

DINÂMICA SOCIOECONÔMICA E TECNOLÓGICA MUNICIPAL DA PRODUÇÃO CANAVIEIRA NA REGIÃO DO MATOPIBA (BRASIL)

Socioeconomic and Technological Dynamics of Sugarcane production in the Matopiba Region (Brazil)

RESUMO

O setor agropecuário vem ocupando papel importante no desenvolvimento do Brasil por meio da promoção de emprego, disponibilização de alimentos e matérias-primas para o mercado interno e externo. O atraso tecnológico de algumas regiões do país resulta em uma agricultura fragilizada e, em alguns casos, não consegue ultrapassar a esfera setorial e criar aspectos econômicos mais complexos. Este artigo teve como objetivo analisar a dinâmica da produção de cana-de-açúcar nos municípios que abrangem a região do Matopiba, por meio dos determinantes socioeconômicos e tecnológicos, para o ano de 2017, ressaltando a questão da produtividade. A metodologia utilizada foi a análise fatorial pelo método dos componentes principais. Os resultados apontam que os municípios que possuem maior produtividade de cana-de-açúcar possuem heterogeneidade em relação ao desenvolvimento socioeconômico e tecnológico. Em contrapartida, os municípios que apresentaram baixa produtividade de cana-de-açúcar exibiram maior vulnerabilidade sobre os aspectos socioeconômicos.

Uelson Serra Garcia
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)
uelsongarcia@gmail.com

Laudelina Alves Ribeiro
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)
laudelinaribeiro@outlook.com

Josiane Santos da Silva
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)
agricultura.j.s@gmail.com

Pery Francisco Assis Shikida
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)
peryshikida@hotmail.com

Recebido em: 03/05/2021. Aprovado em: 20/09/2021.
Avaliado pelo sistema *double blind review*
Avaliadora científica: Caroline Mendonça Nogueira Paiva
DOI: 10.48142/2320211781

ABSTRACT

The agricultural sector has played an important role in the development of Brazil by promoting employment, and providing food and raw materials for the domestic and foreign markets. Nevertheless, the technological backwardness of some regions of the country results in a weakened agriculture and, in some cases, is unable to go beyond the sectoral sphere and create more complex economic aspects. Given this scenario, this article aimed to analyze the dynamics of sugarcane production in the municipalities that comprise the Matopiba region, based on socioeconomic and technological determinants, for the year 2017, highlighting the issue of productivity. The methodology used was factor analysis by the principal components method. The results point out that the municipalities with higher sugarcane productivity have heterogeneity with respect to socioeconomic and technological development. On the other hand, the municipalities with low sugarcane productivity are more vulnerable with respect to socioeconomic aspects.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Desenvolvimento Regional; Análise Fatorial; Produtividade.

Keywords: Sugarcane; Regional Development; Factor Analysis; Productivity.

1 INTRODUÇÃO

O setor agropecuário vem ocupando papel importante no desenvolvimento do Brasil por meio da promoção de emprego, disponibilização de alimentos e matérias-primas para o mercado interno e externo. Seu

desenvolvimento setorial, ainda que não homogêneo, está evoluindo, passando por uma dinâmica com baixo investimento de capital, para um novo padrão baseado no uso intensivo de capital (Buainain, Alves, Silveira & Navarro, 2014; Vieira Filho & Gasques, 2020).

Outra mudança ocorrida no modelo da agricultura brasileira é sua capacidade de inserir novas tecnologias e adicionar elementos favoráveis à produtividade. O processo de capitalização e financeirização, por meio da participação de agentes privados no agronegócio, proporcionou ampliação e modernização da agricultura, além de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Gasques, Bacchi, Rodrigues, Bastos & Vakdes, 2016; H. F. Santos, 2017).

Não obstante, o atraso tecnológico de algumas regiões do País resulta em uma agricultura fragilizada e, em alguns casos, não consegue ultrapassar a esfera setorial e criar aspectos econômicos mais complexos. Nesse panorama, quando o setor agrícola entra em crise, provoca um entrave no dinamismo social e econômico, ocasionando baixa ocupação, prejudicando a renda e a manutenção dos empregos nessas regiões. Dessa forma, existe necessidade de uma maior absorção da população local, do fomento à renda e ocupação de modo independente. Apesar do setor agropecuário exibir uma relevância socioeconômica, a ocupação e dinâmica fronteiriça sofre críticas, principalmente acerca dos impactos das questões ambientais, distributivas, econômicas e políticas (Buainain, Garcia & Vieira Filho, 2018).

No que tange à dinâmica fronteiriça, outras áreas agricultáveis foram identificadas pelo governo brasileiro no início dos anos 2000, mais especificamente no Nordeste do cerrado¹, sendo constituída uma nova fronteira agrícola denominada como região do Matopiba (Multsch et al., 2020). A nova fronteira foi oficialmente criada por meio do Decreto n. 8.447, de 06 de maio de 2015, ano em que foi instituído o Plano de Desenvolvimento Agropecuário (PDA) do Matopiba (Decreto n. 8.447, de 6 de maio de 2015).

Com efeito, o Matopiba tornou-se um espaço de investimento de duas classes de agricultores/pecuaristas, conhecidos como os antigos produtores (tradicionais) e os novos investidores agrícolas. Os investimentos auxiliaram o fortalecimento de um modelo produtivo conduzido, sobretudo, por estabelecimentos de porte médio a grande. Aproximadamente 90% dessa nova fronteira agrícola está inserida no bioma cerrado, visto que a topografia e o clima beneficiam a agricultura regional (Oliveira & Bühler, 2016; Campos; Pires & Costa, 2020; Multsch et al., 2020).

Por ser considerada a mais recente fronteira agrícola nacional, com custo da terra relativamente acessível *vis-à-vis* as áreas agropecuárias tradicionais, o Matopiba está

em crescente expansão, especialmente com a entrada de diversas culturas produtoras de *commodities* e a pecuária (Bolfé et al., 2016).

Nesse sentido, a atividade produtiva da cana, que detém um dos maiores Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio no Brasil [segundo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – Cepea (2017), seu valor foi estimado em R\$ 156 bilhões], também avançou nesse território. Conforme estimativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), existe uma perspectiva de produção em torno de 1,2 milhões de hectares de cana-de-açúcar para o período compreendido entre os anos-safras 2019/20 a 2029/30. Essa expansão das áreas de canaviais deve ocorrer, principalmente, nos espaços de pastagens, bem como substituindo lavouras (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020).

Convém ressaltar que a agroindústria canavieira é o subconjunto de um complexo agroindustrial maior, constituído pelo segmento agrícola, mais o segmento industrial processador dessa planta. Duas *commodities* importantes são geradas por esta atividade produtiva: o açúcar (relativo à segurança alimentar) e o etanol (em termos de segurança energética). Também é um destacado produto desse complexo a cogeração de energia elétrica a partir da queima da biomassa da cana. O Brasil tem condições de produzir duas safras anuais dessa cultura devido às condições edafoclimáticas favoráveis, sendo uma no Centro-Sul e outra no Norte-Nordeste (Clein, 2021).

Diante desse contexto, tem-se o seguinte questionamento: quais fatores contribuem para a dinâmica da produtividade da cana-de-açúcar nos municípios do Matopiba? Sabe-se que o desenvolvimento regional também pode ocorrer por meio da industrialização. Nesse caso, a agroindústria canavieira, que está incipiente no Matopiba, pode contribuir por meio de investimentos em novas tecnologias e no aperfeiçoamento dessa atividade. Segundo Marin (2005), o investimento em novas variedades adaptadas às condições adversas de solo, clima e resistência a pragas e doenças aumentou a produtividade média dos canaviais de 43 toneladas por hectare (1961) para 74 toneladas por hectare (2005). O processo de desenvolvimento tecnológico é importante para alcançar as exigências da agroindústria e, por consequência, todos os benefícios que ele pode gerar.

Destarte, o objetivo geral deste estudo é analisar a dinâmica da produção de cana-de-açúcar nos municípios que abrangem a região do Matopiba, por meio dos determinantes socioeconômicos e tecnológicos, para o ano de 2017 (último Censo Agropecuário disponível), ressaltando

¹ A região do Matopiba é constituída por 91% do cerrado dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, visto que o restante é ocupado de modo subordinado pelo bioma Amazônia e Caatinga localizados respectivamente nos limites Noroeste e Leste (Magalhães & Miranda, 2014a).

a questão da produtividade. Por meio desta pesquisa, almeja-se auxiliar também os agentes dos diversos setores do agronegócio, como agricultores e usineiros, e os formuladores de políticas públicas quanto ao panorama do Matopiba e sua dinâmica setorial.

Além desta introdução, este trabalho exibe mais quatro seções. A segunda seção apresenta, sucintamente, o desenvolvimento tecnológico e a agroindústria canavieira, bem como o panorama da região do Matopiba. A terceira seção ressalta os procedimentos metodológicos. A quarta seção expõe os resultados e discussões, encerrando com as considerações finais.

2 O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E A AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA

Entre os anos de 1950 e 1970, a política econômica estabelecida pelo governo brasileiro favoreceu o processo de industrialização, fomentando a modernização da agricultura brasileira (Alves, Contini & Hainzelin, 2005). Segundo Vieira Filho e Fishlow (2017), variáveis como a produtividade, o preço relativo dos insumos tradicionais e modernos, o nível de educação dos agricultores, os custos de transação, o desenvolvimento do setor não agrícola e as exportações para o mercado internacional são os principais responsáveis pela modernização agrícola. Nesse sentido, Gasques, Bastos, Valdes e Bacchi (2014) afirmam que os acréscimos em produtividade estão vinculados às mudanças ocorridas na estrutura produtiva e na utilização dos insumos.

O progresso tecnológico é dependente de um conjunto de avanços técnicos e científicos, como o uso da biologia e da mecânica, que buscam a otimização dos fatores de produção. Por parte dos pesquisadores e agentes públicos existe uma atenção especial na inter-relação entre ciência e avanço tecnológico, que por meio da difusão do conhecimento provoca mudanças na produtividade (Hayami & Ruttan, 1988; Vieira Filho & Fishlow, 2017).

A busca crescente por fontes renováveis para a produção de energia tem contribuído cada vez mais com o desenvolvimento tecnológico, frente à capacidade da inovação tecnológica de mitigar os efeitos negativos causados pelo uso de matérias-primas fósseis. O uso da biologia industrial ou *white biotechnology*, e as restrições ambientais favorecem o interesse por alternativas de matérias-primas renováveis (Barbosa & Rodrigues, 2019). Seguindo o desenvolvimento tecnológico, a agricultura tem se modernizado acompanhando e assimilando a evolução das inovações químicas e mecânicas, potencializadas e condicionadas pelas inovações biotecnológicas (Vieira Filho & Fishlow, 2017).

Diante das constantes mudanças ocorridas nos diversos setores produtivos, em especial de cunho tecnológico, a agroindústria canavieira mostra a sua capacidade inovativa; tal como a ampliação do padrão tecnológico, que teve como fonte mobilizadora os fornecedores de tecnologias, instituições de pesquisas e provedores de bens de capital, além de novas utilidades para a cana-de-açúcar (Dunham, Bomtempo & Fleck, 2011; Wissmann, 2017).

Um dos grandes avanços no desenvolvimento da agricultura está no uso do melhoramento genético. Diante disso, o desenvolvimento de novas variedades favorece a elevação da produção de cana via aumento da produtividade, tornando o Brasil um dos principais produtores de cana-de-açúcar do mundo (Clein, 2021). Mesmo assim, a revolução tecnológica afastada do processo de aprendizado não assegura tanto o aumento da produção, quanto a eficiência do conteúdo tecnológico (Vieira Filho & Fishlow, 2017). Quando observado a evolução da agroindústria canavieira no Brasil, verifica-se que o período de maior desenvolvimento tecnológico ocorreu entre as décadas de 1980 e 1990, tendo como característica a diminuição do investimento público no Proálcool, maior desregulamentação e avanço tecnológico (Shikida, 2014).

De acordo com estimativas da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento, 2020) a safra 2020/21 mostrou um incremento na produção de 3,5% se comparada à safra anterior, sendo a projeção de serem colhidas 665,1 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. O Sudeste, como o maior produtor, terá incremento na produção em torno de 436,4 milhões de toneladas (São Paulo e Minas Gerais são os destaques dessa região). No Centro-Oeste a estimativa é de decréscimo de aproximadamente 0,5% em relação à produção da safra anterior (139,8 milhões de toneladas), Goiás é o estado em evidência na região. Ao mesmo passo, o Sul terá redução de 2,7% na área colhida. A prospecção é de que haverá uma produção de 34,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar nos próximos anos no Sul. Tanto a produção canavieira do Centro-Oeste como do Sul vem sofrendo a forte concorrência com a cultura de grãos.

Ainda conforme CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento, 2020), o Nordeste terá um incremento na produção de 50,9 milhões de toneladas, 3,6% maior que na última safra. O Norte, produtor de 1% da cana nacional, terá uma perspectiva de aumento de 2,2% em relação à safra anterior, sendo sua produção estimada em 3,6 milhões de toneladas.

Embora o processo de modernização da agricultura brasileira tenha propiciado um conjunto de avanços técnicos e científicos, resultando no aumento da produtividade

agropecuária, a agroindústria da cana vem passando por uma crise sem precedentes. Conforme Silva (2019), cerca de 96 unidades produtoras do setor sucroenergético no Brasil encerraram suas atividades entre os anos de 2008 e 2015, sendo uma das causas desse malogro é o elevado nível de endividamento, aumento do custo de captação e restrições ao crédito. Conforme Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES – (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2017), o setor de açúcar e álcool é um dos setores com elevada inadimplência. G. R. Santos (2016) realçam também que a crise desse setor está relacionada com a elevação dos custos de produção, diminuição das margens de lucro, aumento dos custos de captação de recursos, além da crise financeira internacional e política governamental de controle dos combustíveis fósseis.

Isto posto, ao analisar a dinâmica da produção de cana-de-açúcar nos municípios que abrangem a região do Matopiba, por meio dos determinantes socioeconômicos e tecnológicos, para o ano de 2017, ressaltando a questão da produtividade, estar-se-á também verificando o seu comportamento para uma situação de crise setorial.

3 PANORAMA DA REGIÃO DO MATOPIBA

Sendo intitulado como a nova fronteira agrícola, a região do Matopiba abrange o Norte e Nordeste brasileiro, destacando-se nas áreas de cerrado pelo aumento das atividades agrícolas, que são pautadas, em geral, por tecnologia de alta produtividade (Magalhães & Miranda, 2014). A inserção do Matopiba como uma região geoeconômica é decorrente de mudanças territoriais que já estavam sendo executadas desde a década de 1960 no território de abrangência, posto que o Matopiba é proveniente em grande parte do capital estrangeiro (Xavier, 2019).

De acordo com Buainain et al. (2018), o Matopiba conta com uma extensão de 73 milhões de hectares, no qual 66 milhões são do bioma cerrado. A região é caracterizada erroneamente como vazios demográficos, entretanto, isso a diferencia das outras fronteiras no cerrado após os anos de 1970, dispondo também de um grupo populacional significativo em relação a uma baixa densidade populacional de áreas ocupadas. A dinâmica populacional do Matopiba teve o estímulo inicial dos fluxos populacionais da região do Nordeste, isso também a distingue das frentes pioneiras encarregadas pela primeira ocupação da Amazônia e do Centro-Oeste. Bolfe et al. (2016, p. 56) salientam, entretanto, que “os principais atores do crescimento da produção agrícola no Matopiba foram os agricultores, em

grande número vindos do Sul do País. Em sua maioria [...] pequenos produtores de gestão eminentemente familiar.”

Segundo Miranda, Magalhães e Carvalho (2014b), a expressão Matopiba é decorrente da união das iniciais dos estados do Maranhão (MA), Tocantins (TO), Piauí (PI) e Bahia (BA), seus limites correspondem a 31 Microrregiões geográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A área contempla 324.326 estabelecimentos agrícolas que corresponde a 33,9 milhões de hectares, 46 unidades de conservação equivalente a 8,3 milhões de hectares, 35 terras indígenas que perfaz 4,1 milhões de hectares, 781 assentamentos de reforma agrária e áreas quilombolas equivalente a 3 milhões de hectares, representando um total territorial de 14 milhões de hectares que está legalmente distribuído em 19,1% da região. A Figura 1 exibe a delimitação territorial do Matopiba.

A Figura 1 evidencia a delimitação territorial da região do Matopiba, nela é possível observar que Tocantins é o único a ser totalmente englobado na citada delimitação, já os demais estados contemplam parcialmente a região. Assim, os municípios que compõem a região estão na Portaria n. 244, de 12 de novembro de 2015, do MAPA, abrangendo o PDA. O Matopiba contém 337 municípios, localizados na Bahia (30), Maranhão (135), Piauí (33) e Tocantins (139). A divisa dos estados do Maranhão e Piauí possui a maior aglomeração de municípios (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015).

A expansão agrícola nessa região é influenciada pela produção em grande escala de grãos e de fazendas mecanizadas. Sua urbanização está ligada com a migração rural urbana intrarregional, dado que entre o período de 1991 a 2010 houve uma redução de 14% da população rural na região (Bragança, 2018; Buainain et al., 2018).

No Matopiba, a produção vegetal vem priorizando as culturas temporárias de soja e milho, e, segundo prospecções do MAPA para os anos-safras de 2019/2020 a 2029/2030, haverá expansão da área plantada em 15% nos próximos dez anos. Produzindo aproximadamente 32,7 milhões de toneladas de grãos, dentro de uma área plantada de 8,8 milhões de toneladas ao final desse período. As estimativas para a região são potencialmente fortalecidas por suas condições edafoclimáticas, como de dias longos e de maior intensidade solar, solos planos e potencialmente produtivos, além de disponibilidade de água. Ainda segundo o estudo, a limitação maior do Matopiba está relacionada com a logística dos transportes terrestre, portuário e de comunicação, como também pela falta de serviços financeiros em algumas áreas (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020).

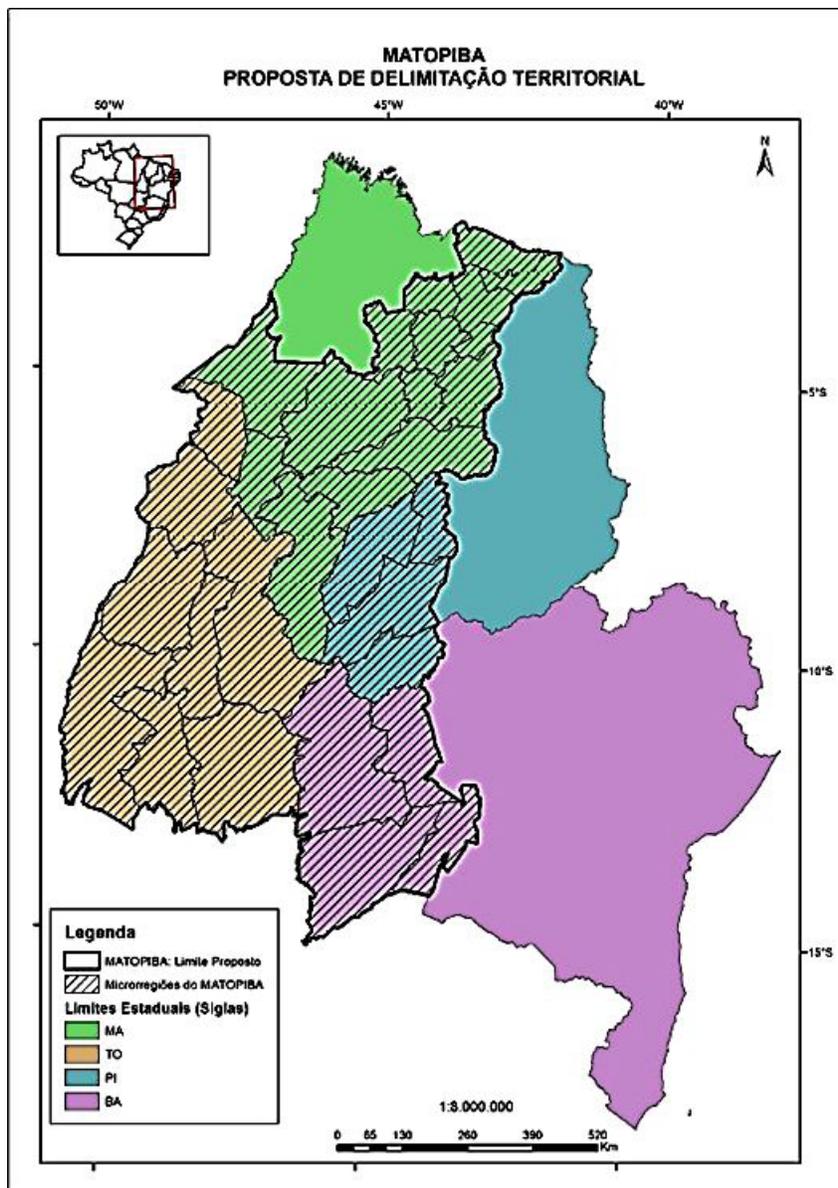


FIGURA 1 – Delimitação territorial do Matopiba e as 31 Microrregiões geográficas do IBGE que a compõem
 Fonte: Miranda et al. (2014a)

No âmbito da expansão da fronteira agrícola, mudanças na posse de terras, crescimento das cidades, investimentos governamentais e privados (infraestrutura/logística), indicam que a região desfruta de atributos e performance distintas quando comparada com outras regiões brasileiras (Miranda et al., 2014b). Conforme Brugnera e Dalchiavon (2017), os investimentos internos/externos na região são oriundos das instituições públicas

e/ou privadas, sendo estes motivados pela perspectiva de crescimento regional. Tais investimentos tem o escopo de maximizar a estrutura das áreas produtivas, comerciais e de escoamento, além de fomentar emprego e renda para a população regional. A inserção de novas ferrovias para o escoamento da safra é um desses investimentos, a título de infraestrutura, conectando os portos do Nordeste brasileiro às regiões produtoras.

É importante ressaltar que a região dispõe de uma estrutura mínima de estradas que estabelece a conexão dos centros produtores aos principais portos e capitais brasileiras, mas precisa alicerçar o seu desenvolvimento com novas atividades econômicas e industriais (Santos Filho, Talamini, Scheuermann & Bertol, 2016). A agricultura e o setor público são as atividades principais para geração de renda autônoma no Matopiba. Entretanto, a indústria e o comércio são estimulados pela renda gerada por esses dois setores. A maior parte dos municípios considera o setor público como um vetor econômico relevante, devido sua renda mais estável (Buainain et al., 2018).

Na ótica de C. C. M. Santos (2018), o Matopiba, mesmo sendo uma região agrícola em crescimento, necessita de maiores investimentos em infraestrutura de estradas e energia. Os seus espaços e territórios são almejados por possuírem capacidades produtivas para a soja, milho, algodão, cana-de-açúcar, café etc., bem como transações imobiliárias agrícolas com os estrangeiros. Para Mingoti, Brasco, Holler, Lovisi Filho e Spadotto (2014), essa região possui cenários de diversidade e complexidade acerca das questões sociais sobre: convivência territorial; agricultura empresarial e familiar; áreas de preservação; territórios indígenas e quilombolas; solo e clima.

Pereira, Castro e Porcionato (2018) salientam que em 2015 o PIB *per capita* a preços correntes no Brasil foi de R\$ 8.911,00, enquanto a região do Matopiba exibiu no mesmo período R\$ 4.303,00, sendo que Tocantins apontou o maior PIB *per capita* (R\$ 5.802,00). Vale destacar que 48,4% do PIB da região foi resultado de cinco Microrregiões produtivas, sendo elas: Barreiras, Imperatriz e Porto Nacional, localizadas no Centro do Tocantins; Araguaína, no Norte do Tocantins; e Médio Mearim situada no Nordeste do Maranhão. De 2002 a 2015, o PIB do Matopiba aumentou 92%, destacando-se, por exemplo, o Alto Parnaíba Piauiense que em 2015 atingiu o PIB de R\$ 617 milhões, um crescimento de 431%. Com efeito, o PIB *per capita* da região está crescendo, mas ainda possui um desempenho inferior às médias nacionais dos estados do Nordeste que compõem a região Matopiba.

Segundo Buainain et al. (2018), mesmo com a dinamização da agropecuária nos locais de cerrado, o Matopiba ainda carece de transformações econômicas e estruturais, sendo um dos seus entraves a concentração de renda em alguns municípios e as disparidades existentes no interior das regiões. Em virtude da expansão dos investimentos e da atividade econômica local, houve um acréscimo da tributação nos municípios acarretando aos mesmos uma menor dependência das transferências

governamentais. Os autores ressaltam que esse movimento influenciará o crescimento da infraestrutura institucional, refletindo positivamente nos índices de desenvolvimento humano regional.

Desse modo, verifica-se que o Matopiba é caracterizado como nova fronteira agrícola, em razão de atividades agrícolas presentes na região e pela inserção da tecnologia de alta produtividade, embora não homogênea em culturas e espaços territoriais. Apesar da expansão da fronteira, crescimento das cidades, investimentos governamentais e privados nas áreas de infraestrutura e logística, a região ainda necessita de melhorias na infraestrutura de estradas e energia. No âmbito socioeconômico, é essencial uma melhor distribuição de renda, visto que este espaço territorial possui problemas sociais e concentração de renda em determinados municípios que impulsionam as desigualdades regionais.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A análise fatorial é uma técnica estatística multivariada que visa agrupar variáveis interdependentes a um conjunto de fatores. Neste trabalho, a técnica estatística escolhida tem como base o método de componentes principais, associado à rotação ortogonal Varimax com base em Mingoti (2005), Hair Júnior, Black, Babin, Anderson e Tatham (2009) e Fávero e Belfiore (2017).

Para Fávero e Belfiore (2017), na análise fatorial, as técnicas explanatórias são importantes quando se pretende examinar as variáveis que possuem uma elevada correlação entre si, objetivando compreender o comportamento do conjunto das variáveis originais mediante a formação de fatores. Nesse contexto, o método de componentes principais proporciona que um conjunto de variáveis originais interdependentes realizem combinações lineares entre si, resultando em outro conjunto denominado fatores. Seus objetivos principais são: redução estrutural; análise da validade dos constructos preliminarmente instituídos; desenvolvimento de *rankings*; e, inexistência de multicolinearidade (extração dos fatores ortogonais, seguido da utilização das técnicas multivariadas confirmatórias).

Não é intuito deste artigo detalhar como se dá o método da extração de fatores conhecido como componentes principais (redução estrutural), bem como testar a adequação do modelo de análise fatorial pela estatística de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e do teste de esfericidade de Bartlett, sobre isto ver: Bartlett (1954), Mingoti (2005), Hair Júnior et al. (2009) e Fávero e Belfiore (2017). Sobre trabalhos que empregaram essa técnica de estatística

multivariada para o agronegócio, ver: Hoffmann (1992), Lobão, Corrêa, Wenningkamp, Shikida e Alencar (2016), Garcia, Wander, Muniz e Cunha (2020), dentre outros.

Com o escopo de analisar a dinâmica da produção de cana-de-açúcar nos municípios que abrangem a região do Matopiba, por meio dos determinantes socioeconômicos e tecnológicos, para o ano de 2017, ressaltando a questão da produtividade, foram utilizadas 21 variáveis que possibilitam analisar a dinâmica produtiva da região.

A seguir são apresentadas as variáveis selecionadas que evidenciam as questões socioeconômicas e tecnológicas, sendo embasadas nos estudos de Hoffmann (1992), Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004), Shikida (2010), Alencar e Silva (2011), Costa, Almeida, Ferreira e Silva (2013) e Castro, Miranda e Lima (2015), que discutiram a modernização agrícola, analisando aspectos socioeconômicos do setor agropecuário e produtivo.

As variáveis são: **V1_MA** – População; **V2_MA** – Quantidade de vínculos Consolidação das Leis do Trabalho (CLT); **V3_MA** – PIB; **V4_MA** – Quantidade de vínculos estatutários; **V5_MA** – Número de matrículas nos anos finais do ensino fundamental; **V6_MA** – Número de matrículas do ensino médio; **V7_MA** – Número de matrículas da educação profissional; **V8_MA** – Produção da cana-de-açúcar (toneladas); **V9_MA** – Área plantada total (ha); **V10_MA** – IFDM-Saúde; **V11_MA** – IFDM-Educação; **V12_MA** – Número de estabelecimentos agropecuários que recebe orientação técnica; **V13_MA** – Número de estabelecimentos agropecuários com orientação técnica pública (federal, estadual ou municipal); **V14_MA** – orientação técnica própria ou do próprio produtor; **V15_MA** – Número de estabelecimentos agropecuários que não recebe orientação técnica; **V16_MA** – Quantidade de tratores; **V17_MA** – Quantidade de adubadeiras e/ou distribuidoras de calcário; **V18_MA** – Número de estabelecimentos agropecuários que fez adubação; **V19_MA** – Número de estabelecimentos agropecuários que não fez adubação; **V20_MA** – Número de estabelecimentos agropecuários próprios; **V21_MA** – Número de estabelecimentos agropecuários arrendados.

As variáveis foram extraídas da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP) e Ministério do Trabalho (MTB) (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, 2021a, 2021b; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021a, 2021b, 2021c; Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2021a, 2021b, 2021c; Ministério do Trabalho,

2021a, 2021b). Entre as fontes de dados do IBGE, destaca-se o Censo Agropecuário de 2017 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021a). A variável PIB dos municípios foi deflacionada pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) com base no ano de 2017 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021c; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2021).

No presente estudo, as variáveis IFDM-Saúde e IFDM-Educação foram utilizadas como uma *proxy* para o ano de 2017, devido à disponibilidade dos dados serem contemplados até o período de 2016. Destaca-se que apesar da pesquisa utilizar 21 variáveis, outras foram introduzidas no modelo, mas não apresentaram comunalidade suficiente (>0,5) para permanecerem como variáveis robustas na análise fatorial utilizada, fazendo-se necessário sua exclusão do modelo fatorial.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa, por meio do método de análise multivariada, utilizou a matriz M (337×21), analisando 337 municípios e 21 variáveis. Inicialmente com a aplicação do teste de Bartlett, significativo a 1%, verificou-se que a hipótese nula foi rejeitada, afirmando que a matriz de correlação é uma matriz identidade. O teste de KMO analisou a adequabilidade dos dados, com o resultado de 0,783 assegurou que a utilização da análise fatorial é viável. Para a determinação da quantidade de fatores, optou-se pela regra de Kaiser ou critério da raiz latente, que preconiza a aceitação de apenas autovalores superiores a 1, dado que autovalores abaixo de 1 são classificados como insignificantes.

Posto isto, constatou-se que 5 fatores possuem autovalores superiores a 1, explicando as características das 21 variáveis originais. Com a intenção de maximizar as cargas fatoriais aplicou-se o método de rotação ortogonal Varimax, redistribuindo as cargas para fatores com menores percentuais de variância. Após a rotação, os 5 fatores encontrados apresentaram variância acumulada de 81% (Tabela 1).

Na Tabela 2 são apresentadas as cargas fatoriais e as comunalidades. A comunalidade evidencia a participação da variância de uma variável, contribuindo para a formação de um determinado fator. De acordo com Hair Júnior et al. (2009), a comunalidade deve ser > 0,5, por isso, considerou-se apenas as variáveis que atenderam a esse critério, e todos os valores identificados asseguram que as variáveis possuem sua variabilidade absorvida e caracterizada pelos cinco fatores. Em negrito estão destacados os maiores coeficientes das variáveis.

TABELA 1 – Autovalores, variância explicada por cada fator e variância acumulada

Fator	Autovalor	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
Fator 1	8,353	29,59	29,59
Fator 2	3,263	19,24	48,83
Fator 3	3,029	18,14	66,97
Fator 4	1,321	8,45	75,42
Fator 5	1,044	5,58	81,00

Fonte: Resultado da pesquisa (2021)

TABELA 2 – Cargas fatoriais e comunalidades

Variáveis	Cargas fatoriais					Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	
V1_MA	0,901	0,120	0,310	0,063	0,110	0,938
V2_MA	0,960	0,175	-0,066	0,105	-0,024	0,968
V3_MA	0,901	0,365	-0,019	0,041	0,040	0,948
V4_MA	0,858	-0,002	-0,016	0,132	-0,110	0,767
V5_MA	0,861	0,101	0,368	0,038	0,135	0,906
V6_MA	0,893	0,109	0,328	0,064	0,089	0,930
V7_MA	0,901	0,120	0,039	0,176	-0,005	0,859
V8_MA	0,007	0,046	-0,014	0,053	0,784	0,620
V9_MA	0,114	0,798	-0,037	-0,339	0,124	0,782
V10_MA	0,052	0,058	-0,421	0,587	-0,004	0,528
V11_MA	0,153	0,106	-0,352	0,658	0,209	0,635
V12_MA	0,410	0,562	0,354	0,490	-0,162	0,875
V13_MA	0,389	0,137	0,329	0,640	-0,219	0,736
V14_MA	0,166	0,864	0,213	0,134	-0,061	0,841
V15_MA	0,177	0,116	0,938	-0,097	0,089	0,941
V16_MA	0,118	0,836	0,081	0,289	-0,018	0,802
V17_MA	0,070	0,942	-0,042	0,064	0,061	0,903
V18_MA	0,290	0,611	0,371	0,141	-0,150	0,638
V19_MA	0,155	0,053	0,940	-0,079	0,112	0,929
V20_MA	0,122	0,316	0,851	-0,049	-0,116	0,855
V21_MA	0,154	-0,127	0,499	-0,119	0,555	0,611

Fonte: Resultados da pesquisa (2021)

Para a interpretação das cargas fatoriais considerou-se o entendimento de Hair Júnior et al. (2009), que estabelece como valores de nível mínimo para interpretação entre $\pm 0,30$ a $\pm 0,40$, cargas de valores significativos acima de $\pm 0,50$, e cargas a partir de $\pm 0,70$ são consideradas bem estruturadas.

Observa-se que na Tabela 2 os fatores foram nomeados de acordo com as características das variáveis

que apresentaram as maiores cargas fatoriais. Com isso, obteve-se a seguinte nomenclatura:

Fator 1 – Socioeconômico e educacional;

Fator 2 – Área plantada e estabelecimentos próprios com orientação técnica e alta tecnificação;

Fator 3 – Estabelecimentos próprios com pouca orientação técnica e baixo manejo de adubação;

Fator 4 – Desenvolvimento municipal e orientação técnica pública; e,

Fator 5 – Produção da cana e estabelecimentos arrendados.

O Fator 1 exibe o maior percentual e o maior número de variáveis, com respectivamente 29,59% da variância total e 7 variáveis. Essas variáveis possuem cargas fatoriais > 0,85, sendo elas: População (V1_MA); Quantidade de vínculos CLT (V2_MA); Produto Interno Bruto (PIB) (V3_MA); Quantidade de vínculos estatutários (V4_MA); Número de matrículas nos anos finais do ensino fundamental (V5_MA); Número de matrículas do ensino médio (V6_MA); e Número de matrículas da educação profissional (V7_MA). Constata-se que todas essas variáveis têm alta correlação, asseverando a convergência das características por elas apresentadas, que justificam a nomenclatura Socioeconômico e educacional.

As altas cargas fatoriais do F1 mostram o quanto o nível de escolaridade da população dos municípios do Matopiba está relacionado com o número de empregos formais, mediante a associação com a variável Quantidade de vínculos, ou seja, a empregabilidade. Na visão de Balassiano, Seabra e Lemos (2005), a empregabilidade tem na educação básica e na qualificação profissional o caminho para a solução de problemas ligados ao desemprego. Tal fato mostra a capacidade de assimilação do Fator 1 sobre as condicionantes sociais do Matopiba para a geração de empregos.

No Fator 2 constata-se um percentual de variância de 19,24%, sendo este constituído pelas variáveis: Área plantada total (ha) (V9_MA); Número de estabelecimentos agropecuários que recebe orientação técnica (V12_MA); Orientação técnica própria ou do próprio produtor (V14_MA); Quantidade de tratores (V16_MA); Quantidade de adubadeiras e/ou distribuidoras de calcário (V17_MA) e Número de estabelecimentos agropecuários que fez adubação (V18_MA). Além do mais, essas variáveis mensuram o caráter produtivo dos estabelecimentos do Matopiba, bem como o grau de assistência técnica e o uso de tecnologias que favorecem a produtividade. Logo, sua nomenclatura – Área plantada e estabelecimentos próprios com orientação técnica e alta tecnificação – faz-se pertinente.

O Fator 3 apresenta alta correlação com 3 variáveis: Número de estabelecimentos agropecuários que não recebe orientação técnica (V15_MA); Número de estabelecimentos agropecuários que não fez adubação (V19_MA); e Número de estabelecimentos agropecuários próprios (V20_MA). Com uma variância de 18,14%, este fator evidencia um contraste na região do Matopiba, ou seja, existem estabelecimentos agropecuários próprios que,

ao contrário do Fator 2, não recebem orientação técnica. Ademais, também não possuem como prática de manejo a utilização da adubação. O título de Estabelecimentos próprios com pouca orientação técnica e baixo manejo de adubação para este fator se torna apropriado.

Já o Fator 4 tem variância explicada de 8,45%, sendo composto pelas variáveis IFDM- Saúde (V10_MA), IFDM-Educação (V11_MA) e Número de estabelecimentos agropecuários com orientação técnica pública (federal, estadual ou municipal) (V13_MA). Essas variáveis apresentam uma interessante correlação, que pode ser atribuída ao fato de a grande maioria dos municípios da região estudada ser contemplados com vários programas de assistência técnica que, além do caráter produtivo, preocupam-se com os indicadores socioeconômicos.

O Fator 5 é composto por duas variáveis, Produção da cana-de-açúcar (toneladas) (V8_MA) e Número de estabelecimentos agropecuários arrendados (V21_MA). Estas variáveis indicam as mais elevadas correlações deste fator, contudo, denotam a menor variância entre os cinco fatores, com 5,58%. Essa especificidade mostra que os municípios com as maiores produções de cana apresentam relação com a quantidade de estabelecimentos arrendados. Tal panorama, comparativamente à exploração agropecuária, especialmente de grãos (soja e milho) no Matopiba, bem como o fato de a cultura canavieira ter áreas produtivas que chegam, em média, a 124,5 ha na região, ressaltam sua limitação ante a Área plantada e estabelecimentos próprios com orientação técnica e alta tecnificação. Galindo e Carvalho (2016), por exemplo, apontam que a cultura da cana-de-açúcar é inviável em áreas menores que 100 hectares. No Matopiba as grandes explorações agropecuárias, em termos de extensão de terras, priorizam a produção de grãos e a pecuária, a cana-de-açúcar não chegou nesse *status*.

Procurando verificar especificidades municipais, a análise dos fatores ateu-se aos 20 municípios com maior produção no Matopiba para a cultura da cana-de-açúcar, com foco na contribuição dos fatores sobre a produtividade. Verifica-se que os municípios apresentam uma grande heterogeneidade quanto à produtividade canavieira, variando de 87,7 a 57,0 ton/ha, com uma média de 67,9 ton/ha. Entretanto, dos municípios observados, apenas 5 apresentaram produtividade acima da média nacional (74,7 ton/ha) – (Tabela 3).

Na Tabela 3 são apresentados os cinco municípios do Matopiba que apresentam os maiores índices de produtividade da cana-de-açúcar: Porto Franco (MA); Marianópolis do Tocantins (TO); Bom Jesus do Tocantins (TO); Pedro Afonso (TO); e Tupirama (TO). Esses

resultados corroboram com as informações disponibilizadas pela Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura de Tocantins (SEAGRO, 2017), que indica que 90% da produção de cana-de-açúcar encontra-se na região de Pedro Afonso, englobando os municípios de Bom Jesus do Tocantins (TO), Pedro Afonso (TO) e Tupirama (TO).

O município de Porto Franco (MA) é o maior produtor do Maranhão, sendo a cana-de-açúcar uma das dez culturas mais produzidas, contribuindo com R\$ 224,3 mil, equivalente a 5,7% da produção total maranhense, conforme a Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Pesca do Maranhão (2017). Este município está dentro dos padrões do Zoneamento Agrícola de Risco Climático, conforme Portaria n°. 279/10, de 23/08/2010, sendo apto ao cultivo da cana para produção de açúcar e etanol. Essa

delimitação considera as condições de exigências térmicas e hídricas, a aptidão climática, a produtividade, o nível de tecnologia, os solos e o relevo do município (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010).

É importante destacar que apesar de Porto Franco (MA) aparecer como o maior produtor canavieiro do Matopiba, foi o Estado do Tocantins que representou o maior exemplo de frente de expansão capitalista e fronteira da estrangeirização da terra. Tocantins não produzia cana-de-açúcar até 1990, e em 2000 apresentou baixa produção (600 toneladas), porém, no ano de 2013 foi o estado de maior produção da commodity (Pereira & Pauli, 2016). Ainda segundo os autores, Pedro Afonso (TO) representou um exemplo de expansão da fronteira agrícola nessa região, já que até o ano de 2000 não possuía nenhuma produção canavieira.

TABELA 3 – Carga fatorial dos 20 municípios com maiores produtividades da cana-de-açúcar

Estado	Municípios	Municípios com maiores produtividades de cana (ton/ha)	Cargas Fatoriais				
			F1	F2	F3	F4	F5
MA	Porto Franco	87,7	-0,137	0,561	-0,076	1,812	0,388
TO	Marianópolis do Tocantins	82,7	-0,569	0,674	-0,268	1,780	0,571
TO	Bom Jesus do Tocantins	80,0	-0,293	-0,216	-0,770	0,632	0,720
TO	Pedro Afonso	80,0	0,070	0,133	-0,896	0,607	0,294
TO	Tupirama	80,0	-0,346	-0,066	-1,048	0,585	0,365
MA	Tuntum	73,0	-0,132	0,187	1,269	0,883	0,095
MA	Campestre do Maranhão	69,5	-0,329	-0,050	-1,048	1,294	4,389
TO	Abreulândia	65,2	-0,470	0,324	-0,517	0,788	0,384
TO	Monte Santo do Tocantins	65,0	-0,433	0,067	-0,746	0,240	0,621
TO	Pugmil	65,0	-0,316	-0,298	-1,055	0,565	0,837
TO	Divinópolis do Tocantins	64,8	-0,509	0,534	-0,372	0,697	0,918
TO	Almas	63,8	-0,336	0,161	-0,689	1,169	0,703
TO	Aurora do Tocantins	62,9	-0,215	-0,293	-0,728	-0,423	0,408
MA	Timon	61,7	2,585	-0,597	2,268	1,610	0,311
MA	Ribamar Fiquene	61,4	-0,285	0,105	-0,494	-0,044	0,776
MA	Colinas	61,3	0,375	-0,543	0,638	-0,738	0,263
PI	Santa Luz	60,0	-0,200	-0,313	-0,572	-0,289	0,392
BA	Santana	58,4	-0,276	0,676	2,298	0,427	-1,231
MA	São Raimundo das Mangabeiras	58,1	-0,313	0,849	-0,769	0,575	10,634
MA	Mirador	57,0	-0,011	-0,463	0,843	-1,216	0,164

Fonte: Resultados da pesquisa (2021)

Quanto à carga fatorial dos municípios, observa-se de modo individualizado as características das variáveis inerentes a cada fator, pois a interpretação dos escores consiste em analisar a situação das variáveis para o fator, verificando aqueles que estão acima ou abaixo da média. Os escores acima da média são aqueles superiores a zero, o valor zero corresponde à média, por outro lado, os negativos estão abaixo da média. Nesse sentido, vários trabalhos analisam os escores fatoriais extraídos por meio da análise fatorial, e encontraram resultados interessantes (Melo & Parré, 2007; Shikida, 2010; Stallivieri, Brito, Campos & Vargas, 2010; Campos & Carvalho, 2011; Garcia et al., 2020).

Analisando os escores do Fator 1, apura-se que, dos 20 municípios analisados, apenas 3 são positivos, enquanto 17 apresentam valores negativos, o que mostra que somente 15% dos municípios estão acima da média para os níveis Socioeconômico e educacional. O maior escore identificado foi de 2,585, pertencente ao município de Timon (MA) – que faz fronteira com a capital do Piauí –, e o menor escore foi de -0,569 de Marianópolis do Tocantins (TO).

Considerando o Fator 2, a quantidade de escores positivos é superior aos negativos, com 11 valores acima de zero e 9 negativos. Essa característica mostra que 55% dos municípios apresentam atributos favoráveis quanto à área plantada e estabelecimentos próprios com orientação técnica e alta tecnificação. Nesse contexto, o município que mais se destaca é São Raimundo das Mangabeiras (MA), com escore de 0,849, enquanto Timon (MA) apresenta o menor (-0,597).

O Fator 3 apresenta escores máximos e mínimos de 2,298 e -1,055, respectivamente, das cidades de Santana (BA) e Pugmil (TO). Isso mostra que 75% dos 20 municípios com maiores produtividades da cana-de-açúcar no Matopiba estão abaixo da média quando se refere a quantidade de estabelecimentos agropecuários próprios que não recebem assistência técnica e não realizam o manejo de adubação. Nessa perspectiva, infere-se que a maioria dos estabelecimentos privados realizam manejos de adubação e possuem algum serviço de assistência técnica.

Já o Fator 4 do total de municípios analisados, 15 apresentaram escores positivos, ou seja, 75% estão acima da média referente ao desenvolvimento municipal e orientação técnica, e 25% abaixo da média. Porto Franco (MA), com escore de 1,812, é o município com valor mais elevado, este comportamento pode ser explicado por conter estruturas de cunho estratégico. Esse município é banhado pelo Rio Tocantins e tem acesso com as rodovias federais (BR-010 e BR-226), rodovia estadual (MA-336), uma via férrea (Ferrovia Norte-Sul) e o Linhão Norte Sul da empresa fornecedora de energia elétrica (Eletronorte). Estas características

são atrativas para diversos empreendimentos, assim, de acordo com a Confederação Nacional de Dirigentes Lojistas (2016), em 2016 havia 1.677 empresas instaladas na localidade, entre elas a Bunge, Multigrain, Cargil Agrícola S/A, Ceagro e ABC Indústria de Comércio S/A. Com esse leque de possibilidades nos setores atacadista, varejista, alimentício, construção e outros, a região é importante polo gerador de empregos e motor gerador da economia local, caracterizando o município, no quesito desenvolvimento municipal e orientação técnica pública, o mais destacado.

De forma oposta, Mirador (MA) apresentou o menor escore (-1,216), o que indica o baixo desenvolvimento do município, seguido do baixo nível de orientação técnica. Essa carência de assistência técnica indica um menor uso de novas tecnologias, assim como pouca implementação de inovações no setor produtivo. Segundo Khan e Silva (1997), o desenvolvimento agrícola de uma região só ocorre por meio da utilização prática dos conhecimentos científicos provenientes de pesquisas voltadas à realidade do produtor.

Considerando o Fator 5, verifica-se que este fator é o que apresenta a maior quantidade de escores superiores a zero, um total de 19 (95%), exibindo que a produção da cana-de-açúcar e o nível de estabelecimentos agropecuários arrendados, para a maioria dos municípios analisados, estão acima da média. O município que apresenta o maior escore é São Raimundo das Mangabeiras (MA), com 10,634, e o menor foi em Santana (BA), com -1,231. Essas posições também foram observadas pelos dados do Censo Agropecuário de 2017. Além disso, vale lembrar que São Raimundo das Mangabeiras foi o município com o maior escore de 0,849 do Fator 2 (Área plantada e estabelecimentos próprios com orientação técnica e alta tecnificação).

Os resultados ora expostos, evidenciam que na região os fatores educacionais estão relacionados com o número de empregos formais, o grau de assistência técnica e o uso de tecnologias que aprimoram a produtividade. Entretanto, ainda há falta de orientação técnica aos estabelecimentos agropecuários próprios, impossibilitando o seu aperfeiçoamento nas técnicas de manejo e adubação, visto que a grande quantidade de estabelecimentos, nos municípios com maior produtividade de cana-de-açúcar, são arrendados.

Nos municípios que não exibiram bons resultados em relação aos fatores socioeconômicos e produtivos da cana-de-açúcar, o governo pode intervir por meio de políticas públicas orientadas para cada realidade local, pois, além de possibilitar alcançar bons resultados sociais, contribuirá para a expansão produtiva e o desenvolvimento socioeconômico da região do Matopiba.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo geral analisar a dinâmica da produção de cana-de-açúcar nos municípios que abrangem a região do Matopiba, por meio dos determinantes socioeconômicos e tecnológicos, para o ano de 2017 (último Censo Agropecuário disponível), ressaltando a questão da produtividade. Espera-se, com este trabalho, contribuir com os diversos agentes dos setores do agronegócio, como agricultores e usineiros, e formuladores de políticas públicas, por meio de dados que possam auxiliar com a expansão e o desenvolvimento socioeconômico da região.

Uma das questões fundamentais para o direcionamento do presente trabalho está no crescente dinamismo do Matopiba, que paulatinamente tem centralizado a sua economia na produção agrícola, essencialmente a de culturas temporárias, o que confere a necessidade de investigação sobre os municípios que têm uma produtividade significativa na cultura canavieira. Essa atividade, quando ligada à agroindústria, mostra-se relevante para o desenvolvimento de uma região, principalmente por seu aporte tecnológico.

Por meio da análise multivariada foi possível determinar cinco fatores para o desenvolvimento dos municípios produtores de cana-de-açúcar na região do Matopiba, utilizando variáveis que envolvem as dimensões socioeconômica, tecnológica e produtiva. Os principais fatores foram: Socioeconômico e educacional; Área plantada e estabelecimentos próprios com orientação técnica e alta produtividade; Estabelecimentos próprios com pouca orientação técnica e baixo manejo de adubação; Desenvolvimento municipal e orientação técnica pública; e, Produção da cana-de-açúcar e estabelecimentos arrendados.

Os resultados da análise dos escores fatoriais mostraram que os municípios com as maiores produtividades de cana-de-açúcar no Matopiba apresentam grande heterogeneidade no tocante ao desenvolvimento socioeconômico e tecnológico, sendo que o município com a maior produtividade apresentou maior destaque no fator relacionado ao Desenvolvimento municipal e orientação técnica pública. Além disso, verificou-se que os fatores F1 e F3 estão abaixo da média na maioria dos 20 municípios, apontando a grande vulnerabilidade quanto aos aspectos socioeconômicos dos municípios.

Ressalta-se, ainda, que as diferenças quanto ao dinamismo no Matopiba assentam-se nas mais diversas dimensões, principalmente socioeconômicas. Evidencia-se, portanto, que nem todos os municípios com as maiores

produtividades de cana-de-açúcar apresentam características semelhantes quanto aos fatores encontrados no estudo, destacando maior dinamicidade nas variáveis tecnológicas e produtivas. As diferentes características dos fatores mostram o grau de desigualdade inter-regional, guiados principalmente pelas condições educacionais e tecnológicas, o que reflete as peculiaridades de cada estado que compõem o Matopiba.

Por fim, verifica-se a essencialidade de estudos que busquem compreender com maior detalhe as principais características inovativas dos centros produtores de cana-de-açúcar na região do Matopiba, no sentido de classificar os municípios quanto às características tecnológicas. Uma das formas sugeridas, converge para uma pesquisa de campo que utilize dados primários, ao invés do presente artigo que utilizou dados secundários e cálculo estatístico. A riqueza de uma pesquisa qualitativa, concatenada com uma quantitativa, permite explorar melhor o objeto de pesquisa.

7 AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

8 REFERÊNCIAS

- Alencar, J. J., & Silva, R. G. (2011). Política agrícola e modernização Rondônia e Acre em evidência. *Revista de Política Agrícola, Ano XX*, (3), 5–18.
- Alves, E., Contini, E., & Hainzelin, E. (2005). Transformações da agricultura brasileira e pesquisa agropecuária. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 22, (1), 37–51.
- Balassiano, M., Seabra, A. A., & Lemos, A. H. (2005). Escolaridade, salários e empregabilidade: tem razão a teoria do capital humano? *Revista de Administração Contemporânea*, 9, (4), 31–52.
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). (2017). *Livro verde: nossa história tal como ela é*. SBNDES.
- Barbosa, G. F., & Rodrigues, W. (2019). Perspectivas para o desenvolvimento da indústria baseada em matérias-primas renováveis no Brasil: uma análise regionalizada. *Informe Gepec*, 23(2), 65–83.

- Bartlett, M. S. (1954). A note on the multiplying factors for various χ^2 approximations. *Journal of the Royal Statistical Society*, 16(2), 296–298.
- Bolfe, E. L., Victória, D. C., Contini, E., Bayma-Silva, G., Spinelli-Araujo, L., & Gomes, D. (2016). Matopiba em crescimento agrícola: aspectos territoriais e socioeconômicos. *Revista de Política Agrícola, Ano XXV* (4), 38–62.
- Bragança, A. (2018). The economic consequences of the agricultural expansion in Matopiba. *Revista Brasileira de Economia*, 72(2), 161–185.
- Brugnera, J. V., & Dalchiavon, F. C. (2017). Modal ferroviário e transporte de soja no Matopiba. *Revista IPecege*, 3(4), 48–56.
- Buainain, A. M., Alves, E., Silveira, J. M., & Navarro, Z. (2014). *O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola*. EMBRAPA.
- Buainain, A. M., Garcia, J. R., & Vieira Filho, J. E. R. (2018). A economia agropecuária do Matopiba. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 26(2), 376–401.
- Campos, K. C., & Carvalho, F. M. A. (2011). Índice de Inovação: hierarquização dos produtores do arranjo produtivo local de fruticultura irrigada, estado do Ceará. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 49(3), 741–770.
- Campos, R., Pires, G. F., & Costa, M. H. (2020). Soil carbon sequestration in rainfed and irrigated production systems in a new Brazilian agricultural frontier. *Agriculture*, 10(5), 1–14.
- Castro, L. S., Miranda, M. H., & Lima, J. E. (2015). Indicadores sociais de desenvolvimento e a produção de soja: uma análise multivariada nos 150 maiores municípios produtores brasileiros. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 11(1), 69–87.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). (2017). *PIB de cadeias agropecuárias*. CEPEA. <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-de-cadeias-agropecuarias.aspx>
- Clein, C. (2021). *Motivos e consequências da falência de agroindústrias canavieiras no Estado do Paraná*. 2021. 109 f. [Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná], Toledo/Brasil.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2020). *Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar*. CONAB. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>
- Confederação Nacional de Dirigentes Lojistas (CNDL). (2016). *Análise econômica mercadológica*. CNDL. http://www.cndl.org.br/upload/comunicacao/An%C3%A1lise%20de%20Mercado/Analise_de_Mercado_MA.xlsx%20
- Costa, C. C. M., Almeida, A. L. T., Ferreira, M. A. M., & Silva, E. A. (2013). Determinantes do desenvolvimento do setor agropecuário nos municípios. *Revista de administração*, 48(2), 295–309.
- Decreto n. 8.447, de 6 de maio de 2015. (2015). Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, n. 85. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8447.htm
- Dunham, F. B., Bomtempo, J. V., & Fleck, D. L. (2011). A estruturação do sistema de produção e inovação sucroalcooleiro como base para o Proálcool. *Revista Brasileira de Inovação*, 10(1), 35–72.
- Fávero, L. P., & Belfiore, P. (2017). *Manual de análise de dados*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan). (2021a). *Evolução do IFDM Educação – 2005 a 2016*. <https://firjan.com.br/ifdm/downloads/>
- Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan). (2021b). *Evolução do IFDM Saúde – 2005 a 2016*. <https://firjan.com.br/ifdm/downloads/>
- Ferreira Júnior, S., Baptista, A. J. M. S., & Lima, J. E. (2004). A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 42(1), 73–89.
- Galindo, A. M., & Carvalho, M. E. A. (2016). Rentabilidade da produção da cana-de-açúcar em sistema de arrendamento e fornecimento em Chavantes/SP. *Revista IPecege*, 2(3), 7–26.

- Garcia, U. S., Wander, A. E., Muniz, L. C., & Cunha, C. A. (2020). Dimensões fatoriais determinantes da inovação tecnológica e os aspectos competitivos da orizicultura em São Mateus do Maranhão (MA, Brasil). *Revista Tecnologia e Sociedade*, 16(42), 106–122.
- Gasques, J. G., Bacchi, M. R. P., Rodrigues, L., Bastos, E. T., & Valdes, C. (2016). Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. In: Vieira Filho, J. E. R., Gasques, J. G., & Carvalho, A. X. Y. (Eds.) *Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade* (pp. 143-163). IPEA.
- Gasques, J. G., Bastos, E. T., Valdes, C., & Bacchi, M. R. P. (2014). Produtividade da agricultura: resultados para o Brasil e estados selecionados. *Revista de Política Agrícola, Ano XXIII* (3), 87–98.
- Hair Júnior, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados* (6^a ed.). Bookman.
- Hayami, Y., & Ruttan, V. W. (1988). *Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais*. Embrapa.
- Hoffmann, R. (1992). A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 30(4), 271–290.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2021a). *Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos*. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2021b). *Estimativas de População: população residente estimada (Pessoas)*. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2021c). *Produto Interno Bruto dos Municípios: Produto Interno Bruto a preços correntes (Mil Reais)*. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). (2021). *Preços: Índice Nacional de Preços ao consumidor (INPC)*. IPEA. <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). (2021a). *Sinopse estatística da educação básica 2017 – Número de matrículas do ensino médio*. INEP. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). (2021b). *Sinopse estatística da educação básica 2017 – Número de matrículas nos anos finais do ensino fundamental*. INEP. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). (2021c). *Sinopse estatística da educação básica 2017 – Número de matrículas da educação profissional*. INEP. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>
- Khan, A. S., & Silva, L. M. R. (1997). Assistência técnica, eficiência na utilização dos fatores de produção e da produtividade diferencial em propriedades rurais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 35(2), 95–114.
- Lobão, M. S. P., Corrêa, A. S., Wenningkamp, K. R., Shikida, P. F. A., & Alencar, J. J. (2016). Modernização agrícola do Paraná. *Revista de Política Agrícola, Ano XXV* (3), 21–35.
- Magalhães, L. A., & Miranda, E. E. (2014). *NT n. 5: Matopiba: caracterização do quadro natural*. EMBRAPA. <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/gite/projetos/matopiba/index.html>
- Marin, F. R. (2005). **Árvore do conhecimento cana-de-açúcar**. AGEITEC. http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_42_1110200717570.html
- Melo, C. O., & Parré, J. L. (2007). Índice de desenvolvimento rural dos municípios paraenses: determinantes e hierarquização. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 45(2), 329–365.
- Mingoti, R., Brasco, M. A., Holler, W. A., Lovisi Filho, E., & Spadotto, C. A. (2014). *Matopiba: caracterização das áreas com grande produção de culturas anuais*. EMBRAPA. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/991059/matopiba-caracterizacao-das-areas-com-grande-producao-de-culturas-anuais>

- Mingoti, S. A. (2005). *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Editora UFMG.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2020). *Projeções do Agronegócio 2019/2020 a 2029/2030*. MAPA. https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio_2019_20-a-2029_30.pdf/view
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2015). *Portaria n. 244*, de 12 de novembro de 2015. Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, (217). <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.sp?data=13/11/2015&jornal=1&pagina=8&totalArquivos=336>
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2010). *Portaria n. 279*, de 23 de agosto de 2010. MAPA. <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=520919505>
- Ministério do Trabalho (MTB). (2021a). *Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) Estabelecimento – Quantidade vínculos CLT*. MTB. <https://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>
- Ministério do Trabalho (MTB). (2021b). *Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) Estabelecimento – Quantidade vínculos estatutários*. 2021b. MTB. <https://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>
- Miranda, E. E., Magalhães, L. A., & Carvalho, C. A. (2014a). *NT n. 1: Proposta de delimitação territorial do Matopiba*. <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/gite/projetos/matopiba/index.html>
- Miranda, E. E., Magalhães, L. A., & Carvalho, C. A. (2014b). *NT n. 2: Proposta de um sistema de inteligência territorial estratégica para o Matopiba*. EMBRAPA. <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/gite/projetos/matopiba/index.html>
- Multsch, S., Krol, M. S., Pahlow, M., Assunção, A. L. C., Barretto, A. G. O. P., De Jong van Lier, Q., & Breuer, L. (2020). Assessment of potential implications of agricultural irrigation policy on surface water scarcity in Brazil. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(1), 307–324.
- Oliveira, V. L., & Bühler, È. A. (2016). Técnica e natureza no desenvolvimento do “agronegócio”. *Caderno CRH*, 29(77), 261–280.
- Pereira, C. N., Castro, C. N., & Porcionato, G. L. (2018). Expansão da agricultura no Matopiba e impactos na infra-estrutura regional. *Revista de Economia Agrícola*, 65(1), 15–33.
- Pereira, L. I., & Pauli, L. (2016). O processo de estrangeirização da terra e expansão do agronegócio na região do MATOPIBA. *CAMPO-TERRITÓRIO: Revista de Geografia Agrária, Edição Especial*, 11(23), 196–224.
- Santos Filho, J. I., Talamini, D. J. D., Scheuermann, G. N., & Bertol, T. M. (2016). Potencial do Matopiba na produção de aves e suínos. *Revista de Política Agrícola, Ano XXV* (2), 90–102.
- Santos, C. C. M. (2018). Matopiba: uma nova fronteira agrícola ou um reordenamento geográfico do agronegócio e dos espaços produtivos de “cerrados”? *Cadernos do CEAS*, (245), 570–600.
- Santos, G. R. (2016). *Quarenta anos de etanol em larga escala no Brasil: desafios, crises e perspectivas*. IPEA.
- Santos, H. F. (2017). A dinâmica do agronegócio e a consolidação de uma agricultura científica globalizada no município de Uberaba (MG). *Caminhos de Geografia*, 18(61), 200–218.
- Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura (SEAGRO). (2017). *Agricultura*. SEAGRO. <https://seagro.to.gov.br/agricultura/>
- Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Pesca (SAGRIMA). (2017). *Perfil da agricultura Maranhense*. SAGRIMA. <https://sagrима.ma.gov.br/sagrима-lanca-boletim-perfil-da-agricultura-maranhense/>
- Shikida, P. F. A. (2010). Desenvolvimento socioeconômico e agroindústria canavieira no Paraná. *Revista de Política Agrícola, Ano XIX* (3), 67–82.

- Shikida, P. F. A. (2014). Evolução e fases da agroindústria canavieira no Brasil. *Revista de Política Agrícola, Ano XXIII* (4), 43–57.
- Silva, H. J. T. (2019). *Dois ensaios empíricos sobre heterogeneidade produtiva e estrutura de capital do setor sucroenergético brasileiro*. 2019. 84 f. [Tese de Doutorado em Economia Aplicada, Universidade de São Paulo]. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-12082019-100332/pt-br.php>
- Stallivieri, F., Britto, J., Campos, R., & Vargas, M. (2010). Padrões de aprendizagem, cooperação e inovação em aglomerações produtivas no Brasil: uma análise multivariada exploratória. *Revista Economia, 11*(1), 125–154.
- Vieira Filho, J. E. R., & Fishlow, A. (2017). *Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade*. IPEA.
- Vieira Filho, J. E. R., & Gasques, J. G. (2020). *Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário*. IPEA/IBGE.
- Wissmann, M. A. (2017). *Responsabilidade social nas agroindústrias canavieiras no Brasil*. 2017. 296 f. [Tese de Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, Universidade Estadual do Oeste do Paraná]. <http://tede.unioeste.br/handle/tede/2920>
- Xavier, G. L. (2019). Matopiba: a ocupação da nova fronteira agrícola nos quadros do padrão exportador de especialização produtiva. *Confins, (39)*.