

ANÁLISE DA EXPANSÃO E DINÂMICA DA AGRICULTURA EM PIVÔS CENTRAIS NA MICRORREGIÃO DE BARREIRAS/BA A PARTIR DA INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT-8/OLI

Willian Vieira de Oliveira¹, Nildson Rodrigues de França e Silva¹, Denis Corte Vieira¹, Victor Hugo Rohden Prudente¹, Maurício Alves Moreira¹ e Ieda Del'Arco Sanches¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{willian.oliveira; nildson.silva; denis.vieira; victor.prudente, mauricio.moreira, ieda.sanches}@inpe.br

RESUMO

A microrregião de Barreiras, situada no oeste do estado da Bahia, tem grande destaque no cenário agrícola nacional. Nesta região, sistemas de irrigação são amplamente utilizados, principalmente em áreas de cultivo de soja, milho e algodão herbáceo, que são culturas comumente encontradas. O presente estudo tem por objetivo identificar e mapear áreas agrícolas irrigadas por pivôs centrais na microrregião de Barreiras/BA para as safras 2013/14 e 2016/17, classificando-as em relação aos cultivos de algodão, café e soja. O mapeamento foi realizado a partir da interpretação de séries temporais de imagens Landsat-8/OLI, geradas a partir da plataforma *Google Earth Engine*, além da análise de perfis temporais de NDVI por meio da ferramenta *SATVeg*. A integração de imagens de satélite e perfis temporais de NDVI, juntamente com a análise do calendário agrícola da região, favoreceu a identificação e a classificação das culturas agrícolas.

Palavras-chave - Irrigação, pivô central, mapeamento agrícola.

ABSTRACT

The microregion of Barreiras, located in the western of the state of Bahia, has a prominent place in the national agricultural scenario. In this environment, irrigation systems are widely used, especially in areas where soybean, corn and herbaceous cotton are cultivated, which are some of the crops commonly found. In this context, this study aimed to identify and map agricultural areas irrigated by center pivots in the microregion of Barreiras in the 2013/2014 and 2016/2017 crop harvests, classifying them in regards to cotton, coffee and soybean cultivation. The mapping was performed by the visual interpretation of LANDSAT-8/OLI image time series generated in the Google Earth Engine platform, and the analysis of NDVI temporal profiles using the SATVeg tool. The integration of satellite images and NDVI temporal profiles, along with the analysis of the region's agricultural calendar, favoured the identification and classification of the agricultural crops.

Keywords - Irrigation, central pivot, agriculture mapping.

1. INTRODUÇÃO

Praticada desde as antigas civilizações que se desenvolveram em áreas com escassez de água, a agricultura irrigada engloba um conjunto de equipamentos e técnicas que visam suprir o déficit hídrico total ou parcial de água dos cultivos. Segundo a *Food and Agriculture Organization* – FAO [1], o Brasil possui a nona maior área irrigada do mundo; porém, esta área é considerada pequena perante a área agrícola total do país.

Dentre os sistemas de irrigação, destaca-se a utilização de pivôs centrais [2], os quais são classificados como um método de irrigação por aspersão. Neste método, projeta-se uma área circular a ser irrigada a partir de uma estrutura suspensa, composta por tubulações. O deslocamento circular desta estrutura em torno de um ponto fixo, denominado pivô, permite que a água seja aspergida sobre as áreas cultivadas. Estes mecanismos são muito utilizados em lavouras temporárias como, por exemplo, algodão, batata, cana-de-açúcar, feijão, milho, e soja, como também em cultivos permanentes, como é o caso do café.

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA [2], espera-se que no novo Censo Agropecuário brasileiro, realizado em 2017, seja observado uma utilização ainda maior do sistema de irrigação por pivôs. Além da forte expansão deste método, observa-se sua intensificação em áreas tradicionalmente irrigadas, assim como sua expansão para regiões de maior déficit hídrico – ambas as situações demandam atenção dos órgãos gestores de recursos hídricos, visando a sustentabilidade hídrica.

A microrregião de Barreiras, situada no estado da Bahia, tem grande destaque no cenário agrícola nacional, sendo comum a prática de irrigação por pivôs centrais. Esta região, pertencente ao MATOPIBA – resulta do acrônimo criado com as iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia –, representa uma área de alta expansão agrícola. Essa expressão designa uma realidade geográfica caracterizada pela expansão de uma nova fronteira agrícola no Brasil, baseada em tecnologias modernas de alta produtividade. Esta microrregião possui uma agricultura moderna e especializada, principalmente em áreas de cultivo de soja, milho e algodão herbáceo, destacando-se os municípios de Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério.

Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo identificar e mapear áreas agrícolas irrigadas por pivôs

centrais na microrregião de Barreiras/BA para os anos agrícolas 2013/14 e 2016/17. A metodologia adotada baseia-se na interpretação de imagens provenientes do sensor Landsat-8/OLI e de perfis temporais de NDVI. As culturas agrícolas de interesse nesta pesquisa foram: algodão, café e soja, que representam algumas das principais culturas agrícolas da microrregião. Outro objetivo foi avaliar a expansão das culturas agrícolas em pivô central na região, bem como a expansão das áreas das três culturas supracitadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa teve como área de estudo a microrregião de Barreiras (Figura 1), localizada na região Oeste da Bahia, que possui aproximadamente 53.000 km², sendo constituída por sete municípios: Barreiras, Luís Eduardo Magalhães, São Desidério, Formosa do Rio Preto, Riachão das Neves, Baianópolis e Catolândia [3].

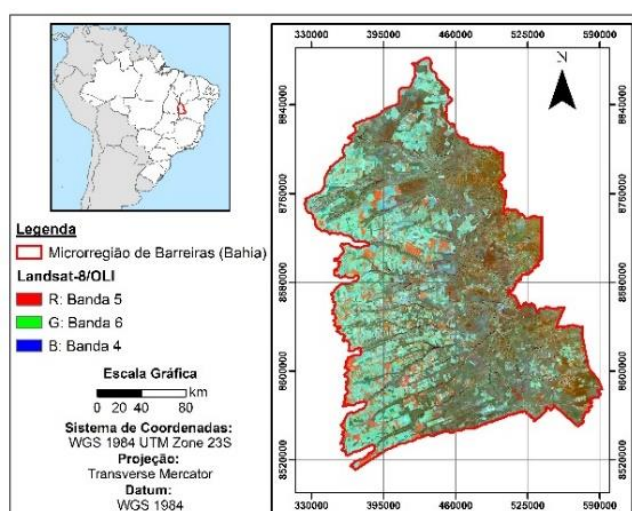


Figura 1. Mapa de localização da microrregião de Barreiras.

A fim de analisar todo o território da área em estudo a partir de dados provenientes do sensor OLI (*Operational Land Imager*), foi necessário um conjunto de 6 cenas. Na Tabela 1 são descritas algumas características do sensor OLI [4], bem como a órbita e ponto das cenas utilizadas.

Tabela 1. Características do sensor e cenas utilizadas.

| Landsat-8/OLI | |
|-----------------------------------|---|
| Resolução espacial/temporal | 30m (multiespectral) /16 dias |
| Largura da faixa | 185 km |
| Órbita/Ponto das cenas utilizadas | 219/069; 220/067; 220/068; 220/069; 221/067; 221/068. |

O mapeamento dos pivôs centrais para ambas as safras 2013/14 e 2016/17 foi realizado a partir de interpretação visual de imagens Landsat-8/OLI, obtidas no portal EarthExplorer [5], e utilizando o *software* ArcGIS (versão 10.2.2). Nesta etapa foi utilizado um mosaico de imagens

adquiridas no período seco, durante os meses de maio e junho, quando existe uma baixa frequência de nuvens [6].

Após mapeadas as áreas de pivô, elas foram classificadas em quatro classes: algodão, café, soja e outros (demais culturas agrícolas). O mapeamento dos cultivos foi realizado por meio da interpretação visual das imagens OLI e da análise do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI, disponibilizado pelo Sistema de Análise Temporal da Vegetação – SATVeg [7].

A utilização de imagens adquiridas em diferentes períodos do ano foi essencial para o mapeamento das culturas agrícolas, uma vez que permitiu visualizar o desenvolvimento dos cultivos, além de amenizar problemas ocasionados por falta de dados devido à presença de nuvens. A partir da plataforma *Google Earth Engine* [8] foram analisadas um total de 130 imagens OLI referentes à safra 2013/14 (01/07/13 à 30/06/14) e 128 referentes à safra 2016/17 (01/07/16 à 30/06/17), na composição R5G6B4.

A ferramenta SATVeg permitiu a visualização dos perfis temporais de NDVI considerando dados Terra/MODIS (*Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer*) para a área analisada. A Figura 2 apresenta o padrão do perfil temporal de NDVI normalmente observado em áreas de cultivo de algodão e soja [7]. Esta ferramenta serviu de apoio na classificação visual das culturas, juntamente com a série temporal das imagens Landsat-8/OLI e o calendário agrícola da região. O calendário agrícola do estado da Bahia foi considerado a fim de se analisar as características dos cultivos comumente encontrados ao longo do ano na região. A soja, por exemplo, é geralmente cultivada na primeira safra, logo após o término do vazão sanitário, e nos primeiros meses do período chuvoso, que ocorre entre outubro e abril [9]. Já o algodão pode ser de 1ª safra ou de 2ª safra, sendo este último geralmente encontrado em áreas de cultivo de soja.

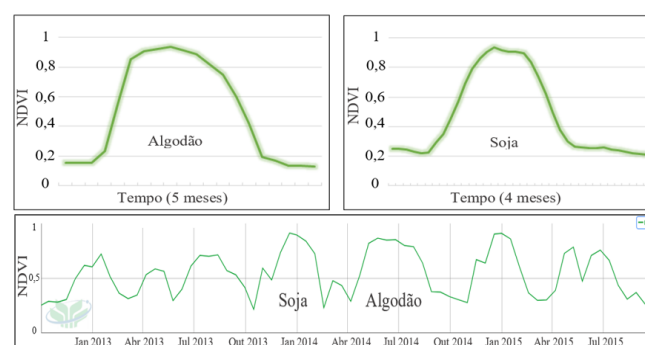


Figura 2. Padrão observado no perfil temporal de NDVI em áreas de cultivo de algodão e soja.

Fonte: SATVeg [7].

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do mapeamento realizado foram identificados 925 pivôs na safra 2016/2017 para toda a microrregião de Barreiras, representando um aumento de 9,7% em relação à

safras 2013/2014, com 845 pivôs, conforme ilustrado na Figura 3. A Tabela 2 apresenta o número de pivôs presentes em cada município que compõe a microrregião de Barreiras, com destaque para Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério. Estes municípios possuem grande influência no setor agrícola brasileiro nos cultivos de algodão, café e soja.

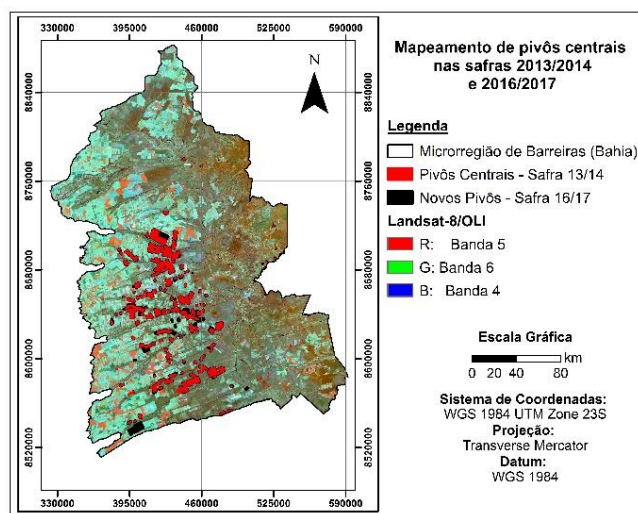


Figura 3. Mapeamento de pivôs centrais para as safras 2013/2014 e 2016/2017.

Tabela 2. Número de pivôs mapeados nos municípios que compõem a microrregião de Barreiras.

| Município | Número de pivôs | |
|------------------------|-----------------|------------|
| | 2013/2014 | 2016/2017 |
| Baianópolis | 1 | 0 |
| São Desidério | 292 | 330 |
| Catolândia | 1 | 0 |
| Luís Eduardo Magalhães | 164 | 164 |
| Barreiras | 321 | 356 |
| Riachão das Neves | 57 | 66 |
| Formosa do Rio Preto | 9 | 9 |
| Total | 845 | 925 |

Para os anos safras 2013/14 e 2016/17 a área irrigada por pivôs centrais foi de aproximadamente 90.603 e 101.881 hectares (ha), respectivamente; valores que mostram a importância da produção agrícola irrigada na região. Sendo a área total cultivada e irrigada por pivôs centrais, em que se considera a possibilidade do cultivo de mais de uma cultura por pivô ao longo da safra, foi de aproximadamente 151.491 ha na safra 2013/14 e 172.452 ha na safra 2016/17.

Na Tabela 3 são apresentados os valores obtidos no mapeamento realizado para ambas as safras 2013/14 e 2016/17, descrevendo as áreas irrigadas destinadas ao cultivo de algodão, soja e café. Observou-se uma redução de 38% na área cultivada de algodão na safra 2016/17 em relação à safra 2013/14, considerando ambas as áreas de sequeiro e áreas irrigadas [10, 11]. Acredita-se que este fato esteja relacionado aos baixos índices pluviométricos observados nas safras anteriores [12], que contribuíram na

escolha de outras culturas pelos produtores. Para o café, uma área de 10.544 ha foi mapeada no presente estudo para a safra 2013/14, valor próximo àquele obtido no levantamento realizado pela Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia – AIBA [10], de 10.884 ha. O levantamento da AIBA também destaca a presença de outros 3.822 ha com cafezais em estágio de formação e renovação. Já para a safra 2016/17 foram mapeados 10.867 ha destinados ao cultivo de café; valor superior ao informado no 1º levantamento da safra realizado pela AIBA [11], de 9.670 ha.

O mapeamento realizado mostrou um aumento na área destinada ao cultivo de soja na safra 2016/17 em relação à safra 2013/14.

Tabela 3. Relação entre as áreas irrigadas por pivôs centrais, por cultura, e suas respectivas áreas plantadas (sequeiro e irrigadas).

| Safra | Cultura | ACP (ha) | APT (ha)* | ACP/APT (%) |
|---------|---------|----------|-----------|-------------|
| 2013/14 | Algodão | 40.270 | 308.010 | 13 |
| | Café | 10.544 | 14.705 | 72 |
| | Soja | 51.452 | 1.310.000 | 4 |
| 2016/17 | Algodão | 34.909 | 192.000 | 18 |
| | Café | 10.867 | 11.362 | 96 |
| | Soja | 59.109 | 1.580.000 | 4 |

* Fonte: AIBA [10, 11].

Nota: **ACP**: Área cultivada irrigada por pivôs, considerando mais de um cultivo por pivô ao longo da safra; **APT**: Área plantada total, incluindo áreas de sequeiro e áreas irrigadas na safra.

A área destinada ao cultivo irrigado de cada cultura, em ambas as safras, é apresentada na Figura 4. Nota-se que a área de café é semelhante nas duas safras; porém, observou-se um aumento considerável no plantio irrigado de outras culturas, o que pode ter sido impulsionado pela queda na produção de algodão. Por se tratar de uma cultura que requer maior tempo no campo (em média 5 ou 6 meses), o algodão deu lugar a outros cultivos, tais como feijão, milho e sorgo, permitindo assim, o plantio de até três culturas por pivô na safra. Dentre os outros cultivos, destaca-se o milho, o qual, de acordo com a AIBA [11], apresentou um aumento considerável em sua área plantada.

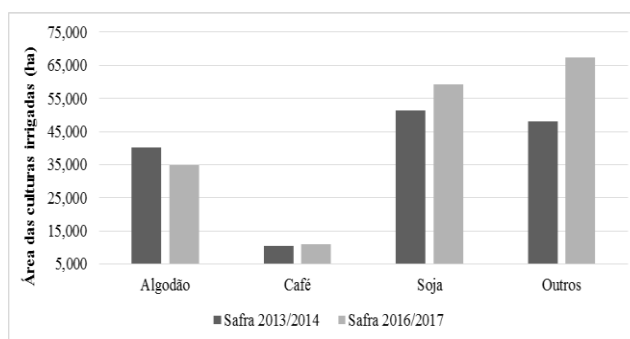


Figura 4. Área irrigada por pivôs centrais para os cultivos mapeados na microrregião de Barreiras.

Conforme pode ser observado na Figura 5, a microrregião de Barreiras apresenta uma grande dinâmica de cultivo nas áreas irrigadas por pivôs, entre as safras analisadas. Destacam-se: a redução do plantio de algodão na segunda safra, após o cultivo de soja na primeira safra; e, o aumento do plantio de outros cultivos de segunda safra após o cultivo de soja. Observou-se um aumento no cultivo de outras culturas juntamente com o café, por exemplo: 50% da área do pivô destinada ao café e os outros 50% para o plantio de lavouras temporárias, como feijão, soja e milho.

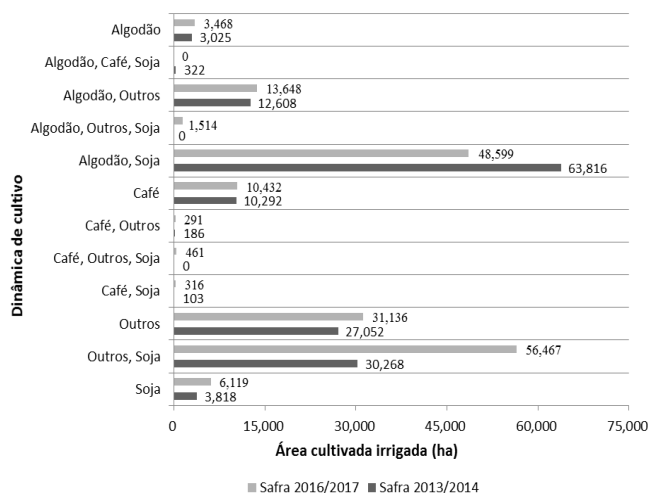


Figura 5. Relação entre a dinâmica de cultivo nos pivôs mapeados e a área total cultivada.

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho, a utilização conjunta de imagens de satélite OLI e perfis temporais de NDVI favoreceu a identificação das culturas agrícolas consideradas. Além disso, o critério temporal permitiu diferenciar cultivos com comportamentos espectrais semelhantes, mas com ciclo de desenvolvimento diferentes. O mapeamento possibilitou um melhor entendimento e análise da dinâmica do cultivo irrigado por pivô na microrregião de Barreiras. Além disso, destaca-se que o mapeamento de áreas irrigadas por pivôs, além de permitir a análise da dinâmica de cultivo em uma região, também possibilita a realização de estudos voltados ao uso da água para produção agrícola. Estas informações podem ser utilizadas visando um melhor gerenciamento dos recursos hídricos na microrregião.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Food and Agriculture Organization – FAO, “Information system on water and agriculture aquastat”, 33 pp., 2012.
- [2] Agência Nacional de Águas – ANA, “Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil - 2014”, Brasília: Agência Nacional de Águas, 2016.
- [3] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, “Área da unidade territorial: Área territorial brasileira”, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sintese/ba?indicadores=29167>>. Acesso em: 30 de Novembro de 2017.
- [4] National Aeronautics and Space Administration – NASA, “Operational Land Imager”, 2017. Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/operational-land-imager>>. Acesso em: 02 de Dezembro de 2017.
- [5] United States Geological Survey – USGS, “Earth Explorer”, 2017. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 29 de Novembro de 2017.
- [6] Sano, E.E., Ferreira, L.G., Asner, G.P. e Steinke, E.T., “Spatial and temporal probabilities of obtaining cloud-free Landsat images over the Brazilian tropical savanna”, *International Journal of Remote Sensing*, v. 28, pp. 2739-2752, 2007.
- [7] Sistema de Análise Temporal da Vegetação – SATVeg, 2017. Disponível em: <<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html>>. Acesso em: 29 de Novembro de 2017.
- [8] Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R., “Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone”, *Remote Sensing of Environment*, v. 202, pp. 18-27, 2017.
- [9] Batistella, M.; Guimarães, M.; Miranda, E.; Vieira, H.; Valladares, G.; Mangabeira, J. e Assis, M.C., “Monitoramento da expansão agropecuária do Oeste da Bahia”, Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 39pp., 2002.
- [10] Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia – AIBA, “Matriz agrícola cerrado baiano - 3º levantamento safra 2013/14”, 2014. Disponível em: <<http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2014/09/3-Lvto-Safra-2013-14-Conselho-Tecnico-Aiba-05-05-14-Anuario.pdf>>. Acesso em: 30 de Novembro de 2017.
- [11] Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia – AIBA, “1º Levantamento safra Oeste da Bahia 2016-17”, 2017. Disponível em: <<http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2017/01/1-Lvto-Safra-2016-17.pdf>>. Acesso em: 30 de Novembro de 2017.
- [12] Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, “Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Safra 2015/2016”, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_09_15_18_32_boletim_12_setembro.pdf>. Acesso em: 30 de Novembro de 2017.