

EXPANSÃO URBANA NO MATOPIBA: UMA ANÁLISE TEMPORAL COM DADOS DAS PLATAFORMAS MAPBIOMAS E GOOGLE EARTH ENGINE

Ana Paula Frazao¹, André Rodrigues de Freitas², Vinicius de Moura Oliveira³, Manuel Eduardo Ferreira¹ Silvio Braz de Sousa¹

¹Universidade Federal de Goiás – Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento, Campus Samambaia, Almeida Palmeiras, s/n – Chácara Califórnia, anapaulafrazao123@gmail.com; manuel@ufg.br

²Universidade Federal do Maranhão, arquiteto.arfreitas@gmail.com

³Instituto Federal Goiano, vinicius.moura@ifgoiano.edu.br, silvio.braz@ufrn.br

RESUMO

Com o avanço das tecnologias de imageamento orbital, associadas a plataformas de dados em nuvem, novos parâmetros, protocolos e possibilidades surgiram no mapeamento do uso e cobertura do solo. No presente estudo, de caráter comparativo, avaliou-se a expansão de áreas urbanas na região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), entre 1985 e 2020, empregando-se mapas temporais do projeto MapBiomias (base Landsat), aliado a uma proposta de atualização desta classe com base em imagens RapidEye, visando um melhor detalhamento e acurácia nos levantamentos urbanos. Considerando esta metodologia integrada, com suporte da plataforma Google Earth Engine e processamentos em nuvem, incluindo algoritmos de classificação (*machine learning*), observou-se uma expansão significativa dos centros urbanos no MATOPIBA, no período supracitado, da ordem 31,5%.

Palavras-chave — Machine Learning, Randon Forest, Landsat, RapidEye, Crescimento urbano.

ABSTRACT

With the advancement of orbital technologies, new comparable parameters and the improvement in available images, it is possible to improve widely used tools such as MapBiomias in urban studies through geosystems, such as remote sensing. The present study demonstrates the need for this update for better accuracy in urban surveys using Landsat images, and the use of RapidEye images for this purpose is proposed. Considering this difference between the images, Matopiba, a new agricultural frontier in Brazil, was observed, which directly influenced the urban growth of the region, using MapBiomias data as a base and comparing with the RapidEye images, a variation of up to 31,5 % in the urban area studied.

Keywords — Machine Learning, Randon Forest Landsat, RapidEye, Urban growth.

1. INTRODUÇÃO

A região conhecida como MATOPIBA, sigla que designa os estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, vem passando por intensa transformação em sua paisagem devido à intensificação da fronteira agrícola, a qual ocupa extensas

áreas do bioma Cerrado para a produção de *commodities*, dentre estas a da soja e do algodão.

Esta transformação não se limita ao espaço rural, se refletindo também na expansão de áreas urbanas nesta região, onde se concentra boa parte da mão de obra que atua nas fazendas. Este crescimento é notável, não apenas nos números pujantes da economia, mas explicitamente nas imagens de satélite, onde se destacam as manchas de urbanização.

Ultimamente, graças ao projeto MapBiomias [Souza Jr. 2020], mapeamentos históricos por satélite (baseados na plataforma Landsat, 30 m) vêm trazendo um maior dinamismo e precisão nas análises envolvendo as mudanças no uso e cobertura do solo na perspectiva de biomas, estados e municípios, garantindo ações de planejamento e ordenamento, inclusive ambiental. Os processamentos do MapBiomias ocorrem, por sua vez, em ambiente online, na plataforma Google Earth Engine (GEE), permitindo a manipulação de enormes acervos de imagens e análises espaciais.

Especificamente sobre a classificação das áreas urbanas, trata-se de um tema transversal e bem assistido neste projeto de mapeamento nacional. No entanto, tal classe pode ser mais bem detalhada, ao se utilizar sensores orbitais com maior resolução espacial, tal como as cenas da plataforma RapidEye e Planet, ambos com acervos disponíveis no GEE.

Neste contexto, o presente estudo se volta para uma análise do crescimento da mancha urbana na região do MATOPIBA, no período de 1985 a 2020, utilizando duas fontes de dados, de forma comparativa e complementar: 1) mapas temporais do MapBiomias, e 2) mapas gerados com cenas RapidEye tratadas no *Google Earth Engine*, visando uma melhor delimitação e acurácia deste estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A análise do crescimento urbano dos municípios escolhidos do MATOPIBA foi feita com base em dados de múltiplas fontes, conciliando uma abordagem cartográfica da área de estudo. A Figura 1 apresenta um panorama geral da metodologia e do conjunto de dados utilizados na elaboração de mapas e na sequente análise geográfica.

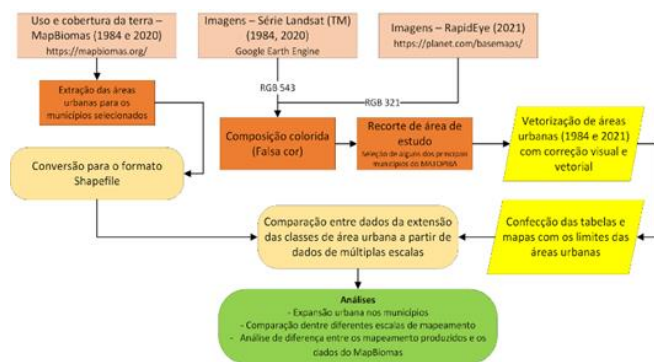


Figura 1. Organograma da metodologia de análise.

Os dados de Sensoriamento Remoto da série Landsat 5, sensor *Thematic Mapper* (TM), e Landsat 8, sensor *Operational Land Imager* (OLI), possuem 30 metros de resolução espacial, e são normalmente utilizadas pelo projeto MapBiomias na classificação (formato *raster*) das classe de uso e cobertura do solo, dentre estas as áreas urbanas. Tais dados (no caso deste estudo, entre 1985 e 2020), após aquisição na plataforma GEE, foram convertidas para o formato vetorial, visando a devida análise em um Sistema de Informações Geográficas (SIG, QGIS).

Importante ressaltar que o mapeamento do MapBiomias utiliza métodos de classificação baseados no aprendizado de máquinas, no caso, o algoritmo *Random Forest*, que cria várias árvores de decisões, de maneira aleatória, com alusão a uma floresta, onde cada árvore será utilizada na escolha de um resultado final. Também foi utilizado a imagem RapidEye do ano de 2021, com resolução espacial de 5 metros, disponibilizada gratuitamente pelo Ministério de Clima e Meio Ambiente da Noruega (<https://www.planet.com/>). Com base nestas cenas, este estudo realizou a classificação e a vetorização das áreas urbanas dos municípios estudados: Araguaína, Porto, Palmas, Imperatriz, Barreiras, Luis Eduardo Guimalthes, São Desiderio.

Após as extrações das áreas urbanas das múltiplas fontes e escalas (MapBiomias/Landsat 8 e RapidEye), foi feito uma comparação das extensões da classe de área urbana entre os mapeamentos realizados, para analisar a expansão urbana da área, com vistas a uma comparação entre as diferentes escalas de mapeamentos.

3. RESULTADOS E DISCUÇÕES

A característica multiescalar e espectral empregada neste estudo possibilitou a obtenção de um conjunto de informações, sendo a maior contribuição o enriquecimento de aspectos cartográficos para a análise da expansão urbana [2] na região do MATOPIBA, como verificado nas Figuras 2 e 3.

Alguns autores [3] vêm discutindo diferentes metodologias para mapeamento dinâmico do uso do solo, buscando refinar a qualidade e acurácia dos dados cartográficos. A análise do mapeamento gerado com imagens Landsat e RapidEye para as áreas urbanas das principais cidades do MATOPIBA, entre 1985 e 2020, são acessadas

nas figuras 2 e 3, e na tabela 1, respectivamente. Estas indicam um crescimento de 364,23 km² para as áreas de estudo (centros urbanos). Os municípios que mais cresceram foram Araguaína (58,88 km²), Palmas (132,62 km²), que em 1985 não existia, e Luís Eduardo Magalhães (48 km²).

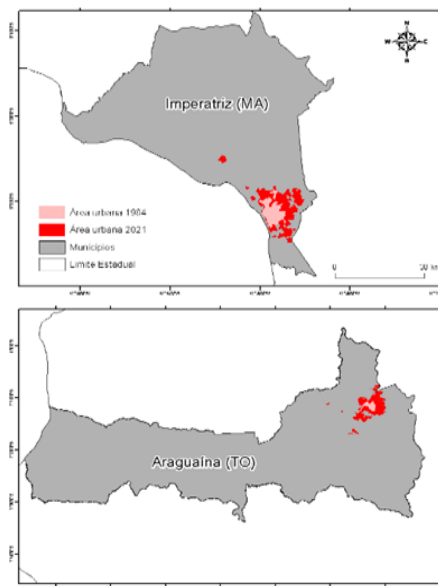


Figura 2. Crescimento urbano de Imperatriz e Araguaína (1984 – 2021).

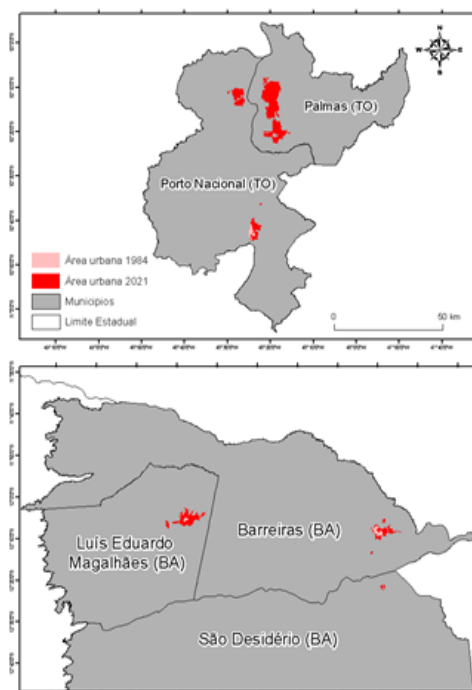


Figura 3. Crescimento urbano de Palmas, Porto Nacional, Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério (1984 - 2021).

Municípios	LANDSAT		RapidEye	MapBiomias	Crescimento Urbano (Landsat)	Crescimento Urbano (Landsat/RapidEye)
	1984	2021	2021	2020		
Araguaína	9,54	66,66	68,42	55,58	57,12	58,88
Porto Nacional	8,63	47,40	47,21	32,31	38,70	38,58
Palmas		129,75	132,62	104,10	129,75	132,62
Imperatriz	20,21	62,73	70,41	68,70	42,52	50,32
Barreiras	9,85	34,44	37,10	34,74	24,59	27,28
Luís Eduardo Magalhães	2,55	50,20	50,55	39,00	47,65	48,00
São Desidério	0,40	8,51	8,95	8,47	8,11	8,55

Tabela 1. Comparação de áreas (km²) urbanas mapeadas com Landsat e RapidEye, e dados do MapBiomias.

Já os municípios com maiores manchas urbanas em percentagem no mapeamento foram (Tabela 2): Araguaína (1,7%), Palmas (5,9 %) e Imperatriz (5,2%). De forma comparativa, incorporamos os dados do mapeamento com o RapidEye (aqui considerado mais próximo da realidade e de maior acurácia), pelo fato de sua resolução espectral ser de 5 metros, proporcionando uma menor confusão de pixels, com vetorização realizada de forma manual e com diversas inspeções visuais.

Municípios	LANDSAT	RapidEye	MapBiomias
Araguaína	1,6	1,7	1,4
Porto	1,1	1,1	0,7
Palmas	5,8	5,9	4,7
Imperatriz	4,6	5,2	5
Barreiras	0,4	0,46	0,43
Luís Eduardo Magalhães	1,2	1,2	0,96
São	0,05	0,06	0,05

Tabela 2. Percentagem de mancha urbana por município na região do MATOPIBA.

Nota-se uma diferença significativa na extensão das áreas urbanas entre os mapeamentos realizados com Landsat e RapidEye, com os dados do projeto MapBiomias (Tabelas 1 e 2). É possível observar que o mapeamento do RapidEye apresentou sempre uma maior área em relação ao mapeamento do MapBiomias e Landsat, provavelmente por sua maior resolução espacial, de 5 m (i.e., um pixel 36x menor que um pixel Landsat com 30 m). Sendo importante ressaltar que o que pode influenciar no delineamento das áreas urbanas, em diferentes escalas, é a própria densidade de ocupação urbana, observando que na resolução de 30 metros há uma maior mistura das respostas espectrais, podendo promover erros de omissão em áreas menos densas. Na figura 4 e 5 pode-se observar tal fato, onde nas áreas urbanas mais densas os mapeamentos são mais similares, independente das resoluções espaciais.

Na tabela 3 observa-se uma diferença significativa em área mapeada, quando comparados os mapeamentos realizados com Landsat e RapidEye, com os dados do MapBiomias. Aqueles com maior margem de erro foram: Araguaína, que no Landsat a diferença é de 16,6%, já para o

RapidEye é de 18,7%; Porto Nacional, com 31,8% no Landsat e 31,5% no RapidEye; Palmas, com 19,7% no Landsat e 21% no RapidEye; e Luís Eduardo Magalhães, com 22,3% no Landsat e 22,7% no RapidEye. Esses valores mostram que é necessário propor uma nova metodologia de mapeamento para as áreas urbanas do projeto MapBiomias, pois apesar de ser uma ótima fonte de dados para a temática, os dados, quando validados e comparados com outras fontes e escalas, indicam uma maior margem de erro.

Municípios	Landsat		RapidEye	
	km	%	km	%
Araguaína	-11,08	16,6	-12,84	18,7
Porto Nacional	-15,09	31,8	-14,9	31,5
Palmas	-25,65	19,7	-28,52	21
Imperatriz	-1,71	2,7	5,97	8
Barreiras	0,3	0,8	-2,36	3,3
Luís Eduardo Magalhães	-11,2	22,3	-11,55	22,7
São Desidério	-0,04	0,47	-0,48	5

Tabela 3. Comparação entre o MapBiomias e os mapeamentos realizados neste projeto.

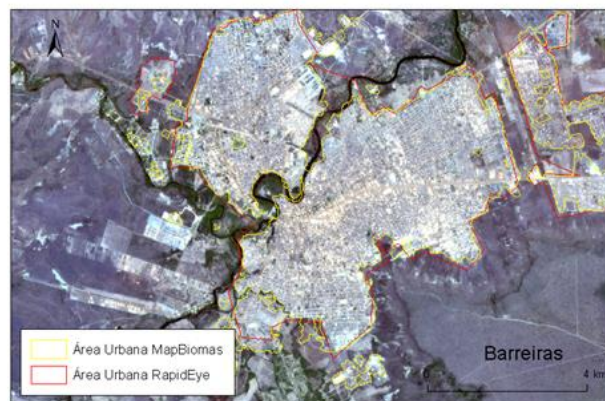


Figura 4. Comparação entre o mapeamento RapidEye e MapBiomias em áreas urbanas mais densas.



Figura 5. Comparação entre o mapeamento RapidEye e MapBiomas em áreas urbanas menos densas.

Sobre o uso de imagens de satélite para mapeamentos urbanos, a série Landsat se configura como uma excelente fonte para mapeamento multitemporal, tanto para uso e cobertura da terra em geral, como para delimitar áreas urbanas, pelo fato de possuir imagens desde 1984. Existem outros projetos com melhores resoluções espaciais, como o SPOT e RapidEye (dentre outros), entretanto esses satélites não possuem a mesma dimensão temporal, tão pouco a gratuidade de acesso.

No mapeamento realizado neste artigo é possível perceber como uma melhor resolução espacial é capaz de permitir a delimitação de áreas urbanas com maior precisão. Porém, é necessário se valer de dados Landsat para estudos multitemporais de crescimento urbano. Com o avanço das tecnologias de mapeamento, que utilizam processamentos em nuvem (*Google Earth Engine*) e o processo de *machine learning* (*Random Forest*, baseado em redes neurais), foram desenvolvidas várias plataformas que armazenam dados de uso e cobertura da terra para diversas regiões.

O MapBiomas é uma das principais plataformas de mapeamento do país, com dados baseados em imagens Landsat, atualizados todos os anos; todavia, imagens de melhor resolução podem melhorar o nível de acurácia da classificação.

As ferramentas geofísicas/georreferenciadas seguem contribuindo para o desenvolvimento da análise espacial em múltiplas escalas. Com o fluxo e a complexibilidade de informações possíveis de serem utilizadas, uma imensa gama de estudos e caracterizações se tornam viáveis.

O maior destaque fica para as análises espaciais de caráter físico; no entanto, tomando outros autores da Geografia humana, como Roberto Lobato Corrêa e Milton Santos, percebe-se um vínculo, às vezes oculto, entre o físico-espacial e o humano. Por tal motivo, surge a necessidade de se trabalhar multiescalas, multifontes e multi temporalidades em estudos urbanos, já que é na relação direta da ação humana no tempo e no espaço que se materializam os fenômenos observados, como se fez notar nos municípios do MATOPIBA

5. CONCLUSÕES

Neste artigo, dados do projeto MapBiomas e classificações baseadas em imagens dos satélites Landsat e RapidEye foram abordadas, para fins de comparação das áreas urbanas mapeadas na região do MATOPIBA. Apesar de confirmar a elevada qualidade dos mapeamentos de áreas urbanas gerados pelo MapBiomas, e das áreas mapeadas com outros satélites serem semelhantes, estudos urbanos continuam a requerer alto nível de detalhes, sendo interessante o aperfeiçoamento do dado com o uso da RapidEye.

6. REFERÊNCIAS

- [1] B. Neil. Reestruturação, reescalonamento e a questão urbana. Tradução de: SANFELICI, D.; HEBERLE, K. *GEOUSP - espaço e tempo*, São Paulo, n. 33, 198-220, 2013. Título original: Restructuring, Rescaling, and the Urban Question. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74311/77954>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- [2] C. Iná Elias de. Escala e pesquisa na geografia. Problema ou solução? *Espaço aberto*. PPGG - UFRJ, v. 4, n.1, 87-100, 2014.
- [3] Souza Jr. et al. (2020) - Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - *Remote Sensing*, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735
- [4] Projeto MapBiomas. Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, acessado em 20/11/2021, através do link: <https://mapbiomas.org/>