

Análise multitemporal de uso e ocupação do solo com enfoque na agricultura, pecuária e extração do seixo no município de Ourém/PA, nos anos de 2016 a 2020



<https://doi.org/10.56238/sevened2023.001-014>

Helene Cristina Aguiar Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém/PA, Doutora em Agronomia.

Carlos Rodrigo Tanajura Caldeira

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém/PA, Mestre Ciências Cartográficas.

Yanna Karoline Santos da Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém/PA, Doutora em Agronomia.

Thamyres Marques da Silva

Instituto de Terras do Pará - ITERPA, Belém/PA, Especialista em Geoprocessamento e Georreferenciamento de Imóveis Rurais.

Tabilla Verena da Silva Leite

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém/PA, Mestra em Geografia.

Valdeides Marques Lima

Instituto Federal do Pará – IFPA, Altamira/PA, Doutor em Agronomia.

Olavo Pimentel Silva

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu/SP, Bacharel em Agronomia.

Rafaela da Silva Guerino

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Capanema/PA, Mestra em Agronomia.

Jefferson dos Santos Martins

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém/PA, Mestre em Agronomia.

Marcos Augusto de Souza Gonçalves

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém/PA, Mestre em Agronomia.

RESUMO

Os estudos das formas de uso e cobertura da superfície terrestre, são essenciais para fornecer subsídios ao monitoramento ambiental de uma determinada área. O presente trabalho teve como objetivo analisar temporalmente a dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Ourém/PA no período de 2016 a 2020, gerando informações representativas da dinâmica da paisagem, influenciadas pelos aspectos físicos e socioeconômicos inerente a esse município. Foram quantificadas e mapeadas classes de uso e cobertura do solo com aplicativo Google Earth Engine no período de 2016 a 2020. O processamento dos dados foi realizado no software ArcgisPro para classificação das classes de uso e cobertura do solo e para confecção dos mapas. Com os produtos gerados, foi selecionada uma imagem para cada ano, afim de determinar as áreas para cada classe temática de área urbana, vegetação, agricultura e pecuária e extração de seixo, para que fosse possível quantificar as medidas de classe. Fez-se a comparação entre os resultados de cada ano e foi elaborado um mapa temático com as imagens selecionadas para a determinação do uso e ocupação do solo do município. Os resultados revelaram que as classes de agricultura e pastagem são predominantes durante o período analisado, havendo uma leve redução na cobertura vegetal e um leve aumento na área de agricultura e pastagem. Logo, a identificação e análise das classes de uso e ocupação proporcionam tanto a compreensão desses modos de uso como a degradação ao meio ambiente, compreendendo a função do Homem como causador potencial dessa degradação.

Palavras-chave: Dinâmicas de Transição, Floresta amazônica, Geotecnologias.



1 INTRODUÇÃO

Para a avaliação do processo de ocupação de uma determinada área é fundamental o uso de recursos de Geotecnologias como o Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica, no qual propiciam a geração de informações atualizadas e confiáveis (FACCO et al., 2017), permitindo um mapeamento periódico com o intuito de monitorar fenômenos de mudança no uso e cobertura do solo.

Esses recursos, segundo Vaeza et al., (2010) proporcionam maior eficiência no processo e atualização de dados com menor custo, tornando-se úteis e indispensáveis para o monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo. Diante disso, verifica-se que o levantamento do uso da terra, em uma determinada região, torna-se um aspecto fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço e planejamento de políticas públicas (PRADO; NOVO; PEREIRA, 2009).

Na análise temporal do uso e cobertura do solo em imagens de Sensoriamento Remoto de um município, através de técnicas de processamento digital propicia o reconhecimento de mudanças nas atividades agrícolas e pecuárias, bem como mudanças nas áreas florestais nativas. Nas florestas tropicais essas mudanças têm ocorrido principalmente as pressões antrópicas associadas a exploração da matéria prima (SOUSA et al. 2017). Para Facco et al., (2017), esse tipo de mapeamento, propicia a realização de um inventário sistemático da superfície da terra, possibilitando categorizar diferentes usos em classes, que associado ao sistema de informação geográfica (SIG) possibilita o conhecimento da evolução da dinâmica espacial do uso da terra com a produção de séries temporais de mapas para uma mesma área.

Os autores Cunha et al., (2012), destacam que o uso de técnicas de geoprocessamento por meio dos SIGs mostra-se eficientes para detectar mudanças no uso e cobertura da terra, bem como as alterações provocadas nas paisagens em um determinado local e escala temporal, possibilitando diagnosticar alterações antrópicas e naturais na paisagem.

O aumento dos aglomerados urbanos, a exploração dos recursos naturais e as atividades de mineração provocam rápidas alterações nas paisagens que, aliadas ao desenvolvimento contínuo e mal planejado, geram diversos impactos ambientais e socioeconômicos. Torna-se, portanto, necessária a obtenção de informações precisas sobre o espaço geográfico para o planejamento regional e local, visando identificar e classificar as alterações ocorridas nas paisagens (ARAÚJO FILHO; MENESES; SANO, 2009).

Segundo Sousa et al. (2017), essa identificação é realizada por meio da fotointerpretação da imagem captada pelos sensores através da análise dos elementos associados aos alvos como a cor, tonalidade, tamanho, forma, textura, padrão, contexto e presença de sombras. Para compreensão das informações existentes na imagem, torna-se necessário uma caracterização dos dados que nela se encontram. Sendo assim, técnicas de classificação digital são aplicadas na imagem fornecida pelo



satélite com o objetivo de atribuir cada pixel, da imagem em estudo, a uma categoria de um grupo de classes (BAKR; WEINDORF; BAHNASSY, 2010; NOVO, 2011).

Bolfe, Batistella e Ferreira (2012), explicam que o fator de brilho tem relação direta com a quantidade de radiação refletida em determinada faixa do espectro eletromagnético. A razão entre a radiação, que é refletida, e a radiação incidida sobre o alvo é conhecida como refletância. Com isso, as diferentes classes de cobertura da terra (solo, vegetação, água, etc.) apresentam um padrão identificável com a aplicação de técnicas de fotointerpretação e/ ou classificação de imagens (AMARAL et al., 2009). Podemos citar vários trabalhos que realizam análises em escalas multitemporais, com o intuito de monitoramento do uso e ocupação do solo como os do Fujaco, Leite e Messias (2010), Vascellos, Terra e Cardoso (2013) e Santos et al., (2015).

Logo, estudos de análise temporal permitem o acompanhamento sazonal da superfície da terrestre como, por exemplo, o monitoramento da evolução dos desmatamentos, crescimento urbano, monitoramento agrícola, entre outras aplicações (CARVALHO JUNIOR et al., 2005). Através da utilização de imagens de satélite, obtém-se a análise multitemporal, que permite explorar mudanças transcorridas na área analisada, apresentadas sob o formato de um mapa (BENEDETTI, 2010).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi analisar temporalmente a dinâmica do uso e cobertura do solo no município de Ourém no Estado do Pará no período de 2016 a 2020, gerando informações representativas da dinâmica da paisagem, influenciadas pelos aspectos físicos e socioeconômicos inerente a esse município.

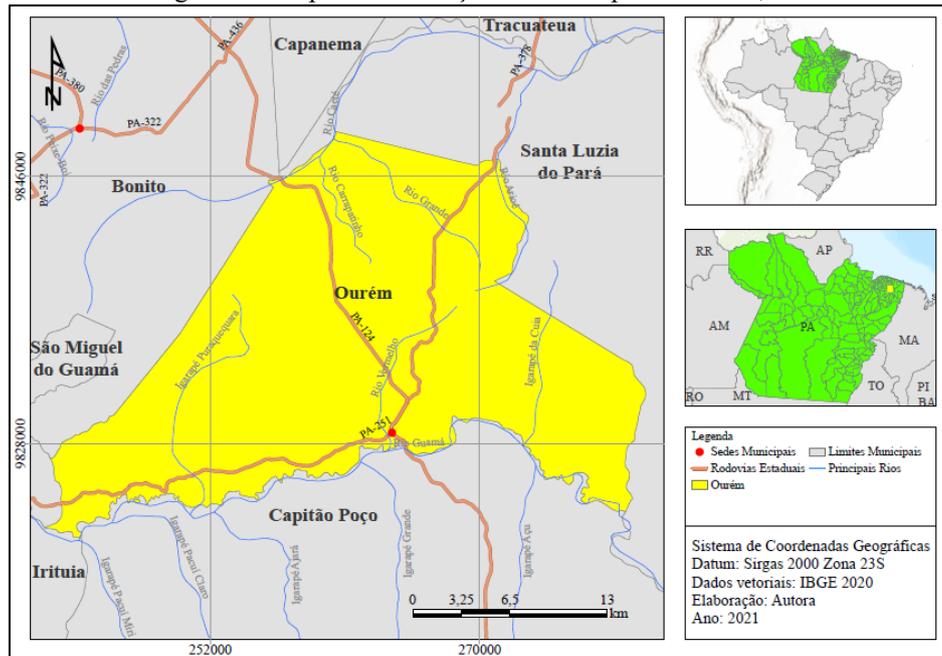
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Ourém está localizado no estado do Pará, na mesorregião Nordeste Paraense, microrregião do Guamá (Figura 1), cuja a sede está na coordenada 1° 33' 07" S e 47° 06' 52", apresentando uma área de 562,388 km², com população estimada de 17.842 habitantes. Vizinho dos municípios de Santa Luzia do Pará, Capitão Poço e Bonito, se situando a 23 km ao Norte-Oeste de Capitão Poço a maior cidade nos arredores (IBGE, 2010).



Figura 1 – Mapa de localização do Município de Ourém, PA.



Fonte: IBGE (2020).

O município tem como principal sistema de drenagem o Rio Guamá, que faz divisa com o município de Capitão Poço. Além do rio, que fica na parte central, existem 12 igarapés, todos com água cristalina filtrada pela jazida de seixo existente, a maior do estado do Pará. Por possuir essas características peculiares o município também é conhecido como “A Pérola do Guamá”, “Paraíso dos Igarapés” e “Cidade do Seixo” (MATOS, 2007).

Por apresentar a maior produção de seixo do Estado, chegando a mais de 700 m³ por dia, a economia de Ourém se baseia na exploração de seixo, brita e areia. Tornando-se responsável pelo abastecimento desse material a capital paraense. Além disso, mais de 50% da população Ouremense vive da agricultura familiar, comércios locais, da prestação de serviços, entre outras atividades. Ressaltando, ainda que uma parte da população sobrevive por conta das olarias, bem como uma parte da apicultura, que são serviços reconhecidos por sua qualidade pela região do Nordeste do Estado (OUREM, 2015).

O município apresenta uma amplitude de temperatura que varia de 24,6° a 25,9° C e integra a região do Planalto Rebaixado da Amazônia, que possui altimetrias entre 50-200 m (FURTADO; PONTE, 2013). Apresenta predominância de solos distróficos, de textura média e argilosa, com propriedades que possibilitam a exploração extrativista de materiais, como: areia, seixo, cascalho, brita, piçarra e argila (FAPESPA, 2012). Em relação à cobertura vegetal original, o município preserva apenas 9,2% ou 46 km² (ANUARIO DO PARÁ, 2017), restando pequenos estoques de floresta original, os quais estão situados principalmente próximos ao limítrofe sul, com o município de Capitão Poço (SOUZA; PENA; SILVA, 2016). Nessas áreas alteradas predominam as florestas sucessionais e as de várzea banhadas pelo rio Guamá (ANUARIO DO PARÁ, 2017).



O desmatamento é bastante visível tanto nas proximidades do centro urbano, quanto nas estradas de acesso à sede municipal (SOUZA; PENA; SILVA, 2016), tendo com um dos fatores que contribuem para esta problemática a extração do seixo para a construção civil, que, há décadas, consolida-se na base econômica do município (GEOVANE; FURTADO; SOUZA, 2012; LOBELL et al., 2015).

2.2 PROCEDIMENTOS

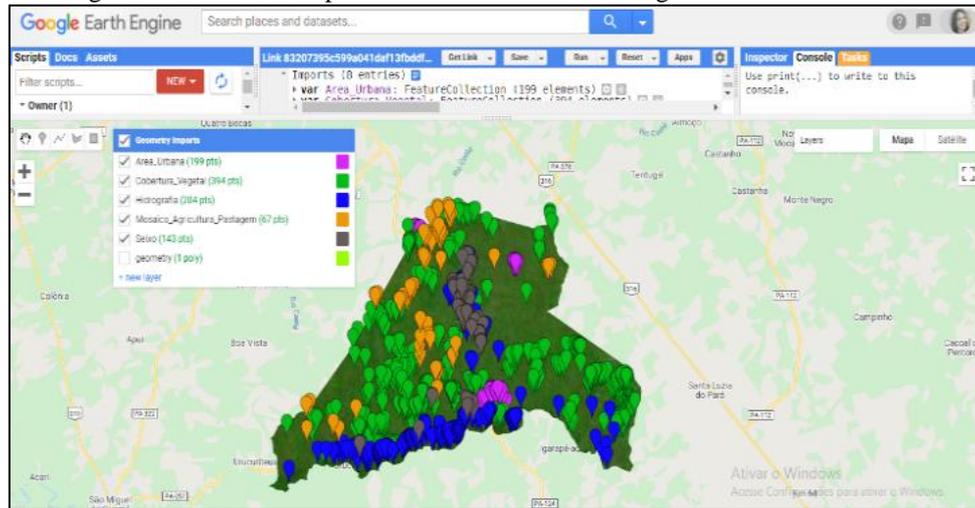
Para a aquisição das imagens por satélite para o município de Ourém, usou-se o aplicativo *Google Earth Engine*, a partir de imagens, Landsat 8, sensor OLI, calibrada, corrigida atmosféricamente e georreferenciada no Sistema de Coordenadas Planas Projeção Transversa Mercator (UTM) Datum Sirgas 2000 Zona 23S.

Os dados provenientes do sensor OLI, fornece dados e informações muito importantes, com 30 m de resolução espacial, e que podem ser utilizadas em estudos ambientais destinados para tomadas de decisões (ZHANG et al., 2015; SOULARD et al., 2016; CUTLER et al., 2007).

O procedimento de classificação do uso e da ocupação do solo adotado pelo *Google Earth Engine*, baseou-se na filtragem de percentuais de cobertura de nuvens e compostas em mosaicos das bandas espectrais para a geração dos índices. A classificação foi supervisionada, onde obteve o conhecimento prévio da área por parte do usuário. Foram coletadas amostras de pixels de cada classe para que fossem geradas suas respectivas assinaturas espectrais para realizar a classificação de todos os outros pixels da imagem, aplicando o algoritmo *Random Forest* conhecido como “árvores de decisão”. Segundo (GISLASON; BENEDIKTSSON; SVEINSSON, 2006), é um classificador estatístico muito eficaz e com vasta aplicação. Muito eficiente na classificação de imagens de satélite (BREIMAN, 2001), reuni um conjunto de métodos, que usa várias “árvores de decisão”, independentes e distribuídas de forma semelhante por vetores aleatórios segundo um padrão de entrada (ROUSE et al., 1973), com o objetivo de produzir uma classificação mais exata possível (GISLASON; BENEDIKTSSON; SVEINSSON, 2006) (Figura 2).



Figura 2 – Amostras de pixels de cada classe usando algoritmo Random Forest.



Elaboração: O(s) autor(es) (2021).

A sua classificação de imagens satélite segundo (GISLASON; BENEDIKTSSON; SVEINSSON, 2006) é recomendável, pois além de incluírem métricas que destacam a importância de variáveis, e a similaridade entre pontos, que podem ser agrupados, em diferentes níveis, classificando a imagem por inteiro, atribuindo valores quando inexistentes, produzindo um resultado gráfico.

Foram mapeadas cinco classes de uso e ocupação do solo, entre os anos de 2016 a 2020, divididas em amostras conforme a variabilidade da assinatura espectral:

- a) Área urbana;
- b) Cobertura vegetal;
- c) Hidrografia;
- d) Agricultura e pecuária e,
- e) Extração do seixo.

A partir da junção das bandas espectrais de interesse, originou-se mosaicos de bandas espectrais para a geração dos índices.

Para calcular os índices de vegetação, NDVI (Índice da vegetação por diferença normalizada), no *Google Earth Engine*, advindos do sensor OLI, foram usadas as bandas do vermelho B4 (640 – 670 nm) e infravermelho próximo B5 (850 – 880 nm), seu índice possui variação que parte de -1 até 1.

O NDVI, proposto por Polidório, Imai e Tommaselli (2004), foi calculado pela seguinte Equação 1:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (1)$$



Em que, NIR é a reflectância da vegetação na banda do infravermelho próximo e R é a reflectância da vegetação na banda do vermelho.

Para o cálculo do NDWI (Índice de diferença normalizada da água), foram usadas as bandas no verde B3 e no infravermelho médio B6, e se deve ao fato do espectro da radiação refletida pela água ocupar em geral a faixa de comprimentos de onda entre 400-900 nm, fato que permite realçar a água presente no pixel com facilidade, podendo identificar e separar a água de partículas de solo (SILVA et al., 2019).

O cálculo do índice, foi realizado a partir da Equação 2 (POLIDORIO; IMAI; TOMMASELLI, 2004):

$$NDWI = \frac{(G - NIR)}{(G + NIR)} \quad (2)$$

Em que, G é a reflectância na faixa do espectro Verde e NIR é a reflectância na faixa do infravermelho médio.

Neste estudo, o cálculo do NDBI (Índice de diferença de áreas construídas), foi baseado na aplicação do método na abordagem dos estudos de NDBI desenvolvidos por Zha, Gao e Ni (2003). Para o cálculo do NDBI foram utilizadas as bandas do infravermelho próximo B4 (760 - 900 nm) e do infravermelho médio B5 (1550 – 1750 nm), conforme a seguinte Equação 3:

$$NDBI = \frac{(B5 - B4)}{(B5 + B4)} \quad (3)$$

O resultado da razão das bandas do infravermelho próximo e infravermelho médio produz uma imagem com valores de -1 a 1. Onde espera-se que os maiores valores representem os pixels contidos em áreas construídas e os valores negativos representem pixels contidos em áreas não construídas, como por exemplo, superfícies com vegetação.

Após a etapa de geração das imagens com as cinco classes, fez-se o processamento das mesmas no ArcgisPro incluindo seus plugins e extensões. Os arquivos matriciais (raster) contendo a classificação do uso da cobertura do solo em mosaico recortado, foi convertido em um arquivo vetorial do tipo polígono. Os arquivos vetoriais contendo a classificação para 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 foram usados para definir uma faixa de cores para a classificação do uso da cobertura do solo, assumindo os padrões de cores adotadas para cada classe.

As classes de uso da cobertura do solo foram quantificadas, e os dados foram devidamente organizados para a análise de cada área e ano dentro de Ourém (FERNANDES et al., 2021). É nesta fase que valida a classificação gerada através do processo de qualificação do uso e cobertura



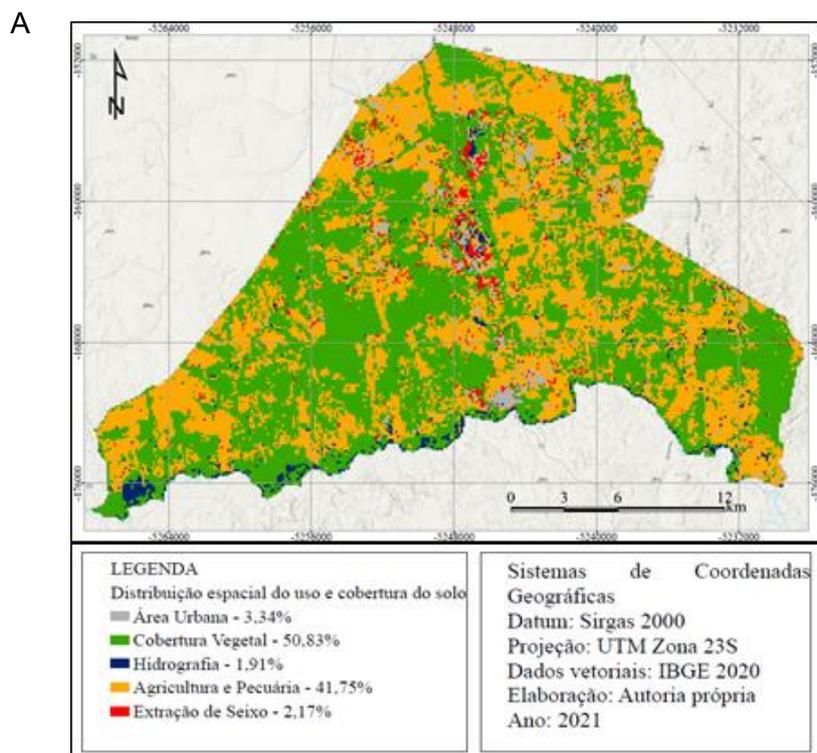
do solo. Segundo Monteiro (2015) é a fase responsável pelo tratamento do conhecimento obtido pelo processo de classificação e interpretação dos dados pelo usuário, seja por meio da elaboração de gráficos, diagramas, tabelas, entre outros.

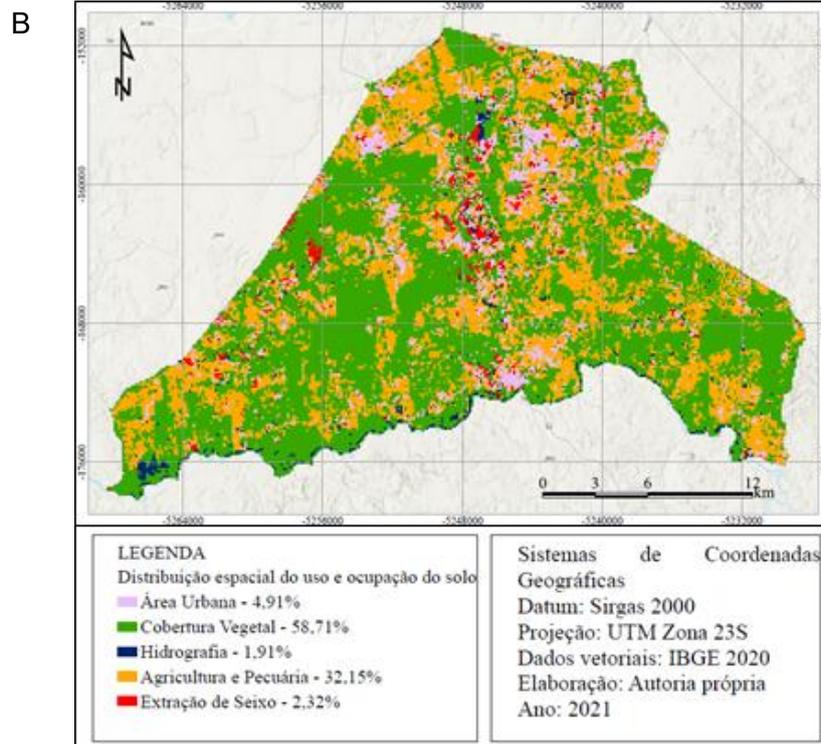
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do levantamento das imagens adquiridas, fica evidente a mudança ocorrida neste município, em relação ao uso e ocupação do solo, entre os anos de 2016 a 2020. Esse intervalo de tempo foi escolhido devido apresentarem um elevado índice de assoreamento do principal rio do município e igarapés no verão amazônico.

A Figura 3A mostra a variação das cinco classes analisadas no ano de 2016. Áreas predominantes no município foram Cobertura vegetal (50,83%) e Agricultura e pecuária (41,75%). Assim como na Figura 3A, a Figura 3B apresenta as cinco classes de distribuição do uso e cobertura do solo para o ano de 2017.

Figura 3 – Distribuição espacial do uso e cobertura do solo para o ano de 2016 (A) e 2017 (B) no município Ourém, PA.





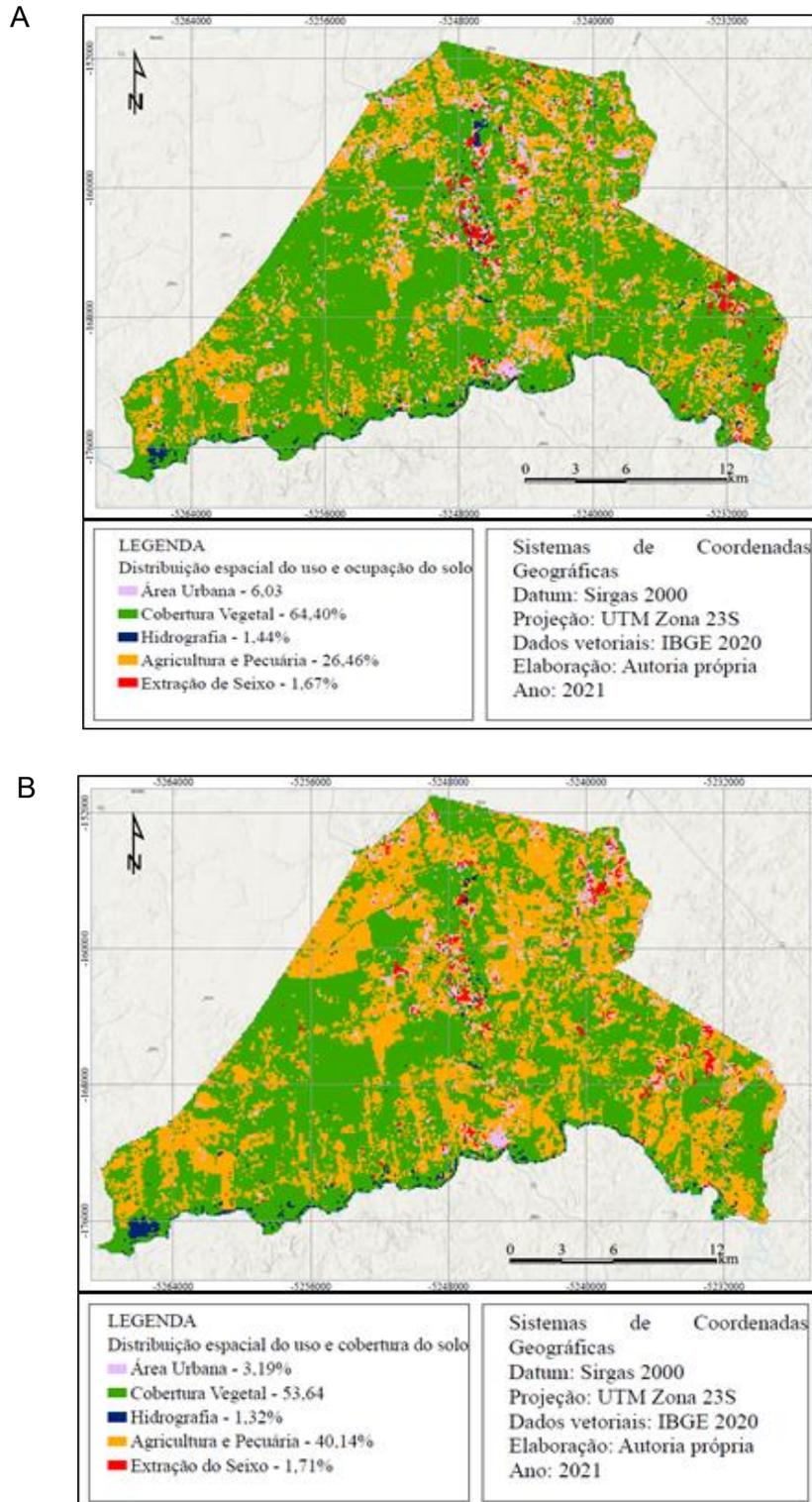
Fonte: IBGE (2020).

Observa-se que houve aumento na cobertura vegetal ao comparar com a área do ano anterior (7,88%). Visto que nesse mesmo período há redução de atividades agropecuárias na região (9,6%), como cultivo de mandioca, feijão, milho e pastagem. Além disso, houve aumento significativo na área urbana de 1,57%. Conforme destacado por Costa (2003) é fundamental conhecer a história dos lugares, para se poder entender a dinâmica que transforma o espaço, criando feições que vão se alternando ao longo do tempo.

No ano de 2018, verificou-se no mapa de distribuição espacial (Figura 4A) que a área de cobertura vegetal cresceu em relação ao ano de 2017 (5,69%) e as atividades agropecuárias diminuíram (5,69%), pois, a inatividade das classes de pastagem que engloba agropecuária, pode gerar área de regeneração da vegetação, que posteriormente se caracterizará como vegetação secundária (NASCIMENTO; FERNANDES, 2017). Diferentemente do que aconteceu em 2018, no ano de 2019 a área de agricultura e pastagem foi maior do que a área de cobertura vegetal. A agricultura cresceu 13,68% enquanto que a cobertura vegetal diminuiu 10,76%. Isto pode estar relacionado ao fato da ineficiência da legislação ambiental brasileira, na falta de fiscalização de áreas ambientais protegidas que não poderiam ter sido alteradas (DIEGUES, 2001) (Figura 4B).



Figura 4 – Distribuição espacial do uso e cobertura do solo para o ano de 2018 (A) e 2019 (B) no município Ourém, PA.



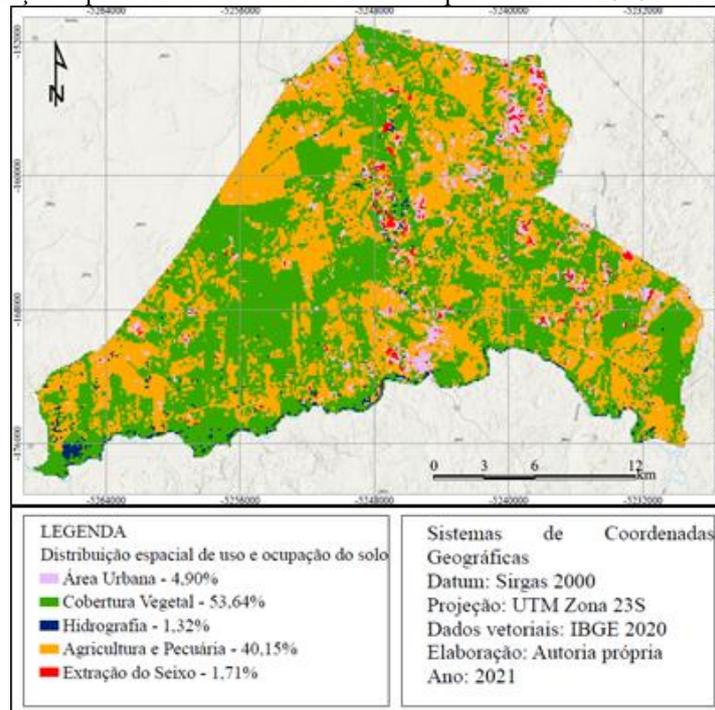
Fonte: IBGE (2020).

Para Coelho et al., (2014), as características físicas dos municípios brasileiros têm sofrido com as mudanças no uso e a ocupação do solo, uma vez que tais mudanças estão diretamente relacionadas com a qualidade ambiental das mais diversas matrizes que compõem uma cidade. O presente estudo consegue identificar essas mudanças no município de Ourém.



Observa-se que no ano de 2020 (Figura 5), das cinco classes analisadas, fica bem evidente as mudanças ocorridas nas classes da área urbana, cobertura vegetal e agricultura e pastagem. Em estudo sobre a dinâmica das áreas de vegetação, Lemos e Cruz Junior (2013) apontam as variáveis climáticas como grande interventora nas mudanças da vegetação de uma área, refletindo claramente no uso e ocupação de um solo. Fato evidenciado no município de Ourém, nesses últimos anos.

Figura 5 – Distribuição espacial do uso e cobertura do solo para o ano de 2020 no município Ourém, PA.



Fonte: IBGE (2020).

Isto pode estar relacionado a expansão das fronteiras agrícola brasileira, que evidenciou a ausência de propostas de desenvolvimento regional da agricultura familiar e estratégias para desenvolvimento do mercado interno. Todavia o foco econômico foi garantir a ampliação da margem extensiva de grandes empreendimentos voltados para o mercado externo das commodities, trajetória marcada por baixa eficiência econômica, desequilíbrio social e utilização inadequada dos recursos naturais (MATTOS, 2011).

A Tabela 1 e a Figura 6 apresentam as áreas das classes de uso e ocupação de solo entre os anos de 2016 a 2020 no município de Ourém, tanto em hectare (ha), quanto em porcentagem (%), respectivamente.

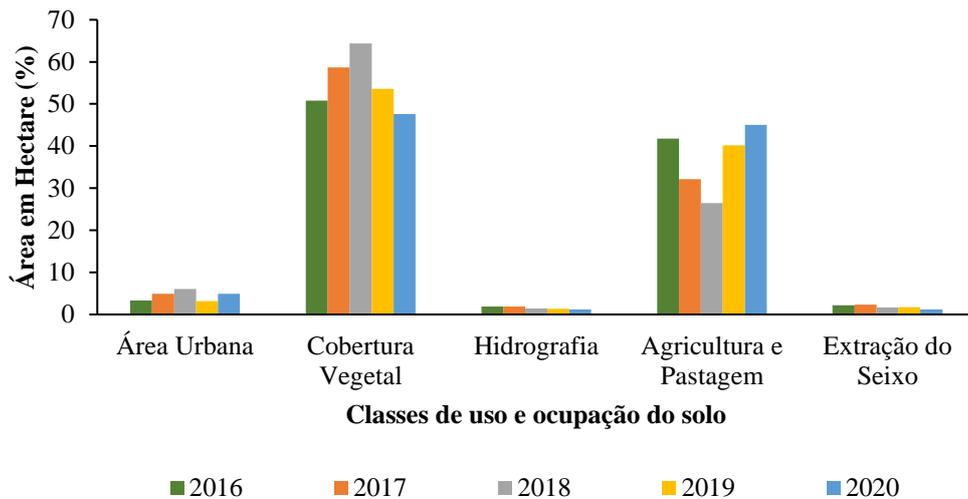


Tabela 1 – Variação das áreas das classes de uso e ocupação do solo entre os anos de 2016 a 2020, no município de Ourém.

Classe	2016	2017	2018	2019	2020	Balanço final de cada classe
	----- ha -----					
Área urbana	1,88	2,77	3,40	1,80	2,76	880
Cobertura vegetal	28,67	33,12	36,33	30,26	26,88	- 1,79
Hidrografia	1,08	1079	815	743	664	- 413
Agricultura/pecuária	23,55	18,13	14,93	22,65	25,41	1,86
Extração do seixo	1,23	1,31	943	968	697	- 530

Elaboração: O(s) autor(es) (2021).

Figura 6 – Histograma da variação percentual das classes de uso e ocupação do solo no município de Ourém, no período de 2016 a 2020.



Fonte: IBGE (2020).

Ao se comparar as áreas das cinco classes analisadas neste trabalho entre o ano de 2016 com 2020, verifica-se uma redução nas áreas de cobertura vegetal (6,26%), hidrografia (38,35%) e extração de seixo (43,19%) e aumento nas áreas urbana (46,73%) e de agricultura e pastagem (7,88%) (Figura 6). Ao verificar o balanço de áreas das classes ao final dos cinco anos analisados verifica-se que área urbana e agricultura e pecuária, foram as únicas classes com saldo positivo, enquanto que as outras obtiveram saldos negativos (Tabela 1).

Esses resultados, de uso e ocupação do solo para o município de Ourém, possibilita compreender de forma mais aprofundada as consequências ao meio, provocados, principalmente por ações antrópicas. A identificação e a análise das classes de uso e ocupação proporcionam tanto a compreensão desses modos de uso como a degradação ao meio ambiente, compreendendo a função dos seres humanos como possível causador potencial dos impactos negativos. Para Pereira Neto e Fernandes (2015), esse tipo de análise, juntamente ao entendimento de sua ecodinâmica, assumiria, pois, importância fundamental para o planejamento territorial e ambiental.



Sabemos que, diversas são as formas de interferências antrópicas desenvolvidas no município de Ourém, como agricultura e pastagem, e atividade de extração de seixo. Esta, em grande parte, encontra-se inserida, principalmente, próximos aos locais que são de preservação, como as APP's.

Neste trabalho, mesmo verificando uma acentuada queda na área de extração de seixo de 2016 a 2020, sua atividade é muito intensa e prejudicial ao meio ambiente, pois pesquisas realizadas por Souza, Pena e Silva (2016), Carvalho et al., (2013) e Coelho, Lucas e Sarmiento (2020), em Ourém, apontaram graves consequências ambientais provenientes da extração do seixo: as “montanhas” de resíduos estéreis, provenientes da lavagem do seixo, sofrem ações do vento e da chuva, tais como: o assoreamento dos corpos hídricos; os despejos aleatórios dos resíduos da lavagem do seixo; o esgotamento da fertilidade do solo, decorrente da movimentação dos horizontes; os prejuízos ao processo de restauração florestal; a suspensão de poeira nas cavas e nas estradas, dentre outros.

Como apontado por estes autores, sobre o assoreamento dos corpos hídricos. Verificou-se neste trabalho uma acentuada queda dos corpos hídricos do município de Ourém, 38,34% de área, de 2016 a 2020, refletindo no uso e ocupação do seu solo.

Em linhas gerais o que se observa é que atualmente os índices de interferência antrópica nas áreas do município de Ourém estão intensificando cada vez mais, com períodos de seca e estiagem mais prolongados. Os dados gerados a partir desta pesquisa, poderão futuramente fornecer subsídios para a implementação de ações para o desenvolvimento de medidas em benefício ao meio ambiente do mesmo.

4 CONCLUSÕES

Por meio das análises dos resultados foi possível obter considerações a respeito da situação atual da agricultura e pecuária, e extração do seixo sob o uso e ocupação do solo, detectando as transformações ocorridas ao longo de cinco anos. Nesse período o uso e ocupação do solo no município de Ourém, sofreram alterações, sobretudo na diminuição da cobertura vegetal e nos corpos hídricos, causadas principalmente pela atividade de extração de seixo, provocando assoreamento do seu rio principal (Rio Guamá) e afluentes (Igarapés), despejos de resíduos da lavagem do seixo formando as “montanhas” de resíduos estéreis, esgotamento da fertilidade do solo, dentre outros. As informações apresentadas se mostram, como importantes subsídios ao poder público como bases para as ações de planejamento e zoneamento ambiental, atrelados à busca de um convívio mais equilibrado entre a sociedade e o ambiente. Além de tratar de uma metodologia de baixo custo e fácil aplicabilidade, cujos resultados podem minimizar o custo e o tempo da fase de prospecção e pesquisa.



REFERÊNCIAS

- AMARAL, M. V. F.; SOUZA, A. L.; SOARES, V. P.; SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; MARTINS, S. V.; FERNANDES FILHO, E. I.; LANA, J. M. Avaliação e comparação de métodos de classificação de imagens de satélites para o mapeamento de estádios de sucessão florestal. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 575-582, Jun 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000300019>
- ANUÁRIO DO PARÁ 2017-2018. Anuário do Pará. Belém: Jornal Diário do Pará, v. 8, n. 8, 2017.
- ARAÚJO FILHO, M. C. A.; MENESES, P. R.; SANO, E. E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. *Revista Brasileira de Cartografia*, Uberlândia, v. 2, n. 59, p. 171-179, Nov 2009. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv59n2-44902>
- BAKR, N.; WEINDORF, D. C.; BAHNASSY, M. H. Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multi-temporal Landsat data. *Applied Geography*, v. 30, n. 4, p. 592-605, Dec 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2009.10.008>
- BENEDETTI, A. C. P. Modelagem dinâmica para simulação de mudanças na cobertura florestal das Serras do Sudeste e Campanha Meridional do Rio Grande do Sul. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, M. C. Correlação de variáveis espectrais e estoque de carbono da biomassa aérea de sistemas agroflorestais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 9, p. 1261-1269, Set 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000900011>
- BREIMAN, L. Random forests. *Machine Learning*, v. 45, n. 1, p. 5–32, Oct 2001.
- CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T.; MELO, A. F.; SILVA, P. A. Processamento e análise de imagens multitemporais para o perímetro de irrigação de Gortuba (MG). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. Anais... Goiânia: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. p. 473-480.
- CARVALHO, M. B. M.; SILVA, R. T. L.; COUTINHO, P. W. R.; NETO, C. F. O.; LIMA, L. G. S. Cadeia Produtiva de Agregados de Construção em Mineradora no Município de Ourém - Pará. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 2524-2539, Jul 2013. DOI: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3558>
- COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, E. R. V.; RIBEIRO NETO, A.; MOURA, G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 64-72, jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100009>
- COELLHO, Y. C. M.; LUCAS, F. C. A.; SARMENTO, P. S. M. Percepção ambiental e mineração de agregados: o olhar da população urbano-rural de Ourém, Pará, Brasil. *Revista Desenvolvimento e Meio ambiente*, Paraná, v. 53, n. 1, p. 38-60, April 2020. DOI:10.5380/dma.v53i0.60771
- COSTA, S. M. F. 2003. A antropogeografia de Ratzel. In: IBGE. 2013. Manual técnico de uso da terra, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 3ª edição. Rio de Janeiro.
- CUNHA, J.E. de B.L.; RUFINO, I.A.A.; SILVA, B.B.; CHAVES, I. de B. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 5, p. 539-548, Maio 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000500010>



CUTLER, R.; EDWARDS, T. C.; BEARD, K. H.; CUTLER, A.; HESS, K. T.; GIBSON, J.; LAWLER, J. J.; Randson Forest for Classification in ecology. *Ecology*, v. 88, n. 11, p. 2783-2792, Nov 2007. DOI: <https://doi.org/10.1890/07-0539.1>

DIEGUES, A. C. *Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos*. São Paulo: Hucitec, 2001.

FACCO, D. S.; BENEDETTI, A. C.; KAISER, E. A.; PEREIRA FILHO, W. Avaliação da dinâmica do uso e cobertura da terra no município de faxinal do soturno no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Cartografia*, Uberlândia, v.59, n.2, p. 127-135, Jan 2017. DOI: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1876>

FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. M.; GARCIA, J. R.; MATRICARDI, E. A. T.; LIMA, A. H. S.; ARAÚJO FILHO, R. N.; GOMES FILHO, R. R.; PISCOYA, V. C.; PISCOYA, T. O. F.; CUNHA FILHO, M. Land use and land cover changes and carbon stock valuation in the São Francisco river basin, Brazil. *Environmental Challenges*. 5: 100247, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100247>

FUJACO, M. A. G.; LEITE, M. G. P.; MESSIAS, M. C. T. B. Análise multitemporal das mudanças no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi (MG) através de técnicas de geoprocessamento. *Revista Escola de Minas, Minas Gerais*, v. 63, n. 4, p. 695-701, Dez 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0370-44672010000400016>

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISA (Fapespa). *Estatísticas Municipais Paraenses: Ourém*, 2012.

FURTADO, A. M. M.; PONTE, F. C. da. Mapeamento de unidades de relevo do Estado do Pará. *Revista GeoAmazônia*, Belém, v. 2, n. 2, p. 56-67, Jul – Dez 2013. DOI: 10.17551/2358-1778/geoamazonia.n1v2p56-67

GEOVANE, J.; FURTADO, L. L.; SOUZA, A. S. Análise dos Impactos Ambientais Provenientes da Mineração de Seixo em Ourém (PA). In: CONGRESSO DE MINERAÇÃO DA AMAZÔNIA, 7., 2012, Belém. Anais... Belém: Congresso de Mineração da Amazônia, 2012. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAh7sAK/congresso-artigoseixo>> Acesso em: 25 set. 2021.

GISLASON, P. O.; BENEDIKTSSON, J. A.; SVEINSSON. Random Forest for Land Cover Classification. *Pattern Recognition Letters*, v. 27, n. 1, p. 294-300, Marc 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.08.011>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Ibge). *Censo Demográfico 2010. Ourém*, 2010. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/2VT7G>> Acesso em: set. 2021.

LEMOS, O. L.; CRUZ JUNIOR, D. C. Dinâmica das áreas de vegetação do município de Cândido Sales. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA FLORESTAL, 4., 2013, Vitória da Conquista, Anais... Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013. p. 490-495.

LOBELL, D.; THAU, D.; SEIFERT, C.; ENGLE, E.; LITTLE, B. A scalable satellite-based crop yield mapper. *Remote Sensing of Environment*, v. 164, n. 1, p. 324-333, July 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.04.021>

MATOS, A. *Oureana de além-mar, Ourém, terra de Moura: organização e introdução de elementos novos da história de Ourém-PA*. Ourém: Edição Virtual, 2007. 126 p. Disponível em:



<<https://www.fundacaocetap.com.br/uploads/237/concursos/133/anexos/c17e4b289f2075346492fdda9e94d51.pdf>> Acesso em: set. 2021.

MATTOS, M. L. Análise do Proambiente como Política Pública Federal para a Amazônia Brasileira. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 28, n. 3, p. 721-749, Set – Dez 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2011.v28.16585>

MONTEIRO, F. P. ClasSIS: uma metodologia para classificação supervisionada de imagens de satélite em áreas de assentamento localizados na Amazônia. 82 f. Dissertação (Mestrado em engenharia elétrica) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

NASCIMENTO, T. V.; FERNANDES, L. L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 169 –177, Jan – Abr 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X21737>

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. São Paulo: Blucher, 2011.

PRADO, R. B.; NOVO, E. M. L. M.; PEREIRA, M. N. Avaliação da dinâmica do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica de contribuição para o reservatório de Barra Bonita - SP. Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 23-29, Nov 2009. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv59n2-44898>

POLIDORIO, A. M.; IMAI, N.; TOMMASSELLI, A. M. G. Índice indicador de corpos d'água para imagens multiespectrais. In: SIMPÓSIO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2004, Recife. Anais... I Simpósio em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OUREM. Plano Municipal de Educação 2015-2025. Ourém, 2015.

PEREIRA NETO, M. C.; FERNANDES, E. Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Seridó (RN/PB – Brasil). Revista Brasileira de Geomorfologia, Rio Grande do Norte, v. 16, p. 399-411, Jul – Set 2015. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v16i3.603>

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third Symposium of ERTS, v. 1, p. 309-317, 1973.

SANTOS, D. I. P.; ARAÚJO, E. O.; PAGANI, P. C. P.; PAGANI, C. H. P.; ARAÚJO, M. E. B.; NEGRÃO, M. P. Análise multitemporal de uso e ocupação do solo do núcleo inicial do projeto integrado de colonização Paulo de Assis Ribeiro no município de Colorado do Oeste – RO. Caderno de Geografia, Minas Gerais, v. 25, n. 43, p. 34-51, Jan – Jul 2015. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2015v25n43p34>

SILVA, R. C. F.; SOUSA, J. A. P.; AMORIM, A. T.; LOPES, E. R. N.; LOURENÇO, R. W.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L. Análise comparativa de índices espectrais para a extração automática da lâmina d'água em imagem do satélite landsat 8/OLI. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2019, São Paulo. Anais... Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. ISBN: 978-85-17-00097-3.

SOULARD, C. E.; ALBANO, C. M.; VILLARREAL, M. L.; WALKER, J. J. Continuous 1985–2012 Landsat monitoring to assess fire effects on meadows in Yosemite National Park, California. Remote Sensing, v.8, n. 5, p. 371-398, April 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs8050371>



SOUSA, L. M.; ADAMI, M.; LIMA, A. M. M.; RAMO, W. F. Avaliação do uso e cobertura da terra em Paragominas e Ulianópolis-pa, utilizando dados do projeto terraclass. *Revista Brasileira de Cartografia*, Uberlândia, v. 3, n. 69, p. 421-431, Dez 2017. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv69n3-44339>

SOUZA, J. T. M.; PENA, H. W. A.; SILVA, B. E. B. Análise espacial das atividades de mineração: expansão das áreas de Cavas de seixo e areia no município de Ourém, PA. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, v. 215, 2016. ISSN: 1696-8352.

VAEZA, R. F.; FILHO, P. C. O.; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em Bacia Hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2011.003>

VASCONCELLOS, B. N.; TERRA, L. G.; CARDOSO, C. D. V. Análise multitemporal de uso e cobertura do solo, no município de Unistalda, RS. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 17, n. 17, p. 3438-3444, Dez 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236117011002>

ZHA, Y.; GAO, J.; NI, S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, v. 24, n. 3, p. 583–594, Feb 2003. DOI: [10.1080/01431160304987](https://doi.org/10.1080/01431160304987)

ZHANG, Q.; LI, B.; THAU, D.; MOORE, R. Building a better urban picture: combining day and night remote sensing imagery. *Remote Sensing*, v.7, n. 9, p. 11887-11913, Sept 2015. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs70911887>