IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAgro 2019

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ESTADO DO MARANHÃO NOS ANOS 2000 E 2016

USO DE LA TIERRA Y OCUPACIÓN EN EL ESTADO DE MARANHÃO, EN LOS AÑOS 2000 Y 2016

LAND USE AND OCCUPATION IN THE STATE OF MARANHÃO, IN THE YEARS 2000 AND 2016

Apresentação: Comunicação Oral

Márcia Masson Mendes dos Santos¹; Gislaine Costa Mendonça²; Laís Caroline Mariano de Oliveira³; Teresa Cristina Tarlé Pissarra⁴

Doi: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0141>

Resumo

O estudo da evolução temporal do uso e ocupação do solo em unidades políticas administrativas auxilia o processo de caracterização do espaço geográfico ao longo do tempo e aprimora a compreensão e o planejamento territorial. Este trabalho teve como objetivo a análise espaço-temporal das mudanças do uso do solo entre os anos 2000 a 2016 no Estado do Maranhão. O estado em estudo possui aproximadamente sete milhões de habitantes, sendo o quarto estado mais populoso do nordeste brasileiro. Localiza-se em uma área de transição entre as regiões Amazônica (úmida) e Nordeste (semiárida), favorecendo grandes contrastes anuais de precipitação e temperatura. A porção do estado que contígua o bioma amazônico - Amazônia legal, abrange uma área equivalente a 80% da área territorial do Estado, cerca de 264.000 km² que representa a região de transição entre a Amazônia e o Cerrado, fundamental para a conservação dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade. Para análise temporal da paisagem foram obtidos os dados de uso e ocupação do solo disponibilizados pelo IBGE, a base de dados e imagens foram geoprocessadas e georreferenciadas no sistema de informações geográficas (SIG) - ArcGIS versão 10.3., na projeção geográfica de Universal Transversa de Mercator, Fuso 23 Sul, Datum SIRGAS 2000 e resolução de pixel de 30 m. Os resultados evidenciam a intensificação e expansão das atividades antrópicas no estado, com grande conversão das áreas de vegetação nativa por áreas agropecuária. Foi observada uma grande redução da Amazônia e aumento do uso da pastagem e na vegetação campestre, vegetação

¹ Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP- FCAV), marciamassonuemagmailcom

² Mestre em Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP- FCAV), gislaine.cmendonca@gmail.com

³ Mestranda em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP- FCAV), lais.mariano@outlook.com

⁴ Professora Titular, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP- FCAV), teresa.pissarra@unesp.br

predominante do Cerrado foi substituída pela agricultura.

Palavras-Chave: Política de uso do solo, SIG, Desmatamento, Geoprocessamento.

Resumen

El estudio de la evolución temporal del uso y la ocupación del suelo en las unidades de política administrativa ayuda al proceso de caracterización del espacio geográfico a lo largo del tiempo y mejora la comprensión y la planificación territorial. El objetivo de este trabajo fue el análisis espacio-temporal de los cambios en el uso de la tierra entre 2000 y 2016 en el estado de Maranhão. El estado en estudio tiene aproximadamente siete millones de habitantes, siendo el cuarto estado más poblado del noreste de Brasil. Se encuentra en un área de transición entre las regiones amazónica (húmeda) y nororiental (semiárida), lo que favorece grandes contrastes anuales de precipitación y temperatura. La parte del estado que linda con el bioma amazónico: el Amazonas legal cubre un área equivalente al 80% del área territorial del estado, aproximadamente 264,000 km² que representan la región de transición entre el Amazonas y el Cerrado, que es fundamental para la conservación de los servicios del ecosistema y biodiversidad. Para el análisis temporal del paisaje se obtuvieron los datos de uso del suelo y ocupación proporcionados por IBGE, la base de datos y las imágenes fueron geoprocadas y georreferenciadas en el sistema de información geográfica (SIG) - ArcGIS versión 10.3., En la proyección geográfica de Universal Transversa de Mercator, 23 South Spindle, SIRGAS 2000 Datum y 30 m de resolución de píxeles. Los resultados muestran la intensificación y expansión de las actividades antrópicas en el estado, con una gran conversión de áreas de vegetación nativa por áreas agrícolas. Hubo una gran reducción en la Amazonía y un mayor uso de pastizales y pastizales, la vegetación predominante del Cerrado fue reemplazada por la agricultura.

Palabras Clave: Política de uso del suelo, SIG, Deforestación, Geoprocamiento

Abstract

The study of the temporal evolution of land use and occupation in administrative policy units assists the process of characterization of geographic space over time and improves understanding and territorial planning. The objective of this work was the spatiotemporal analysis of land use changes between 2000 and 2016 in Maranhão State. The state under study has approximately seven million inhabitants, being the fourth most populous state in northeastern Brazil. It is located in a transition area between the Amazon (wet) and Northeast (semi-arid) regions, favoring large annual contrasts in precipitation and temperature. The portion of the state that adjoins the Amazon biome - Legal Amazon covers an area equivalent to 80% of the state's territorial area, about 264,000 km² representing the transition region between the Amazon and the Cerrado, which is fundamental for the conservation of ecosystem services and biodiversity. For temporal analysis of the landscape were obtained the land use and occupation data provided by IBGE, the database and images were geoprocessed and georeferenced in the geographic information system (GIS) - ArcGIS version 10.3., In the geographical projection of Universal Transversa de Mercator, 23 South Spindle, SIRGAS 2000 Datum and 30 m pixel resolution. The results show the intensification and expansion of anthropic activities in the state, with large conversion of native vegetation areas by agricultural areas. There was a large reduction in the Amazon and increased use of pasture and grassland, predominant Cerrado vegetation was replaced by agriculture.

Keywords: Land use policy, GIS, Deforestation, Geoprocessing

Introdução

O solo constitui a camada mais frágil e superficial da Terra e suporta toda a vida no planeta. É um recurso essencial para a sobrevivência das espécies e parte fundamental do ambiente natural, que fornece o espaço vital para seres, bem como os serviços ecossistêmicos de regulação e fornecimento de água e do clima, conservação da biodiversidade, o armazenamento de carbono e serviços culturais (Brevik et al., 2015).

O uso do solo é a base para o crescimento das plantas e contribui para a manutenção da vegetação natural e plantada, incluindo nossas diversas florestas e campos e a enorme variedade de espécies e variedades de culturas que são cultivadas ou manejadas por seus diversos alimentos, fibras, forragem, combustível e medicamentos em relação ao clima predominante, paisagem e tipo de solo e de acordo com as necessidades da sociedade (FAO, 2019).

As modificações no uso da terra são importantes fatores que induzem as variações ambientais, alteram o ciclo hidrológico, degradando progressivamente o ecossistema e reduzindo a qualidade dos recursos da terra, da biodiversidade e da agricultura (Bajocco et al., 2012). Por estas razões, o uso do solo deve ser uma questão primordial para processos produtivos mais sustentáveis e um ordenamento territorial eficiente (Peters et al., 2016).

A busca por meios mais eficazes e econômicos de observar a Terra motivou o homem a desenvolver os satélites de sensoriamento remoto, mas os altos custos dessa tecnologia tornam os países dependentes das imagens fornecidas por equipamentos de outras nações. O desenvolvimento e aplicação dessas ferramentas à gestão ambiental têm sido por isso, alvo de inúmeros estudos e pesquisas, com destaque para a aplicação das geotecnologias, que incluem os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) e permite grande acessibilidade de recursos a custos relativamente baixos.

Deste modo, o objetivo deste projeto é analisar temporalmente e espacialmente o uso do solo entre os anos 2000 a 2016 no Estado do Maranhão – Brasil, utilizando imagens orbitais fornecidas pelo IBGE, com intuito de compreender a dinâmica do desenvolvimento territorial do estado e fomentar políticas públicas de planejamento e governança do solo.

Fundamentação Teórica

Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de monitorar o uso do solo através de dados multiespectrais e temporais. Um estudo no Norte da Etiópia analisou as mudanças históricas da cobertura da terra de 1995 a 2015 que ocorreram na bacia hidrográfica e seus

efeitos no escoamento superficial das águas. As alterações da cobertura da terra na bacia foram examinadas por técnicas de classificação de imagens de satélite com o uso integrado do software ERDAS Imagine (versão 9.2) e ArcGIS. Os dados indicam que a área urbana aumentou de 1,39% para 7,50%; na área de Cropland de 54,03% para 65,69% e corpos d'água de 0,14% para 0,42%; enquanto a área de florestas plantadas diminuiu de 3,61% para 2,92%; Pastagens 2,22% para 1,90% e arbustos abertos de 38,61% para 21,53% (Desta et al., 2019).

Na análise temporal, a técnica de correção radiométrica intuitiva (em escala diária, mensal e anual) foi utilizada no oeste da Índia a partir da análise de dados de imagens obtidas pelo sensor do satélite *Landsat* de tendência de longo prazo da Cobertura do Uso do Solo (LULC). Os autores concluíram que a cobertura florestal existente em 2016 é de aproximadamente um terço comparada a 1972 (Roy & Inamdar, 2019).

Em Murici, município da Bahia foram identificadas modificações no uso e ocupação da terra no seu território, localizado no extremo sul da Bahia, ao longo dos anos de 1990 a 2013. As imagens orbitais obtidas por sensores dos Satélites *Landsat* e *RapidEye* foram utilizadas e observou-se que as atividades antrópicas foram intensificadas, chegando a expressar 55,38% (agricultura e eucalipto) em 2013 (Gama et al., 2018).

O monitoramento de avanços na mudança da superfície terrestre se torna importante para compreender os impactos ambientais (Romero et al., 2019). Com o aumento da utilização de geotecnologias no âmbito técnico-científico, é possível realizar a identificação das potencialidades e fragilidades de cada região (Rosa et al., 2017). Com o avanço da aquisição de dados para aplicações no sensoriamento remoto tem se tornado amplamente mais difundido a disponibilidade de dados como imagens orbitais e aéreas agrícolas, o que auxilia no processo de classificação de imagens para melhor compreensão da dinâmica de uso da cobertura da terrestre (Belward, & Skoien, 2015; Ma et al., 2017).

Metodologia

O estudo foi realizado no Estado do Maranhão, localizado na região Nordeste do Brasil, entre as coordenadas de 02 ° a 10 ° latitude sul e 44 ° a 48 ° longitude oeste. Cobrindo uma área de 331.935.507 km².

Figura 1. Mapa de localização do estado do Maranhão

Fonte: Própria (2019)

O Maranhão possui aproximadamente sete milhões de habitantes, sendo o quarto estado mais populoso do Nordeste do Brasil (IBGE, 2017). Localiza-se em uma área de transição entre as regiões Amazônica (úmida) e Nordeste (semiárida), favorecendo grandes contrastes anuais de chuvas. A porção da Amazônia Legal no Maranhão abrange uma área equivalente a 80% da área territorial do Estado, cerca de 264.000 km² e representa a região de transição entre a Amazônia e o Cerrado. Os biomas são caracterizados por uma alta diversidade de ecossistemas e biodiversidade (Silva et al., 2016).

Para área de estudo, foram obtidos pelo IBGE os mapas de uso do solo dos anos 2000 e 2016 do estado do Maranhão que foram para análise dos dados e geoprocessamento das imagens foram utilizados o sistema de informações geográficas (SIG) - ArcGIS versão 10.3.

Para análise dos mapas foram agrupadas as classes de mesmos atributos agrupadas entre

si pela ferramenta “Arctoolbox”, ”Data Management Tools”, “Generalization”, “Dissolv” gerando doze diferentes classes de uso na área estudada. Para reclassificar o mapa de uso, o mesmo teve que ser transformado em raster pela “toolbox” Conversion tools – To raster – Polygon to raster.

Para a caracterização da paisagem, foram utilizado o banco de dados georreferenciados do estado do Maranhão, na projeção geográfica de Universal Transversa de Mercator, Fuso 23 Sul, datum SIRGAS 2000 com o pixel de 30 m.

As seguintes classes de uso do solo foram delimitadas neste estudo de acordo com IBGE: 1- Área Urbana, 2- Área Agrícola, 3- Pastagem com manejo 4- Mosaico de área florestal, 5- Silvicultura, 6- Vegetação Florestal, 7- Área úmida, 8- Vegetação campestre, 9- Mosaico de área campestre, 10- Corpo de água continental, 11- Corpo de água costeiro 12- Solo sem cobertura.

Resultados e Discussão

Florestas cada vez mais vêm sendo derrubadas e áreas vêm sendo substituídas pelo crescimento das cidades, implantação de atividades de agropecuárias, indústrias entre outros usos do solo (Ayer et al., 2015).

No estado do Maranhão não foi diferente, houve uma redução na vegetação nativa com níveis bastante elevados antrópicos e um crescente uso das terras. Comparando-se as classes Uso do Solo do Maranhão entre os anos 2000-2016, percebe-se que houve uma mudança no uso e ocupação do solo.

As áreas de pastagens foram as que mais houveram crescimento de 9,2%-16,1% variando 6,9% equivalente a 22.756.900.000 km² (Tabela 1). Pode se observar de acordo com os mapas que houve substituição de áreas de mosaicos florestais e vegetação florestal por pastagem principalmente no oeste do estado (Figura 2 e 3).

Tabela 1. Resumo das áreas e suas variações nos anos de 2000 e 2016.

CLASSIFICAÇÃO	2000 (km²)	%	2016 (km²)	%	Variação (km²)
Urbana	144.057.000	0.04%	301.514.000	0.1%	157.457.000
Área agrícola	1.836.780.000	0.55%	4.984.440.000	1.5%	3.147.660.000
Pastagem	30.560.700.000	9.20%	53.317.600.000	16.1%	22.756.900.000
Mozaico Florestal	70.588.100.000	21.26%	63.298.400.000	19.1%	-7.289.700.000
Silvicultura	33.350.500.000	10.05%	33.406.000.000	10.1%	55.500.000
Vegetação florestal	57.459.700.000	17.31%	50.956.500.000	15.3%	-6.503.200.000
Área úmida	25.055.600.000	7.55%	23.583.500.000	7.1%	-1.472.100.000
Vegetação campestre	99.652.900.000	30.02%	88.187.300.000	26.6%	-11465600000
Mozaico campestre	9.380.310.000	2.83%	10.024.000.000	3.0%	643.690.000
Água continental	2.324.480.000	0.70%	2.555.590.000	0.8%	-231.110.000
Água costeira	547.676.000	0.16%	465.187.000	0.1%	-82.489.000
Solo sem cobertura	1.105.550.000	0.33%	1.037.950.000	0.3%	-67.600.000

Fonte: IBGE (2019)

Houve redução de mosaicos florestais e vegetação florestal de 2,16% e 2,01% respectivamente, aparentemente uma pequena redução, entretanto quando visto a variação em km² e a sua localização no mapa é possível observar que a redução abrangeu o bioma da floresta Amazônica. Um bioma de importância mundial e que em sendo constantemente desmatado (Kröger, 2019).

De acordo com a tabela 1 e com as figuras 2 e 3, observa-se um incremento das áreas agrícolas principalmente na região sul, em detrimento da recente expansão do cultivo da soja na região.

No município de Anapurus – MA, que no processo de ocupação e uso das terras, cujo ambiente é extremamente fragilizado, já apresenta níveis bastante elevados de antropização e um crescente uso das terras (aumento de aproximadamente 9.691,16 ha em 10 anos), como decorrência da substituição indiscriminada da cobertura vegetal nativa por extensas áreas de monoculturas (Dias et al., 2011).

Em 2015 houve um recorde na produção nacional de soja (*Glycine max* L.), com o crescimento de 12,3% em relação a 2014, totalizando um aumento de 10,7 milhões de toneladas (IMESC 2016).

Pode se perceber não apenas pela tabela que houve uma grande modificação não apenas no meio rural, mas também no meio urbano com pequena variação, mas com em grande extensão (157.457.000 km²) (Tabela1).

Outra forma de avaliar essa modificação são através de análises com base em dados oriundos do sensoriamento remoto que permitem maior capacidade preditiva na alteração do uso do solo, analisando pixel a pixel a mudança de classes em determinados intervalos de tempo (Pillay et al., 2014).

Figura 2: Uso e Ocupação do Solo no estado do Maranhão ano 2000.

Fonte: IBGE (2019)

Figura 3: Uso e Ocupação do Solo no estado do Maranhão ano 2016.

Fonte: IBGE (2019)

As formas de uso do solo intensificam as mudanças no ambiente, como exemplo o avanço dos sistemas de produção agrícola e pecuário e da urbanização em grandes cidades, que tem provocando diferentes impactos ao solo, água, atmosfera, e à biodiversidade, com graves consequências para a sociedade (De Andrade et al., 2019).

Pôde se perceber em comparação entre a figura 1 e 2 que no meio rural que houve uma grande modificação em extensão de terra, as consequências da forma predatória de exploração do solo, na literatura, são citados inúmeros casos de empobrecimento do solo por erosão intensa, assoreamento de cursos d'água, desertificação, entre outros (Ribeiro et al., 2014; Ribeiro et al., 2017).

Um dos grandes desafios na área de políticas públicas é harmonizar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, de forma que a exploração dos recursos naturais não acarrete maiores danos ao ambiente e ao homem (Garg et al., 2019).

Para isso são criadas diversas leis para melhor uso do solo. Entretanto é observado o desrespeito aos limites das áreas de preservação permanente ao entorno dos cursos d'água, em desacordo ao Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012), onde são encontrados focos de desmatamento, presenças de construções e pontos de poluição próximos ao rio (Ayer et al., 2017).

As modificações no uso da terra são importantes fatores que induzem as variações ambientais, alteram o ciclo hidrológico, degradando progressivamente o ecossistema e reduzindo a qualidade dos recursos da terra, da biodiversidade e da agricultura (Bajocco et al., 2012).

A partir do momento em que o homem começou a associar estes impactos com o mau uso do solo, surgiu o interesse em entender as causas destas catástrofes e ao mesmo tempo a se pensar uma forma de proteger o solo, bem como sua capacidade produtiva (Garg et al., 2019).

Conclusões

O uso de dados e técnicas de geoprocessamento é uma ferramenta muito útil para monitorar mudanças das ações antrópicas, pois permite ter uma visão global da área, é um procedimento relativamente barato e pode gerar um banco de dados dinâmico.

A partir das evidências mostradas neste estudo, percebe-se o quanto foi a modificação do uso e ocupação do solo no estado do Maranhão, e que já apresenta níveis bastante elevados de antropização e um crescente uso das terras em 10 anos, como decorrência da substituição indiscriminada da por vegetação nativa por extensas áreas de monoculturas e pastagem. Área urbana, áreas agrícolas e pastagem, foram os usos do solo que apresentaram variações positivas.

Referências

Ayer JEB, Garofalo DFT, Olivetti D, Silva MLN, Mincato RL. (2017) Evolução do uso e cobertura do solo do município de alfenas, sul de minas gerais. In: ferreira m.f.m.; vale a.r. (org.). Dinâmicas geográficas no sul de Minas Gerais. (Ed) Curitiba: p. 110-130.

Ayer JEB, Olivetti D, Mincato, EL, Silva MLN (2015). Erosão hídrica em Latossolos Vermelhos distróficos. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, 45:180-191.

Bajocco S, De Angelis A, Perini L, Ferrara A, & Salvati L (2012). The impact of land use/land cover changes on land degradation dynamics: a Mediterranean case study. Environmental management, 49:980-989.

Belward AS, Skoien JO (2015). Who launched what, when and why; trends in global land-cover observation capacity from civilian earth observation satellites. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. 103:115–128.

Brevik, A, Cerdà J, Mataix-Solera L, Pereg J. N., Six QJ, Oost KV. (2015). The interdisciplinary nature of soil. SOIL, 1, 117–129.

De Andrade DJ, DE Souza AAM, Gomes, C (2019). Análise temporal da expansão urbana nos municípios do vale do paraíba paulista. Mercator, 18:1-15.

Desta Y, Goitom H, Aregay G (2019). Investigation of runoff response to land use/land cover change on the case of Aynalem catchment, North of Ethiopia. Journal of African Earth Sciences 153: 130-143.

FAO 2019 Food and Agriculture Organization of the United Nations. Soil and Water, <http://www.fao.org/land-water/land/en/>

Gama GFB, da Silva JBL, dos Santos RKC, Almeida THM, Pires LC, Neves FM (2019). Evolução temporal entre 1990 a 2013 no uso e ocupação do solo em Mucuri, Bahia. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 2:622-631.

Garg V, Nikam BR, Thakur PK, Aggarwal SP, Gupta PK, Srivastav SK (2019). Mudança da cobertura do uso da terra induzida pelo homem e seu impacto na hidrologia. HydroResearch Hilbe, J. M. (2007). STATISTICA 7: an overview. The American Statistician, 94p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017) Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1 de julho de 2017. – IBGE, Brasília.

IMESC, Nota de Conjuntura Mensal – Produção Agrícola Maranhense, Disponível em: <http://http://www.imesc.ma.gov.br/components/com_booklibrary/ebooks/Nota%20de%20A

gricultura%20-%20Outubro.pdf> Acesso em: 07, outubro, 2016.

Kröger, M. (2019). Deforestation, cattle capitalism and neodevelopmentalism in the Chico Mendes Extractive Reserve, Brazil. *The Journal of Peasant Studies*, 1–19.

Ma L, Li M, Ma X, Cheng L, Du P, Liu Y (2017). A review of supervised object-based land-cover image classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 130:277-293.

Peters, C., Picardy, J. Darrouzet-Nardi, A., Wilkins, J., Griffin, T., Fick, G. (2016). Carrying capacity of U.S. agricultural land: Ten diet scenarios. *Elementa: Science of the Anthropocene* 4.

Rosa EP, Trentin R, Dias DF, Santos V S. (2017). Mapeamento do uso e ocupação da Terra no Município de Jaguari – RS. *Anais: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, p.6890-6894.

Roy A, Inamdar AB (2019). Análise de mudança multitemporal da cobertura da terra do uso da terra (LULC) de uma bacia semi-árida seca no oeste da Índia, seguindo uma robusta estratégia de calibração de imagens por satélite com múltiplos sensores. *Heliyon* , 5:01478.

Silva FB, Santos JRN, Feitosa FECS, Silva IDC, Araújo MLS, Guterres CE, Santos JS, Ribeiro CV, Bezerra DS, Neres RL (2016). Evidências de Mudanças Climáticas na Região de Transição Amazônia-Cerrado no Estado do Maranhão. – *Revista Brasileira de Meteorologia* 31: 330-336.

Romero, M. A. B., Baptista, G. M. D. M., Lima, E. A. D., Werneck, D. R., Vianna, E. O., & Sales, G. D. L. (2019). Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas.

Ribeiro MFR, Nunes JLS (2017). Comparação entre percepção etnoecológica e científica e identificação de tensores ambientais. *Boletim do laboratório de hidrobiologia* 27: 19-24

Ribeiro MFR, Piorski NM, Almeida ZS, Nunes JLS. (2014). Fish aggregating known as moita, an artisanal fishing technique performed in Munim river, State of Maranhão, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 40: 677-682.