MONITORAMENTO AGRÍCOLA PARA ANÁLISE DE MUDANÇA DO USO DA TERRA EM ALTO TAQUARI - MT

Daniel Hideki Shibuya [1], Gleyce Kelly Dantas Araujo Figueiredo [1], Júlio César Dalla Mora Esquerdo[1,2] José Galdino de Oliveira Júnior[1]

[1]Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP, BRASIL - d166222@dac.unicamp.br; gleyce@unicamp.br, j203109@dac.unicamp.br
[2] EMBRAPA Agricultura Digital - Empresa Brasileira em Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Campinas, SP, Brasil - julio.esquerdo@embrapa.br

RESUMO

O Estado de Mato Grosso (MT) está localizado em uma das principais fronteiras agrícolas do país, e se destaca por ser o principal produtor de grãos, como a soja. Por meio de informações sobre a localização de culturas, como aquelas disponibilizadas pelo Projeto MapBiomas, ou estimativas de produção tal como o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), é possível identificar regiões onde a dinâmica de área plantada pode mudar. Este trabalho apresenta um estudo de monitoramento agrícola em Alto Taquari – MT. Essa região apresentou um aumento de aproximadamente 20.000 ha de cultura de cana-de-açúcar entre os anos de 2009 e 2018. O crescimento foi analisado a partir do monitoramento agrícola e os resultados obtidos apresentaram coerência com o observado em plataformas de monitoramento como o MapBiomas e SATVeg. Assim, validando este trabalho para atuar como base para demais estudos em relação a cana-de-açúcar nesta região.

Palavras-chave —Fronteira Agrícola, Cana-de-açúcar, Mapeamento

ABSTRACT

The State of Mato Grosso (MT) is located in one of the main agricultural frontiers of the country, and stands out for being the main producer of grains, such as soybeans. Through information on the location of crops, such as those made available by the MapBiomas Project, or production estimates such as IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics), it is possible to identify regions where the dynamics of planted area may change. This paper presents a study of agricultural monitoring in Alto Taquari – MT. This region showed an increase of approximately 20,000 ha of sugarcane cultivation between the years 2009 and 2018. The growth was analyzed from the agricultural monitoring and the results obtained presented consistency with what was observed in monitoring platforms such as MapBiomas and SATVeg. Thus, validating this work to act as a basis for further studies regarding sugarcane in this region.

Keywords —*Agricultural frontier, Sugarcane, Mapping*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o principal produtor mundial de cana-de-açúcar, cuja produção atingiu cerca de 750 milhões de hectares na safra de 2020, impulsionada pela alta demanda por biocombustível no país [1]. Nesse contexto, tem ocorrido um forte avanço nas técnicas de produção, nos incentivos fiscais à cultura e no desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas à cana-de-açúcar de açúcar [2].

Além disso, de acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o país é um dos principais produtores mundiais de grãos, como milho e soja. No caso da soja, o país é o maior produtor mundial, tendo produzido cerca de 135 milhões de toneladas do grão na safra 2020/21, onde 36 milhões de toneladas foram produzidas no estado de Mato Grosso [3].

O Mato Grosso apresenta uma quantidade abrangente de biodiversidade, abrigando biomas como o Cerrado, a Amazonia e o Pantanal. Além disso, o estado é caracterizado como uma fronteira agrícola, com fortes processos de expansão agrícola nos biomas Cerrado e Amazônia [4]. As fronteiras agrícolas apresentam uma alta dinâmica de uso da terra e são fontes de diversos estudos. Em seu trabalho, Capoane (2022)[4] caracteriza a expansão agrícola no Mato Grosso entre os anos de 1988 até 2018 e Freitas (2020)[5] compara o crescimento da fronteira agrícola no Mato Grosso e na região do MATOPIBA.

O monitoramento agrícola é uma atividade que permite obter informações sobre a produtividade das culturas, sua área plantada e inferir sobre mudanças no uso da terra em uma determina região. Para tanto, podem ser utilizados dados orbitais históricos, como índices de vegetação, bem como técnicas de aprendizado de máquina [6].

Alguns trabalhos têm relatado atividades sobre processos de expansão e intensificação da agricultura no Brasil. Dantas et.al (2019)[6] utilizaram a série temporal do sensor MODIS para realizar uma estimativa de produtividade de soja e observar seu crescimento no Mato Grosso. Já Avelino et.al (2018)[7] realizaram um estudo para analisar o crescimento de área plantada e o aumento do desflorestamento em Adamantina-MT. Além de permitir diversas interpretações, Liu et.al (2016)[8] destacam que as informações obtidas através do monitoramento servem como base para demais estudos sobre o tema. No Estado de Goiás, Petrini et.al

(2016)[9] e Petrini et.al (2017) [10] realizaram um estudo para analisar os impactos sociais causados no município de Ipiranga, após registrar um crescimento da cultura de cana-de-açúcar nessa região.

O Mato Grosso é uma fronteira agrícola conhecida pela expansão da cultura de soja [4]. Porém, variáveis socioeconômicas, como os incentivos fiscais, exercem alta influência na expansão agrícola [5]. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de monitoramento agrícola no município de Alto Taquari-MT, bem como analisar a mudança de uso da terra devido ao crescimento da implantação da cultura de cana-de-açúcar, registrado pelo IBGE (https://cidades.ibge.gov.br/brasil) e pela plataforma MapBiomas (http://mapbiomas.org). O trabalho também tem por objetivo, verificar os motivos desta expansão no estado, que é o maior produtor de soja do país.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo (Figura 1) está localizada no município de Alto Taquari, na região sul do estado de Mato Grosso, onde o bioma predominante nessa região é o Cerrado. De acordo com informações disponíveis no projeto MapBiomas, o município registrou um aumento em área plantada de cana-de-açúcar a partir de 2010, que se estendeu até 2018, período em que a área plantada se estabilizou em cerca de 20.000 ha.

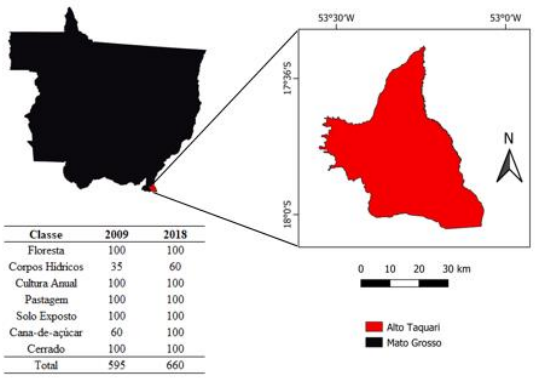
2.2. Seleção de Imagens e Amostragem

A metodologia deste trabalho foi realizada na plataforma Google Earth Engine (https://code.earthengine.google.com). A caracterização da área e a escolha das classes temáticas, foram feitas através de análise do histórico de produção do município e o mapa de uso da terra presente na plataforma MapBiomas.

As imagens utilizadas para a classificação foram selecionadas de acordo com o período do ano agrícola da região nos anos a serem analisados. Para o ano de 2009 e 2018 foram utilizadas as coleções do Landsat-5/TM e Landsat-8/OLI, respectivamente. Para cada ano foi criado um mosaico temporal pela mediana, utilizando as imagens importadas para os respectivos anos, obtendo-se uma única imagem referente ao ano safra de 2009 e outra para 2018. Para diminuir o efeito atmosférico, uma máscara de nuvem foi aplicada em cada uma das imagens. Também foram excluidas as áreas urbanas, cujo padrão poderia afetar a acurácia do classificador e, por fim, foi calculado o indíce vegetativo NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

A amostragem foi feita por meio de seleção de pontos na imagem. As classes temáticas e a quantidade de pontos utilizados podem ser encontradss na Figura 1. A seleção das amostras foi feita através de composições coloridas das imagens Landsat5/TM e Landsat8/OLI. As composições coloridas utilizadas foram com as bandas B5-B6-B4 (Landsat8/OLI) e B4-B5-B3 (Landsat5/TM) para os canais RGB das respectivas imagens. Além disso, como não foram usados dados de campo para a validação das amostras, as plataformas do SATVeg [11] e MapBiomas foram utilizadas para analisar a série temporal e a classificação de cada ponto amostrado. Os detalhes referentes aos processos metodológicos podem ser encontrados na Figura 2

Na distribuição das classes temáticas (Figura 1), observa-se que foram criadas duas classes de vegetação natural (Floresta e Cerrado), com o entuito de evitar erros de classificação entre as classes Cerrado e Pastagem cujo comportamento espectral é semelhanete. Na classe Cultura Anual a principal cultura é a soja, embora ela também seja representada por plantios de algodão e sorgo, que são cultivados no município, de acordo com dados do IBGE.



Classe	2009	2018
Floresta	100	100
Corpos Hídricos	35	60
Cultura Anual	100	100
Pastagem	100	100
Solo Exposto	100	100
Cana-de-açúcar	60	100
Cerrado	100	100
Total	595	660

Figura 1. Mapa da área de estudo mostrando o município de Alto Taquari – MT e tabela com distribuição das classes temáticas.

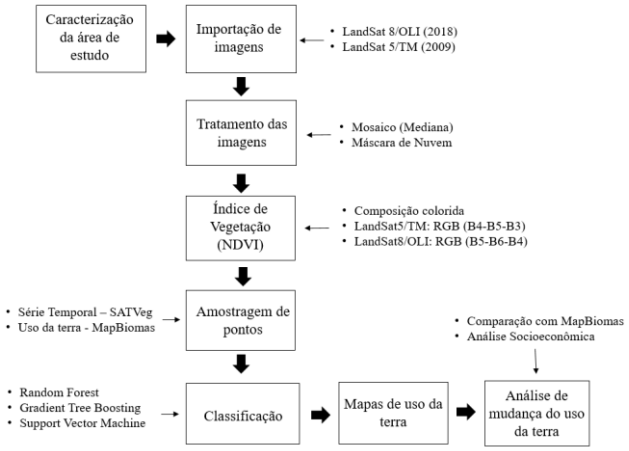


Figura 2. Fluxograma de atividades da metodologia

2.3. Classificação do uso da terra

Para gerar os mapas de uso da terra, as amostras selecionadas foram divididas em conjuntos de treino (70%) e teste (30%). Foram testados três classificadores: Random Forest (RF), Gradient Tree Boosting (GTB) e Support Vector Machine (SVM). Para a criação do mapa, foi selecionado apenas o melhor classificador.

Ao finalizar a classificação os dois mapas, referentes aos anos de 2009 e 2018,foram comparados de acordo com as classes de interesse (Cultura Anual e Cana-de-açúcar), com o objetivo de visualizar os pontos onde houve mudança de culturas anuais para cana-de-açúcar.

Os resultados obtidos referentes a transição de cultura anual para cana-de-açúcar, foram comparados com a mudança de uso da terra verificado pela plataforma do MapBiomas e comparados com a série temporal do SATVeg. Para verificar os motivos da expansão foi feita uma pesquisa referente a economia, histórico social da cidade e possíveis incentivos que pudessem justificar a expansão.

3. RESULTADOS

Os mapas de classificação de uso da terra gerados podem ser visualizados na Figura 3. Para o mapa referente a imagem de 2009, a classificação selecionada foi a do Random Forest, que apresentou 0,865 de acurácia global (Tabela 1). Para o ano de 2018, o Random Forest também apresentou os melhores resultados tendo acurácia global de 0,87 (Tabela 2).

O mapa de transição entre culturas anuais e cana-de-açúcar pode ser visualizado na Figura 4. As regiões denominadas como "Mudança" são as áreas onde foi detectada essa transição. Já os pontos de "Não Mudança" são as áreas onde o cultivo de cana-de-açúcar foi registrado nos dois anos.

Para verificar a mudança de uso da terra foi feito o cálculo da área da classe Mudança da Figura 4, que considerou a área dos pixels correspondentes. O valor obtido foi de aproximadamente 14.000 ha.

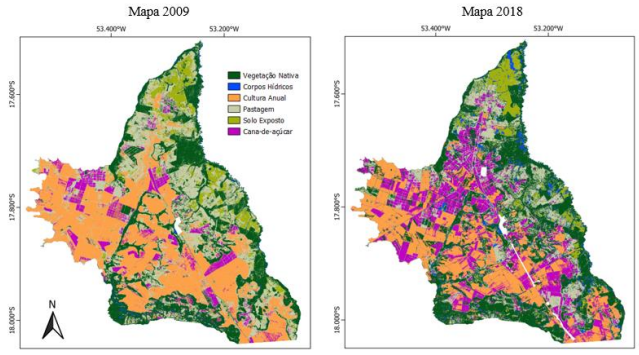


Figura 3. Mapas de classificação do uso da terra dos anos analisados 2009 e 2018

Matriz de Confusão - Imagem 2009								
	Floresta	Corpos Hídricos	Cultura Anual	Pastagem	Solo Exposto	Cana-de-açúcar	Cerrado	Acc Produtor
Floresta	29	0	0	0	0	0	1	0,97
Corpos Hídricos	0	12	0	0	0	0	0	1,00
Cultura Anual	0	0	28	0	0	0	0	1,00
Pastagem	0	0	0	17	0	2	5	0,71
Solo Exposto	0	0	0	2	21	0	2	0,84
Cana-de-açúcar	0	0	0	0	0	16	0	1,00
Cerrado	1	0	0	8	2	0	25	0,69
Acc Consumidor	0,97	1,00	1,00	0,63	0,91	0,89	0,76	**0,865**

Tabela 1. Matriz de confusão referente a classificação do mapa de 2009

Matriz de Confusão - Imagem 2018								
	Floresta	Corpos Hídricos	Cultura Anual	Pastagem	Solo Exposto	Cana-de-açúcar	Cerrado	Acc Produtor
Floresta	28	0	1	0	0	1	2	0,88
Corpos Hídricos	1	14	0	0	2	0	0	0,82
Cultura Anual	0	0	27	0	0	1	0	0,96
Pastagem	0	0	0	29	0	4	3	0,81
Solo Exposto	0	0	0	1	31	0	0	0,97
Cana-de-açúcar	1	0	2	1	0	29	0	0,88
Cerrado	1	1	0	1	2	1	21	0,78
Acc Consumidor	0,90	0,93	0,90	0,91	0,89	0,81	0,81	**0,87**

Tabela 2. Matriz de confusão referente a classificação do mapa de 2018

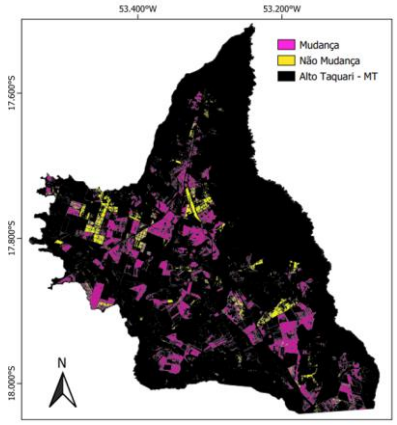


Figura 4: Mapa de análise de mudança do uso da terra entre cultura anual e cana-de-açúcar

4. DISCUSSÃO

4.1. Classificação e Matriz de Confusão

As duas classes de interesse Cultura Anual e Cana-de-açúcar, apresentaram bons desempenhos para os dois anos. No caso da Cultura Anual, não foi encontrada confusão com as demais classes em 2009, e em 2018 as acurácias do Consumidor e do Produtor ficaram acima de 0,90. Já a Cana-de-açúcar apresentou confusões que eram esperadas devido ao comportamento espectral desta cultura, que pode ser confundido com a Pastagem.

Na etapa de classificação foram utilizadas sete classes (Figura 1), porém as classes Cerrado e Nativa foram divididas na etapa de amostragem devido a diferenças espectrais entre elas. Nos mapas de uso da terra, as duas classes foram unificadas na classe Vegetação Nativa, pois trata-se de áreas com cobertura vegetal natural.

4.2 Análise de mudança de uso da terra

A mudança de uso da terra registrada foi de aproximadamente 14.000 ha. No entanto, destaca-se que o monitoramento foi realizado a partir da análise de dois mapas no ano inicial e final. Em trabalhos como o de [6], o uso da série temporal permite uma análise mais precisa.

Na cultura de cana-de-açúcar, é comum a prática de rotação de cultura para preservar o solo [2]. Assim foi considerada a margem de erro de 20%, valor histórico aproximado das áreas de reforma canavial, que equivale a

2.800 ha. Ao considerar a margem, verifica-se que o resultado obtido não equivale aos 20.000 ha registrados pelo MapBiomas. As diferenças podem ter ocorrido em função da metodologia de classificação, que não identificou as áreas de rotação de cultura. Apersar da diferença, os resultados obtidos são válidos para uma primeira análise na mudança de uso da terra deste município, uma vez que, permitem a identificação de áreas onde houve a mudançade uso da terra.

Além disso, foi realizada a verificação da série histórica dos pontos onde foi observada a mudança de uso da terra. A ferramenta utilizada foi a plataforma SATVeg, que disponibiliza de forma gratuita a série temporal de NDVI do sensor MODIS. A série temporal de alguns pontos de mudança podem ser visualizados na Figura 5.

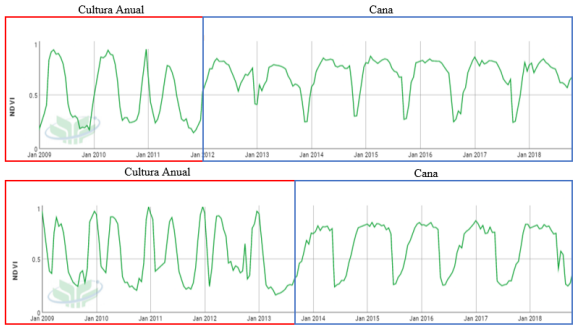


Figura 5: Série temporal de pontos de mudança do uso da terra. Fonte: SATVeg

A transição da Cultura Anual para Cana-de-açúcar pode acontecer em períodos diferentes. Porém nos pontos observados, verificou-se que a transição ocorreu após o ano de 2010. Notícias locais apontam que o município de Alto Taquari-MT recebeu em 2010 uma usina do grupo ETH Bioenergia [12], voltado para a produção de etanol. Além disso, informações da Raízen (https://www.raizen.com.br) apontam que o grupo também inaugurou uma usina no município no mesmo ano. A chegada de duas empresas com foco na produção de etanol, é vista como a principal causa do crescimento do cultivo de cana-de-açúcar nessa região.

5. CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho, foi verificar o crescimento da cultura de cana-de-açúcar em Alto Taquari-MT, através de um estudo de monitoramento agrícola. Os resultados obtidos mostram que a mudança de uso da terra, registrada pelo MapBiomas e IBGE, de fato aconteceu no município. O crescimento registrado neste trabalho (14.000 ha), se assemelha ao valor informado pela plataforma MapBiomas. As diferenças encontradas se devem pelo tipo de análise, que não levou em consideração áreas com rotação de cultura, sendo um ponto a ser levado em consideração para melhorias em trabalhos futuros.

O presente trabalho, também buscou verificar as causas que levaram ao crescimento da cultura de cana-de-açúcar em Alto Taquari-MT. A chegada de duas usinas voltadas para a produção de etanol, é o principal fator que ocasionou essa transição a partir do ano de 2010, conforme verificado nas análises de séries temporais do SATVeg.

8. REFERÊNCIAS

[1] FAO FAOSTAT Online Database. Disponível em: https://www.fao.org/faostat. Acesso em: 01 out 2022.

[2] MARTINELLI, Luiz A. e colab. Sugar and ethanol production as a rural development strategy in Brazil: Evidence from the state of São Paulo. Agricultural Systems, v. 104, n. 5, p. 419–428, 2011

[3] Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Disponíel em: https://www.conab.gov.br/info-agro. Acesso em: 02 out 2022

[4] CAPOANE, Viviane. Expansão da fronteira agrícola no estado de Mato Grosso entre es anos de 1988 e 2018. p. 73–98, 2022.

[5] FREITAS, Rogério Edvaldo. Agricultural area expansion: Mato Grosso and Matopiba. Revista Política Agrícola, [*S. l.*], p. 35-44, 1 out. 2020.

[6] DANTAS CHAVES, Michel Eustáquio e DE CARVALHO ALVES, Marcelo. Recent applications of the MODIS sensor for soybean crop monitoring and deforestation detection in Mato Grosso, Brazil. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, v. 14, n. February, 2019.

[7] AVELINO, Edcassio Nivaldo. Expansão da fronteira agrícola sobre o Cerrado: o mapeamento do uso da terra no município de Diamantina - MT. Revista de Geociências do Nordeste, v. 4, p. 89–101, 2018.

[8] LIU, Xianfeng and colab. Agricultural drought monitoring: Progress, challenges, and prospects. Journal of Geographical Sciences, v. 26, n. 6, p. 750–767, 2016.

[9] PETRINI, Maria Angélica e colab. Using an analytic hierarchy process approach to prioritize public policies addressing family farming in Brazil. Land Use Policy, v. 51, p. 85–94, 2016.

[10] PETRINI, Maria Angélica e ROCHA, Jansle Vieira e BROWN, J. Christopher. Mismatches between mill-cultivated sugarcane and smallholding farming in Brazil: Environmental and socioeconomic impacts. Journal of Rural Studies, v. 50, p. 218–227, 2017.

[11] ESQUERDO, J.C.D.M.; ANTUNES, J.A.G.; COUTINHO, A.C; SPERANZA, E.A; KONDO, A. A.; SANTOS, J.S. SATVeg: A web-based tool for visualization of MODIS vegetation indices in South America. COMPUTERS AND ELECTRONICS IN AGRICULTURE, v. 175, p. 105516, 2020.

[12] ETH Bioenergia inaugura hoje sua planta em Alto Taquari, MT, 18 de nov de 2010. Disponível em: https://jornalcana.com.br/eth-bioenergia-inaugura-hoje-sua-planta-em-alto-taquari-mt. Acesso em: 01 out 2022