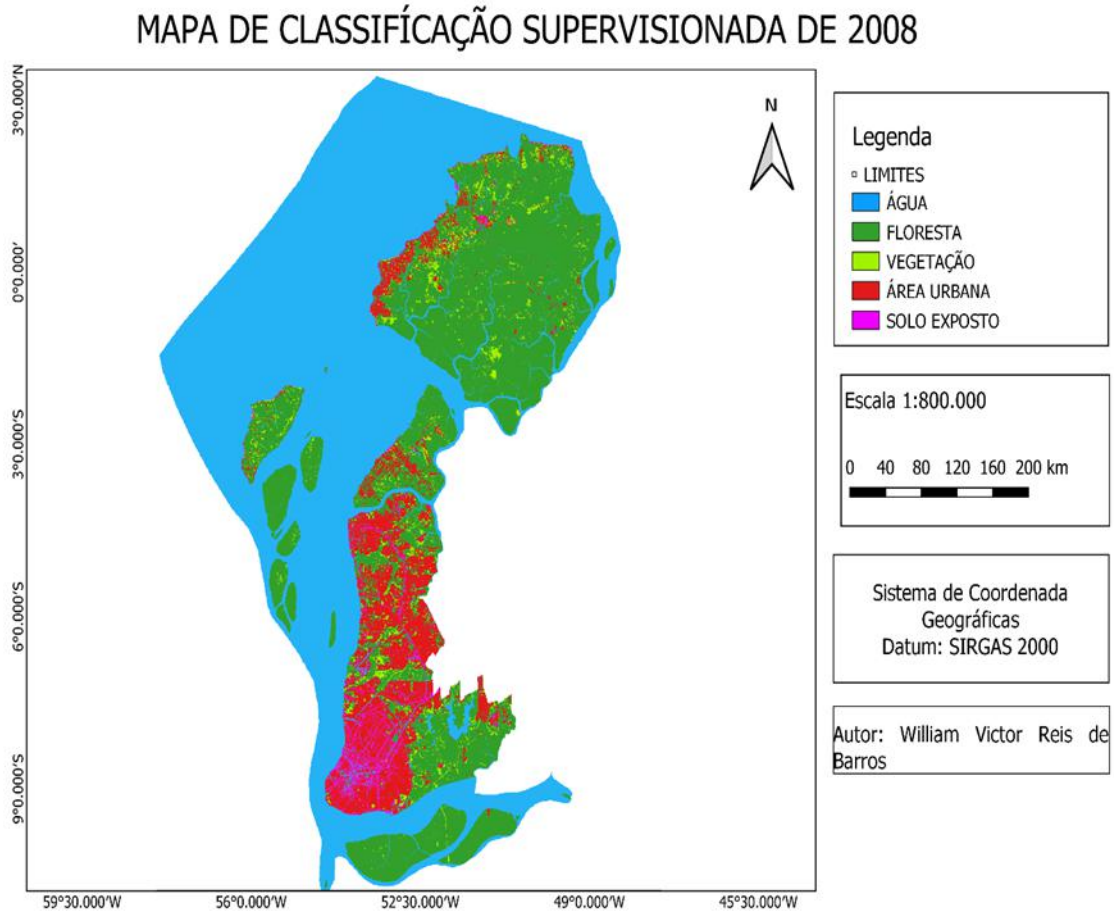
3. Resultados e Discussão

A classificação supervisionada foi realizada utilizando o algoritmo mínima distância (MD), implementado pelo Plugin de classificação semiautomática (SCP), extensão para o software QGIS. Desta forma, foram definidas as classes divididas em floresta, vegetação, área urbana, solo exposto e água. No qual foram selecionadas inicialmente 35 polígonos para a imagem de 2008 e 30 amostras de polígonos de treinamento para a imagem de 2020. Sendo adicionado mais alguns pontos para obter melhor classificação visual, totalizando 45 e 40 respectivamente. Isso é explicado devido a diferença de qualidade de imagens do satélite LANDSAT 5 se comparado ao LANDSAT 8. A coleta destas amostras foi baseada na imagem da composição RGB de falsa cor natural extraída de forma aleatórias.

De acordo com (Santos et al,2019) aborda a comparação pelo índice de Kappa dos algoritmos de máxima verossimilhança e distância mínima, no qual resultou quem ambos são aptos para a classificação porem o algoritmo de máxima verossimilhança obteve melhores resultados para classificar áreas urbanas enquanto o algoritmo de distância mínima teve melhores resultados na classificação de áreas verdes.

De acordo com o mapa temático (Figura 3) podemos visualizar que o território belenense é constituído por ilhas onde possui ilha ao norte (ilha de Mosqueiro) ilha ao sul (ilha do Combú) e ilha ao oeste (ilha de Cotijuba) onde podemos perceber que no ano de 2008 na ilha de mosqueiro, a ilha do Combú e a ilha de Cotijuba a floresta está presente em grande parte, seguindo de pouca parte de vegetação nas mesmas ,enquanto a área urbana seguido de solo exposto possui pouco destaque porem estar em grande parte presente no centro de Belém.

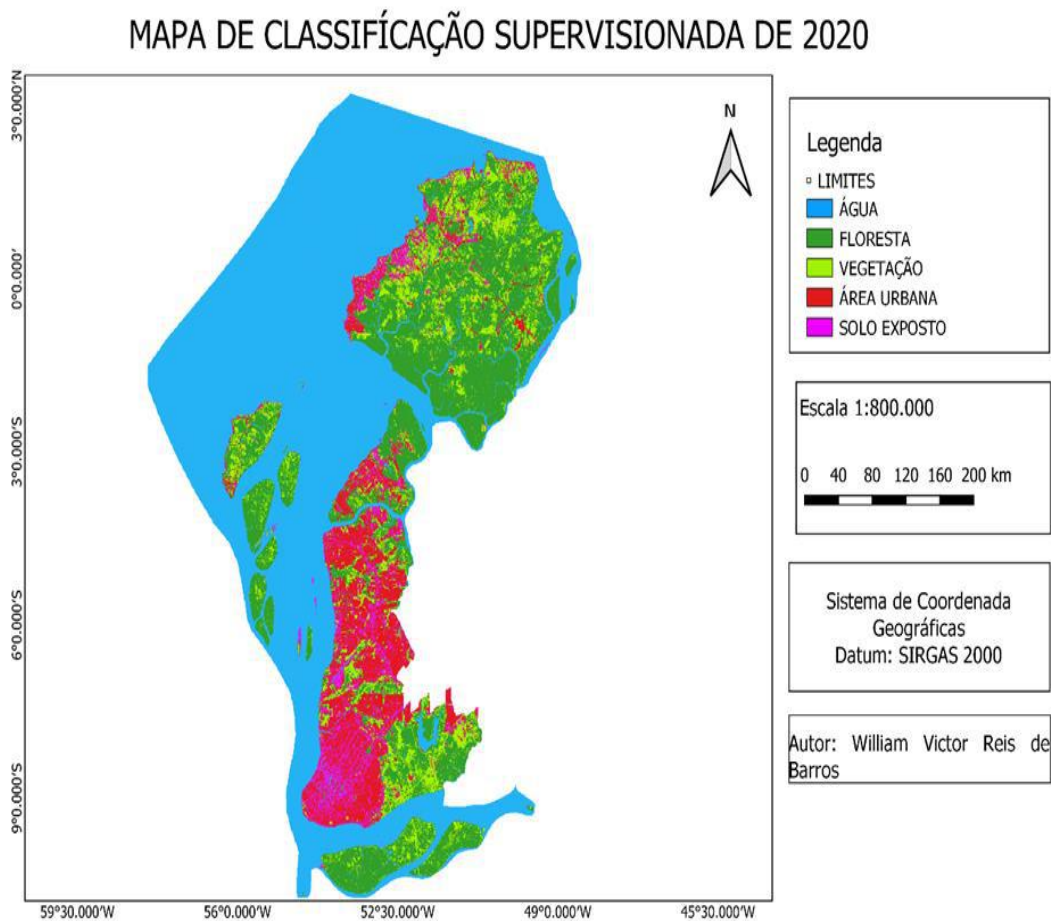
Figura 3 - Mapa Temático do município de Belém 2008.



Fonte: Autores.

Pode se dizer que no ano de 2008 há poucas áreas urbanas nas ilhas devido à forma de apropriação da população, apresentando abundantes belezas cênicas e naturais. Mais tarde sendo um catalizador para o turismo e desenvolvendo dessas ilhas. Porém nos grandes centros urbanos se observa a intensificação em comparação ao arquipélago das ilhas do município (Figura 4).

Figura 4 - Mapa Temático do município de Belém 2020.

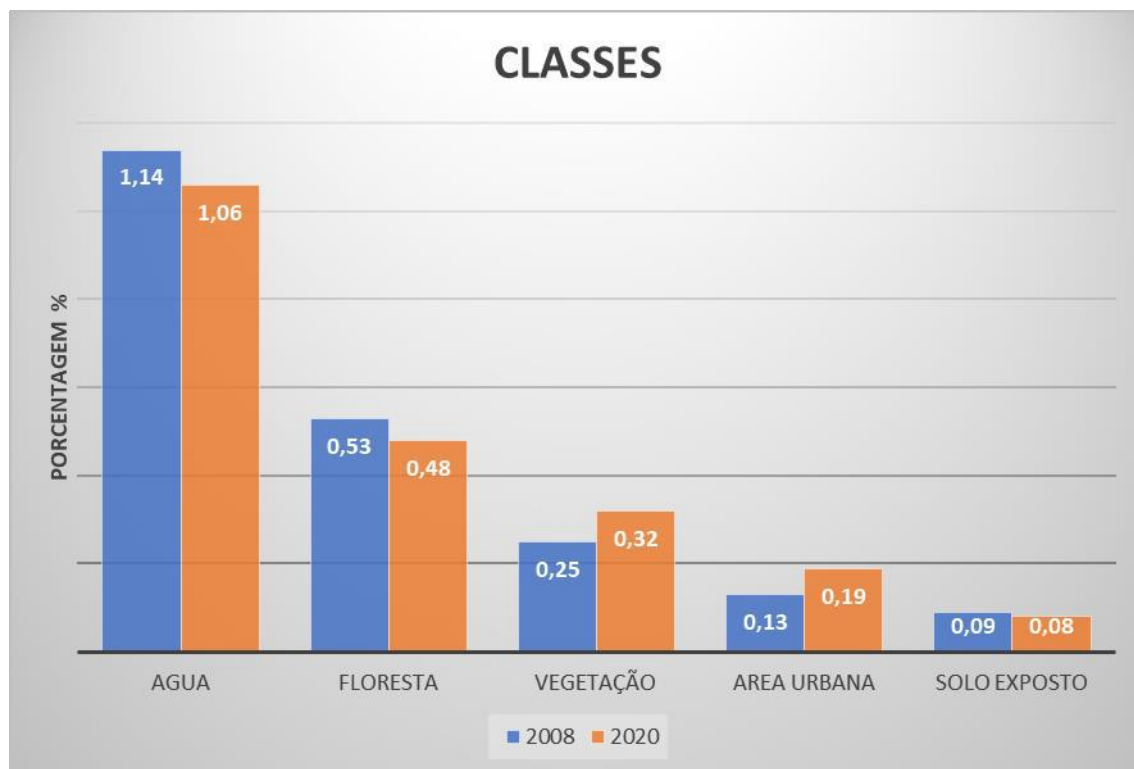


Fonte: Autores.

No ano de 2020 podemos perceber um decréscimo em relação a floresta nas ilhas de mosqueiro, ilha do Combú e ilha de Cotijuba e houve um crescimento em relação a vegetação nessas mesmas ilhas, isso se dar a respeito ao crescimento do comercio e atrativos turístico presente nessas ilhas, onde inicialmente era somente a pesca era presente nessas ilhas. podemos também visualizar o crescimento da área urbana não somente nas ilhas, mas também no centro da cidade. Esses crescimentos nas ilhas remetem a agricultura familiar, o comercio e o turismo. Enquanto no centro a economia estimulou com que pessoas de fora da cidade viessem para trabalhar no centro.

A Figura 5 mostra a porcentagem dos dados gerados após a classificação supervisionada utilizando o relatório de classificação, no mesmo podemos perceber que houve um decréscimo de 0,53% no ano de 2008 para 0,48% no ano de 2020 e em crescimento em relação de vegetação de 0,25% para 0,32% enquanto a área urbana teve um crescimento de 0,13% em 2008 para 0,19% em 2020 e obteve um decréscimo em relação ao solo exposto de 0,09% para 0,08%.

Figura 5 - Gráfico com a porcentagem das classes de paisagem.



Fonte: Autores.

A ilha de mosqueiro possui como principal ocupação a agricultura familiar na qual o açaí e a mandioca são bastante presentes. Essas comunidades têm nas atividades extrativas sua principal fonte de recursos, tanto para autoconsumo como para a comercialização. A diversidade de produtos retirados da floresta propicia-lhes uma autonomia de vida socialmente justa sem causar danos ao meio ambiente (Junior, et al., 2001; p 358).

A ilha do Combú também possui o açaí como principal renda, O manejo do açaí praticado por essas famílias caracteriza-se pela forma de manipulação do açazal, sendo geralmente plantado e extraído de forma manual e sem a utilização de produtos químicos artificiais, com reduzida degradação do solo, conservando o ambiente natural. (Ferreira, Silva;2019; p232).

O processo de ocupação da ilha de Cotijuba também obteve maior intensidade após a implantação da rede elétrica 2005. Diante de uma melhor facilidade de acesso e de maiores ofertas de serviços de cunho urbano, a ilha passa por inúmeras modificações sócio-espaciais. Estas modificações são intensificadas pelo aumento progressivo da atividade turística e pela substituição da vegetação pela ocupação urbana, em grande e médio porte (Pereira,2019).

No centro da cidade de Belém também obteve o crescimento urbano percebemos algumas iniciativas do governo de entretenimento cultural como espaços de lazer e prática de esporte, construção de quadras poli esportivas, teatro em espaços abertos, feiras e como consequência vemos a identificação de lugares que são recortados do conjunto urbano da capital paraense e passam a receber investimentos por parte do governo local a fim de atrair investimentos da iniciativa privada (Galvão, Correa; 2014). Em um mapeamento das áreas verdes do município de Belém, se identificou territórios remanescentes formados por áreas estaduais de Proteção Integral e as de Uso Sustentável, tal como a APA de Belém, o Parque do Utinga, o Parque Ecológico de Belém, além da Ilha do Combu (Marinho, 2022). Regiões de extrema importância para conservação ambiental de mananciais e para o ecoturismo realizado para fortalecimento da economia local.

4. Considerações Finais

O estudo do território belenense é muito extenso devido ser constituído de ilhas, porém cada ilha teve seu crescimento de produção quanto de urbanização. Com esta pesquisa podemos perceber a complexidade de se utilizar o software QGIS com o plugin de classificação semiautomática utilizado nesse trabalho, pois obteve bons resultados e que apesar do seu uso ser público demonstrou ser tão eficaz quanto o ARCGIS tanto para realizar a classificação visual quanto a classificação supervisionada e o método de distância mínima obtiveram resultados satisfatórios na classificação visual e na pós classificação. Observando os resultados correspondentes na dinâmica do tempo foi visualizado digitalmente o comportamento das classes selecionadas para análise que estão fornecidas como dados no Gráfico 1, além podemos também ter como potencial de significância avaliativa no tempo e espaço as imagens produzidas pela ferramenta da geotecnologia a qual para esse estudo foi mais eficaz que é o software QGIS com o plugin de classificação semi-automática.

Referências

- Amaral, M. V. F., et al. (2009). Avaliação e comparação de métodos de classificação de imagens de satélites para o mapeamento de estádios de sucessão florestal. *Revista Árvore*, 33(03), 575-582.
- Andrade, A. C., Francisco, C. N., & Almeida, C. M. (2014). Desempenho de classificadores paramétrico e não paramétrico na classificação da fisionomia vegetal. *Revista Brasileira de Cartografia*, (66/2), 349-363.7.
- Barbosa Vale, J. R., Andrade da Costa, J., Ferreira dos Santos, J., Silva da Silva, E. L., & Trindade Favacho, A. (2018). Análise comparativa de métodos de classificação supervisionada aplicada ao mapeamento da cobertura do solo no município de Medicilândia, Pará. *InterEspaço: Revista De Geografia E Interdisciplinaridade*, 4(13), 26-44. <https://doi.org/10.18764/2446-6549.v4n13p26-44>
- Barbosa, M. T., Pinheiro, S. B., Vieira, R. C., Costa, M. do S. S., Carneiro, F. da S., Amaral, A. P. M., Castro, C. V. B., Braga, E. O., & Tavares, L. C. (2021). Geoinformação como ferramenta na variação temporal na lavoura de dendê na mesorregião do nordeste paraense. *Research, Society and Development*, 10(7), e19210716521. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16521>
- Barbosa, M. T., Rodrigues, C. C., Cruz, H. dos S., Rosário, R. R., Carneiro, F. S., Santos, L. B., Jesus, R. C. S., Cordeiro, D. F. de J., Souza, C. B. G., & Ataíde, W. L. da S. (2022). Geotecnologia aplicada na identificação de incidências de queimadas no município de São Félix do Xingu/PA. *Research, Society and Development*, 11(6), e34311628206. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.28206>
- Bernardi, H. V. F., Dzedzej, M., Carvalho, L. M. T., & Acerbi Júnior, F. W. (2007). Classificação digital do uso do solo comparando os métodos "pixel a pixel" e orientada ao objeto em imagem QuickBird. In: *Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto*, 13, Florianópolis. Anais... São José dos Campos:INPE,2007. 5595-5602.
- Chagas, C. A. N., Santos, C. S., & Vieira, D. C. M. (2015). A Utilização de Técnicas de Geoprocessamento para Análise Geográfica da Correlação entre Homicídios e Aglomerados Urbanos em Belém-PA. *Geosaberes*, 6(1), 02 - 16.
- Coutinho, C. H. O., Cruz, H. S., Carneiro, F. S., Souza, C. B. G., & Viana, J. S. (2021). Geotecnologia aplicada na avaliação de parâmetros fitossociológicos da espécie *Handroanthus* sp, no Estado do Pará, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(6), e18210615437. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15437>
- Crosta, A. P. (1992). *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*, ed. Ed.:IG/UNICAMP.
- Crosta, A. P. (2002). *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. (4a ed.): IG/UNICAMP.
- Ferreira, M. P. L., & Silva, G. M. (2019). A produção de açaí nos igarapés Combu e Periquitaquara na Ilha do Combu: uma análise sobre as práticas de manejo, Pará, Brasil. *Revista Agricultura Familiar*. 13(2) <http://dx.doi.org/10.18542/raf.v13i2.8717>
- Fitz, P. R. (2008). *Geoprocessamento sem complicação*, Oficina de Textos, São Paulo.
- Galvão, R. F., & Correa, R. S. S. (2014). Belém. Pa: mudanças na urbanização da metrópole amazônica. *Revista on-line chão urbano*. 1-8p.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). Brasil/Pará/Belém. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama>.
- Júnior, U. M. S., Santos, A. S. N., & Pessanha, L. D. R. (2001). O trabalho nos sistemas de produção de agriculturas familiares na Ilha do Mosqueiro, Belém-PA. *Anais da XI Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ*. 11(2), 357-360.
- Marinho, J. L. M., Cid, Y. P. M., Barros, W. V. R., Costa, M. S. S., Ribeiro, E. S., Carneiro, F. S., Repolho, S. M., Cordeiro, D. F. J., Jesus, R. C. S., & Amaral, A. P. M. (2022). Aplicação da geotecnologia para identificar fragmentos de vegetação do município de Belém-Pará-Brasil no ano de 2020. *Research, society and development*, v. 11, 1-9p.
- Pereira, N. S. S. (2019). Metropolização e turismo: um estudo sobre a Ilha de Cotijuba, Belém – Pará. *Paper do NAEA*, Vol 28. 1360 -1399p.
- Rodrigues, H. C. T., Silva, R. S., Carneiro, F. S., Souza, C. B. G., Oliveira, T. B., Amaral, A. P. M., Santos, A. M. A., Pinheiro, K. A. O., & Maestri, M. P. (2022). NDVI e SAVI como ferramentas de monitoramento das modificações no uso e ocupação do solo no sudoeste paraense. *Research, Society and Development*, 11(1), e47611122583. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.22583>

Rosário, R. R., Barbosa, M. T., Carneiro, F. Da S., Costa, M. Do S. S. (2021). Uso e ocupação do solo do município de novo progresso no Estado do Pará-Brasil. *Research, Society and Development*, 10(1), e51210112060. 10.33448/rsd-v10i1.12060. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12060>.

Santos, A. S. R. M., et al. (2019). Métodos de classificação supervisionada aplicados no uso e ocupação do solo no município de presidente Médice – RO. *Biodiversidade* 18(1). 150-159p.

Silva, M. V. S., & Lima, A. M. M. (2021). Reconstituição espaço-temporal do alagado do piry de jussara, Belém-Pa: evolução e impacto na urbanização. *Revista Cerrados, Montes Claros –MG*, 19(01), 113-139.

Souza, C. B. G., Carneiro, F. S., Rodrigues, H. C. T., Ribeiro, E. G. P., Amaral, A. P. M., Silva, J. S. L. P., Araujo, S. C. A., & Castro, C. V. B. (2021). Análise espaço-temporal de Área de Proteção Permanente para a gestão ambiental municipal em Parauapebas no estado do Pará-Brasil. *Research, Society and Development*, 10(6), e24110615491. 10.33448/rsd-v10i6.15491.

Vieira Junior, J. A. (2011). *Análise comparativa dos métodos de classificação de imagem de alta resolução para mapeamento da cobertura do solo*. 2011. 32 f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) –Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Zanetti, J., Braga, F. L. S., & Duarte, D. C. O. (2017). Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem máxima verossimilhança, distância euclidiana, paralelepípedo e redes neurais em imagens vant, utilizando o método de exatidão global, índice kappa e o tau. In: *simpósio brasileiro de geomática*, 4.,2017, Presidente Prudente. Anais.Presidente Prudente:UNESP.p. 244-250.