

EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) E SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO NATIVA NOS MUNICÍPIOS DE SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS E CAMPESTRE DO MARANHÃO(MA), BRASIL

Stênio Lima Rodrigues

Instituto Federal do Maranhão – IFMA (PRODEMA/UFPI)
Professor do Instituto Federal do Maranhão (IFMA)
stenio.rodrigues@ifma.edu.br

Jaíra Maria Alcobaça Gomes

Professora do Departamento de Economia e dos Programas de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente e Políticas Públicas
Universidade Federal do Piauí – UFPI Teresina–PI, Brasil
jaira@ufpi.edu.br

Emiliana Barros Cerqueira

Universidade Federal do Piauí – PRODEMA/UFPI
Teresina–PI, Brasil,
emilianacerq@gmail.com

RESUMO

A cana-de-açúcar obteve crescimento expressivo nas últimas décadas do século XX. Logo, reputa-se necessária a averiguação das consequências dessa expansão. Nesse ensejo, o objetivo deste estudo é analisar o efeito da expansão do cultivo da cana no uso e na cobertura da terra em municípios do Maranhão, de 1998 a 2018. Realizou-se um levantamento de dados, utilizando-se a produção agrícola do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e as classes de uso e cobertura da terra do Projeto MapBiomass. Ademais, cumpriram-se visitas *in loco* para investigar a ocorrência de desmatamento de vegetação nativa para o cultivo da cana. Selecionaram-se como amostras, seguindo o critério não-probabilístico, por conveniência, os municípios de São Raimundo das Mangabeiras e Campestre do Maranhão, por serem os maiores produtores nesse estado. Realizaram-se análise gráfica, tabular e cartográfica. Constatou-se expansão substancial na quantidade produzida e no cultivo da cana nos municípios. As modificações no uso da terra apontaram crescimento nas áreas agrícolas e de pastagens plantadas, demonstrando avanço da atividade agropecuária em ambos os municípios. Ocorreu redução de vegetação nativa, incluindo as formações savânicas, florestais e campestres. Concluiu-se que nos municípios em apreço a expansão canavieira ocorreu às custas de supressão de vegetação nativa.

Palavras-chave: Agricultura. Desmatamento. MapBiomass.

EXPANSION OF SUGARCANE (*Saccharum officinarum* L.) AND SUPPRESSION OF NATIVE VEGETATION IN THE MUNICIPALITIES OF SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS AND CAMPESTRE DO MARANHÃO (MA), BRAZIL

ABSTRACT

Sugarcane grew significantly in the last decades of the 20th century. Thus, it is considered necessary to investigate the consequences of this expansion. In this context, this study aims to analyze the expansion effects of sugarcane cultivation on land use and coverage in municipalities of Maranhão, between 1998 and 2018. A data survey was carried out using the agricultural production of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), and the mapping classes of land use and coverage from the MapBiomass Project. In addition, on site visits were carried out to investigate the occurrence of deforestation of native vegetation for sugarcane cultivation. The municipalities of São Raimundo das Mangabeiras and Campestre do Maranhão were selected as samples, following the non-probabilistic criterion, for convenience. Graphical, tabular and cartographic analysis was performed. There was a substantial expansion, both in the amount produced and in the areas of sugarcane cultivation in both municipalities. Changes in land use pointed to growth in agricultural areas and planted pastures, demonstrating an advance in agricultural activity in both municipalities and reduction

of native vegetation. It was concluded that in both municipalities, sugarcane expansion took place at the cost of suppression of native vegetation.

Keywords: Agriculture. Logging. MapBiomass.

INTRODUÇÃO

A agricultura canavieira originou-se das regiões tropicais dos países do sul e sudeste do continente asiático. Estima-se que a cana foi introduzida pela primeira vez há cerca de 6000 a. C., na Nova Guiné. Posteriormente, difundiu-se no continente asiático, com maior intensidade na Índia; na Oceania, teve grande expansão na Austrália. A partir do século VII, o cultivo expandiu-se para os países do continente europeu, como Portugal e Espanha, até chegar aos solos brasileiros, durante a colonização da corte portuguesa no início do século XVI (SHARPE, 1998).

Na Europa, a atividade canavieira desenvolveu-se fortemente na Ilha da Madeira, no Oceano Atlântico, entre os séculos XV e XX esta foi ocupada pela corte portuguesa, detentora de poder econômico e tecnológico para aperfeiçoamento das técnicas agrícolas e fabricação do açúcar na época. Isso posto, para que se consumasse a exploração da atividade, lançaram mão de escravos africanos e processos de produção modernizados, a fim de otimizar os nutrientes da cana e evitarem as perdas da sacarose após o corte, os processos de moagem e cozimento eram desenvolvidos em até 48 horas (VIEIRA, 2007).

No Brasil, o cultivo de cana-de-açúcar tem relevância enquanto atividade econômica desde o período colonial. Nos apontamentos de Szmrecsányi (1979), capta-se que, por quase dois séculos após o descobrimento do País, a atividade foi o pilar no qual se sustentou a economia brasileira, contribuindo, inclusive, para o povoamento das regiões onde acontecia o seu plantio.

Após um longo período de prosperidade, observou-se, no fim do século XVIII e início do seguinte, que a produção açucareira entrou em crise no país. Tal fato ocorreu, principalmente, em função da desvalorização do açúcar brasileiro nos mercados mundiais, os quais preferiam o produto de concorrentes, dotados de melhores aparelhamentos tecnológicos. Mesmo assim, assistiu-se ao crescimento nas exportações, embora em ritmo marcado por lentidão, devido à perda de mercado externo (PRADO JÚNIOR, 2004).

Na transição para o século XX, ainda se considerava a atividade canavieira relevante, em virtude de a produção do açúcar ser realizada em larga escala no País e de sua importância no atendimento à economia de exportação. Nesse sentido, manifesta-se o Instituto do Açúcar e Alcool (IAA), órgão do governo federal que tinha por finalidade o estabelecimento de quotas de produção para engenhos e usinas, além de regular os preços de comercialização no setor (PRADO JÚNIOR, 2004). Com o passar do tempo, extinguiram-se os engenhos, em detrimento da criação de usinas, que foram estabelecidas na maior parte do território brasileiro.

Entende-se que a produção de açúcar se consolidou como uma atividade econômica desenvolvida desde o período do Brasil Colônia, percorrendo até após a abolição da escravatura, no século XIX. O etanol da cana é recente, segundo Cortez (2016), pois se tornou uma alternativa aos combustíveis fósseis no século XX, a partir da década de 1970, com a crise do petróleo e o surgimento do Programa Nacional do Alcool (Proálcool), em 1975 – política de incentivo fiscal para a instalação de usinas de fabricação de açúcar e etanol.

Ressalta-se que com o lançamento da tecnologia *flex-fuel*, no ano de 2003, o consumidor passou a ter a possibilidade de abastecer seus veículos com a mistura do etanol hidratado com a gasolina. Isso permitiu maior comodidade para selecionar o combustível mais barato. Além disso, o etanol traz como benefício a redução de gases poluentes em sua produção, quando comparado aos demais combustíveis fósseis (MELO e SAMPAIO, 2014).

No Maranhão, em 1681, a coroa portuguesa criou a Companhia do Comércio do Maranhão, órgão responsável por regular a produção e exportação do açúcar no estado. Na época, a política de preços elevados foi um dos fatores que impulsionaram a Revolta Beckman, em 1684, sendo, em seguida, marcada

pelo fechamento desse órgão. A partir desse período, devido à expulsão dos holandeses do Brasil, o açúcar maranhense começou a sofrer concorrência dos açúcares das Antilhas, nomeadamente de Cuba, voltando a destacar-se em meados do século XVIII, com a criação da Companhia Geral de Comércio do Grão Pará e Maranhão (PEREIRA FILHO, 2015).

A economia maranhense do século XIX destaca-se pelo cultivo da cana e algodão. Consoante Paula e Silva (2009), os elevados investimentos demandados pelos engenhos de açúcar proporcionaram competição entre essas culturas e fizeram com que a produção da cana reduzisse a expansão e exportação do algodão. Posteriormente, houve uma migração, com o incremento da cana para o interior do estado, de tal modo que não se observa mais a execução da atividade produtiva em municípios do litoral maranhense desde o fim do século XX, de acordo com a Pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018).

Diante do exposto, destaca-se que a cana-de-açúcar, ao longo de sua história, caracteriza-se por sua elevada importância econômica para os territórios que a cultivaram. Isso deve-se tanto à sua utilidade para a alimentação quanto, mais recentemente, à questão da mobilidade urbana, ao constituir insumo básico para a produção de etanol.

Logo, reconhece-se que é fundamental o aprofundamento de pesquisas sobre as consequências econômicas e ambientais que essa cultura agrícola proporciona, especialmente no Maranhão, onde ocorreu grande incidência de crescimento nas últimas décadas do século XX, devido ao surgimento de usinas sucroalcooleiras nesse estado. Por essa razão, concebe-se que o processo de expansão da atividade canavieira e suas consequências configuram uma lacuna de pesquisa a ser explorada com este trabalho.

No entendimento de Novo (1989), a cobertura diz respeito ao tipo de revestimento da terra, que pode ser vegetação ou área artificial. Embora sejam categorias genéricas, podem demonstrar diferentes tipos de uso. Por exemplo: a vegetação pode ser ocasionada por pastagens, áreas naturais ou uso agrícola.

Complementando essa concepção, Rosa (2007) afirma que o conhecimento sobre uso e ocupação da terra ou dos solos é relevante para o entendimento sobre a organização do espaço geográfico, ou melhor, a forma como o homem ocupa o espaço. Então, é possível inferir quais foram as interferências sobre a natureza e o tipo de ocupação de determinado espaço.

Nessa perspectiva, estudos sobre a dinâmica de ocupação da terra podem servir como instrumentos para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte do ambiente, frente às condições empregadas. Com isso, podem facultar a identificação de alternativas que visem a promover a sustentabilidade (IBGE, 2013).

Bayma e Sano (2015) utilizaram o sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) para mapearem a supressão de formações florestais e savanas nos municípios de Jataí/GO, Luís Eduardo Magalhães/BA, Mateiros/TO e São Miguel do Araguaia/GO. Os autores consideraram os índices de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e índice de vegetação realçado (EVI) como válidos para tal finalidade, tendo em vista ambos considerarem a sazonalidade da vegetação e a precipitação. Também defenderam que o uso do sensoriamento remoto para a detecção de mudanças na cobertura da terra no Cerrado pode subsidiar as atividades de fiscalização e controles da ocorrência de desmatamentos ilegais.

Nesse sentido Buainain, Garcia e Vieira Filho (2018) destacaram que o intenso avanço do setor agropecuário aconteceu especialmente na agricultura com a intensificação de lavouras temporárias no Matopiba, acrônimo para os estados Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Embora a região seja vista com grande potencial para o agronegócio, tem-se um cenário onde existem desigualdades produtivas, sendo marcado por heterogeneidade, ou seja, muitos municípios possuem características distintas em relação aos solos, topografia, clima e potencialidade de exploração.

Pitta, Boechat e Mendonça (2017) criticaram a intensificação produtiva nessa região ao afirmarem que a compra de terras a um preço mais baixo, para a formação de fazendas, teve como consequências a apropriação ilegal por meio de grilagem, expropriação dos camponeses e o desmatamento de vegetação nativa típica do bioma para a instalação dos empreendimentos.

Matricardi et al. (2018) realizaram a modelagem do desmatamento no Matopiba por meio de sensoriamento remoto e identificaram que a maior parte da supressão de vegetação nativa está relacionada à expansão das atividades de produção das commodities agrícolas. Nesse sentido foram simulados três cenários para o período compreendido entre os anos de 2011 e 2050. No cenário otimista foram previstos redução de 10,3 milhões de hectares de florestas, no cenário tendencial, previu-se 15,3 milhões, enquanto no pessimista 15,9 milhões.

Lourenzani e Caldas (2014), ao usarem o método *shift-share*, aplicado em São Paulo, conseguiram identificar que tal expansão da cana utilizou, predominantemente, áreas de pastagens e outras que eram empregadas pela pecuária, afetando-a diretamente, provocando a redução de bovinos na região. As condições edafoclimáticas e o avanço do setor sucroalcooleiro contribuíram idênticamente para a expansão a cana na região, tendo em vista que a região se mostrava favorável quanto às condições de relevo (declividade) e clima, revelando potencial favorável.

Diante dos estudos ora sistematizados, destaca-se o cuidado dos autores que fundamentam esta averiguação em relacionar o crescimento da agricultura com a ocorrência de supressão de vegetação, indo ao encontro deste trabalho, no qual se adota o mesmo posicionamento, investigando a existência de desmatamento nos maiores municípios produtores de cana.

Devido à escassez de trabalhos sobre essa temática no âmbito do Maranhão, e tendo em vista a ocorrência de crescimento acentuado de sua produção nas últimas décadas, como referido, entende-se que esta pesquisa é relevante para o avanço do conhecimento científico no que alude à evolução da agricultura canavieira e suas consequências para o referido estado.

O estudo demonstra a evolução da cana-de-açúcar em um interstício de duas décadas, reputando-se o contexto econômico decorrente desse crescimento e as modificações no uso e na cobertura da terra como dimensão ambiental, a fim de investigar a ocorrência de supressão de vegetação. Os dois municípios selecionados para a pesquisa foram São Raimundo das Mangabeiras e Campestre do Maranhão, por serem os maiores produtores no Maranhão, respectivamente. Conforme a PAM/IBGE no ano de 2018, esses representavam 47,57% das áreas de cultivo e 52,43 % da produção da cana nesse estado. Ressalta-se o fato de existirem 80 municípios com a atividade produtiva da cana no Maranhão, contudo a maioria dos municípios produtores estão inseridos no contexto da agricultura familiar.

O objetivo desta pesquisa é analisar o efeito da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no uso e cobertura da terra em municípios do Maranhão. Especificamente investiga-se São Raimundo da Mangabeiras e Campestre do Maranhão, no período de 1998 a 2018.

Além desta introdução, o artigo está estruturado em três seções. Na próxima apresenta-se os procedimentos metodológicos utilizados. Em seguida, os resultados e discussões, onde aborda-se a evolução da cana e a consequente modificação da vegetação nos maiores municípios produtores, por fim, expõe-se as considerações finais.

METODOLOGIA

Empregou-se como estratégia de pesquisa a realização de um estudo de caso múltiplo (YIN, 2014). Esse estudo englobou os dois municípios maranhenses com maior produção e disponibilidade de áreas de cultivo da cana-de-açúcar.

O critério de seleção adotado configurou-se como não probabilístico, com amostragem por conveniência. Este, ao ser aplicado no universo de 80 municípios produtores da cana, indicou as municipalidades de São Raimundo das Mangabeiras e Campestre do Maranhão, pois juntos concentram 52,47% da produção total da cana no estado, segundo os dados da PAM/IBGE, no ano de 2018, e possuem em seus territórios duas usinas de processamento de cana– ambas com a finalidade de produção de etanol. Logo, detêm as maiores áreas de cultivo e produção de cana no estado.

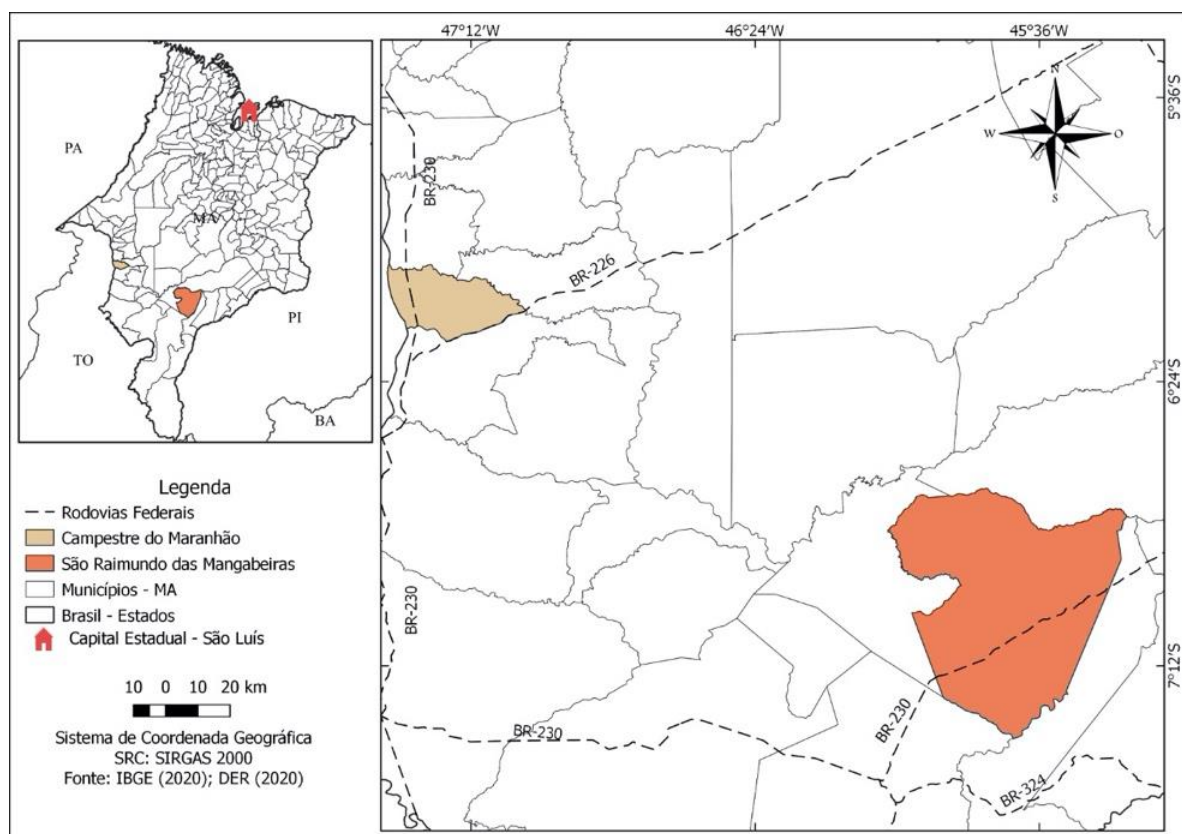
Nesses municípios, cumpriram-se visitas *in loco* em outubro de 2020 para a marcação de pontos de cultivo da cana. Esses pontos foram identificados a partir do apontamento das áreas agrícolas pelos órgãos públicos municipais: Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente. Os municípios estão na mesorregião sul, onde predominam as atividades agrícolas. A distância entre eles é de 401 quilômetros, e estão inseridos no bioma Cerrado.

São Raimundo das Mangabeiras localiza-se a 712,3 quilômetros da capital, São Luís. Com uma extensão territorial de 3.521,513 km², ocupa a vigésima posição no estado. A densidade demográfica do município, em 2017, foi de 5,30 habitantes/km²; enquanto o PIB *per capita*, R\$ 20.683,00 reais/habitantes; e o valor da produção da agropecuária esteve em cerca de R\$ 128.558.000,00 (IBGE, 2017).

Campestre do Maranhão encontra-se a 739,1 quilômetros da capital. E sua extensão territorial é de 614,658 km², ocupando a posição nº 153 no estado. Conta com densidade demográfica estimada em 23,13 habitantes/km²; PIB *per capita* de R\$ 12.238,27; e valor da produção agropecuária totalizado em R\$ 87.375.000,00 (IBGE, 2017).

Desse modo, percebe-se que a economia do primeiro município é elevada, em relação ao segundo. No entanto, considera-se que este possui área menor, fato que interfere nas dimensões de uso da terra, no que alude às atividades desenvolvidas. Estabeleceu-se como período de estudo os anos de 1998 a 2018, por ser um período com expressiva expansão da agricultura canavieira no Maranhão. Na figura 1, observa-se a localização dos municípios estudados.

Figura 1 - Campestre do Maranhão e São Raimundo das Mangabeiras: Representação da localização dos municípios, 20/02/2021.



Organizado e elaborado pelos autores (2021).

No quadro 1 verificam-se as variáveis utilizadas na pesquisa, cuja escolha está de acordo com as bases de dados adotadas. Desse modo, considera-se que estas variáveis serão suficientes para identificar as modificações no uso e na cobertura da terra.

Quadro 1 - Variáveis de estudo.

| Nº | Variáveis de estudo | Unidade de medida | Origem |
|----|--------------------------------|-------------------|--|
| 1 | Quantidade produção da cana | Toneladas | Pesquisa Agrícola Municipal (IBGE, 2018) |
| 2 | Área plantada da cana | Hectare | |
| 3 | Total área de vegetação nativa | Hectare | Projeto MapBiomias (2020) |
| 4 | Área formação florestal | Hectare | |
| 5 | Área formação savânica | Hectare | |
| 6 | Formação campestre | Hectare | |
| 7 | Total área da agropecuária | Hectare | |
| 8 | Área de agricultura | Hectare | |
| 9 | Área de pastagem | Hectare | |
| 10 | Área não vegetada | Hectare | |

Fonte - elaborado pelos autores (2020).

A fim de se investigar as modificações no uso e na cobertura da terra, no campo do sensoriamento remoto, identificou-se e se optou pelo uso dos dados gerados pelo Projeto MapBiomias – entre outros instrumentos existentes no Brasil –, cuja base de dados e imagens captadas por satélites permitem a detecção de transformações nos biomas em escala nacional, estadual e municipal, de 1985 a 2019.

Souza Júnior et al. (2019) argumentam que o MapBiomias constitui um esforço multidisciplinar para retratar as modificações em todo o território brasileiro. À vista disso, abordaram as alterações no uso e cobertura da terra no Brasil, no horizonte de três décadas, considerando os biomas Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado, Pampa e Pantanal.

Vale destacar que assim como em outras metodologias de mapeamento do uso e cobertura da terra, nas imagens do MapBiomias também existem limitações de acurácia, ou de exatidão no mapeamento, que indicaram erros de alocação das classes ou erros nas quantificações das áreas. Isso se deve à complexidade das classes, que sofrem mudanças ao longo do tempo.

Os dados foram organizados em planilha eletrônica no *Excel* (MICROSOFT, 2007), onde considerou-se a evolução anual dos mesmos entre 1998 e 2018. As imagens captadas do Projeto MapBiomias foram geoprocessadas no *softwareArcGis* 10.6.1 (ESRI, 2018).

Como procedimentos analíticos foram gerados mapas temáticos para análise das modificações ao longo do período de estudo. Além disso, considerou-se Alencar et al. (2020) para se calcular as variações nas classes de uso e cobertura da terra. Procedeu-se também com a construção e análises de tabelas em que foram quantificadas essas modificações e se elaborou gráficos para se analisar a evolução da atividade produtiva da cana-de-açúcar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

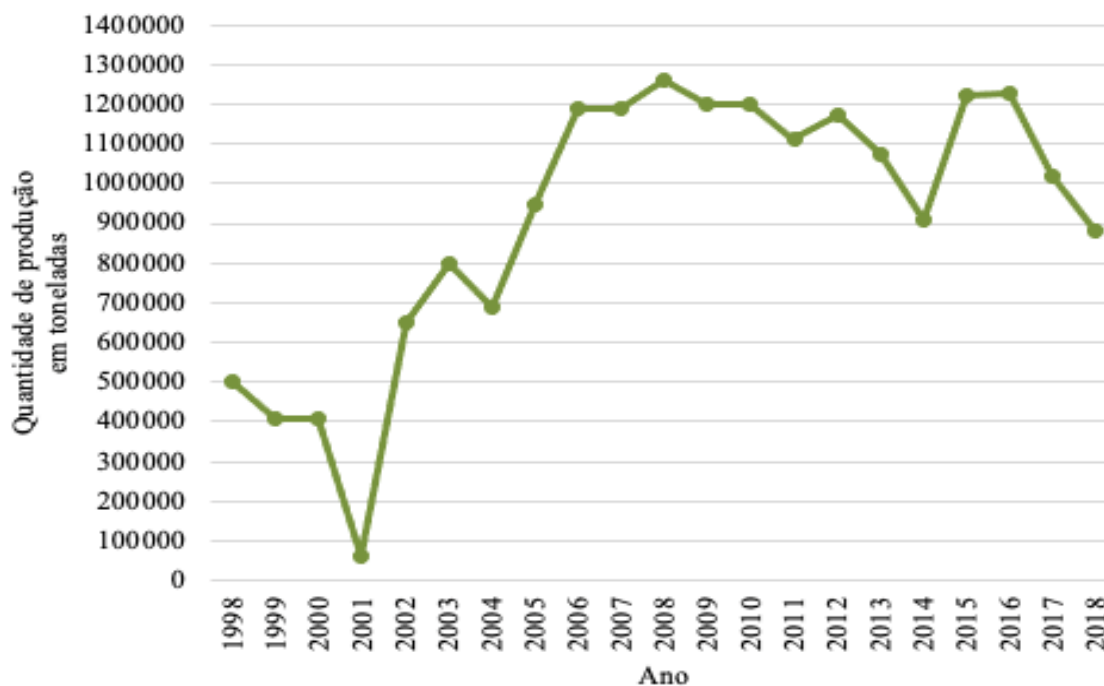
O primeiro registro sobre a produção da cana-de-açúcar em São Raimundo das Mangabeiras data do ano de 1974, conforme a PAM/IBGE. Mas, até meados da década de 1990, a cana era produzida em reduzidas escalas. No período entre 1974 e 1994 por exemplo, observou-se um valor mínimo de 440 toneladas e valor máximo 5.500 toneladas.

A partir de 1992 o município recebeu a implantação de uma agroindústria com a finalidade de produzir etanol a partir da cana. Na época adquiriu-se uma destilaria de álcool e paralelamente realizou-se o plantio para a formação de viveiros primários e secundários. Contudo, conforme a PAM/IBGE somente no ano de 1995, aconteceu a primeira grande safra da cana no município, totalizando 320.000 toneladas de cana. Nesse mesmo ano a usina de fato entrou em operação.

Conforme Cortez (2016), embora o Proálcool tenha sido lançado no ano de 1975 em resposta à crise do petróleo e tenha se constituído em uma relevante política de incentivo fiscal para a implantação de usinas no setor sucroalcooleiro, notou-se que no município de São Raimundo das Mangabeiras aconteceu uma implementação tardia, já que se reputa ao período que a política estava em fase desativação. Mesmo assim, a partir desse acontecimento, a cana cresceu de forma impulsionada, de tal modo a caracterizar o município como maior produtor do Maranhão.

Não obstante, observaram-se oscilações no decorrer dos anos do período de estudo. Na figura 2, apresenta-se a evolução da quantidade de toneladas produzidas entre 1998 e 2018.

Figura 2 - São Raimundo das Mangabeiras: Produção de cana-de-açúcar, 1998-2018.



Fonte - IBGE (2018).

Conforme pode se observar na figura 2, entre 1998 e 2018 ocorreu crescimento substancial na quantidade de produção da cana, representando um aumento de 74,86%. Porém, constatou-se que a tendência de maior expansão se concentrou até o ano de 2008, pelo qual obteve maior produção no município, 1.260.000 de toneladas. A partir desse ano, observou-se estabilização nas quantidades produzidas, seguido de redução, mais recentemente, entre 2016 e 2018.

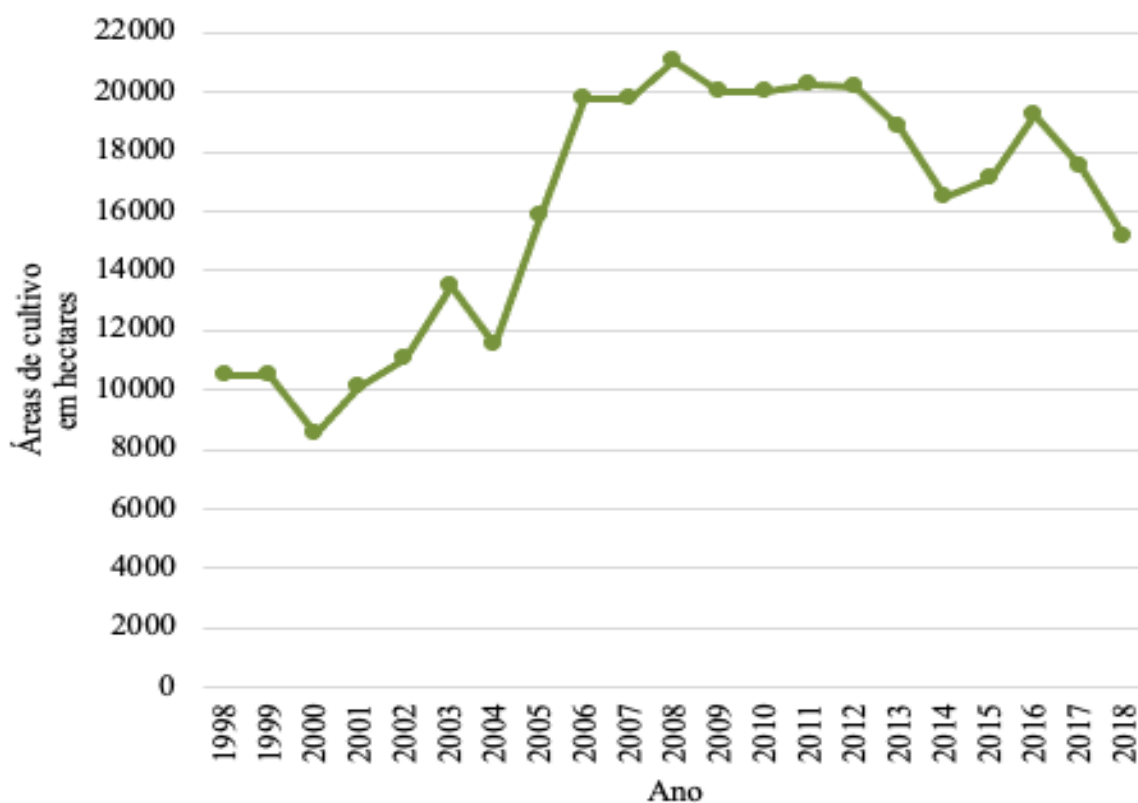
Ressalta-se que, conforme Melo e Sampaio (2014), a partir do ano de 2003, houve um intenso crescimento da produção canavieira com vistas a se atender ao novo mercado de carros *flex*. Essa tendência expansionista apresentada pelos autores corrobora com os resultados apontados na figura 2.

No município existem dois estabelecimentos agropecuários que cultivam e produzem a cana em grande escala com a finalidade de abastecer a fabricação de etanol anidro, ambos estão localizados em conglomerado com a usina do município, há aproximadamente 120 quilômetros do centro da cidade. Essas localizações são vantajosas do ponto de vista estratégico pois, conforme Hun, Mele e Pérez (2017), a fase agrícola da cana está diretamente relacionada com a fase industrial, já que se constitui em um insumo para a agroindústria.

A tendência evolutiva sobre as áreas de cultivo da cana é semelhante à quantidade produzida. Observou-se elevação de 44,26% entre 1998 e 2018. Constatou-se que a maior incorporação de áreas de cultivo aconteceu até o ano de 2008, pelo qual obteve a maior área cultivada no período, 21.000 hectares, representando o dobro das áreas plantadas no ano inicial visualizado na figura 3. Mesmo se tratando do maior produtor da cana no Maranhão, também se observou a estabilização e redução das áreas de cultivo nos anos mais recentes.

Na figura 3, apresenta-se a evolução das áreas de cultivo em hectares entre 1998 e 2018.

Figura 3 - São Raimundo das Mangabeiras: Cultivo de cana-de-açúcar, 1998-2018.



Fonte - PAM do IBGE (2018).

Em relação ao uso da terra no município, verificou-se que o cultivo da cana-de-açúcar se mostrou elevado no período de estudo. Tal afirmação pode ser realizada, a partir da comparação da área plantada da cana com outras de lavouras temporárias no município. Na tabela 1, compara-se a lavoura canavieira com outras como arroz, mandioca, milho e soja, entre 1998 e 2018.

Tabela 1 - Áreas de cultivo de lavouras temporárias em São Raimundo das Mangabeiras (unidade de medida em hectares).

| Ano | Cana-de-açúcar | Arroz (em casca) | Mandioca | Milho (em grão) | Soja (em grão) | Outras |
|------|----------------|------------------|----------|-----------------|----------------|--------|
| 1998 | 10.500 | 2.300 | 300 | 1.900 | 9.000 | 300 |
| 1999 | 10.500 | 2.766 | 530 | 1.134 | 11.625 | 192 |
| 2000 | 8.500 | 5.214 | 260 | 2.490 | 12.050 | 90 |
| 2001 | 10.099 | 2.570 | 290 | 2.197 | 14.147 | 78 |
| 2002 | 11.000 | 2.550 | 158 | 2.200 | 15.247 | 103 |
| 2003 | 13.500 | 1.790 | 200 | 2.260 | 17.220 | 1 |
| 2004 | 11.500 | 1.890 | 200 | 2.260 | 21.008 | 268 |
| 2005 | 15.800 | 1.935 | 160 | 1.918 | 23.109 | 68 |
| 2006 | 19.800 | 1.100 | 210 | 2.000 | 24.000 | 1.060 |
| 2007 | 19.800 | 1.100 | 255 | 2.000 | 24.000 | 1.010 |
| 2008 | 21.000 | 1.155 | 210 | 2.200 | 25.440 | 1.162 |
| 2009 | 20.000 | 1.188 | 220 | 2.293 | 24.498 | 1.033 |
| 2010 | 20.000 | 1.236 | 266 | 2.244 | 30.839 | 116 |
| 2011 | 20.252 | 1.285 | 266 | 2.334 | 32.690 | 111 |
| 2012 | 20.197 | 1.252 | 227 | 5.257 | 14.700 | 330 |
| 2013 | 18.844 | 1.226 | 240 | 14.084 | 14.649 | 218 |
| 2014 | 16.500 | 980 | 270 | 16.214 | 15.162 | 217 |
| 2015 | 17.110 | 951 | 270 | 14.869 | 16.393 | 538 |
| 2016 | 19.200 | 627 | 274 | 14.465 | 16.229 | 510 |
| 2017 | 17.500 | 235 | 265 | 16.504 | 16.878 | 2.440 |
| 2018 | 15.148 | 665 | 265 | 16.848 | 18.920 | 2.763 |

Fonte - PAM do IBGE (2018).

Na tabela 1, verifica-se que, mesmo com oscilações nas quantidades das áreas cultivadas, a cana-de-açúcar esteve com uma participação elevada no período de estudo quando comparada com as demais culturas de lavouras temporárias. Desse modo, observou-se também como expressivo no município o cultivo do milho e da soja. Como outras culturas identificadas na PAM/IBGE, cita-se o feijão, o amendoim, a fava, a melancia e o sorgo.

Como breve panorama evolutivo, destaca-se que no ano de 1998 a cana representava 43,20% do total de hectares cultivados com lavouras temporárias no município, demonstrando assim que era a atividade agrícola predominante. Em 2008, ano com maior cultivo da cultura, observou-se que a mesma se manteve estável, com 41,04% do total das áreas. Ressalta-se que entre 1998 e 2008, o uso da terra para se cultivar lavouras temporárias saltou de 24.300 para 51.167 hectares. Contudo, as mudanças mais expressivas nesse último período dizem respeito ao aumento do cultivo da cana e da soja.

No ano de 2018, o total de hectares para lavouras temporárias aumentou para 54.609 hectares no município. A cana representou nesse ano apenas 27,73% das áreas totais de cultivo. Como mudança mais expressiva se notou entre 2008 e 2018 a redução do cultivo da cana e da soja, para a o avanço expressivo do milho que se elevou de 2.200 para 16.848 hectares nesse período.

O crescimento do cultivo de commodities agrícolas em grande escala como a cana-de-açúcar e a soja se deve, conforme Buainain, Garcia e Vieira Filho (2018), ao avanço da exploração da última fronteira agrícola

brasileira, a Matopiba. Este território, em que se inclui o município de São Raimundo das Mangabeiras, tem sido marcado pela exploração dos recursos naturais do bioma Cerrado para a expansão agrícola.

Em relação às demais culturas, a mandioca se manteve estável no período de estudo, sendo pouco expressiva quando comparada às outras lavouras. Enquanto o arroz declinou no município, principalmente na última década, as áreas destinadas para outros produtos em menores proporções obtiveram crescimento.

Diante do cenário exposto, é possível se afirmar que a expansão do cultivo da cana foi marcada pela competição pelo uso da terra no município, principalmente com as lavouras da soja e do milho. Desse modo, as áreas destinadas para a cana-de-açúcar têm sido reduzidas devido à expansão dessas duas últimas lavouras que também obtiveram elevada expansão nas últimas décadas.

Conforme Manzatto et al. (2009), no Maranhão há abundância de terras com potencial médio para se cultivar a cana-de-açúcar, apontado a partir do zoneamento agroecológico realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA).

Mesmo assim, notou-se que a expansão canavieira em São Raimundo das Mangabeiras vem sendo marcada pela competição com outras culturas citadas. Neste sentido, ressalta-se conforme Hun, Mele e Perez (2017), que essa tendência de competição é vista como fator negativo, já que afeta as escalas de cultivo de outros produtos agrícolas. Também, conforme Jordão e Moretto (2015), esse fato também pode ser denominado de pressão da expansão. Na figura 4, observa-se o registro fotográfico das áreas de cultivo no entorno da usina de etanol.

Figura 4 - São Raimundo das Mangabeiras: Áreas de cultivo no entorno da usina, 28/10/2020.



Fonte - os autores (2020).

O conglomerado dos dois estabelecimentos agrícolas no entorno da usina somam 27.137 hectares de terras agricultáveis, sendo 15.000 hectares localizados na fazenda nº1, onde cultiva exclusivamente a cana-de-açúcar, e 10.137 hectares localizados na fazenda nº2, sendo destinados tanto para a agricultura canavieira como para cultivar a soja.

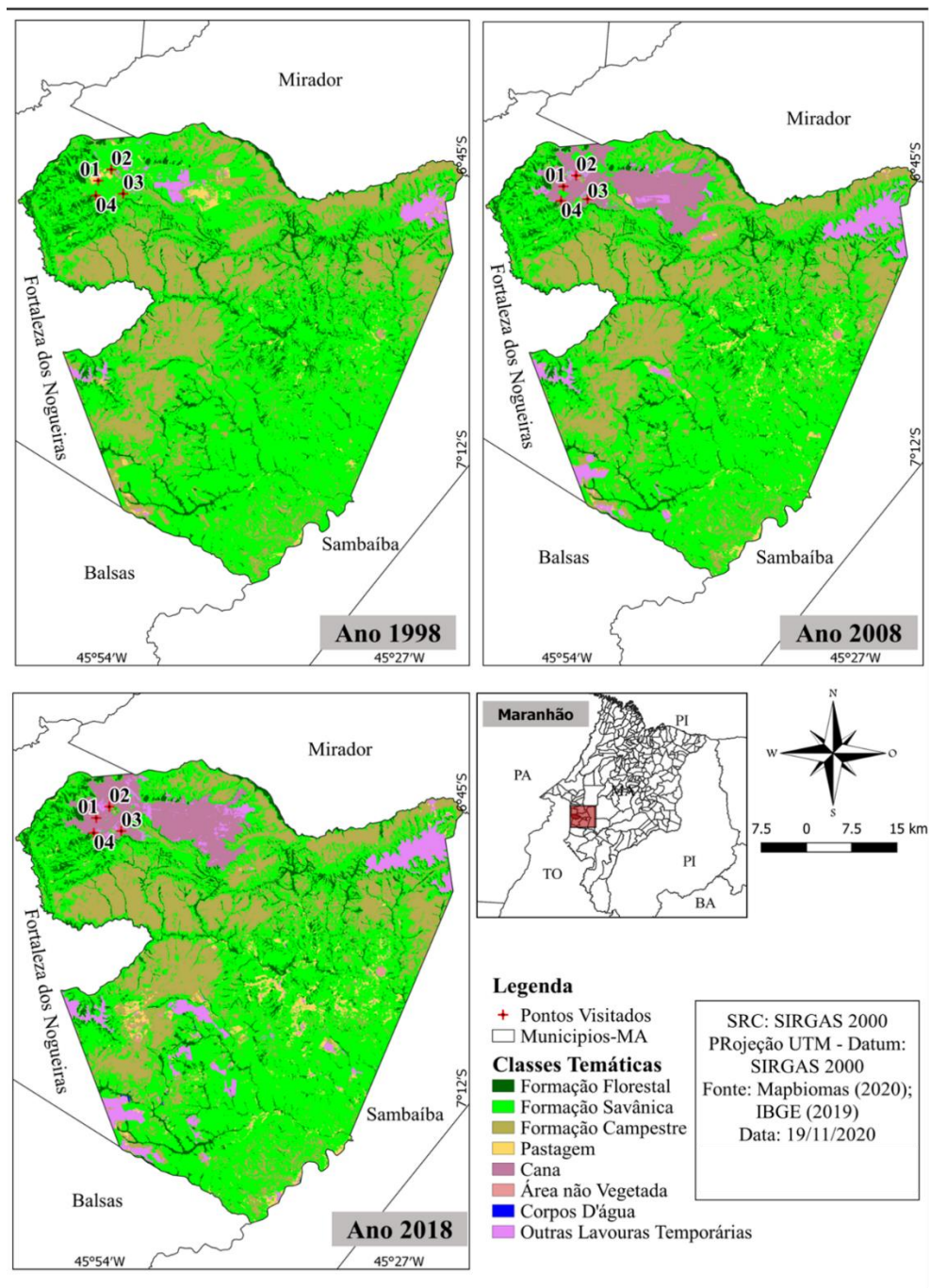
Dos quatro pontos visitados e localizados na figura 5, identificou-se que no ponto 1 existiam áreas de pastagens plantadas em 1998, enquanto nos pontos 2, 3 e 4 eram localizadas áreas de vegetações nativas, mais especificamente, de formações savânicas, que é a vegetação típica do bioma Cerrado. Neste sentido, conforme Alencar et al. (2020), cita-se que as savanas estão fortemente ameaçadas devido à expansão agrícola, que nas últimas décadas se intensificou, afetando diretamente a riqueza em biodiversidade existente nesse bioma.

Nota-se, também, que nos anos de 2008 e 2018 esses pontos já estão configurados como áreas da agricultura canavieira. Desse modo, observou-se que a supressão de vegetação para a expansão do cultivo da cana no município aconteceu predominantemente nos primeiros 10 anos do período de estudo.

Mas, como citado, o MapBiomas também classifica outras áreas de cultivo da cana no município, assim visualmente se constatou pelo mapa quais classes de uso e cobertura da terra existiam antes de se plantar a lavoura da cana-de-açúcar. Assim, notou-se a redução de áreas de vegetações nativas incluindo, formações florestais, savânicas e campestres, para se cultivar a cana no município. Também se verificou a ocorrência de substituições de áreas de pastagens plantadas pela agricultura canavieira.

Na figura 5, visualizam-se as mudanças ocorridas entre 1998 e 2018 em São Raimundo das Mangabeiras.

Figura 5 - São Raimundo das Mangabeiras: Evolução do uso e cobertura da terra, 1998 - 2018.



Dados cartográficos - Mapbiomas (2020). Organização: os autores (2020).

As mudanças mais expressivas no uso da terra para se cultivar a cana aconteceram principalmente entre os anos de 1998 e 2008, corroborando assim com a tendência de crescimento obtida pelas variáveis do IBGE (2018) como quantidade produzida e áreas de cultivo. Nos anos seguintes, entre 2008 e 2018, percebe-se o avanço da agricultura por meio da expansão de outras lavouras temporárias, que, no caso do MapBiomias, constata-se que se relacionam à sojicultura.

Na tabela 2, apresenta-se a quantificação das classes de uso e cobertura da terra de São Raimundo das Mangabeiras entre os anos de 1998 e 2018.

Tabela 2 - Quantificação do uso e cobertura da terra em São Raimundo das Mangabeiras em hectares.

| Ano | Formação Florestal | Formação Savânica | Formação Campestre | Cana-de-açúcar | Outras lavouras temporárias | Pastagem | Áreas não vegetadas | Corpos D'água |
|------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------|-----------------------------|----------|---------------------|---------------|
| 1998 | 26.941 | 221.132 | 92.513 | 10 | 5.756 | 4.914 | 869 | 25 |
| 1999 | 26.727 | 220.793 | 92.486 | 6 | 6.837 | 4.472 | 812 | 26 |
| 2000 | 26.723 | 210.015 | 90.566 | 15.079 | 4.898 | 3.909 | 940 | 29 |
| 2001 | 26.075 | 209.061 | 90.239 | 12.762 | 8.048 | 4.508 | 1.437 | 30 |
| 2002 | 25.766 | 207.618 | 89.726 | 10.362 | 12.338 | 5.222 | 1.093 | 35 |
| 2003 | 25.191 | 205.813 | 90.157 | 11.165 | 12.181 | 6.046 | 1.572 | 36 |
| 2004 | 24.677 | 203.640 | 90.177 | 13.502 | 12.448 | 5.924 | 1.749 | 42 |
| 2005 | 24.097 | 202.577 | 89.648 | 15.156 | 12.648 | 5.906 | 2.082 | 46 |
| 2006 | 24.099 | 202.170 | 89.190 | 13.685 | 14.217 | 7.078 | 1.673 | 47 |
| 2007 | 23.529 | 199.980 | 88.597 | 18.903 | 12.656 | 7.407 | 1.040 | 49 |
| 2008 | 23.898 | 201.153 | 88.077 | 18.304 | 12.192 | 7.441 | 1.045 | 51 |
| 2009 | 23.909 | 201.572 | 87.886 | 19.752 | 11.972 | 6.345 | 674 | 51 |
| 2010 | 23.787 | 201.473 | 88.625 | 20.491 | 10.934 | 5.956 | 843 | 51 |
| 2011 | 23.587 | 201.398 | 88.455 | 22.646 | 10.195 | 4.989 | 827 | 65 |
| 2012 | 23.627 | 202.897 | 88.461 | 17.551 | 12.268 | 5.769 | 1.520 | 66 |
| 2013 | 23.723 | 202.276 | 88.058 | 16.640 | 12.469 | 6.951 | 1.962 | 81 |
| 2014 | 23.743 | 199.468 | 86.439 | 17.438 | 15.336 | 7.172 | 2.457 | 108 |
| 2015 | 23.675 | 197.936 | 85.805 | 18.064 | 15.798 | 8.382 | 2.378 | 123 |
| 2016 | 23.445 | 197.106 | 85.845 | 18.465 | 15.610 | 9.494 | 2.079 | 115 |
| 2017 | 24.314 | 195.292 | 86.770 | 19.114 | 15.440 | 9.315 | 1.785 | 130 |
| 2018 | 24.533 | 193.405 | 85.832 | 18.896 | 17.017 | 10.832 | 1.510 | 134 |

Fonte - elaborado pelos autores, a partir do MapBiomias (2020).

Entre 1998 e 2018 foram suprimidos 10,80% da cobertura vegetal nativa do município, no qual totalizam-se 36.816 hectares, assim distribuídos: 2.408 hectares de formações florestais, 6.681 hectares de formações

campestres e 27.727 hectares de savanas. Assim, nota-se que as quantidades mais expressivas de supressão aconteceram nas vegetações típicas do bioma Cerrado, conforme Alencar et al. (2020).

Percebeu-se que a maior parte da supressão aconteceu até ao ano de 2008, representando 27.039 hectares, aproximadamente 73,44%, esse fato corrobora com intenso crescimento da cultura da cana no mesmo período, sendo justificado, conforme Melo e Sampaio (2014), pelo lançamento da tecnologia *flex-fuel*, que ocasionou maior demanda por produção de etanol da cana. A taxa média de supressão anual foi de cerca de 0,51%, totalizando uma redução anual de 1.753,14 hectares.

Em contrapartida, a partir da tabela 2, é notório o avanço das atividades agropecuárias e de infraestrutura municipal. Desse modo destaca-se o aumento de 18.886 hectares para o cultivo da cana-de-açúcar, 11.261 hectares para outras lavouras temporárias, incluindo dentre essas a soja, cujo MapBiomias também realiza o monitoramento, 5.918 hectares para pastagens plantadas a fim de se utilizar na pecuária e um aumento de 641 hectares em áreas não vegetadas, pelas quais pode-se considerar o aumento da infraestrutura urbana. Assim, ocorreu um crescimento e 36.706 hectares de uso da terra em São Raimundo das Mangabeiras, obtendo maior destaque a relação entre crescimento econômico por meio do avanço da agricultura e desmatamento, principalmente relacionado à exploração da cobertura vegetal.

Como pontos críticos observados, verificou-se que o mapeamento da cana-de-açúcar, desenvolvido pelo MapBiomias, possui falhas de classificação. Isso se deve ao fato de as classes serem mutáveis e complexas na dinâmica espaço temporal. Desse modo, cumpre-se ressaltar, conforme Rosa (2017), que tal fato se deve à captação de imagens considerar a divisão das áreas mapeadas em cartas de classificação de escalas de 1:250.000, em que se seleciona as imagens de melhor qualidade captadas pelos sensores considerando também a transição entre as estações seca e chuvosa. Além disso, o mapeamento realizado pelo projeto é audacioso, pois dispõe de uma base de dados cartográficos que abrange todos os municípios brasileiros distribuídos entre os biomas. Posto isso, não é uma tarefa fácil padronizar e garantir a qualidade das amostras captadas em uma dinâmica espaço-temporal.

Também se afirma que a ocorrência de tal fenômeno leva em consideração a comparação do banco de dados do projeto com a base de dados da PAM/IBGE, assim verificou-se em alguns anos semelhanças entre os valores das áreas de cultivo enquanto em outros existem a ocorrência de disparidades.

Contudo, considera-se tal fato como limitação do método. Uma estratégia utilizada para minimizar tal situação foi a realização da visita *in loco*, pois assim se compararam alguns pontos de cultivo atuais em relação às imagens captadas dos anos de 2018, 2008 e 1998. Tal ação mostrou-se eficaz, podendo ser aferido que no município ocorreu supressão de vegetação nativa para expansão do cultivo da cana, principalmente entre 1998 e 2008, que coincide com o período de maior avanço da atividade produtiva.

Em Campestre do Maranhão, os primeiros registros sobre produção e cultivo da cana-de-açúcar aconteceram no ano de 1997 conforme a PAM/IBGE, época em que o município foi criado e operacionalizado. Assim, verificou-se a partir de 1998 crescimento em ambas as variáveis.

A agroindústria ali presente foi fundada em 1985 com incentivo do Proálcool, porém seu funcionamento aconteceu concomitantemente à criação do município na década seguinte.

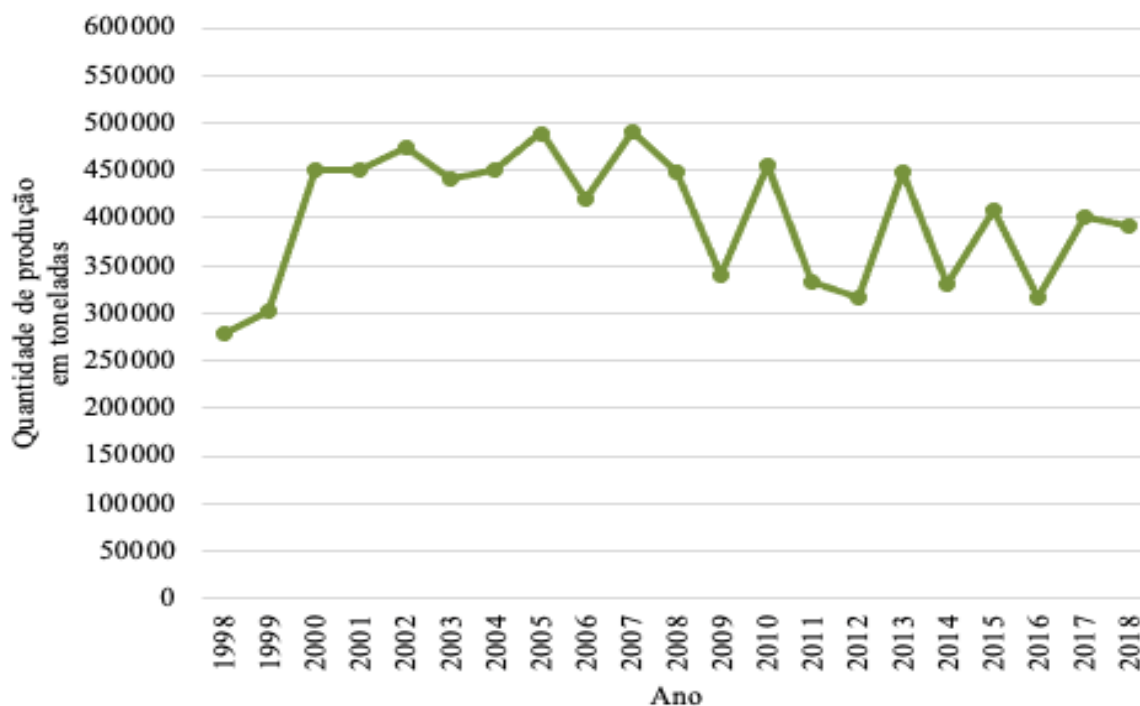
A cana é cultivada na localidade com a finalidade de se produzir etanol, açúcar e bagaço. O etanol produzido é tanto o anidro que é usado como aditivo em combustíveis veiculares, como também ocorre a produção do hidratado em que há uma adição maior de água e pode substituir totalmente a gasolina em carros *flex-fuel*. O açúcar produzido é comercializado no mercado sob duas marcas. O bagaço gerado nos processos de produção é utilizado para a geração de energia, para consumo interno e venda do excedente para a companhia de abastecimento de energia elétrica estadual. Além disso, também serve para alimentação de bovinos na região.

Desse modo observou-se que no município a cadeia produtiva da cana é mais abrangente pois engloba uma maior quantidade de produtos decorrentes da fase agrícola. Neste sentido, conforme Oliveira e Barros

(2017), ressalta-se que o reaproveitamento de resíduos gerados na fase industrial é um fator positivo pois contribui para a sustentabilidade da atividade, gerando benefícios econômicos e menor impacto ambiental na natureza.

Na figura 6, apresenta-se a evolução da produção da cana-de-açúcar em Campestre do Maranhão entre 1998 e 2018.

Figura 6 - Campestre do Maranhão: Produção de cana-de-açúcar, 1998-2018.



Fonte - PAM do IBGE (2018).

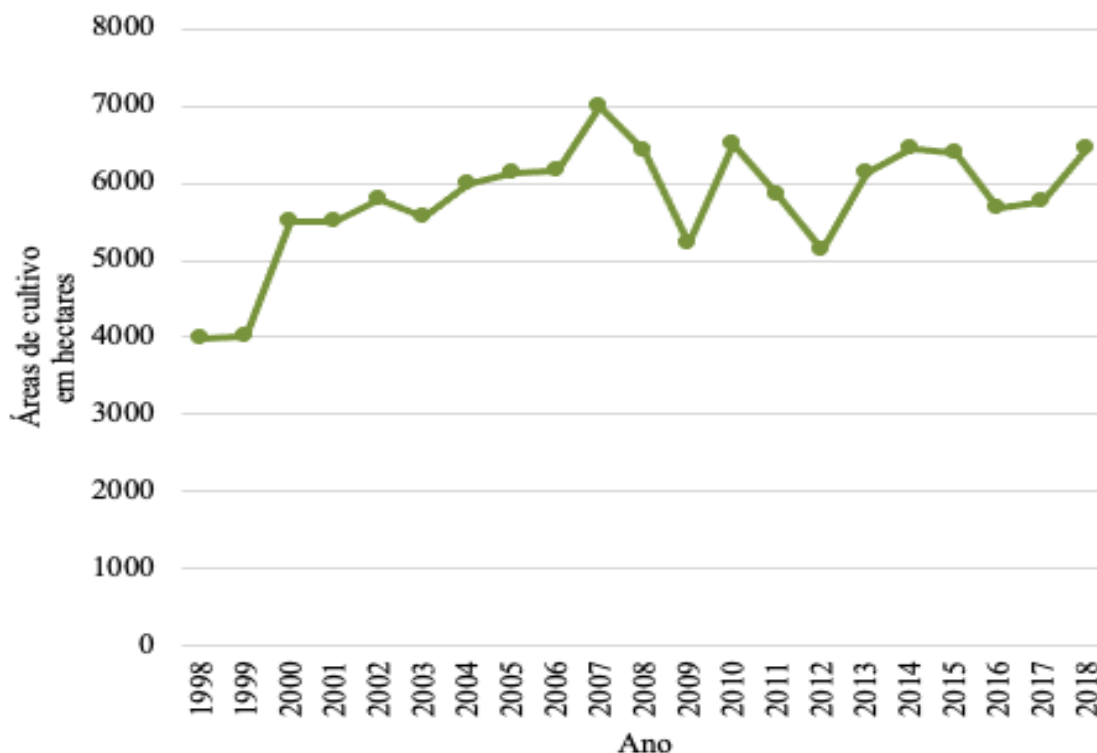
Observa-se na figura 6 uma tendência geral de crescimento com oscilações na produção da cana do município no período de estudo. Obteve-se um crescimento de aproximadamente 40, 22%, que equivale a 112.250 toneladas. Constatou-se que o período de maior expansão foi entre os anos de 1998 e 2007, sendo esse último o que se teve maior produção dentro do horizonte temporal estudado.

Nos anos seguintes, entre 2008 e 2018, notou-se variações, tanto de crescimento como decréscimo. No entanto, nos anos mais recentes, 2017 e 2018, foi notada uma estabilização nos níveis de produção da cana.

Ressalta-se que no município existe apenas um estabelecimento agropecuário que cultiva a cana-de-açúcar. Os responsáveis pelas secretarias municipais de meio ambiente e agricultura desconhecem outras propriedades que trabalham com essa cultura. Nesse sentido, destaca-se também que a área de cultivo da cana no município é de propriedade da usina ali existente, sendo essa empresa responsável, tanto pela fase agrícola como pela fase industrial na qual se converte a cana em outros produtos já citados.

Conforme Scheidl et al. (2015), uma boa logística de movimentação é fundamental na fase agrícola da cana, uma vez que essa se torna um insumo para a fase industrial. Assim a localização da indústria em proximidade às áreas de cultivo é vista como vantajosa para se alcançar eficiência produtiva. Na figura 7, apresenta-se a evolução da variável cultivo da cana-de-açúcar em entre 1998 e 2018.

Figura 7 - Campestre do Maranhão: Cultivo de cana-de-açúcar, 1998-2018.



Fonte - elaborado a partir da PAM do IBGE (2018).

A tendência da área plantada da cana representada na figura 7 se mostra semelhante à da produção. Entre 1998 e 2018, obteve-se um crescimento de 61,42% nas áreas plantadas no município, ou seja, um avanço de 2.449 hectares quando se comparam os valores de ambos os anos. Porém, constata-se que a incorporação de novas áreas para o plantio aconteceu até ao ano de 2007, pelo qual se obteve maior área de cultivo no período analisado.

Posteriormente, entre os anos de 2008 e 2015, aconteceram oscilações tanto com expansão como decréscimo nas plantações. A tendência recente visualizada entre os anos de 2016 e 2018 mostrou-se favorável no município, onde se visualiza uma perspectiva de crescimento no uso da terra para cultivar a cana-de-açúcar.

Conforme Silva et al. (2016), a crise econômica, ocorrida no ano de 2001, no Brasil, influenciou a redução de impostos para estimular a aquisição de veículos pela população. Nesse cenário, o mercado *flex-fuel* teve aquecimento considerável e, conseqüentemente, ocorreu o aumento da produção do etanol hidratado e anidro no território brasileiro, servindo tanto para o abastecimento interno quanto para exportação. Tal fato ocasionou a estabilidade nas variáveis produção e cultivo da cana nos últimos 10 anos do período de estudo em questão.

Na tabela 3, observa-se a comparação das áreas de cultivo da cana com outras culturas de lavouras temporárias que foram filtradas na PAM/IBGE, como arroz, mandioca, milho e outras entre 1998 e 2018.

Tabela 3 - Áreas de cultivo em hectares das lavouras temporárias em Campestre do Maranhão.

| Ano | Cana-de-açúcar | Arroz (em casca) | Mandioca | Milho (em grão) | Outras |
|------|----------------|------------------|----------|-----------------|--------|
| 1998 | 3.987 | 662 | 35 | 691 | 78 |
| 1999 | 4.000 | 630 | 38 | 828 | 86 |
| 2000 | 5.500 | 725 | 50 | 960 | 129 |
| 2001 | 5.500 | 700 | 58 | 980 | 122 |
| 2002 | 5.775 | 665 | 36 | 1.009 | 119 |
| 2003 | 5.550 | 532 | 40 | 858 | 105 |
| 2004 | 6.000 | 572 | 52 | 935 | 90 |
| 2005 | 6.120 | 606 | 25 | 970 | 84 |
| 2006 | 6.170 | 610 | 20 | 975 | 72 |
| 2007 | 7.000 | 550 | 15 | 720 | 69 |
| 2008 | 6.407 | 440 | 20 | 576 | 143 |
| 2009 | 5.225 | 320 | 20 | 613 | 40 |
| 2010 | 6.500 | 200 | 30 | 480 | 158 |
| 2011 | 5.855 | 90 | 30 | 300 | 31 |
| 2012 | 5.140 | 30 | 25 | 282 | 55 |
| 2013 | 6.129 | 25 | 40 | 288 | 83 |
| 2014 | 6.450 | 27 | 30 | 297 | 73 |
| 2015 | 6.399 | 18 | 35 | 290 | 65 |
| 2016 | 5.672 | 13 | 25 | 700 | 54 |
| 2017 | 5.759 | 29 | 22 | 1.100 | 28 |
| 2018 | 6.436 | 14 | 20 | 1.421 | 38 |

Fonte - elaborado a partir da PAM do IBGE (2018).

Na tabela 3, constata-se que a cana-de-açúcar é a cultura agrícola mais expressiva no uso da terra quando se compara com demais lavouras temporárias. Desse modo, configura-se como a principal lavoura temporária no município. Ressalta-se que na categoria outras culturas agrícolas se enquadram, aquelas lavouras com pequenas quantidades de cultivo no município, como exemplo cita-se a fava, feijão, melancia e tomate.

O fato de a cana ser a principal atividade produtiva no município destaca a sua relevância para a sustentação da economia local. Neste sentido, Lelis e Hespanhol (2015) ressaltam que as consequências positivas que podem ser geradas dizem respeito principalmente à geração de empregos e renda local advinda principalmente das fases de cultivo e industrialização. No entanto, notaram-se também consequências negativas, como a redução de outras lavouras temporárias.

Cita-se como evolução do uso na terra que, em 1998, a cana representava 73,12% do total de hectares cultivados com lavouras temporárias. Até o ano 2008 se obteve um crescimento de 11,34 % passando a representar 84,46% do total das áreas destinadas para tal finalidade. No ano mais recente, observou-se decréscimo, obtendo-se 81,17%. Tal redução se justifica pelo crescimento das áreas destinadas ao cultivo do milho, mesmo assim, a agricultura canavieira ainda é majoritária em âmbito municipal.

Sobre as demais culturas agrícolas, diferentemente de São Raimundo das Mangabeiras, em Campestre do Maranhão se observaram escalas reduzidas de exploração do uso da terra para os seus respectivos cultivos. Contudo, ressalta-se que área municipal existente ali é bem menor que o outro município.

Diante das culturas analisadas na tabela 3, destaca-se uma redução significativa nas áreas destinadas para arroz, enquanto a mandioca se manteve em quantidades reduzidas de hectares durante o período, com tendência de redução nos últimos anos. O milho vem crescendo nos anos mais recentes, entre 2015 e 2018.

Agregou-se os valores das lavouras temporárias para se calcular o total de áreas destinadas para tal finalidade no município. Desse modo, constou-se evolução no uso da terra entre 1998 e 2018. No período supracitado aconteceu crescimento de 2.476 hectares, representando uma taxa de crescimento de 45,40%. Mesmo assim, nos últimos 10 anos também se verificou uma redução nas áreas destinadas para agricultura canavieira, em contrapartida aconteceu crescimento do cultivo do milho, demonstrando-se também competição pelo uso da terra, que também é uma consequência apontada conforme Jordão e Moretto (2015). Na figura 8, visualiza-se registro de áreas de plantios de cana no município.

Figura 8 - Campestre do Maranhão: Cultivo da cana nas proximidades da usina, 30/10/2020.



Fonte - os autores (2020).

Conforme se pode visualizar, na figura 8, identificaram-se áreas de canaviais em proximidade a remanescentes florestais. Com as visitas *in loco* também se perceberam outras áreas na mesma situação, assim, consideraram-se essas na marcação de pontos via GPS para se investigar temporalmente se ocorreu desmatamento de vegetação nativa para se cultivar a cana-de-açúcar.

Como diferenças que foram notadas nas plantações de ambos os municípios, pode-se citar que no segundo existem remanescentes florestais entre as áreas de cultivo e maior declividade da terra. Tal fato é uma particularidade identificada na localidade em questão.

Na figura 9, visualizam-se as mudanças ocorridas entre 1998 e 2018 em Campestre do Maranhão. Identifica-se também as transformações referentes aos quatro pontos visitados e demarcados em áreas de plantio da cana.

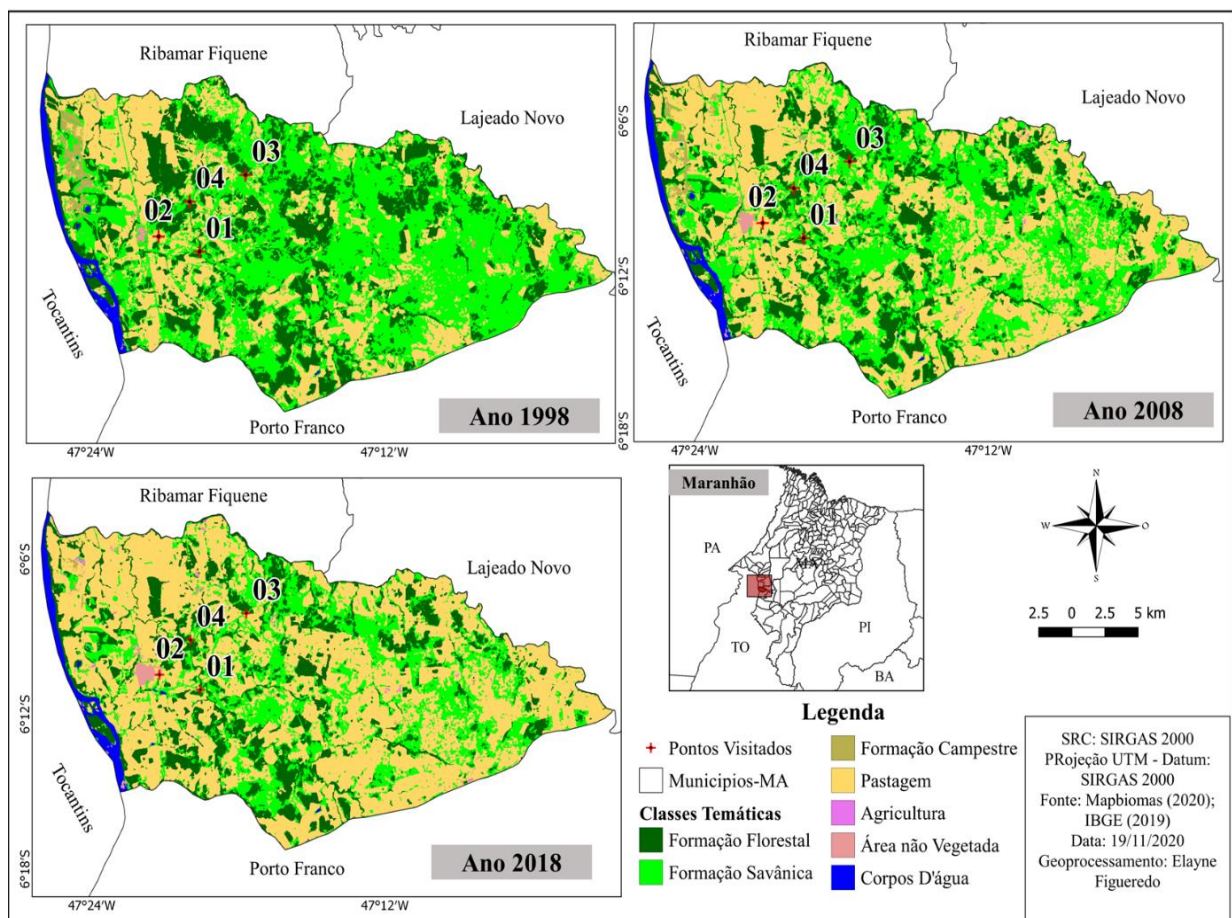
Notaram-se as mudanças ocorridas nas classes de uso e cobertura da terra em Campestre do Maranhão. Como peculiaridade da classificação do MapBiomas no município, destaca-se como limitações o reduzido mapeamento de áreas destinadas para agricultura. Ressalta-se, também, a não existência do mapeamento da cana-de-açúcar e da soja, como existe no mapa do município anteriormente estudado. Desse modo, optou-se por construí-lo somente com as classes encontradas na base de dados do projeto.

Dos quatros pontos visitados e representados na figura 9, observaram-se em todos eles a existência de vegetação nativa no ano de 1998, mais especificamente áreas de formações savânicas. No ano de 2018, apenas o ponto 2 obteve classificação de área agrícola, enquanto os demais mantiveram-se na mesma classe no mapa, embora, nas visitas *in loco*, tenham sido identificados como áreas da agricultura canavieira.

Desse modo, notou-se classificação inadequada de áreas que deveriam ser de uso agrícola como a cana-de-açúcar em outras de cobertura vegetal. Portanto, a metodologia do MapBiomias, embora já consolidada a nível nacional como o maior esforço de mapeamento do uso e cobertura da terra em todo o território brasileiro, mostrou-se frágil para o estudo da realidade do município de Campestre do Maranhão.

De forma geral, analisando-se as transformações ocorridas no horizonte temporal, identificou-se que entre 1998 e 2008, aconteceu principalmente a redução de vegetações nativas, especificamente formações florestais e savânicas, para o avanço de áreas de pastagens plantadas. Enquanto nos anos seguintes, além de se ter observado a continuidade na ocorrência de supressões dessas classes, também se identificaram reduções de áreas de formações campestres.

Figura 9 - Campestre do Maranhão: Evolução do uso e cobertura da terra, 1998-2018.



Dados cartográficos - Mapbiomas (2020). Organização: os autores (2020).

Mesmo com a limitação da classificação do MapBiomias no município, é possível se afirmar por meio da realização das visitas *in loco* que houve supressão de vegetações nativas para se cultivar a cana, uma vez que se comparou os pontos de cultivo visitados com as classes dos mapas do município em 1998, 2008 e 2018. Como mudanças mais expressivas da metodologia de classificação ali existente, nota-se novamente a relação entre desmatamento de áreas de vegetações nativas para o avanço da atividade agropecuária, principalmente na conversão em áreas de pastagens plantadas.

Na tabela 4, apresenta-se a quantificação das classes de uso e cobertura da terra de Campestre do Maranhão entre os anos de 1998 e 2018. Trata-se de dados referentes às imagens de satélites captadas pelo MapBiomias.

Tabela 4 - Evolução do uso e cobertura da terra em Campestre do Maranhão (em hectares).

| Ano | Formação Florestal | Formação Savânica | Formação Campestre | Agricultura | Pastagem | Áreas não vegetadas | Corpos D'água |
|------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------|----------|---------------------|---------------|
| 1998 | 14.741 | 27.319 | 909 | - | 17.348 | 108 | 1.114 |
| 1999 | 14.552 | 27.848 | 936 | - | 17.000 | 81 | 1.122 |
| 2000 | 14.305 | 27.687 | 829 | - | 17.411 | 178 | 1.131 |
| 2001 | 13.589 | 27.631 | 750 | 28 | 18.214 | 197 | 1.131 |
| 2002 | 13.896 | 26.801 | 606 | 10 | 18.903 | 185 | 1.138 |
| 2003 | 13.459 | 25.670 | 528 | 33 | 20.495 | 211 | 1.143 |
| 2004 | 13.341 | 24.100 | 488 | 38 | 22.208 | 196 | 1.168 |
| 2005 | 12.551 | 22.742 | 446 | 42 | 24.367 | 232 | 1.160 |
| 2006 | 12.535 | 21.133 | 440 | 27 | 26.043 | 205 | 1.155 |
| 2007 | 12.030 | 20.643 | 456 | 9 | 27.052 | 212 | 1.138 |
| 2008 | 11.734 | 20.425 | 517 | 41 | 27.456 | 243 | 1.123 |
| 2009 | 11.404 | 20.789 | 559 | 28 | 27.365 | 266 | 1.129 |
| 2010 | 11.349 | 20.681 | 524 | 5 | 27.622 | 241 | 1.118 |
| 2011 | 11.027 | 19.989 | 547 | 5 | 28.616 | 222 | 1.133 |
| 2012 | 10.643 | 19.733 | 545 | 32 | 29.219 | 242 | 1.126 |
| 2013 | 10.857 | 18.985 | 540 | - | 29.783 | 249 | 1.125 |
| 2014 | 10.682 | 18.430 | 583 | 23 | 30.396 | 302 | 1.123 |
| 2015 | 10.560 | 16.217 | 540 | 19 | 32.800 | 290 | 1.113 |
| 2016 | 10.805 | 15.559 | 442 | 5 | 33.324 | 291 | 1.113 |
| 2017 | 10.720 | 14.595 | 263 | 15 | 34.446 | 388 | 1.113 |
| 2018 | 10.949 | 14.004 | 171 | 90 | 34.806 | 401 | 1.118 |

Fonte - elaborado pelos autores, a partir do MapBiomias (2020).

Entre 1998 e 2018 foram suprimidos 41,52% das áreas de vegetações nativas em Campestre do Maranhão, ou seja, 17.845 hectares, sendo assim distribuído: 3.792 hectares de formações florestais, 13.315 hectares de formações savânicas e 738 hectares de formações campestres. Desse modo, percebeu-se como semelhança ao município anterior que a maior redução aconteceu na savana que conforme Alencar et al. (2020) é mais representativa no bioma Cerrado.

A maior supressão aconteceu na primeira década, totalizando 10.293 hectares até o ano de 2008, representando aproximadamente 57,68% total de áreas suprimidas. A taxa média de redução de vegetação nativa ao longo do período de estudo foi de 1,97%, representando uma redução anual de 849,76 hectares de cobertura vegetal.

Quanto à evolução no uso da terra, percebeu-se aumento reduzido nas áreas agrícolas, isso se deve às falhas de classificação conforme já citadas anteriormente. Em contrapartida, as áreas de pastagens plantadas cresceram 100,63% entre 1998 e 2018, representando assim um aumento de 17.458 hectares. Tal crescimento denota um avanço elevado da atividade agropecuária no município.

As áreas não vegetadas também obtiveram crescimento ao longo dos anos, elevando-se em 293 hectares. Tal aumento representa um crescimento de 271,29% e demonstra expansão das áreas de infraestrutura urbana. Essa evolução já era esperada, pois é fato que com a criação do município no ano de 1997 ocasionaria tais mudanças nos anos seguintes.

Diante dos resultados sistematizados no município, pelas visitas *in loco* é possível se afirmar que ocorreu supressão de vegetação nativa para o avanço da cana-de-açúcar, já que, pelas imagens captadas via

MapBiomas, notou-se tal supressão, também ocasionou principalmente avanço da agropecuária no município, sendo representado por um crescimento elevado nas áreas de pastagens plantadas.

Como breve comparação entre São Raimundo das Mangabeiras e Campestre do Maranhão, notaram-se tanto semelhanças como diferenças na condução da atividade produtiva. Entre as principais semelhanças identificadas, destacaram-se: a proximidade das áreas de cultivo da cana às usinas de processamento, garantindo assim maior eficiência produtiva e melhor movimentação logística; tendências de crescimento tanto nas áreas plantadas como na produção da cana, mesmo ocorrendo oscilações ao longo dos anos em ambas as variáveis; e a redução de vegetação nativa para o avanço da cana-de-açúcar.

Já como principais diferenças entre as áreas estudadas, citam-se as seguintes: a atividade produtiva da cana em Campestre do Maranhão possui significativa participação econômica no município quando comparada ao anterior; possui também maiores declividades nas áreas de cultivo; maior evolução percentual das áreas de avanço da agropecuária; e maiores erros de classificação do uso e cobertura da terra seguindo a metodologia do MapBiomas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura da cana-de-açúcar tem se expandido com a finalidade de servir como insumo para o abastecimento das usinas de etanol presentes em São Raimundo das Mangabeiras e Campestre do Maranhão.

Com esse estudo, evidenciou-se o crescimento das áreas de cultivo e na quantidade produzida da cana entre 1998 e 2018. Observaram-se oscilações ao longo dos anos, sendo constatada uma competição pelo uso da terra entre agricultura canavieira, a soja e o milho.

No que concerne às modificações no uso da terra no âmbito municipal, identificou-se nos municípios crescimento elevado nas áreas destinadas para a agropecuária, incluindo áreas de uso agrícola e áreas de pastagens plantadas.

Com relação à cobertura da terra, verificou-se que a expansão canavieira se deu às custas de supressão de vegetação nativa em ambos os municípios. Foram quantificadas as áreas suprimidas para a expansão canavieira em São Raimundo das Mangabeiras; porém, em Campestre, a metodologia empregada não permitiu o levantamento devido a falhas de classificação das imagens obtidas via sensoriamento remoto do Projeto MapBiomas.

Ademais, esse trabalho também evidenciou a ocorrência de desmatamento de vegetações nativas nos municípios estudados. As vegetações suprimidas foram em maior quantidade as savanas, por serem predominantes no bioma Cerrado. Em menores quantidades, observou-se a redução de vegetação do tipo formação florestal e campestre. Desse modo, assevera-se a necessidade de proposição de políticas públicas de controle para monitoramento e conservação da vegetação nativa que possam promover o desenvolvimento sustentável nesses municípios.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. et al. Mapping three decades of changes in the Brazilian savanna native vegetation using landsat data processed in the Google Earth Engine Platform. **Remote Sens.**, v. 12, n. 6, p. 1-23, mar. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/6/924/htm>. Acesso em: 7 out. 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12060924>

BAYMA, A. P.; SANO, E. E. Séries temporais de índices de vegetação (NDVI e EVI) do *sensor modis* para detecção de desmatamentos no bioma Cerrado. **BCG - Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 21, n. 4, p.797-813, out./dez. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-21702015000400047>. Acesso em: 28 jan. 2021.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. A economia agropecuária do Matopiba. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 26, n. 2, p. 376-401, jun. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.36920/esa-v26n2-6>. Acesso em: 27 jan. 2021.

CORTEZ, L. A. B. **Universidades e empresas: 40 anos de ciência e tecnologia para o etanol brasileiro**. São Paulo: Blucher, 2016. <https://doi.org/10.5151/9788521210627>

DER- Departamento de Estradas de Rodagem. **Mapa rodoviário do Maranhão**, 2020. Disponível em: <https://www.brasil-turismo.com/maranhao/mapa-rodoviario.htm> Acesso em: 18 ago. 2021.

ESRI- Environmental Systems Research Institute. **ArcGis**. Versão: 10.6.1, ESRI, 2018.

HUN, A. L. N.; MELE, F. D.; PEREZ, G. A. A comparative life cycle assessment of the sugarcane value chain in the province of Tucumán (Argentina) considering different technology levels.

International Journal Life Cycle Assess, v. 22, p. 502-515, feb. 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-016-1047-3>. Acesso em: 5 abr. 2020.
<https://doi.org/10.1007/s11367-016-1047-3>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>> Acesso em: 25 mai. 2019.

_____. **Censo Agro. Censo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 25 mai. 2019.

_____. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2020.

_____. **Organização do território**: malhas municipais, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 18 ago. 2021.

_____. **Organização do território**: Malhas municipais, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 18 ago. 2021.

JORDÃO, C. O.; MORETTO, E. M. A vulnerabilidade ambiental e o planejamento territorial do cultivo de cana-de-açúcar. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 81-98, jan. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/asoc/v18n1/pt_1414-753X-asoc-18-01-00075.pdf. Acesso em: 2 mai. 2019.

LELIS, L. R. M.; HESPANHOL, R. A. de M. Os impactos gerados pela expansão da cana-de-açúcar no município de Junqueirópolis – SP. **Campo-Território**: revista de geografia agrária, v. 10, n. 21, p. 251-269, ago. 2015. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/28720>. Acesso em: 29 jul. 2021.

LOURENZANI, W. L.; CALDAS, M. M. Mudanças no uso da terra decorrentes da expansão da cultura da cana-de-açúcar na região oeste do estado de São Paulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 11, p. 1980-987, nov. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/NCbtzRxxvDG33jrN7Y7GwsZm/?lang=pt>. Acesso em: 27 jan. 2019.
<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140186>

MANZATTO, V. et al. **Zoneamento agroecológico da cana de açúcar- expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p.

MATRICARDI, E. A. T.; AGUIAR, A. S.; MIGUEL, E. P.; ANGELO, H.; GASPARELLO, R. O. modelagem do desmatamento na região do MATOPIBA. **Nativa**, v. 6, n. 2, p. 198-206, mar./abr. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i2.5092>. Acesso em: 28 jan. 2021.

MELO, A.S.; SAMPAIO, Y.S.B. Impactos dos preços da gasolina e do etanol sobre a demanda de etanol no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 57-83, jan./abr. 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-98482014000100056&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 25 ago. 2020.
<https://doi.org/10.1590/141598481813>

MICROSOFTOFFICE. **Excel**. Versão: 16.52, Microsoft Corporation, 2007.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

OLIVEIRA, E. F. B.; BARROS, S. S. U. Resíduos e aspectos sustentáveis da cana-de-açúcar. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e Agrárias - Produção/construção e tecnologia**, v. 7, n. 10, p. 28-45, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://www.unigran.br/dourados/noticia/5725>. Acesso em: 28 jul. 2021.

PAULA, R. Z. A.; SILVA, M. R. M. O comércio marítimo do Maranhão no século XIX. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA ECONÔMICA, 8., E CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE HISTÓRIA DE EMPRESAS, 9., 2009, Campinas. **Anais eletrônicos...** Campinas: Associação Brasileira de Pesquisadores em História, 2009, p.1-18. Disponível em: <http://www.abphe.org.br/viii-congresso-brasileiro-de-historia-economica-e-9-conferencia-internacional-de-historia-de-empresas>. Acesso em: 28 jul. 2021.

- PEREIRA FILHO, J. F. Formação econômica do Maranhão: superexploração e estado oligárquico como entraves ao desenvolvimento. JORNADA INTERNACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS, 7., 2015, São Luis. **Anais eletrônicos...** São Luis: Universidade Federal do Maranhão, 2015, p. 1-13. Disponível em: <http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2015/pdfs/eixo1/formacao-economica-do-maranhao-superexploracao-e-estado-oligarquico-como-entraves-ao-desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2021.
- PITTA, F. T.; BOECHAT, C. A.; MENDONÇA, M. L. A produção do espaço na região do MATOPIBA: violência, transnacionais imobiliárias agrícolas e capital fictício. **Estudos internacionais**, Belo Horizonte, v.5, n.2, p.155-179, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/P.2317-773X.2017v5n2p155>. Acesso em: 27 jan. 2021.
- PRADO JÚNIOR, C. **História econômica do Brasil**. São Paulo: Brasiliense, 2004.
- PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 4.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, 2020. Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org/map#coverage>. Acesso em: 17 ago. 2021.
- ROSA, M. R. Comparação e análise de diferentes metodologias de mapeamento da cobertura florestal da mata atlântica. **Boletim Paulista De Geografia**, v.1, n. 95, p. 25–34, 2017. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/index.php/boletim-paulista/article/view/658>. Acesso em 29 jul. 2021.
- ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia/MG: UFU, 2007. 248 p. <https://doi.org/10.14393/EDUFU-85-7078-124-6>
- SCHEIDL, H. A.; SIMON, A. T.; PACAGNELLA JUNIOR, A. C.; SALGADO JUNIOR, A. P. Environmental Impacts of Mechanization in Brazil's Sugar and Ethanol Industry: The Cutting, Loading, and Transportation Process Case. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, v.34, n. 6, p. 1748-1755, nov. 2015. Disponível em: <https://aiche.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ep.12159>. Acesso em: 04 mar. 2020.
- SHARPE, P. **Sugar cane: past and present**. Southern Illinois University, 1998. Disponível em: <https://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://pt.wikipedia.org/&httpsredir=1&article=1388&context=eb&sei-redir=1>. Acesso em: 27 mai. 2019.
- SILVA, K. A.; NETO, O. J. de O.; MACHADO, W. B. Impacto do agronegócio da cana-de-açúcar nos preços das terras do Triângulo Mineiro. **Qualia: a ciência em movimento**, v. 2, n. 2, p. 117-140, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaCSA/article/view/248>. Acesso em: 9 jul. 2020.
- SOUZA JÚNIOR, C. M.; KIRCHHOFF, F. T.; OLIVEIRA, B. C.; RIBEIRO, J. G.; SALES, M. H. Long-term annual surface water change in the Brazilian Amazon Biome: potential links with deforestation, infrastructure development and climate change. **Water**, v. 11, n. 3, p. 1-18, mar. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/3/566/htm>. Acesso em: 7 out. 2020. <https://doi.org/10.3390/w11030566>
- SZMRECSÁNYI, T. **O planejamento da agroindústria canavieira do Brasil: 1930-1975**. São Paulo: HUCITEC: Universidade Estadual de Campinas, 1979.
- VIEIRA, A. As ilhas e a expansão da cultura e tecnologia da cana-de-açúcar no Atlântico nos séculos XV a XIX. **Revista Labor & Engenharia**, v. 1, n.1, p.1-20, 2007. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/227>. Acesso em: 14 jan. 2020. <https://doi.org/10.20396/lobore.v1i1.227>
- YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

Recebido em: 22/04/2021

Aceito para publicação em: 25/08/2021