

Dinâmica da agricultura anual na região do Matopiba

Júlio César Dalla Mora Esquerdo¹

Alexandre Camargo Coutinho¹

Lídia Bertolo Sanches²

Bruno Milliet de Oliveira Ribeiro³

Nádia Zacharczuk Zakharov⁴

Talita Nogueira Terra⁵

Victor Danilo Manabe⁵

¹ Embrapa Informática Agropecuária

Caixa Postal 6041 - 13083-886 - Campinas - SP, Brasil

{julio.esquerdo, alex.coutinho}@embrapa.br

² Laboratório de Planejamento Ambiental – FEC/UNICAMP

Av. Albert Einstein, 951 - 13083-970 - Campinas, SP, Brasil

lidia_bertolo@yahoo.com.br

³ Instituto de Geociências – IG/UNICAMP

R. João Pandiá Calógeras, 51 - 13083-870 - Campinas – SP, Brasil

brunomilliet@uol.com.br

⁴ Especialista em Engenharia Ambiental – Extcamp/UNICAMP

nadiazakharov@gmail.com

⁵ Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI/UNICAMP

Caixa Postal 6011 - 13083-970 - Campinas - SP, Brasil

{talita.parizi, victor.manabe}@feagri.unicamp.br

Abstract. The region of Matopiba, located at the boundaries of the states of *Maranhão*, *Tocantins*, *Piauí* and *Bahia*, has been the subject of interest from different sectors of agribusiness. At the same time, the region is pointed out by conservationists as one of the most important in terms of biodiversity in the Cerrado biome. In the current scenario of international agricultural commodities, which is favorable to the expansion of the national agricultural production, the need of monitoring the dynamics of land use and land cover in the Matopiba region, in order to promote public policies that seek to guarantee the principles of sustainability, takes strategic importance to enhance the competitive advantages of national agricultural products both in the domestic and international markets. This study mapped the dynamics of annual agriculture areas in the Matopiba region in 2005, 2010 and 2014 years, with the objective of identifying the rates of territorial expansion in the period. Results showed that between 2005 and 2010, the annual agriculture areas expanded around 33% and between 2010 and 2014 the growth was 43% in the Matopiba region. Considering the whole period, from 2005 to 2014, the agricultural expansion was around 90% in the region.

Palavras-chave: remote sensing, MODIS, NDVI, mapping, sensoriamento remoto, mapeamento.

1. Introdução

A região de convergência dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, caracterizada do ponto de vista ambiental pela ocorrência de áreas ainda bem preservadas do Bioma do Cerrado, tem atraído as atenções e interesses da mídia nacional e internacional nos últimos anos. Conhecida como Matopiba, esta região, delimitada por 151 municípios e com uma extensão territorial de aproximadamente 450.000 km², representa uma das mais importantes fronteiras para a expansão e intensificação da produção agropecuária brasileira.

Avanços tecnológicos obtidos pela agricultura brasileira, tais com novos cultivares adaptados às condições edafoclimáticas do cerrado, mecanização e automação dos processos de produção de grãos, intensificação do uso da terra com desenvolvimento de sistemas que permitiram o plantio direto, a prática de mais de um ciclo anual de produção por área, a integração entre lavoura, pecuária e floresta, entre outros, fizeram com que a região se tornasse um dos alvos preferidos para expansão do agronegócio.

Ocupando, atualmente, a quarta posição na produção de grãos do Brasil, a região já é responsável por aproximadamente 10% da produção de soja e 15% da produção do milho nacional e sua localização é privilegiada em termos da proximidade da infraestrutura para escoamento da produção.

A recente dinâmica de expansão e de intensificação da atividade agropecuária no Matopiba é uma oportunidade para a implantação de sistemas produtivos baseados nas premissas da sustentabilidade, através da formulação e implantação de políticas públicas que visem conjugar a ampliação do potencial produtivo da região com a conservação dos recursos naturais de um bioma que é reconhecido como um dos mais importantes, em termos de biodiversidade, do planeta.

Nesse contexto, atividades que tenham como objetivo promover a identificação, delimitação, caracterização e sistematização do mapeamento da dinâmica da atividade agropecuária, assumem um papel fundamental, oferecendo um conhecimento que servirá de base para a promoção do alinhamento estratégico de políticas públicas que considerem interesses específicos dos setores agrícola e conservacionista sobre a região.

Considerando a importância de se conhecer a dinâmica do uso e cobertura da terra da região, este estudo mapeou a prática da agricultura anual com emprego de alta tecnologia, nos anos de 2005, 2010 e 2014, e estimou as taxas de expansão desta atividade nos diferentes períodos.

2. Material e Métodos

A área de estudo compreendeu a região do Matopiba, delimitada por um conjunto de 151 municípios e com uma extensão territorial de aproximadamente 450.000 km², como ilustra a Figura 1.

Para avaliação da expansão da agricultura anual, constituída por áreas extensas com predomínio de culturas de ciclo anual, sobretudo de grãos, foram gerados três mapas referentes às safras 2004/2005, 2009/2010 e 2013/2014, na região do Matopiba. Os mapas foram gerados a partir da abordagem espectro-temporal, apontada por vários grupos de especialistas como sendo apropriada para monitorar e mapear culturas agrícolas (Jönsson e Eklungh, 2002; Rocha, 2006; Lu e Weng, 2007). Neste tipo de abordagem, séries temporais de imagens são utilizadas para interpretar e caracterizar o comportamento dos pixels ao longo tempo, com ênfase nas variações espectrais dos mesmos (Figura 2). Neste estudo, a variável espectral adotada foi o índice de vegetação NDVI (*Normalized Vegetation Difference Index*) (Rouse *et al.*, 1973), o mais tradicional índice adotado para a caracterização da vegetação, apresentando alta correlação com fitomassa (Justice e Hiernaux, 1986) e índice de área foliar (Holben *et al.*, 1980; Price, 1993).

Conhecendo o comportamento espectro-temporal das áreas de agricultura anual, cujo perfil característico do NDVI é representado pela linha pontilhada vermelha na Figura 2 (safra e safrinha), um algoritmo desenvolvido em linguagem IDL (*Interactive Data Language*) foi aplicado para separar os pixels com esse padrão temporal dos demais pixels referentes a outros tipos de uso e cobertura da terra. O algoritmo analisa, em especial, as amplitudes do NDVI calculadas nas áreas agrícolas a partir dos momentos de pico vegetativo e início/término da cultura. Detalhes do método são apresentados por Coutinho *et al.*, 2013a.

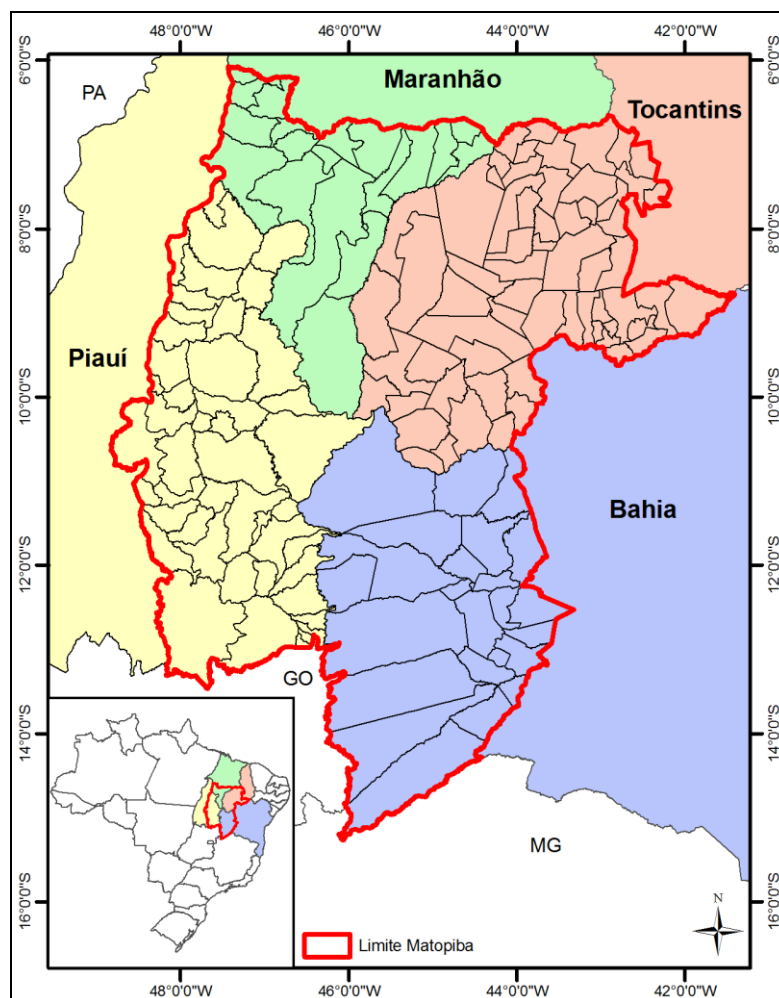


Figura 1. Área de estudo: região do Matopiba, compreendida por porções dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, incluindo 151 municípios.

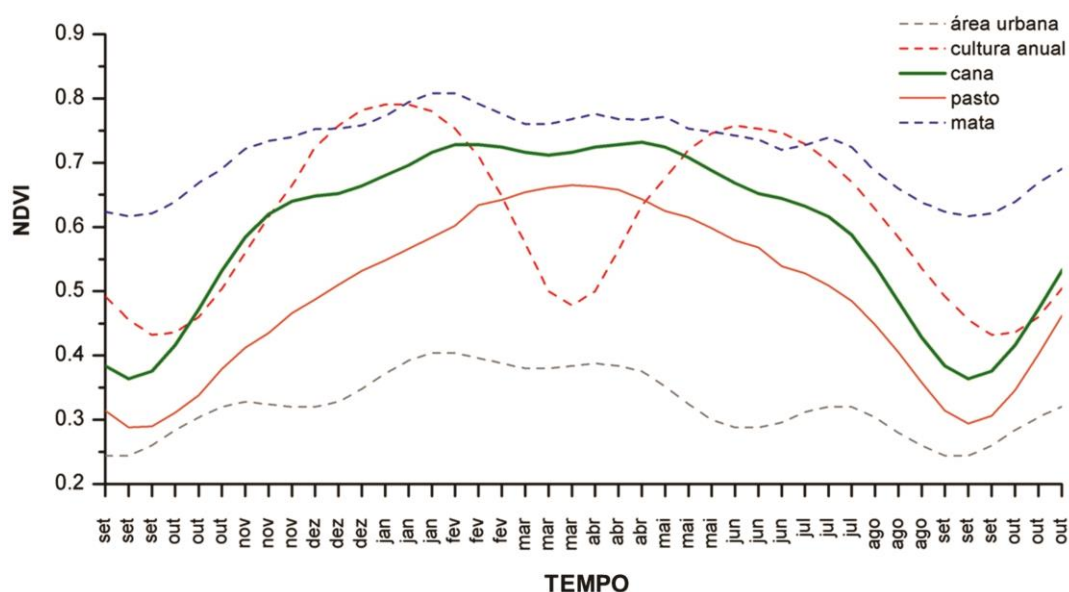


Figura 2. Perfis espectro-temporais do índice de vegetação NDVI de diferentes alvos na superfície. Fonte: Fernandes (2009).

Esta metodologia vem sendo utilizada com sucesso para o mapeamento da agricultura anual em escala regional a partir de imagens do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), alcançando valores de exatidão global que variam de 80 a 95% (Coutinho *et al.*, 2013a, Coutinho *et al.*, 2013b).

A série temporal de NDVI/MODIS foi obtida do Banco de Produtos MODIS, um repositório on-line da Embrapa Informática Agropecuária (Esquerdo *et al.*, 2011). Foram reunidas imagens de NDVI derivadas das plataformas Aqua (produto MYD13Q1, 250m) e Terra (produto MOD13Q1, 250m), compreendendo o período referente a cada safra agrícola (entre julho a junho). Após o empilhamento da série de cada ano-safra, foi aplicado um filtro conservador, proposto por Wardlow *et al.* (2006), para a eliminação de valores oscilantes do NDVI decorrentes, principalmente, da presença de nuvens nas composições máximas. A estratégia do uso combinado de imagens dos satélites Terra e Aqua, atrelada à aplicação de um filtro conservador, proposta por Esquerdo *et al.* (2013), aumenta a frequência de dados nas séries temporais, melhorando a identificação das agrícolas de interesse.

3. Resultados e Discussão

A Figura 3 apresenta os mapas da agricultura anual gerados para os três anos analisados: 2005, 2010 e 2014, na região do Matopiba. Por esses mapas, foram calculadas as taxas de crescimento da agricultura anual na região do Matopiba a partir da contagem de pixels MODIS classificados como tal em cada um dos anos. Considerando o período inicial, compreendido entre 2005 e 2010, houve um aumento de 33% dos pixels classificados como agricultura anual. Já o segundo período analisado, compreendido entre 2010 e 2014, a taxa de crescimento foi de 43%. Ao ser considerado o período completo, de 2005 a 2014, a taxa de crescimento obtida foi de aproximadamente 90%.

Além dos mapas da agricultura anual, a Figura 3 ilustra, também, dois exemplos desta dinâmica expansiva (Figuras 3A e 3B), que representam a expansão da agricultura anual no oeste do Estado da Bahia (região do município de Barreiras) (Figura 3A) e no sudoeste do Estado do Piauí (região de Uruçuí) e sul do Maranhão (região de Balsas) (Figura 3B). Nessas figuras, foi realizada a sobreposição dos três mapas agrícolas, sendo adotada a seguinte ordem: 2014 (vermelho, ao fundo), 2010 (verde, intermediário) e 2005 (azul, acima). Desta forma, as figuras ilustram diferentes padrões regionalizados com as áreas mais antigas aparecendo em azul, áreas de expansão entre 2005 e 2010 em verde, e as áreas da expansão mais recente (2010-2014) em vermelho. Verifica-se pelo recorte da Figura 3A que as expansões mais recentes ocorreram ao leste das regiões já consolidadas da Bahia, enquanto que pelo recorte da Figura 3B é possível observar que as expansões mais recentes ocorreram no Piauí.

Ainda que não tenha sido conduzida uma avaliação da acurácia dos mapas apresentados, a metodologia utilizada, já validada com sucesso em outras regiões do país, especialmente nos biomas Amazônia e Cerrado, permite a identificação em nível regional de grandes padrões de distribuição da agricultura anual com relativo êxito. Os resultados evidenciam o intenso processo de expansão da agricultura anual no Matopiba e o estabelecimento da região como um polo de produção de grãos. Na safra de 2014/2015, por exemplo, a região deve ser responsável por 9,94% da produção brasileira de grãos. Projeções indicam que entre as safras 2013/2014 e 2023/2024, a produção de grão no Matopiba terá uma alta de 21,4%, saltando de 18,6 milhões de toneladas verificados na safra 2013/2014 para 22,6 milhões de toneladas no ciclo 2023/2024 (Brasil, 2014).

Por outro lado, é importante que essa expansão agrícola na região do Matopiba ocorra de forma planejada a partir de políticas públicas amparadas em largo conhecimento científico, conforme relata Lopes (2014). Segundo o autor, o Matopiba é uma área complexa, de transição entre os biomas Cerrado e Semiárido, e as condições de clima não são iguais às

regiões agrícolas consolidadas em Goiás ou Mato Grosso, além de ser uma região com diversidade em termos de ocupação e cobertura da terra, composta pela agricultura empresarial, áreas de preservação, agricultura familiar, quilombolas e indígenas.

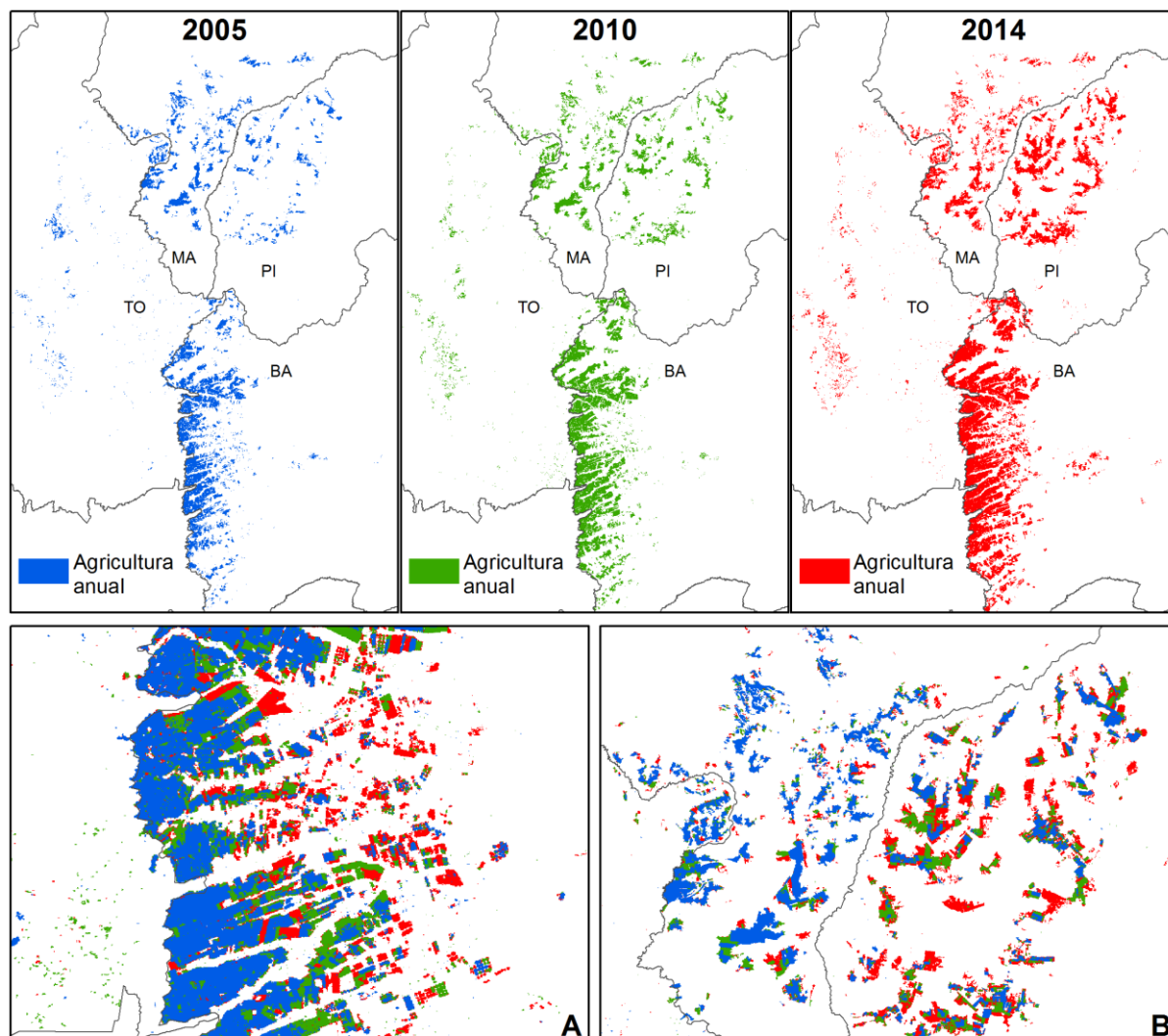


Figura 3. Mapas da agricultura anual na região do Matopiba em 2005, 2010 e 2014 e detalhe das expansões na região oeste da Bahia (A) e sul do Maranhão e Piauí (B), a partir da sobreposição dos mapas.

4. Conclusões

Os resultados evidenciaram o processo de expansão da agricultura anual, sobretudo de grãos, na região do Matopiba, sendo encontrada uma taxa de aumento de aproximadamente 90% entre os anos de 2005 e 2014. A região vem se consolidando como um forte polo de expansão agrícola na região dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, demandando atenção dos poderes públicos, em suas diferentes esferas, quanto ao planejamento ordenado e sustentável dessas expansões.

5. Referências Bibliográficas

Brasil (MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Projeções do Agronegócio: Brasil 2013/2014 a 2023/2024. Projeções de longo prazo.** Brasília:MAPA/ACS, 2014. ISBN 978-85-7991-086-9.

100p. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes_2013-2014_2023-2024.pdf. Acesso em 01 nov. 2014.

Coutinho, A.C.; Esquerdo, J.C.D.M.; Oliveira, L.S.; Lanza, D.A. Methodology for systematical mapping of annual crops in Mato Grosso do Sul State/Brazil. **Geografia** (Rio Claro. Impresso), v. 38, p. 45-54, 2013a.

Coutinho, A. C.; Almeida, C. A.; Venturieri, A.; Esquerdo, J. C. D. M.; Silva, M. **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal: TerraClass 2008**. 1. ed. Brasília-DF, Belém-PA: Embrapa, INPE, 2013b. v. 1. 108p.

Esquerdo, J.C.D.M.; Antunes, J.F.G.; Andrade, J.C. Desenvolvimento do banco de produtos MODIS na base estadual brasileira. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, Curitiba. **Anais...**, São José dos Campos: Inpe, p. 7596-7602, 2011.

Esquerdo, J.C.D.M.; Coutinho, A.C.; Antunes, J.F.G. Uso combinado de dados NDVI/MODIS dos satélites Terra e Aqua no monitoramento multi-temporal de áreas agrícolas. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu-PR. **Anais...** São José dos Campos-SP: INPE, 2013. p. 431-437.

Fernandes, J.L. **Monitoramento da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo por meio de imagens SPOT Vegetation e dados meteorológicos**. Dissertação Mestrado-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 120p., 2009.

Holben, B.N.; Tucker, C.J.; Cheng-Jeng, F. Spectral assessment of soybean leaf area and leaf biomass. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.46, n.5, p.651-656, 1980.

Jönsson, P.; Eklundh, L. Seasonality extraction by function fitting to time-series of satellite sensor data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v.40 (8), p.1824-1832, 2002.

Justice, C.O.; Hiernaux, P.H.Y. Monitoring the grasslands of the Sahel using NOAA AVHRR data: Niger, 1983. **International Journal of Remote Sensing**, v.7, n.11, p.1475-1498, 1986.

Lopes, M.A. Matopiba, a nova ousadia da agricultura brasileira. **Correio Brasiliense**. Brasília, 11 mai. 2014.

Lu, D.; Weng, Q. A Survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. **International Journal of Remote Sensing**, 28(5), 2007.

Price, J.C. Estimating leaf area index from satellite data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 31, p.727-734, 1993.

Rocha, J.V. Crop monitoring in South America. **Bulletin**. n.7/2006 (August, 2006). Ispra, Italy: JRC (Joint Research Centre), 2006.

Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3., Washington, 1973. **Proceedings...** Whashington: NASA, 1974, v.1, p.309-317, 1973.

Wardlow, B.D.; Kastens, J.H.; Egbert, S.L. Using USDA Crop Progress Data and MODIS Time-Series NDVI for Regional-Scale Evaluation of Greenup Onset Date. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, vol. 72, n. 11, pp. 1225-1234. 2006.