

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PASTAGEM NO BIOMA CERRADO A PARTIR DE DADOS DE SATÉLITE

MAPPING OF PASTURE AREAS IN THE CERRADO BIOME FROM SATELLITE DATA

Carline Biasoli Trentin **1**

Aline Biasoli Trentin **2**

Everaldo Rodrigues Mota Junior **3**

Resumo: Os produtos do sensoriamento remoto permitem entender a utilização do espaço em diferentes escalas espaciais e temporais. Este artigo analisa a dinâmica espacial de áreas de pastagem no bioma Cerrado, especificamente na microrregião do Médio Araguaia - MT, a fim de quantificar o percentual de mudança nas áreas de pastagem e o papel da ocupação agrícola nesta dinâmica. O mapeamento foi realizado a partir da classificação supervisionada das imagens do satélite Landsat 5/TM e Landsat 8/OLI dos anos de 1998 e 2018, respectivamente, no software Spring. A comparação com a ocupação agropecuária foi verificada a partir de dados do IBGE. Os resultados mostraram que as áreas de pastagem na microrregião do Médio Araguaia - MT apresentaram um percentual de redução entre os anos de 1998 e 2018 de 8,4%, sendo convertidas principalmente em áreas agrícolas. Destaca-se, desta forma, a eficácia dos produtos e da metodologia utilizada neste estudo.

Palavras-chave: Dinâmica espacial. Landsat. Vegetação natural.

Abstract: Remote sensing products allow to understand the use of space at different spatial and temporal scales. This article analyzes the spatial dynamics of pasture areas in the Cerrado biome, specifically in the microregion of the Médio Araguaia - MT, in order to quantify the percentage of change in pasture areas and the role of agricultural occupation in this dynamic. The mapping was performed from the supervised classification of landsat 5/TM and Landsat 8/OLI satellite images from 1998 and 2018, respectively, in Spring software. The comparison with agricultural occupation was verified from IBGE data. The results showed that the pasture areas in the microregion of the Médio Araguaia - MT, presented a percentage of reduction between 1998 and 2018 of 8.4%, being converted mainly into agricultural areas. Thus, the effectiveness of the products and the methodology used in this study is highlighted.

Keywords: Spatial dynamics. Landsat. Natural vegetation.

Doutora em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9276319691147227>. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7678-1320>. E-mail: carlinebtrentin@gmail.com **1**

Doutora em Geografia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6193856926860898>. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9747-9289>. E-mail: alinetrentin@unipampa.edu.br **2**

Licenciado em Geografia, Universidade Estadual de Goiás (UEG). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1637762279507684>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9931-148X>. E-mail: everaldo.leandro@hotmail.com **3**

Introdução

Estudos que promovem o conhecimento acerca da caracterização e da dinâmica de áreas vegetadas são de grande importância, uma vez que contribuem para o entendimento sobre as características e condições da vegetação e podem ajudar a definir políticas de ocupação sustentável. Dessa forma, o monitoramento de áreas com a presença de vegetação natural a partir de tecnologias como o sensoriamento remoto, visa contribuir e aprimorar estes estudos.

O sensoriamento remoto constitui-se como uma ferramenta com inúmeras possibilidades de aplicações para estudo da vegetação, seja de caráter qualitativo, como identificação e mapeamento da vegetação, ou quantitativo, na exploração de características radiométricas. Nesse sentido, destaca-se a diversidade de produtos que contemplam diferentes níveis de coleta e características, além de múltiplas formas e métodos de processamento que auxiliam na interpretação das informações (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

A ampla cobertura da superfície terrestre pelos produtos do sensoriamento remoto pode ser usada para o entendimento dos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente (PETTORELLI *et al.*, 2006). Especificamente os produtos correspondentes a imagens coletadas remotamente, podem auxiliar na compreensão da dinâmica de utilização do espaço em diferentes escalas espaciais.

Entre os sensores remotos mais utilizados para estudos ambientais, incluindo estudos voltados a vegetação, está o satélite Landsat. A série Landsat foi lançada em 1972 e tem adquirido continuamente imagens da superfície terrestre, com características compatíveis com estudos de vegetação em escalas locais e regionais. Destaca-se entre os satélites da série o Landsat 5, que foi considerado o satélite de observação da Terra com o período mais longo de aquisição de dados. Com a interrupção do Landsat 5, desde 2013 o Landsat 8 adquire imagens a partir de dois instrumentos, o imageador terrestre (OLI) e o sensor termal (TIRS) (USGS, 2020), utilizados para o mapeamento da superfície terrestre.

O mapeamento sistemático da cobertura vegetal no Brasil remete à década de 1970, com o Projeto Radambrasil que, através de imageamento por radar, realizou o mapeamento integrado dos recursos naturais do território nacional. Em 2006, com o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), o Ministério do Meio Ambiente concluiu o mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal nos biomas brasileiros, tendo por base a classificação automática e interpretação visual de imagens de satélite (FERREIRA; FERREIRA; FERREIRA, 2008).

Atualmente, estudos desenvolvidos pela Embrapa Cerrados, como o Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil (SOMABRASIL) e o GeoDegrade, disponibilizam mapas inéditos e detalhados do uso e cobertura da terra no Cerrado Brasileiro, visando fornecer ferramentas de gestão que resultem no aproveitamento de áreas degradadas para o desenvolvimento de sistemas produtivos, na exploração sustentável da produção agropecuária e na redução no desmatamento. O projeto de Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra do Cerrado (TerraClass Cerrado) é considerado o mapeamento mais recente e detalhado do uso da terra deste Bioma.

O Cerrado é o segundo bioma brasileiro que mais sofreu alterações com a ocupação humana. A ocupação nesta região se intensificou nas décadas de 1920 a 1930, com a necessidade de novas terras para a produção pecuária. No período do governo de Getúlio Vargas (1930-1945) promoveu-se um incentivo à ocupação, por meio de fornecimento de terras, subsídios e assistência técnica aos agricultores (KLINK; MOREIRA, 2002).

O crescimento da população na região do Cerrado cresceu 73% entre 1950 e 1960, devido principalmente, a disponibilidade de terras e oportunidades de trabalho. No entanto, o crescimento populacional e o desenvolvimento agrícola tiveram implicações para a vegetação do Cerrado. A região que até o final da década de 1950 contribuía com menos de 10% da produção agrícola nacional, após a década de 1960 tornou-se a maior produtora e exportadora de produtos agrícolas do Brasil (KLINK; MOREIRA, 2002).

A partir da década de 1970, houve a criação do II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), que previa a ocupação produtiva do território considerando o potencial agropecuário do Cerrado, visando atender os mercados interno e externo. A partir do II PND foram criados

programas de desenvolvimento na região do Cerrado, os quais se destacam o Polocentro (Programa de Desenvolvimento do Cerrado), que objetivou o desenvolvimento agropecuário baseado na oferta de crédito e na implantação de infraestrutura por parte do Estado e, o Prodecerr (Programa de Cooperação Nipo-brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados) visando à produção de *commodities* para exportação, com preferência pela soja (INOCÊNCIO, 2010).

Desde então, o bioma Cerrado tem sofrido crescente pressão antrópica com mudanças significativas no uso e cobertura da terra, sendo degradado principalmente pela expansão da fronteira agrícola brasileira, com a abertura de novas áreas visando a produção de carne e grãos para exportação (MMA, 2020), especialmente na região Centro-Oeste do país, incluindo o Estado de Mato Grosso. Porém, estas alterações têm sido negligenciadas, não permitindo um conhecimento suficiente desta dinâmica e do estado atual da sua vegetação natural (BEUCHLE *et al.*, 2015).

Sano *et al.* (2020) enfatizam que o Cerrado é bastante heterogêneo, devido a suas características biofísicas (geomorfologia, solos, clima e vegetação) e de ocupação agrícola. Alertam ainda, que aproximadamente metade do bioma já foi convertido em algum tipo de uso antrópico, considerando que, o Cerrado é relativamente frágil em termos de conservação da biodiversidade.

Pelo exposto, este artigo analisa a dinâmica espacial de áreas de pastagem no bioma Cerrado, especificamente na microrregião do Médio Araguaia - MT, utilizando imagens do satélite Landsat 5/TM e Landsat 8/OLI dos anos de 1998 e 2018, respectivamente, a fim de quantificar o percentual de mudança nas áreas de pastagem e o papel da ocupação agrícola nesta dinâmica.

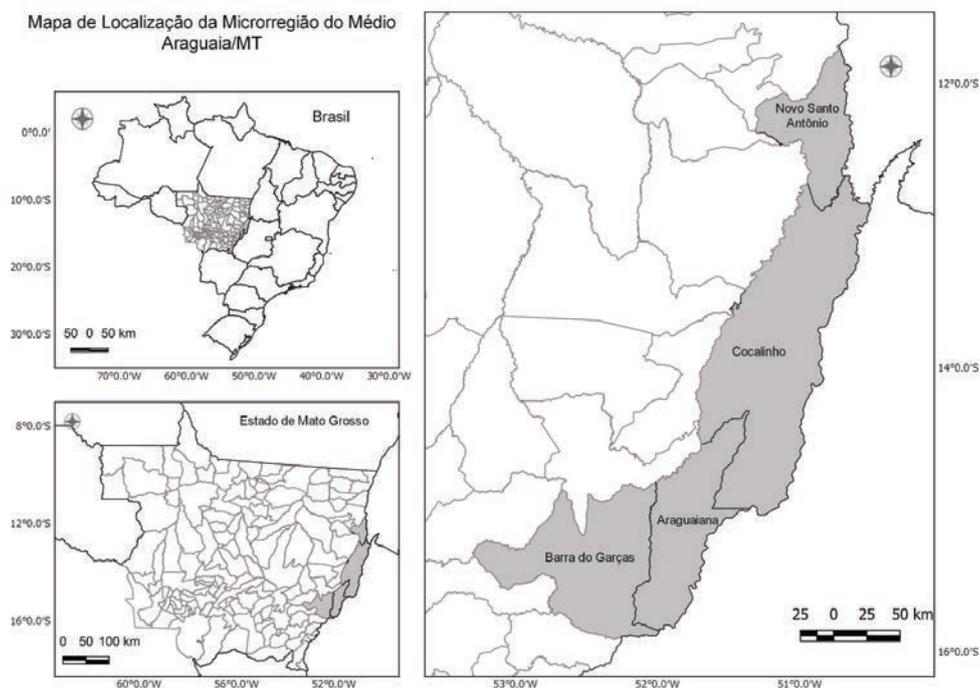
Metodologia

O Bioma Cerrado localiza-se no Planalto Central do Brasil, incluindo os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional (MMA, 2020). O clima é tropical predominando duas estações climáticas por ano, a estação seca, que dura aproximadamente cinco meses (de maio a outubro) e a estação chuvosa (de outubro a maio), com precipitação variando em média de 750 a 2000 mm por ano (ICMBio, 2020).

A vegetação do Cerrado e sua densidade dependem, entre outros, de fatores edáficos (fertilidade, teor de alumínio e grau de saturação do solo) e modificações pelo fogo e corte. Esses fatores produzem diversas formas ou fisionomias: o cerrado *sensu lato*; a floresta mesofítica; o campo rupestre; os campos litossólicos miscelâneos; a vegetação de afloramento de rocha maciça, além dos tipos de vegetação associadas aos cursos d'água. Em sua maior parte a vegetação principal do Cerrado é a do cerrado *sensu lato*, que cobre cerca de 85% da área total e apresenta três categorias fisionômicas: árvores, arbustos e gramíneas (ICMBio, 2020).

Para esta pesquisa foi escolhida a área correspondente a microrregião do Médio Araguaia, localizada na região leste do estado do Mato Grosso e inserida na mesorregião Nordeste Mato-Grossense. Esta região é considerada a nova fronteira agrícola do estado, de acordo com o Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (IMEA), devido à disponibilidade de terras de baixo custo e solos favoráveis ao cultivo da soja, principalmente sobre áreas de pastagens. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) os municípios que fazem parte da microrregião do Médio Araguaia são: Araguaína, Barra do Garças, Cocalinho e Novo Santo Antônio (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da Microrregião do Médio Araguaia - MT.



Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

O mapeamento e análise das áreas de pastagem na microrregião do Médio Araguaia/MT foi realizada a partir de imagens do satélite Landsat 5, sensor *Thematic Mapper* (TM) e Landsat 8, sensor *Operational Land Imager* (OLI), dos anos de 1998 e 2018, respectivamente. As imagens correspondem aos meses considerados secos na região, entre Maio e Setembro, e foram adquiridas conforme disponibilidade das cenas e com a finalidade de diminuir a interferência da cobertura de nuvens. Foram obtidas da Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), possuem resolução espacial de 30 metros e correspondem às órbitas/pontos 223/068, 223/069, 223/070, 223/071, 224/068, 224/069, 224/070, 224/071.

A seguir, foi realizado o georreferenciamento das imagens do sensor TM, o qual consiste em vincular a imagem a um sistema de coordenadas conhecido (FITZ, 2008). O georreferenciamento foi realizado no *software* QGIS 3.4, utilizando as imagens do sensor OLI como parâmetro de referência no registro de pontos de controle, uma vez que estas cenas são disponibilizadas georreferenciadas.

As imagens georreferenciadas foram importadas para o *software* Spring 5.5, realizando-se a composição colorida falsa cor, RGB nas bandas 543 do sensor TM e 654 no sensor OLI, e posteriormente o realce de contraste linear. A técnica de realce permite “identificar informações sutis em imagens analógicas ou digitais” (JENSEN, 2009, p. 28) facilitando a discriminação visual dos alvos presentes na cena.

Em seguida, efetuou-se a classificação supervisionada das imagens, que corresponde ao processo de atribuição de um rótulo a um dado pixel sobre uma imagem em função das suas propriedades numéricas (NOVO, 2010). O princípio de classificação supervisionada é baseado no uso de algoritmos para se determinar os pixels que representam valores de reflectância característicos para uma determinada classe. Segundo Richards e Jia (1999), nas abordagens supervisionadas o analista, a partir de um conhecimento prévio da cena, fornece informações específicas ao sistema de análise, possibilitando o seu treinamento no reconhecimento de classes pré-definidas.

Foi utilizado o classificador de máxima verossimilhança (MAXVER), com limiar de aceita-

ção de 100%. Este é um dos classificadores supervisionados mais utilizados para classificação de imagens e calcula estatisticamente a probabilidade de cada pixel da imagem pertencer a determinada classe, utilizando a média e covariância dos pixels amostrados na fase de treinamento (FITZ, 2008).

Os resultados obtidos pela classificação supervisionada foram comparados com dados de produção agrícola (soja e milho) e pecuária na microrregião, disponibilizados pelo IBGE.

Resultados e Discussão

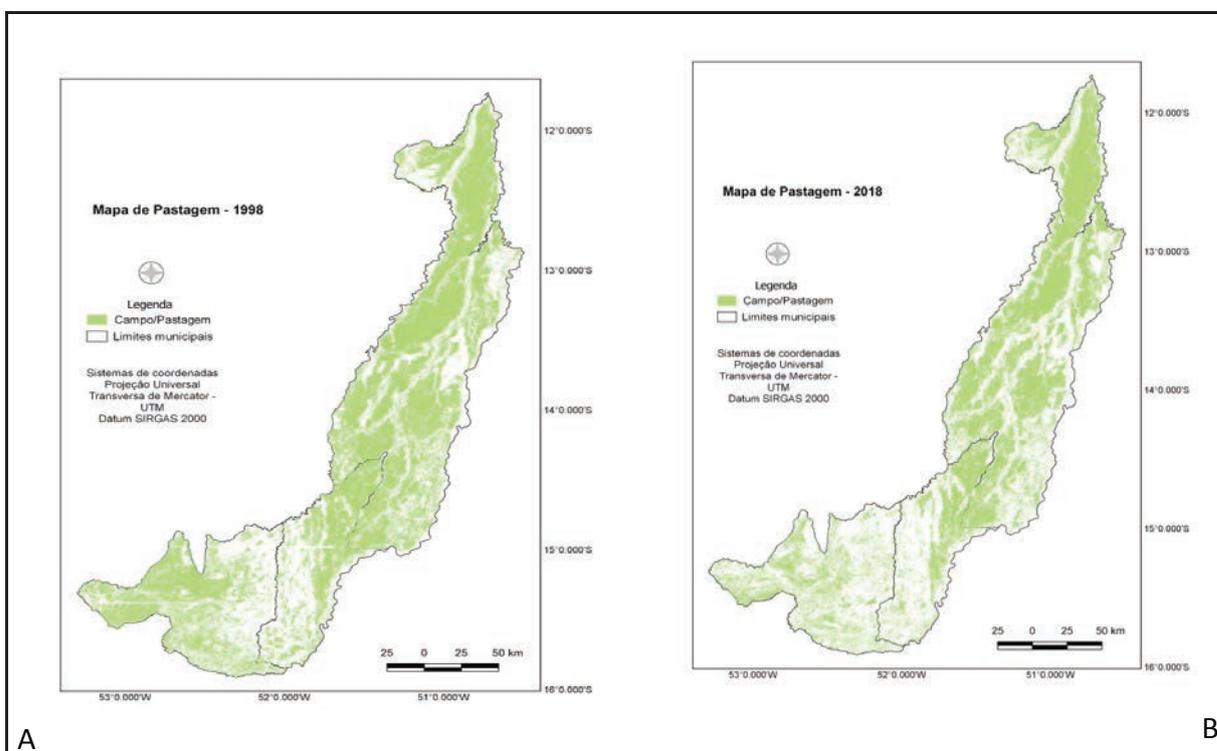
Os mapas de pastagem da microrregião do Médio Araguaia (Figura 2A e 2B) demonstram as variações ocorridas no período estudado (1998 e 2018). A partir de uma análise visual verificou-se a diminuição das áreas de pastagens em todos os municípios, observando-se redução significativa nos municípios de Barra do Garças, Araguaiana e Cocalinho, em relação ao município de Novo Santo Antônio, no norte da microrregião.

Destaca-se que, na porção oeste do município de Barra do Garças (ao sul da microrregião) as alterações ocorridas entre 1998 (Figura 2A) e 2018 (Figura 2B) nas áreas de pastagem foram visivelmente significativas. Nesta área localizam-se as terras indígenas São Marcos e Merure, correspondentes aos povos Xavante e Bororo, respectivamente, fato que demonstra a possibilidade de ter havido confusão espectral no momento da classificação supervisionada, uma vez que, a cultura dos povos indígenas teria influência positiva na preservação de áreas de vegetação natural do Cerrado. Além disso, nas datas das cenas (maio a setembro), a vegetação apresenta-se mais seca, podendo ser facilmente confundida com solo descoberto.

Grecchi *et al.* (2016) destacam, em estudo de uma área amostral no Cerrado, que do percentual de vegetação natural remanescente entre 1981 e 2011, 29% são protegidos como terras indígenas. Este resultado corrobora a possibilidade de estas áreas no município de Barra do Garças estarem preservadas. Em contrapartida, os mesmos autores verificaram ainda, que no mesmo período aproximadamente 3.722 km² de vegetação natural foi substituído por outros usos.

Cabe destacar que não foi possível diferenciar as áreas de pastagem natural e plantadas, devido a confusão espectral das cenas no momento da classificação. Silva *et al.* (2013) relatam dificuldades para a realização do monitoramento preciso de áreas de pastagens em virtude da variabilidade de sua resposta espectral, mesmo utilizando imagens de alta resolução. Os autores destacam que no Cerrado, a pastagem se confunde facilmente com fitofisionomias que possuem vegetação herbácea natural e com alguns cultivos agrícolas.

Figura 2. Mapas de pastagem da microrregião do Médio Araguaia - MT nos anos de 1998 (A) e 2018 (B).



Fonte: IBGE (2019), Landsat 5/TM - 1998 e Landsat 8/OLI - 2018 (INPE, 2019)

Neste estudo observou-se uma redução de aproximadamente 9% em áreas com pastagem na microrregião. Considerando a área de cada município, observou-se que, em Barra do Garças ocorreu a maior redução destas áreas, acima de 16% nos 20 anos analisados, seguido de Araguaiana com uma diminuição de aproximadamente 11% e Cocalinho (7,66%). O município de Novo Santo Antônio, apresentou redução menor que 1% nas áreas de pastagem no período analisado (Tabela 1).

Tabela 1. Percentual de áreas de pastagem nos municípios da microrregião do Médio Araguaia - MT nos anos de 1998 e 2018.

Pastagem	1998		2018		Diferença (%)
	Hectares	%	Hectares	%	
Barra do Garças	448.219	49,60%	301.692	33,31%	-16,29%
Cocalinho	1.026.433	62,16%	900.178	54,50%	-7,66%
Araguaiana	304.511	48,19%	237.444	37,13%	-11,06%
Novo Santo Antônio	288.598	66,53%	283.144	65,75%	-0,78%
Total	2.067.761	57,26%	1.772.458	48,86%	-8,40%

Fonte: IBGE (2019)

Segundo dados do projeto Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER-B) para o segundo semestre de 2018, o município de Cocalinho – MT apresentou o maior índice de desmatamento entre os municípios que compõe o bioma Cerrado. Estes dados podem indicar que o município está em processo de incorporação de novas áreas agropecuárias em substi-

tuição à vegetação remanescente e que, atualmente o quantitativo de áreas de pastagem no município possa ser ainda menor (INPE, 2019).

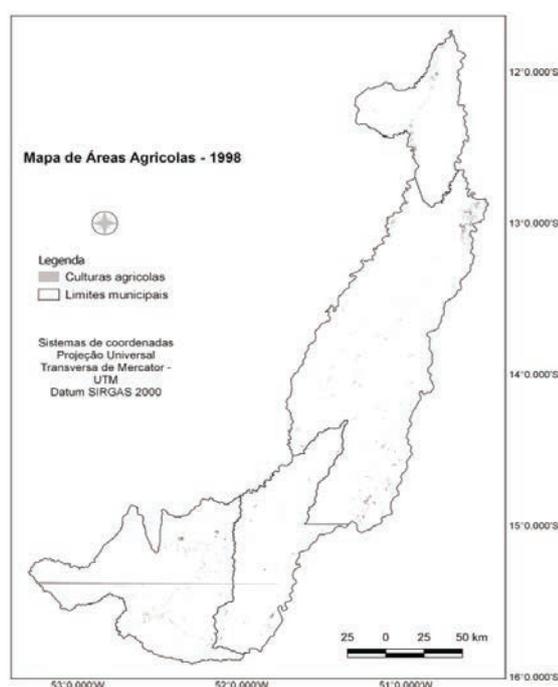
Ao mesmo tempo, Beuchle *et al.* (2015) destacam que na porção sul do bioma Cerrado, a proporção de outros usos da terra é dominante em relação às áreas de vegetação natural, principalmente pela conversão de grande parte da vegetação original do Cerrado em áreas agrícolas e pastagens plantadas.

No estado de Mato Grosso, a diminuição das pastagens naturais ocorre a partir do final da década de 1970, com a substituição destas áreas por pastagens plantadas e posteriormente destinadas à agricultura (DIAS-FILHO, 2014). Em estudo desenvolvido entre os anos de 1975 e 2010, Silva *et al.* (2013) destacam os mesmos resultados, verificando ainda uma rápida expansão da agricultura e da pecuária no bioma Cerrado, com a utilização de áreas com solos menos férteis e relevo mais acidentado para a pecuária.

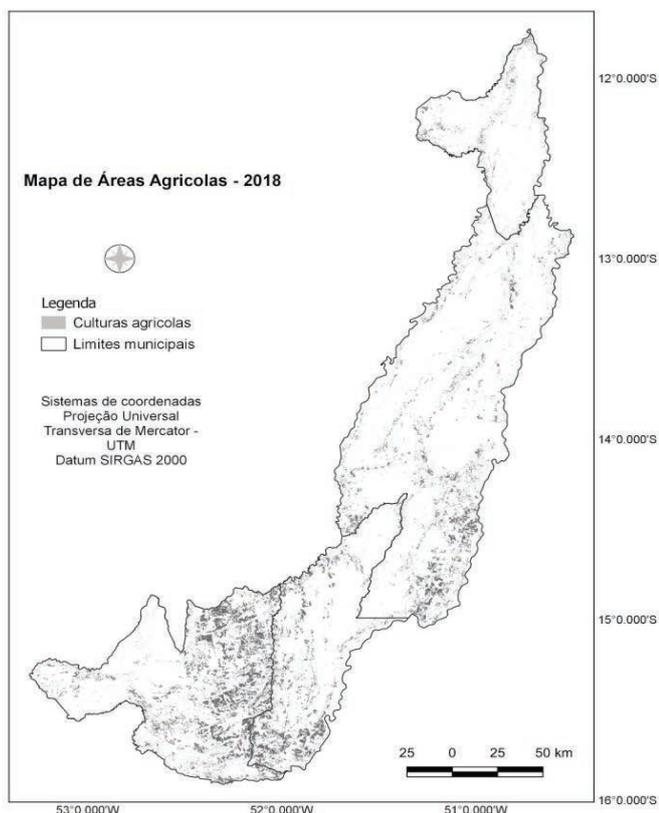
Considerando que os municípios que compõe a microrregião apresentaram alteração significativa de áreas de pastagem no período analisado, complementarmente foi verificada a dinâmica de áreas agrícolas na região. Foram consideradas áreas agrícolas aquelas em que predominam culturas temporárias, como soja e milho. As áreas de solo descoberto não foram consideradas, mesmo podendo estar em período de entressafra, uma vez que nos meses de aquisição das imagens, às áreas de solo descoberto podem ser classificadas como outros usos da terra, como por exemplo, vegetação seca, degradada ou com déficit hídrico.

Entre os anos de 1998 (Figura 3A) e 2018 (Figura 3B), verificou-se um aumento significativo de áreas destinadas a agricultura principalmente em Barra do Garças e Araguaiana (Figura 3A e 3B). De acordo com Klink e Moreira (2002), a região do Cerrado era usada principalmente para a pecuária extensiva, no entanto, estimam que 35% da vegetação natural foi convertida em pastagem plantada e culturas agrícolas, principalmente soja e milho. Os autores destacam que o crescimento da agricultura no Bioma Cerrado ao longo dos anos é resultado de uma combinação de fatores, que inclui o crescimento da demanda de produtos agropecuários, investimentos públicos em infraestrutura, avanços tecnológicos e a implementação de políticas de desenvolvimento regional (KLINK; MOREIRA, 2002).

Figura 3. Mapa de áreas agrícolas da microrregião do Médio Araguaia - MT nos anos de 1998 (A) e 2018 (B).



A



B

Fonte: IBGE (2019), Landsat 5/TM - 1998 e Landsat 8/OLI - 2018 (INPE, 2019)

No intervalo analisado (1998 - 2018), houve aumento de aproximadamente 8% da área total de culturas agrícolas na microrregião (Tabela 2), correspondendo praticamente ao total de perda de pastagem. Trabalhos desenvolvidos no bioma Cerrado apontam um crescente investimento na produção de monoculturas, com o desmatamento de grandes áreas de vegetação nativa (CALDEIRA e PARRÉ, 2020).

Tabela 2. Áreas destinadas às culturas agrícolas nos municípios da microrregião do Médio Araguaia - MT nos anos de 1998 e 2018.

Culturas agrícolas	1998		2018		Diferença (%)
	Hectares	%	Hectares	%	
Barra do Garças	19.038	2,10%	149.886	16,54%	14,44%
Cocalinho	18.352	1,11%	109.002	6,60%	5,49%
Araguaiana	526	0,08%	72.321	11,30%	11,22%
Novo Santo Antônio	596	0,13%	18.862	4,34%	4,21%
Total	38.512	1,06%	350.071	9,65%	8,59%

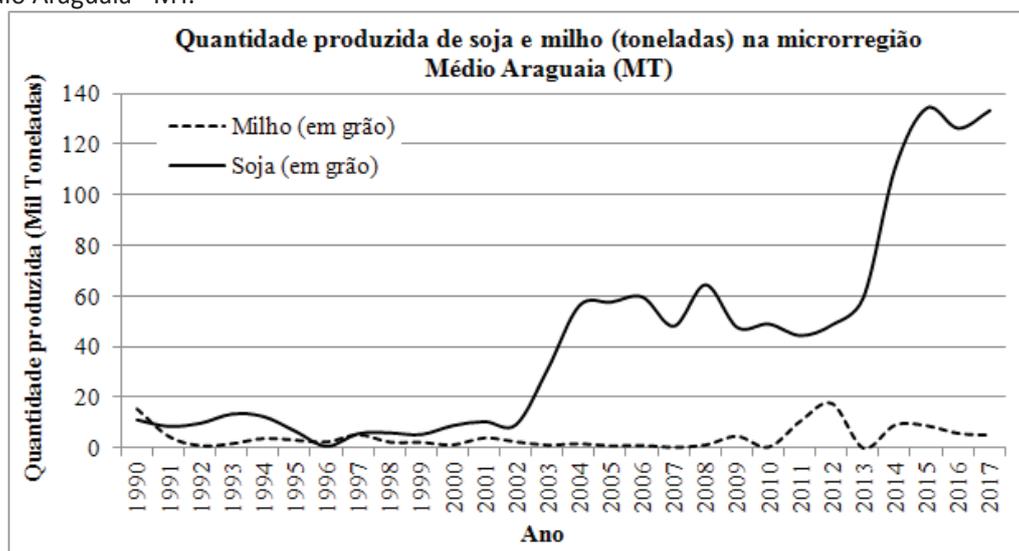
Fonte: IBGE (2019)

Os resultados do programa Terraclass Cerrado mostraram que as culturas agrícolas totalizam 11,6% da área do bioma Cerrado, enquanto as áreas com pastagens plantadas somam 29,4%. No entanto, a maior parte do bioma Cerrado, aproximadamente 54,5%, ainda mantém as características de vegetação natural, sem alterações decorrentes da atividade humana (EMBRAPA, 2015). Nesse contexto, Santana *et al.* (2020) e Sano *et al.* (2020) concordam na

possibilidade de implementar ações de sustentabilidade ao processo produtivo, envolvendo a conservação de serviços ecossistêmicos e a agricultura, com medidas que visem a redução de perdas e desperdício em todo o processo de produção de alimentos.

A partir do acréscimo de áreas destinadas a agricultura na microrregião, observou-se um aumento na quantidade produzida de culturas temporárias na microrregião do Médio Araguaia, como demonstram os dados de produção agrícola (soja e milho), disponibilizados pelo IBGE. Entre as culturas temporárias, destaca-se a soja, que apresentou elevação significativa a partir dos anos 2000, com grande expressividade a partir de 2014 (Figura 4).

Figura 4. Quantidade produzida de soja e milho (em toneladas) na microrregião do Médio Araguaia - MT.



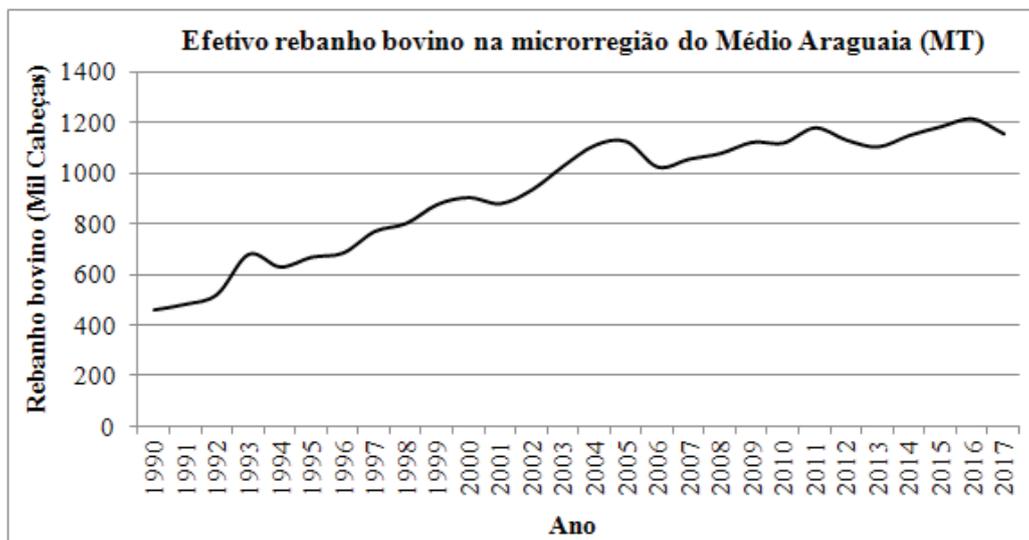
Fonte: IBGE (2019)

Santana *et al.* (2020) destacam que entre os anos de 1990 e 2000, houve uma expansão no número de microrregiões que apresentaram área colhida de soja superior a 500 mil hectares no bioma Cerrado e, a partir de 2005, algumas microrregiões obtiveram área colhida maior do que 1 milhão de hectares. Os autores destacam, ainda, que em 2015 o Cerrado respondeu por 49% da área colhida de milho no Brasil, tornando-se a principal região de cultivo deste grão no País. Em função da expansão das atividades temporárias, houve aumento no valor da produção. Neste contexto Santana *et al.* (2020, p. 39) comentam que:

Entre 1975 e 1990, a participação das culturas temporárias do Cerrado, em termos de valor total da produção [...], registrou uma moderada tendência de crescimento, passando de 15,6% para 19,3%. Contudo, a partir do início dos anos 1990, como resultado dos primeiros impactos do processo de modernização da agricultura, essa participação expandiu substancialmente, alcançando 38% em 2015 (SANTANA *et al.*, 2020, p. 39).

Além da atividade agrícola, os municípios da microrregião também apresentam atividade pecuária. A partir dos dados de efetivo rebanho bovino na microrregião do Médio Araguaia, disponibilizado pelo IBGE, observou-se um aumento gradativo desta atividade na microrregião no período de 1990 a 2016, conforme Figura 5. Entretanto, considerando a redução das áreas ocupadas por pastagens entre 1998 e 2018, pode-se induzir que nestas áreas ocorre o uso intensivo das pastagens para a produção pecuária, propiciando os processos de degradação da vegetação natural devido ao aumento da lotação animal. Como sugerido por Santos; Sano; Santos (2018), esta situação ocorre em áreas de fronteira agrícola que não apresentam o uso e ocupação da terra de maneira consolidada.

Figura 5. Efetivo rebanho bovino (cabeças) na microrregião do Médio Araguaia - MT.



Fonte: IBGE (2019)

Em estudo realizado entre 1975 e 2015, Santana *et al.* (2020) destacam que a expansão da pecuária bovina no bioma Cerrado passou por duas fases distintas. A primeira, impulsionada pela elevada instabilidade financeira, quando esta atividade era considerada como reserva de valor e a segunda, influenciada por baixas taxas de inflação, preços de *commodities* agrícolas mais elevados e aumento dos custos de produção da pecuária, fazendo com que esta atividade tivesse um crescimento menor em relação a primeira fase, como observado nos dados do IBGE a partir dos anos de 2004/2005.

Considerações Finais

As áreas de pastagem na microrregião do Médio Araguaia - MT no bioma Cerrado apresentaram um percentual de redução entre os anos de 1998 e 2018 de 8,4%, sendo convertidas principalmente em áreas agrícolas.

Os resultados obtidos pela classificação das imagens mostraram-se coerentes com a realidade da área apresentada pelo IBGE. Desta forma, pode-se inferir que a metodologia utilizada foi eficaz na quantificação das classes de pastagem e agrícola, sendo possível identificar as áreas de pastagem que estão sendo convertidas para a utilização agrícola.

Destaca-se que a metodologia desenvolvida para a microrregião pode ser adaptada a outras áreas com características semelhantes, considerando que as imagens de sensoriamento remoto podem contribuir para o conhecimento sobre a cobertura vegetal, às alterações na vegetação natural e a porcentagem de perda desta vegetação.

Referências

BEUCHLE, R. *et al.* Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v. 58, p. 116-127, mar. 2015.

CALDEIRA, C.; PARRÉ, J.L. Diversificação agropecuária e desenvolvimento rural no bioma Cerrado. **Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação**, v. 2, n. 1, p. 344-359, mar. 2020.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico da pastagem no Brasil**. Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **SOMABRASIL**: Sistema de Obser-

vação e Monitoramento da Agricultura no Brasil. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/205597/somabrasil---sistema-de-observacao-e-monitoramento-da-agricultura-no-brasil>. Acesso em: 20 fev. 2020.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. . Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 4, p. 379-390, nov.2008.

GRECCHI, R. C.; *et al.* Análise espaço-temporal da conversão do Cerrado em áreas agrícolas na região de Sapezal, Mato Grosso, entre os anos de 1981 e 2011. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 1, p. 91-107, jan.-fev. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca15/brasil>. Acesso em: 15 ago. 2019.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Biodiversidade do Cerrado**. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecat/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html>. Acesso em: 20 fev. 2020.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Banco de dados de queimadas**. São José dos Campos, 2019. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>. Acesso em: 15 ago. 2019.

INOCÊNCIO, M. E. **As tramas do poder na territorialização do capital no Cerrado**: o Prodecer. 2010. 272 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil**. Nova Iorque: Columbia University Press, 2002. p.69-88.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **O bioma cerrado**. Brasília, 2020. Disponibilidade em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: 29 fev. 2020.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto**: Princípios e Aplicações. 4ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010. 388 p.

PETTORELLI, N., *et al.* Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. **TRENDS in Ecology and Evolution**, v.20, n.9, p. 1-8, jan. 2006.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 176 p.

RICHARDS, J. A.; JIA, X. **Remote sensing digital image analysis**: an introduction. Ed. 3. New York: Springer Verlag, 1999. 363 p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F. (eds.). **Cerrado**: ecologia e flora. Brasília: Embrapa, 2008, p. 151- 212.

SANO, E. E.; *et al.* Características gerais da paisagem do Cerrado. In: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (eds). **Dinâmica agrícola no cerrado**: análises e projeções. Brasília: Embrapa, 2020, p. 21-38.

SANTANA, C. A. M.; *et al.* Cerrado: pilar da agricultura brasileira In: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (eds). **Dinâmica agrícola no cerrado**: análises e projeções. Brasília: Embrapa, 2020, p.39 - 58.

SANTOS, C. A. P. dos; SANO, E. E.; SANTOS, P. S. Fronteira agrícola e a dinâmica de uso e ocupação dos solos no oeste da Bahia. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 12, n. 28, p.17-32, jan. 2018.

SILVA, E. B. da; *et al.* Análise da distribuição espaço-temporal das pastagens cultivadas no bioma Cerrado entre 1970 e 2006. **Revista IDeAS**, v. 7, n. 1, p. 174-209, jun. 2013.

USGS - U.S. Geological Survey. **Landsat Missions**. Reston, 2020. Disponível em: <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat>. Acesso em 29 fev. 2020.

Recebido em 28 de abril de 2021.

Aceito em 25 de maio de 2021.