

A EXPANSÃO DA IRRIGAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL

Murillo Mariano Cosmo¹
Angel dos Santos Fachinelli Ferrarini²
Cláudio Eurico Seibert Fernandes da Silva³

Área 9: Meio ambiente, recursos naturais e sustentabilidade

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo, analisar o avanço da irrigação e fertirrigação na cana-de-açúcar nos estados do Centro-Oeste do Brasil. O estudo em questão visou responder o problema de pesquisa sobre como a expansão da irrigação de cana-de-açúcar sobre o ganho de produtividade e quais os possíveis reflexos ambientais oriundos dessas expansões e suas contribuições. O estudo apresenta as áreas plantadas, irrigadas e o potencial para avançar na agricultura irrigada para os estados da região Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), por meio da Análise Exploratória de Dados Espaciais e análise bibliográfica de estudos no tema. O estado de Mato Grosso possui a maior área plantada de cana-de-açúcar, seguido por Goiás e Mato Grosso do Sul. Em relação a área irrigada, Goiás possui a maior extensão, seguido por Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Ainda, de acordo com dados referentes a produção e lucratividade da cana de açúcar, o Estado de Goiás possui os maiores índices, seguido pelo Estado de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Apesar da produção da cana-de-açúcar estar centrada na região Sudeste, os resultados permitem concluir que há um potencial de expansão da cultura de cana-de-açúcar e outras culturas, com o uso de irrigação para a região Centro-Oeste. A cultura da cana-de-açúcar apresenta boa resistência ao déficit hídrico e quando irrigada não necessita de grandes volumes de água. Dessa forma, diante das incertezas quanto as mudanças climáticas poderia ser uma cultura de reduzido impacto no uso de recursos hídricos.

Palavras-chave: Área irrigada, Potencial para irrigar, Rentabilidade.

Classificação JEL: Q10; Q25; R11

ABSTRACT

The objective of the present study was to analyze the progress of irrigation and fertigation in sugarcane in the states of the Midwest of Brazil. The study in question aimed to answer the research problem about how the expansion of sugarcane irrigation on productivity gain and what are the possible environmental consequences arising from these expansions and their contributions. The study presents the planted and irrigated areas and the potential to advance in irrigated agriculture for the states of the Midwest region (Goiás, Mato Grosso and Mato Grosso

¹ Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Rondonópolis – UFR. Email: mmurillomariano@gmail.com

² Docente do curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Rondonópolis – UFR. Email: angel.ferrarini@ufr.edu.br

³ Doutorando em Economia na Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF e docente do curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Rondonópolis – UFR. Email: claudio.seibert@ufr.edu.br

do Sul), through Exploratory Analysis of Spatial Data and bibliographical analysis of studies in the theme. The state of Mato Grosso has the largest area planted with sugarcane, followed by Goiás and Mato Grosso do Sul. Regarding the irrigated area, Goiás has the largest extension, followed by Mato Grosso and Mato Grosso do Sul. Still, according to data referring to the production and profitability of sugarcane, the State of Goiás has the highest indexes, followed by the State of Mato Grosso do Sul and Mato Grosso. Although sugarcane production is centered in the Southeast region, the results allow us to conclude that there is potential for expansion of sugarcane and other crops, with the use of irrigation, in the Midwest region. The sugarcane crop has good resistance to water deficit and when irrigated it does not need large volumes of water, given the uncertainties regarding climate change, it could be a crop with reduced impact on the regional economy.

Keywords: Irrigated area, Potential to irrigate, Profitability.

JEL Codes: Q10; Q25; R11

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresentou 8,2 milhões de hectares (Mha) preparados para irrigação em 2019, sendo 35,5% com fertirrigação com água de reuso (2,9 Mha) e 64,5% com irrigação com água de mananciais (5,3 Mha) (ANA, 2021). As demandas de captação (agricultura, pecuária, consumo urbano e indústrias) de água no Brasil totalizaram 65 trilhões de litros de água no ano de 2019, sendo 49,8% desta demanda utilizada em área de cultivo. Ainda segundo dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA, 2021), o potencial irrigável efetivo (irrigação adicional) é de 13,7 Mha e concentra-se, em sua maior parte, no Centro-Oeste (45%), Sul (31%) e Sudeste (19%), com destaque para os Estados de Goiás, Bahia, Mato Grosso e Rio Grande do Sul devido a expansão de área irrigada nos últimos anos.

Apesar da situação confortável em relação ao quantitativo de águas doces, o Brasil apresenta uma distribuição dos recursos hídricos não homogênea ao longo do território nacional, o que favorece a expansão da produção em determinadas regiões em detrimento de outras e, ainda pode implicar em possíveis conflitos no uso de água entre os usuários em regiões de reduzida disponibilidade hídrica. Sentelhas (2022) destaca que as condições climáticas condicionam a produção agrícola em relação ao tipo de sistema de produção que será adotado na atividade (sequeiro ou irrigado), além de interferir nas condições operacionais do campo. A irrigação é capaz de mitigar perdas no processo agrícola de produção, especialmente em situações de reduzida pluviosidade, melhorar a produtividade, permite adicionar novas tecnológicas, métodos e sistemas mais eficientes, além do planejamento sobre o manejo sustentável do solo (LEVIEN; FIGUEIRÊDO; DE ARRUDA, 2021).

O Centro-Oeste vivenciou um rápido processo de expansão agrícola a partir da década de 1970, mas somente a partir de 1990 passou a incorporar áreas irrigadas mais expressivas (FERREIRA, DA SILVA LINO, 2021). Esta região tem sido uma das principais regiões de expansão nas últimas duas décadas, com destaque para o Estado de Goiás e em anos mais recentes por Mato Grosso. Grande parte desta expansão ocorreu devido ao avanço da agricultura irrigada por pivôs centrais para produção de grãos (avanço da soja e milho de segunda safra) e de canhões aspersores para aplicação na cana-de-açúcar, esta cultura de elevada produção no Mato Grosso do Sul (ANA, 2021). Desta forma, a região Centro-Oeste é uma relevante região na agricultura nacional e com potencial de ampliar a participação uma vez que, entre os anos de 2006 e 2021, a região ampliou a produção regional em 38,53% na área plantada em hectares (ha) (IBGE, 2022).

Com base nos dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2023) a área irrigada no estado de Mato Grosso do Sul era de 54.114 hectares (ha), distribuídos em 2.574 estabelecimentos agropecuários de um total de 71.164 estabelecimentos que ocupam uma área total de 30.549.179 ha. No estado do Mato Grosso, a área irrigada era de 155.775 ha, distribuídos em 4.744 estabelecimentos agropecuários de um total de 118.679 estabelecimentos que ocupam uma área total de 54.922.850 ha. Por fim, a área irrigada no estado de Goiás era de 492.390 ha distribuídos em 8.191 estabelecimentos agropecuários, de um total de 152.174 estabelecimentos que ocupam uma área total de 262.752.45 ha.

Além disso, houve um aumento de 5,2% em áreas para plantio na região Centro-Oeste, ultrapassando cerca de 30.158 milhões de ha referentes a safra de 2020/2021 para 31.723 milhões de ha para a safra 2021/2022. A produtividade média de grãos da região aumentou 10,3% ao passar de 3.892 quilos por hectare para 4.293 quilos por hectare da safra de 2020/2021 para a safra de 2021/2022 (UDOP, 2022). O estado de Mato Grosso registrou a maior produção e também o maior ganho percentual entre as safras de 2020/2021 e 2021/2022. O Estado produziu 73.073 milhões de toneladas de grãos, sendo 85.988 milhões de toneladas em 2021/2022, aumento de 17,7% (UDOP, 2022).

Em Goiás, o volume de 27.801 milhões de toneladas de grãos produzidas na safra de 2021/2022 foi cerca de 13% a mais do que as 24.615 milhões de toneladas colhidas em 2020/2021. Por fim, o Estado do Mato Grosso do Sul produziu 14,2% a mais na safra de 2021/2022 totalizando 21.612 milhões de toneladas de grãos colhidos em 2021/2022 (UDOP, 2022) o que evidencia a expansão da produção regional. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o Valor Adicionado Bruto da agricultura no ano de 2019 no estado de Mato Grosso foi de R\$ 126.618 milhões, R\$ 95.140 milhões em Mato Grosso do Sul e R\$ 185.196 milhões em Goiás. Além disso, em 2021, a área plantada ou destinada a colheita da cana-de-açúcar no Brasil foi de 9.989.732 ha, sendo 1.855.572 ha na região Centro-Oeste, ou seja, 18,5% do total nacional (IBGE, 2022).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, e sua produção é de extrema importância para a indústria sucroalcooleira e para a matriz energética do país (COSTA et al., 2020). O Centro-Oeste, brasileiro tem se destacado como uma região estratégica para o cultivo da cana-de-açúcar, devido a fatores como clima favorável, disponibilidade de terras e infraestrutura adequada (CUNHA et al, 2019). Neste contexto, é fundamental compreender as recentes evoluções e perspectivas dessa cultura na região.

Posto isso, e diante das incertezas presentes nas mudanças climáticas sobre seu impacto no volume pluviométrico e na temperatura, o estudo apresenta as seguintes indagações: Quais os municípios e regiões de maior potencial para a expansão da irrigação? Quais os possíveis reflexos ambientais oriundos dessas expansões? Diante disso, o presente estudo tem por objetivo geral analisar o avanço da irrigação e fertirrigação na cana-de-açúcar nos estados do Centro-Oeste e as regiões de maior potencial para expansão da irrigação.

Para que o objetivo do estudo seja alcançado, uma análise de dados secundários, por meio do Atlas da Irrigação de 2021 (ANA, 2021) fornecido pela de Águas e Saneamento Básico (ANA) são utilizados. Inclui-se também a pesquisa bibliográfica sobre a temática e as condições econômicas regionais sobre a atividade agrícola, como o valor adicionado bruto da agricultura irrigada, número de estabelecimentos agrícolas, tamanho das propriedades agrícolas e principais culturas, além de destacar o avanço da cultura da Cana-de-Açúcar na atividade agrícola nos municípios e Estados do Centro-Oeste. Este presente estudo se utiliza da estatística descritiva para analisar um conjunto de informações agrícolas e econômicas, ainda se utiliza, especificamente, da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) para ilustrar o avanço da cultura da cana-de-açúcar sobre os municípios da Região Centro-Oeste comparativamente nos anos de 2006 e 2019.

O artigo está estruturado em seis seções, sendo está a primeira seção. Na segunda seção apresenta-se as principais discussões sobre as mudanças climáticas. Na terceira seção informações sobre a cultura da cana-de-açúcar e a produção no Centro-Oeste é apresentada. Na quarta seção verifica-se através de dados fornecido pela ANA os problemas, desafios e estratégias quanto ao uso dos recursos hídricos na plantação de cana-de-açúcar na região do centro-oeste. Na quinta seção os resultados e a análises utilizados com os recursos hídricos e áreas irrigadas são ilustrados por meio do mapeamento regional. Por último as considerações gerais do estudo.

2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A água é um recurso natural finito e insubstituível à vida, sendo que a gestão deste recurso tem o intuito de amenizar situações problema em relação ao uso irracional ou intensivo com vistas a garantir a oferta de recursos futuros. Ao longo dos anos, diversos estudos têm avançado nas discussões e impactos das mudanças climáticas sobre a produção, hábitos de vida, e sustentabilidade ambiental no mundo. O século XXI é marcado principalmente pela escassez hídrica nas mais diversas regiões no mundo em decorrência dos avanços da urbanização, crescimento industrial e agricultura ampliando a competição pelo uso da água e a necessidade de melhorar a produtividade, o que tem exigido maiores investimentos em modernizações em uma nova era tecnológica (COELHO, 2022). Esta discussão sobre como amenizar conflitos no uso de água e melhorar a produtividade para um desenvolvimento sustentável não é recente e discussões sobre como as alterações climáticas globais podem afetar a produção e a produtividade tem sido frequentes. Ainda, o estudo de Ferreira Filho e Da Silva Lino (2021) discutem como as mudanças climáticas tem favorecido a substituição de florestas e alterações nas vegetações, especialmente no Centro-Oeste do Brasil.

Tais mudanças como secas, enchentes, ondas de calor e de frio, furacões e tempestades têm sido mais frequentes ou mais intensos ao longo das últimas décadas, e destacam como as alterações no clima tem produzido enormes perdas econômicas e de vidas em várias partes do planeta (TREVISAN; DE OLIVEIRA, 2021). O impacto líquido da mudança no clima no Brasil seria negativo, sobretudo para a região Centro-Oeste, onde predominam os cerrados, enquanto que a região Sul poderia ser beneficiada pelo aquecimento, com impactos menores em áreas de menor extensão cultivada e aumento nos conflitos pelo uso de água (ANA, 2016).

Grande parte das mudanças climáticas ocorre devido a expansão do elemento do CO₂ (dióxido de carbono) produzido, essencialmente, na atividade industrial quando acumulada na atmosfera da Terra aliado a outros gases do efeito estufa (GEE). As projeções de mudança climática para o século XXI são pautadas em diferentes cenários de emissão de GEE e seus possíveis impactos sobre a biodiversidade mundial. No estudo sobre Modelagem Climática e Vulnerabilidades Setoriais à Mudança do Clima no Brasil em Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCIT), evidenciou, entre outros resultados, que os biomas brasileiros sofrerão diferentes pressões em consequência das mudanças no clima, sendo os biomas da Amazônia e Mata Atlântica os mais afetados com a redução do nicho climático para as formações florestais, especialmente na porção oriental e sul, e, o Cerrado e a Caatinga poderão perder seus limites de formações florestais (MCIT, 2016).

As projeções para os cenários de emissões futuras de gases de efeito estufa denominados de RCP⁴4.5 e RCP8.5, são de aumento generalizado da temperatura para os períodos de 2079-

⁴ *Representative Concentration Pathway* (RCP), que implica em uma cota de concentração representativa de uma trajetória de concentração de gases de efeito estufa, ou seja, são caminhos utilizados para a modelagem climática do IPCC. Análises específicas destes cenários para o Brasil podem ser consultadas também em Silveira, et al.(2016); Marcos Junior, et al. (2018).

2099 entre 2,1°C em RCP4.5 e de 4°C em RCP8.5. As taxas de evapotranspiração devem aumentar no decorrer do século XXI com a média de longo prazo no RCP8.5 são 15% maior do que os valores de referência do clima recente (GUIMARÃES et al., 2016). No projeto intitulado Brasil 2040, a projeção da concentração de dióxido de carbono na atmosfera depende do cenário escolhido, verifica-se projeções de aumento de temperatura para a Amazônia variando em torno de 0,6°C a 2°C (RCP2.6) e de 3,6°C a 5,2°C (RCP8.5), enquanto para o Nordeste os aumentos de temperatura variam de 0,6°C a 2°C (RCP2.6) e de 2,2°C a 7°C (RCP8.5) para até o final deste século (SEEG, 2021).

Ainda nesse sentido, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) também reportou que as evidências científicas apresentadas no quinto relatório do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) não deixam dúvidas que o planeta está aquecendo e a ação humana é um dos fatores mais relevantes no processo (PBMC, 2016). Como o setor agropecuário é a principal fonte de GEE no Brasil, respondendo por 69% das emissões, quase dois terços é oriunda da conversão de floresta em pastos e agricultura e a outra parcela provém das emissões diretas da agropecuária como a fermentação entérica e manejo dos solos. Mudanças nesses fatores devido a legislação, fiscalização e outros fatores ocasionam as oscilações nas emissões, provocando aumentos ou reduções nestas (SEEG, 2017), o que se faz necessário acompanhar as mudanças nas atividades agrícolas e pecuárias.

Os impactos das mudanças climáticas que afetarão a agricultura devido ao aumento das temperaturas e secas deverão propiciar o desenvolvimento de novos cultivares capazes de suportar condições de altas temperaturas e menores disponibilidades de água (PBMC, 2016). O aumento do dióxido de carbono, pode contribuir para uma melhora na eficiência do uso da água pela planta, gerando um impacto positivo sobre a produtividade da safra (SNIRH, 2021).

3 CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO CENTRO-OESTE DO BRASIL

O Brasil é um dos países com maior quantidade de água disponível, com um total de 5.661 bilhões de metros cúbicos de água, mas não implica que a disponibilidade hídrica seja regular e homogênea em todo perímetro brasileiro (ANA, 2016). O uso da água para irrigação na região Centro-Oeste vem se destacando na atividade agrícola (soja, milho, algodão e cana-de-açúcar), indicando necessidade do manejo racional e sustentável deste recurso (RIBAS, 2021).

A cultura da cana-de-açúcar possui grande importância econômica no Brasil, pois além de ser utilizada para a produção de açúcar para o consumo interno e exportação, é utilizada também para a produção de álcool (Etanol) que representa uma alternativa como substituto de combustíveis derivados do petróleo (MORAES; ZAMBIANCO; CINTRA, 2013). A produção da cana-de-açúcar no Brasil destina-se principalmente para produção de açúcar e etanol, podendo ser obtidos demais produtos, como cachaça artesanal, doces e forragens para alimentar animais, sendo realizadas em sua maioria por pequenos agricultores (PEREIRA et al., 2020).

O setor sucroalcooleiro, por ser uma atividade agroindustrial, é diretamente influenciado pelas características físico-climáticas que são parte integrante das regiões, condições de solo e clima, pelo qual são essenciais para entender o desenvolvimento das culturas. Além disso, há um descompasso entre a oferta e demanda de produtos da agroindústria canavieira e está relacionada não só a demanda nacional, mas também ao custo de processamento e formação de preços das *commodities* no mercado internacional (BRESSAN FILHO, 2009).

A indústria de cana-de-açúcar no Brasil tem características próprias que a diferencia em relação a outras nações produtoras; seja no processo produtivo das agroindústrias

sucroalcooleiras quanto em relação aos subprodutos e a forma de irrigar com o uso de vinhaça⁵, a levedura e o bagaço (rações, fertilizantes, cogeração de energia); seja na diversidade produtiva e contribuição na matriz energética nacional, sendo possível afirmar que o país apresenta boas condições naturais e tecnológicas para sua produção (SILVA et al., 2010).

Na região Centro-Oeste, o cultivo da cana-de-açúcar começou apenas a ser reconhecido no final de década de 1990, com a necessidade da diversificação da matriz energética brasileira e conseqüentemente com o incentivo aos biocombustíveis (RIBAS, 2021). Ainda segundo Ribas (2021), em decorrência da demanda nacional e internacional do mercado de etanol, a cana-de-açúcar ganhou destaque por meio da política nacional dos biocombustíveis, a qual promoveu o desenvolvimento tecnológico com o uso dos recursos renováveis para geração de energia. Segundo dados do IBGE (2022) a cana-de-açúcar é a maior quantidade produzida no Brasil com uma produção estimada de 629.455.884 toneladas⁶. A maior concentração de áreas de cultivos de cana-de-açúcar concentra-se no oeste de São Paulo e está relacionada à indústria de açúcar e a produção de biocombustíveis, sendo a principal cultura da região Sudeste. Apesar disso, sua produção pode ser encontrada no Centro-Oeste e no Nordeste.

Em termos de área plantada, o estado de São Paulo é o maior produtor da cultura ocupando o primeiro lugar com 4,5 milhões de hectares, em segundo o estado de Goiás com 971,6 mil hectares, Minas Gerais o terceiro com 854,2 mil hectares e Mato Grosso do Sul o quarto com 637,2 mil hectares. A produção da na safra de 2020/2021 foi de 354,3 milhões de toneladas, em São Paulo, 74,1 milhões de toneladas em Goiás, 70.5 milhões de toneladas em Minas Gerais e 48,9 milhões de toneladas em Mato Grosso do Sul (CONAB, 2021).

A expansão da cultura cana-de-açúcar na região Centro-Oeste ocorreu principalmente em virtude da produção de açúcar e também a produção de etanol, na qual teve programas de incentivo a renovação de canaviais, crédito agrícola, máquinas e equipamentos que contribuíram para a expansão da produção, além destes, a dinâmica no mercado internacional de *commodities* ajudou a impulsionar o desenvolvimento agrícola da região (RIBAS, 2021). Dentre os programas de expansão da atividade agrícola, pode-se citar o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO) criado em 1975 com o objetivo de desenvolvimento e modernização das atividades agropecuárias da região Centro-Oeste e do oeste do estado de Minas Gerais, e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para Desenvolvimento dos Cerrados (PROCEDER) que surgiu a partir de 1980, por meio de um acordo de cooperação firmado entre o Brasil e o Japão, com o objetivo de promover a expansão da agricultura moderna em áreas de cerrado (FURQUIM, 2019).

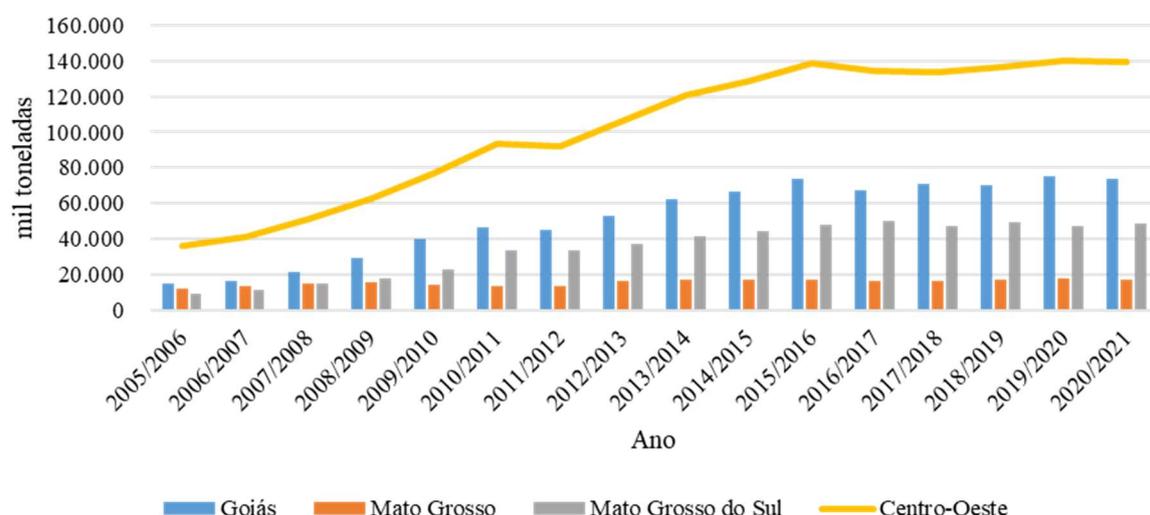
Além disso, ao longo das décadas, a atividade da produção de cana-de-açúcar recebeu incentivos de diferentes fontes e políticas governamentais para incentivar o setor a aumentar a produção, gerar emprego, renda como a implantação do Instituto de Açúcar e do Alcool (IAA) em 1933, e, em 1975 o governo instituiu o Proálcool (Programa Nacional do Alcool) como mecanismo de superar a crise ocasionada pelos elevados preços do petróleo no cenário internacional (SHIKIDA; BACHA, 1999). Não tão distante, para além da cana-de-açúcar, atualmente, conta-se com a Política Nacional de Irrigação e o Plano Nacional de Recursos Hídricos que direcionam as políticas regionais de expansão da irrigação no país (ANA, 2021).

Na Figura 1 pode ser observado a evolução da produção (mil toneladas) da cana-de-açúcar nos Estados da região Centro-Oeste do Brasil, sendo Goiás o maior produtor de cana no comparativo com os demais estados da região Centro Oeste.

⁵ A vinhaça é um resíduo líquido com compostos químicos, oriundo das atividades sucroalcooleiras, ou seja, do processo industrial.

⁶ Dados atualizados em julho de 2022 (IBGE, 2022).

Figura 1 – Evolução da produção de cana-de-açúcar por ano na safra de 2006 até 2020



Fonte: ÚNICA, 2022.

Segundo Shikida (2013), são fatores favoráveis para a exploração da agroindústria canavieira no Centro-Oeste o zoneamento agroecológico favorável à expansão da cultura; terras férteis não ocupadas pela pecuária extensiva; adubação; a tradição agropecuária do centro-oeste e os altos índices de produtividade do cultivo da cana; além da possibilidade de diversificação das agroindústrias entre a produção de açúcar e etanol, reduzindo o risco a crises dessas *commodities*.

O último relatório da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022) sobre a safra de cana-de-açúcar no Brasil indicou uma redução de 1% no volume de produção para o ciclo 2022/23, para uma estimativa de 572.874,9 mil toneladas devido à redução de terras e às variações climáticas. Em Goiás, apesar das estiagens que afetaram negativamente o potencial produtivo em algumas regiões, as condições de safra e as expectativas de produtividade continuam positivas e estimadas em aumento de 2,8% no total de cana-de-açúcar de 72.500,3 mil toneladas em relação ao ciclo anterior (CONAB, 2022). Posto isso, na seção seguinte apresenta-se a base de dados e os procedimentos metodológicos para as discussões dos dados apresentados na seção de resultados.

4. BASE DE DADOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A avaliação das áreas potencialmente irrigáveis para a cultura da cana-de-açúcar tem por base de dados o estudo do Atlas da Irrigação da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA, 2021). O estudo considera os dados de área potencial efetiva municipal para projetos de ampliação da irrigação com base nos dados da ANA (2021). Além deste, se utiliza dos dados municipais de Valor Bruto Adicionado da Agricultura e dados da participação no Valor Bruto Adicionado da Agricultura no Valor Bruto Adicionado Total, extraídos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023) para o ano de 2019; dados do Censo Agropecuário para 2006 e 2017 para áreas irrigadas ao nível estadual e; dados sobre valor da produção, quantidade produzida, área colhida, estabelecimentos, rendimento médio extraídos da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE). Os dados municipais foram coletados para os

municípios dos Estados pertencentes a região Centro-Oeste, a saber: Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul⁷.

Ainda, a pesquisa se utiliza da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), a qual consiste em métodos e técnicas que buscam identificar padrões de associação espacial nos fenômenos socioeconômicos. De acordo com Almeida (2012), a AEDE possui como objetivo principal a compreensão de estruturas e dinâmicas no espaço, onde sua análise pode contribuir para descrever e visualizar distribuições espaciais, identificando assim, localidades atípicas (outliers espaciais), descobrindo padrões de associação espacial (clusters espaciais) e sugerindo diferentes regimes espaciais e outras formas de instabilidade espacial. Com isso, a AEDE permite considerar o contexto espacial em que ocorrem a maioria dos eventos geograficamente referenciados.

Assim, para a análise exploratória das informações, se utilizou de mapas em percentil, como critério de apresentação das informações em ordem crescente, sendo considerado estudo cinco classificações de dados que são: valores agrupados em menos de 1%, entre 1% e 10%, entre 10% e 50%, entre 50% e 90% e valores acima de 99%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os resultados e análises relacionadas a expansão da irrigação na região Centro Oeste, nos estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. As discussões se iniciam pelas áreas plantadas, irrigadas e o rendimento médio da agricultura. Assim, na primeira parte dos resultados, as principais características da agricultura na região Centro-Oeste são apresentadas e, na segunda parte as figuras que ilustram a distribuição espacial dos dados e as discussões regionais são destacadas.

5.1 Caracterização da Agricultura na Região Centro-Oeste

Em geral, a economia da região Centro-Oeste é altamente concentrada nas atividades primárias, com destaque para a produção de grãos, especialmente de soja, tornando-a a principal produtora do país nesse setor. Além disso, a agricultura da região é baseada em outras culturas importantes, como algodão, sorgo, milho, feijão, cana-de-açúcar, tomate e girassol. Em alguns Estados, a existência de solos férteis de terra roxa, decorrentes da composição basáltica, favorecem a agricultura, o que é particularmente comum em algumas áreas do Mato Grosso. No entanto, a maioria da região possui solos de baixa fertilidade, o que historicamente tem representado um obstáculo para a agricultura até o século passado (EMBRAPA, 2018).

De acordo com dados do Censo Agropecuário (2006 e 2017), tanto a área plantada como a irrigada obtiveram um crescimento exponencial através dos anos. A variação em área plantada, em hectares, no Mato Grosso foi de 9.904.852 ha, seguido pelo Mato Grosso do Sul, com 3.395.922 ha e Goiás com avanço de 3.277.414 hectares. Em relação a área irrigada, a variação do estado de Mato Grosso foi de 112.178 ha, no Mato Grosso do Sul adicionais 31.646 ha, seguido pelo estado de Goiás, com 466.758 ha, maior mudança registrada. A Tabela 1 ilustra os valores obtidos pelos três estados ao decorrer do referido período.

⁷ Distrito Federal não entra na análise devido a estrutura produtiva ser diferente das demais regiões.

Tabela 1- Área plantada, irrigada da agricultura para os Estados do Centro-Oeste para os anos de 2006 e 2019

Estados	Área plantada 2006 (ha)	Área plantada 2017 (ha)	Mudança em hectares 2006-2017	Área irrigada 2006 (ha)	Área irrigada 2017 (ha)	Mudança em hectares 2006-2017
Mato Grosso	8.063.237	17.968.089	9.904.852	43.597	155.775	112.178
Mato Grosso do Sul	3.009.887	6.405.809	3.395.922	22.468	54.114	31.646
Goiás	4.076.892	7.354.306	3.277.414	25.632	492.390	466.758

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados do Censo Agropecuário 2017.

A economia da região Centro-Oeste possui grande destaque nos setores primário e secundário, agropecuária e indústrias, respectivamente. A região é extensa em áreas de terra, ocupando cerca de 19% do território brasileiro. Além disso, os Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás não são muito povoados, tendo uma das menores densidades demográficas do Brasil. De acordo com dados do IBGE (2022), a região Centro-Oeste possui cerca de 16,7 milhões de habitantes, sendo divididos em três estados (Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) e uma unidade federativa (Distrito Federal). A Tabela 2 mostra os dados econômicos e populacionais dos Estados do Centro-Oeste para os anos de 2006 e 2019.

Tabela 2- Dados econômicos e populacionais nos Estados do Centro-Oeste do Brasil para 2006 e 2019

	Mato Grosso	Mato Grosso do Sul	Goiás
PIB per capita (2006) – em milhões	R\$ 35 284	R\$ 24 355	R\$ 57.090
PIB per capita (2019) – em milhões	R\$ 142.122	R\$ 106.943	R\$ 208.672
VAB Agricultura (2006) em milhões	R\$ 10.334	R\$ 7.485	R\$ 33 697
VAB Agricultura (2019) em milhões	R\$ 126.618	R\$ 95.140	R\$ 185.196
População total (2006) em habitantes	2.857.024	2.297.994	5.730.762
População total (2019) em habitantes	3.526.220	2.778.986	7.018.354
População rural (2006) em habitantes	358.336	211.193	390.824
População rural (2019) em habitantes	422.453	254.971	490.612

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados do IBGE (2022a; 2022b; 2022c)

A população total, entre anos de 2006 e 2019, avançou 23,4% em Mato Grosso, 22,4% em Goiás e 7,8% em Mato Grosso do Sul. Os dados da Tabela 2 mostram o avanço, em milhões de reais, no Valor Adicionado Bruto (VAB) da produção agrícola, que em termos nominais variou 1.125% em Mato Grosso, 1.171% em Mato Grosso do Sul e 449% no Estado de Goiás entre os anos de 2006 e 2019⁸. Ainda, a população rural referente variou 23,4% em Mato Grosso, 20,7% em Mato Grosso do Sul e 25,5% em Goiás, sendo este o maior de crescimento obtido.

Por outro lado, dados do IBGE para o ano de 2021 mostram um panorama ao valor da produção, quantidade produzida, área colhida, estabelecimentos, rendimento médio descritos na Tabela 3. De modo geral, o Estado de Goiás possui os maiores índices, seguido pelo Estado

⁸ Neste mesmo período, a inflação medida pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) variou 109%, assim R\$ 1,00 em janeiro de 2006 equivale a R\$2,10 em dezembro de 2019 (BACEN, 2023).

de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, os quais possuem algumas diferenças significativas. De acordo com os dados da União da Indústria de Cana de Açúcar (ÚNICA), do início da safra 21/22 (abril/21) até 16 de novembro, a produção de açúcar somou 31,84 milhões de toneladas, uma redução de 15,4% frente ao mesmo período do ciclo 2020/21. No caso do etanol, enquanto a produção de anidro cresceu 14,8%, totalizando 10,39 bilhões de litros, a de hidratado caiu quase 20%, somando 15,45 bilhões de litros e estes ajustes fazem parte do grupo de produtos da indústria canavieira.

Tabela 3 – Dados referente a produção e lucratividade da cana de açúcar na região Centro-Oeste

	Goiás	Mato Grosso	Mato Grosso do sul
Valor da produção ⁹ (em mil)	R\$ 7.084.432	R\$ 1.517.998	R\$ 5.494.623
Quantidade produzida (toneladas)	72.012.198	19.348.547	47.287.616
Área colhida	926.609 ha	249.650 ha	673.388 ha
Estabelecimentos	3.394 Unidades (2017)	2.979 Unidades (2017)	1.715 Unidades (2017)
Rendimento médio	77.716 Kg/ha	77.503 Kg/ha	70.223 Kg/ha
Maior produtor	Quirinópolis - GO	Barra do Bugres - MT	Rio Brilhante - MS

Fonte: Adaptado pelo autor com base nos dados do IBGE (2022abc)

Ainda, de acordo com os dados apresentados na Tabela 3, o maior produtor de cana-de-açúcar no em Goiás é o município de Quirinópolis, localizado no sul do Estado. Segundo o Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas da Unicamp (GPMCU, 2011), o município passou a ter mais de um terço de suas terras ocupado pela cana-de-açúcar em um movimento que marca a expansão dos canaviais paulistas pelo Centro-Oeste. Além disso, a instalação das usinas no município de Quirinópolis aumentou a quantidade produzida de cana-de-açúcar. Já Barra do Bugres é o município de Mato Grosso que mais produz cana-de-açúcar, tendo uma das usinas de açúcar e de álcool processando mais de 15 mil toneladas de cana por dia (PREFEITURA DE BARRA DO BUGRES, 2023). Por fim, em Mato Grosso do Sul, o município de Rio Brilhante possui a segunda maior área plantada de cana-de-açúcar do país com uma produtividade média de 78.600 mil quilos por hectare, resultado que só perde para São Paulo e Goiás (PREFEITURA DE RIO BRILHANTE, 2023).

5.2 Análise Espacial da Cana-de-Açúcar irrigada no Centro- Oeste

Segundo informações da ANA (2021), a expansão das áreas irrigadas pode ser alcançada pela intensificação da agricultura irrigada que pode ocorrer sobre áreas de sequeiro e degradadas, sendo necessário considerar diversos fatores para identificar áreas aptas para a instalação da agricultura irrigada. Posto isso, esta seção visa apresentar às áreas irrigadas de cana-de-açúcar nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás conforme o último levantamento de áreas irrigadas da Agência Nacional de Águas e Saneamento descritos no Atlas da Irrigação (ANA, 2021). Primeiramente os dados são apresentados para o Estado de Goiás, seguido por Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

A área irrigada de cana-de-açúcar em Goiás é superior entre os municípios de Goianésia e Vila Boa no Estado de Goiás. O município de Goianésia possui uma área de 1547,31 km², área irrigada de 11.109 ha e plantada de 20.500 ha. A participação do município no valor

⁹ Variável derivada calculada pela média ponderada das informações de quantidade e preço médio corrente pago ao produtor, de acordo com os períodos de colheita e comercialização de cada produto. As despesas de frete, taxas e impostos não são incluídas no preço (IBGE, 2023).

adicionado bruto da atividade agrícola em relação ao valor adicionado bruto total do município é de 6,05 % e, atualmente, apresenta um potencial para avançar na irrigação de 2.488, potencial considerando a agricultura como um todo, não só a cana-de-açúcar. O município de Vila Boa possui área de 2.181,593 km², área irrigada de 16.537 ha e plantada de 21.500 ha e a de participação valor adicionado bruto da atividade agrícola no total do VAB do município é de 52,17% no ano de 2019, o que ilustra a força da atividade agrícola no município em detrimento de outras atividades, além disso, o município apresenta potencial para avançar na irrigação em 2.488 ha.

Assim, a Figura 1a apresenta a distribuição para as áreas plantadas de cana-de-açúcar e a Figura 1b representa a área irrigada da cana-de-açúcar em Goiás, sendo possível observar que nem sempre onde ocorre uma maior plantação de cana-de-açúcar também ocorre a irrigação. Os dados são apresentados em percentil e os municípios de maior área são descritos no percentil está acima de 99%.

Conforme descrito em ANA (2019) a cana-de-açúcar é considerada uma cultura de baixo consumo de água por unidade de área, mas é uma cultura relevante pela diversidade de grupo de produtos (etanol, açúcar, cogeração de energia), o que contribui para a diversidade da matriz energética brasileira (energia limpa e cogeração de energia pelo bagaço da cana) e contribui para a diversidade produtiva nacional.

Figura 1. Mapa de área plantada, irrigada da cana-de-açúcar nos municípios em Goiás

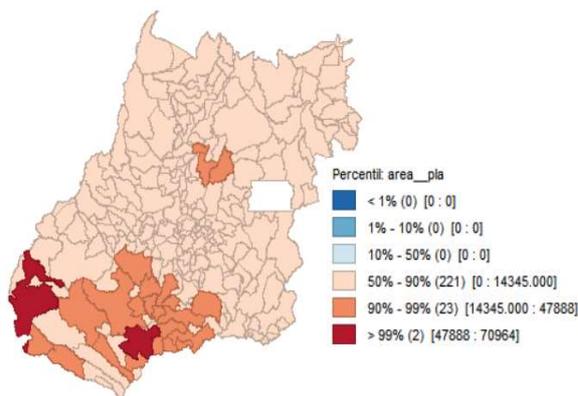


Figura 1a. área plantada 2019

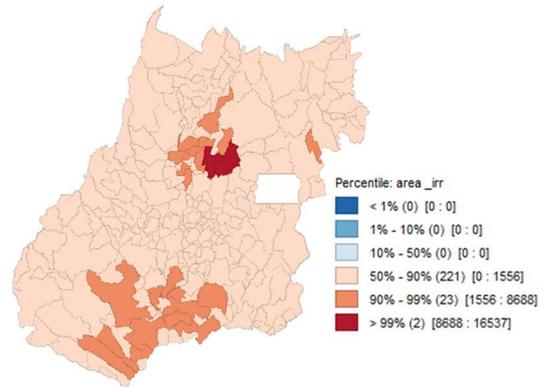
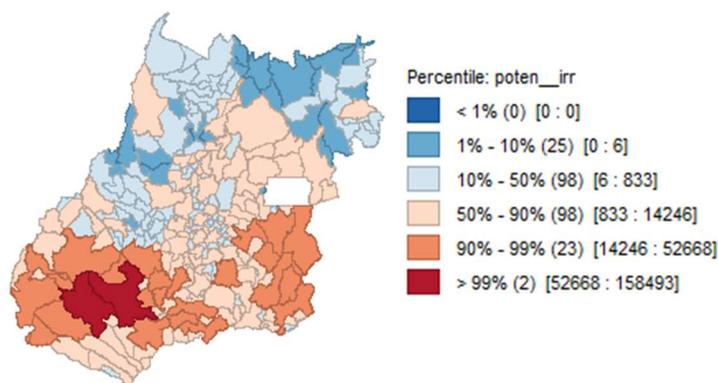


Figura 1b. área irrigada 2019

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ANA (2021).

A Figura 1a. mostra a área plantada da cana-de-açúcar em Goiás. Em relação a área plantada de cana-de-açúcar, os municípios de Mineiros e Quirinópolis possuem os maiores índices. Mineiros possui área de 9042,844 km², não possuindo áreas de irrigação. A área plantada é de 50.000 ha, com participação do município de 28,29% e um potencial de 40133,28. Já Quirinópolis possui 3786,026 km², com área irrigada de 7717,86 ha e plantada de 70.964 ha, com participação do município de 20,03 % com potencial na região 48678,54 ha. As maiores áreas irrigadas, portanto, são apresentadas nos municípios de Vila Propício e Goianésia ilustrados pela figura 1b e destacados no percentil >99% de coloração mais escura. Adicionalmente, a Figura 2 mostra as áreas de potencial para irrigar no Estado de Goiás.

Figura 2. Área adicional irrigável, por município, em Goiás



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ANA (2021).

A Figura 2 mostra que os municípios de Jataí e Rio Verde localizados sob o percentil >99% são os de maior potencial para avançar na irrigação, sendo que o município de Jataí apresenta um potencial de 106.715 hectares para avançar na agricultura irrigada e o município de Rio Verde apresenta potencial de 158.492 hectares. O município de Jataí apresenta uma participação do Valor Adicionado Bruto da Agricultura irrigada de 25,5%, enquanto que o município de Rio Verde apresenta participação de 16,22%, ilustrando que apesar da boa participação da agricultura no total do valor adicionado do município, ambos apresentam estrutura produtiva complementar a agricultura.

No Estado do Mato Grosso, os municípios de Itiquira e Denise possuem os principais índices relacionados a área plantada e/ou irrigada. Itiquira possui 8.698,81 km² com área irrigada de 4.114 ha e plantada de 5.800 ha. Em relação a participação do valor adicionado bruto da agricultura irrigada em relação ao total do valor adicionado bruto do município, a agricultura representou cerca de 46,86% do total do valor bruto do município e um potencial de ampliar a irrigação é de 68.988 há na agricultura. Por outro lado, Denise possui 1.273 km² mas não possui área irrigada e a área plantada é de 52.720 ha, com participação de 75,16% e um potencial de irrigar em 2.036 hectares. A Figura 3 ilustra os mapas referentes a área plantada (3a) e irrigada (3b) em Mato Grosso como um todo e destaca os municípios de Itiquira ao sul do Mato Grosso na Figura 2b (percentil >99%) e o município de Denise no centro-oeste do Mato Grosso na Figura 2a (percentil >99%).

Figura 3. Mapa de área plantada, irrigada da cana-de-açúcar nos municípios do Mato Grosso

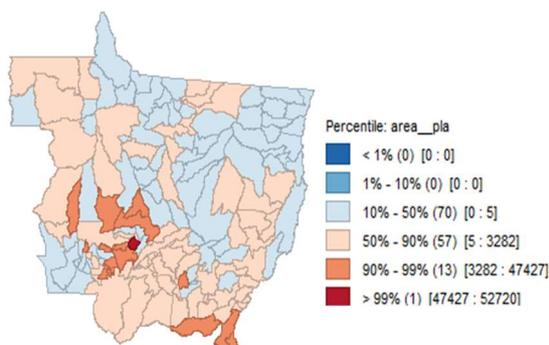


Figura 3a. Área plantada para 2019

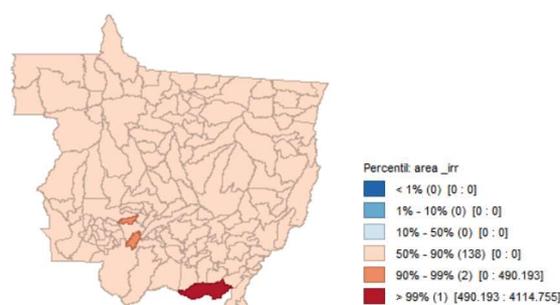
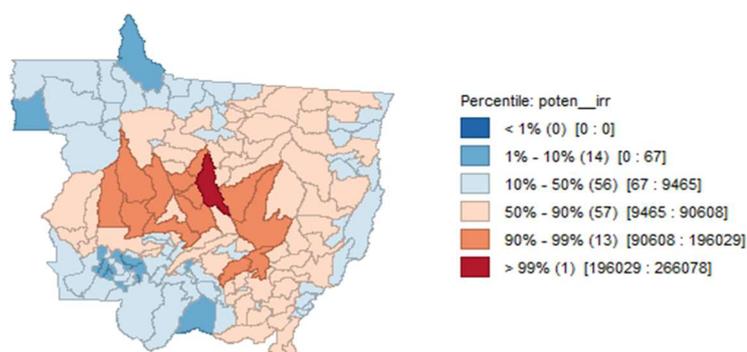


Figura 3b. Área irrigada para 2019

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ANA (2021).

O município de Sorriso, no Estado do Mato Grosso, possui grande potencial para ser ampliado tanto no cultivo de cana-de-açúcar como também, em outras culturas, sendo um dos principais municípios produtores de grãos do Estado e com uma agricultura mecanizada. Além disso, conforme ANA (2016), com as mudanças climáticas, existe a possibilidade de redução no volume pluviométrico, sobretudo para a região Centro-Oeste, onde predominam os cerrados e com isso, mudanças na condução da estrutura produtiva seriam necessários, o que inclui o fortalecimento da agricultura mecanizada, introdução de novas variedades de culturas e outras. Assim, a Figura 4 ilustra as principais áreas de ampliação da irrigação no estado de Mato Grosso.

Figura 4. Área adicional irrigável, por município, no Mato Grosso



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ANA (2021).

Por último, apresenta-se os dados para o Mato Grosso do Sul na Figura 5. O município de Nova Alvorada do Sul possui a maior área plantada do Estado com 94.925 ha e não possui áreas de irrigação. Em relação a participação do município no valor adicionado bruto da atividade agrícola representou 41,55% do total. Já o município de Sonora possui a maior área irrigada da região na cana-de-açúcar com 5.759 ha e área plantada de 15.442 ha, e a sua participação do VAB da agricultura de 36,68% do total do VAB e potencial para avançar na agricultura irrigada de 10.061. A Figura 5 mostra tanto a área plantada como irrigada da cana-de-açúcar em Mato-Grosso do Sul.

Figura 5. Mapa de área plantada, irrigada da cana-de-açúcar nos municípios do Mato Grosso do Sul

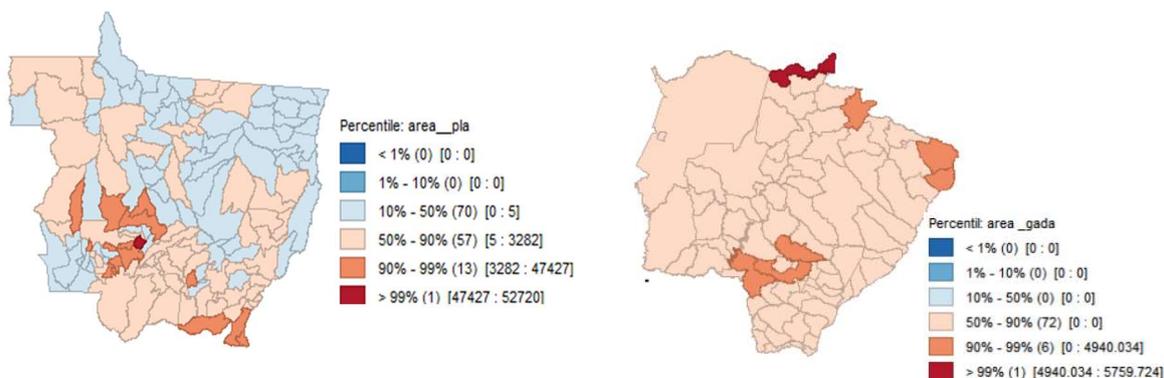


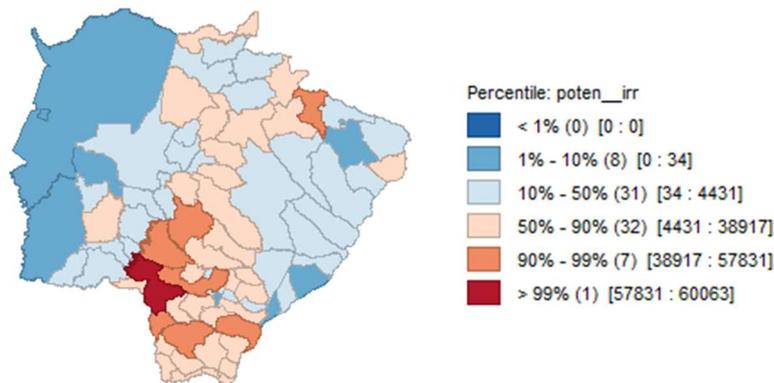
Figura 4a. Área plantada para 2019

Figura 4b. Área irrigada para 2019

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ANA (2021).

Vale destacar que o município de Corumbá possui um dos maiores índices em km² da região, cerca de 64432,45 km², tendo grande potencial para ser ampliado, tanto no cultivo de cana-de-açúcar como também, em outras culturas. A Figura 6 ilustra os municípios de maior potencial para avançar na irrigação no Estado do Mato Grosso do Sul.

Figura 6. Área adicional irrigável, por município, no Mato Grosso do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ANA (2021).

Conforme ANA (2019), a cultura da cana-de-açúcar é a cultura de maior área irrigada (irrigada e fertirrigada) do Brasil e apresenta características que dificultam a identificação correta da irrigação e do uso da água (retirada de mananciais) ao longo do ciclo da cultura, uma vez que, quando na fertirrigação (mais comum na região Sudeste do Brasil), ocorre o reaproveitamento em larga escala da vinhaça que é oriundo do processo industrial do Etanol e os efluentes da vinhaça podem ser diluídas em água, que também pode vir do próprio processo industrial, ou da retirada de mananciais. No entanto, pouco se sabe sobre quando a retirada de água dos mananciais é necessária para a diluição da vinhaça na irrigação e quando não é necessária, ou seja, quando a água oriunda da usina é suficiente.

Ainda, a cana-de-açúcar tem um longo ciclo útil de vida de, em média seis a sete anos, o que exige um maior planejamento das usinas e das agricultoras quanto à aquisição de terras, máquinas e equipamentos. Proporciona, em média, cinco anos de colheita em seu período de vida útil, uma vez iniciado o plantio é preciso aguardar o final do ciclo para apurar os resultados econômicos, o que limita a mudança de atividades por produtores independentes no curto e médio prazo e a redução na produção dessa matéria-prima, mesmo em situação de crise econômica, somente pode ocorrer de forma bastante lenta o que pode afetar, consideravelmente, a rentabilidade (BRESSAN FILHO, 2009).

Em relação a produtividade da cana-de-açúcar sobre manejos de sequeiro e irrigado, os estudos mostram que o ganho de produtividade dependente da tecnologia de irrigação adotado (gotejamento, pivô central, etc), do ciclo irrigado na cultura, das condições de solo, das condições climáticas regionais que se alteram entre as regiões para auferir os resultados efetivos da produtividade. De um modo geral, a ANA (2021) destaca que a produtividade média em manejos irrigados pode chegar de 2 vezes mais do que em sequeiro. No entanto, o estudo de Gava et al. (2011) mostrou que manejo irrigado (gotejamento) houve elevação de 24% na produtividade de colmos e de 23% na produtividade de açúcar, em relação ao sequeiro. Barros (2012) mostrou que com a irrigação é possível promover o plantio em diferentes épocas do ano, e que para os municípios de Gurupi, a produção de açúcar aumentou 52% e no município de Teresina aumentou 42%. Estes estudos mostram que o impacto da irrigação sobre a produtividade diverge entre as regiões produtoras e estudos neste sentido devem ser ampliados.

De um modo geral, as empresas processadoras de cana-de-açúcar, ao longo dos anos, passaram a desenvolver outros produtos com vistas a aumentar a rentabilidade do setor, seja por meio da produção de açúcar, etanol ou na cogeração de energia para além das necessidades de produção das usinas. Com a introdução dos veículos bimotores (*flex full*) disponíveis desde de 2003, os agentes envolvidos na cadeia econômica, bem como o governo, mudaram a forma de olhar o setor quanto as necessidades de novos investimentos e definições setoriais. Ainda, segundo Moraes, Zambianco, Cintra (2013) além do crescimento da produção de cana-de-açúcar e de seus derivativos nos últimos 10 anos, observou-se mudanças na organização da produção, incluindo o processo de profissionalização da gestão, da consolidação das empresas e da entrada de capital estrangeiro.

Diante disso, é importante ressaltar que apesar da produção da cana-de-açúcar estar centrada na região Sudeste, majoritariamente, sua expansão pode ser promovida com maior intensidade na região Centro-Oeste, uma vez que, a região apresenta potencial para ampliar a irrigação (o que confere maior previsibilidade produtiva) no total de 6,2 milhões de hectares, seja na cana-de-açúcar ou outras culturas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentou a inquietação sobre como a expansão da irrigação de cana-de-açúcar poderia contribuir para o ganho de produtividade? Quais os possíveis reflexos ambientais oriundos dessas expansões? E para responder aos problemas de pesquisa teve por objetivo analisar o avanço da irrigação e fertirrigação na cana-de-açúcar nos estados do Centro-Oeste. Com base nos dados e nos estudos levantados foi possível observar, de um modo geral que a região Centro-Oeste possui sua economia centrada na agricultura com destaque na produção de grãos e produção de cana-de-açúcar está em grande crescente. Além disso, fica evidente que o uso da água para irrigação em diversas culturas implica diretamente na necessidade do manejo racional e sustentável deste recurso, afim de se evitar crises hídricas futuras.

Por meio dos documentos apresentados pela Agência Nacional das Águas e Saneamento em relação ao Atlas da Irrigação e demais documentos, foi possível observar que o potencial agrícola para avançar a irrigação na região Centro-Oeste é elevado. Apesar da cultura da cana-de-açúcar não ser a principal atividade agrícola produzida na região, perdendo para a soja, milho e algodão, que são culturas que apresentam elevado rendimento, a cultura da cana-de-açúcar apresenta diversidade produtiva com a produção de açúcar, etanol e cogeração de energia, contribuindo para a matriz energética nacional e na diversidade produtiva regional.

Foi possível perceber com esse trabalho que com a irrigação há um aumento na produtividade da cultura, sendo que a cana-de-açúcar é de alta resistência ao déficit hídrico e a irrigação pode ocorrer por meio do sistema de fertirrigação que utiliza da vinhaça, oriunda do próprio processo produtivo industrial (produção de etanol e açúcar), e de água para a diluição do resíduo químico que confere maior ganho de produtividade na cultura. No caso dos possíveis reflexos ambientais, um dos pontos negativos ficaria por conta do uso da vinhaça (fertirrigação) que apresenta uma série de resíduos químicos que podem contribuir para a contaminação do solo e dos lençóis freáticos, em especial, se não houver regulamentação para o monitoramento das águas subterrâneas, que são comuns na região Centro-Oeste.

Entre os principais resultados, pode-se verificar que tanto a área plantada como a irrigada obtiveram um crescimento exponencial através dos anos no centro-oeste. O estado de Mato Grosso possui a maior área plantada de grãos, seguido por Goiás e Mato Grosso do Sul. Em relação a área irrigada, Goiás possui a maior extensão, seguido por Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Ainda, de acordo com dados referentes a produção e lucratividade da cana de

açúcar, o Estado de Goiás possui os maiores índices, seguido pelo Estado de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, os quais possuem algumas diferenças significativas.

Apesar da produção da cana-de-açúcar estar centrada na região Sudeste, fica evidente o potencial de expansão para a região Centro-Oeste, como demonstrado no presente estudo. Além disso, a cultura da cana-de-açúcar apresenta boa resistência ao déficit hídrico e quando irrigada não necessita de grandes volumes de água retirado de mananciais, pois a diluição da vinhaça provém do processo industrial. Diante das incertezas em relação as mudanças climáticas, o estudo sinaliza que a cana-de-açúcar é uma cultura de menor impacto ambiental devido ao balanço hídrico da cultura. Em termos econômicos, apesar de obter maior produtividade em áreas irrigadas no comparativo ao sequeiro, a atividade da cana-de-açúcar é pouco praticada na região Centro-Oeste, mas apresenta potencial para avançar em caso de políticas direcionadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. **Econometria espacial**. Campinas–SP. Alínea, 2012.

ANA. **Levantamento da cana-de-açúcar irrigada na região centro-sul do Brasil**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/arquivos/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2017/LevantamentoDaCanaDeAcucarIrrigadaNaRegiaoCentroSulDoBrasil.pdf>. Acesso em 20 de março de 2023.

ANA. Manual de usos consuntivos da água no Brasil. Disponível em:> [Terminal - SophiA Biblioteca Web \(ana.gov.br\)](#)> Acesso em 15 de fevereiro de 2023.

ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2020: Informe Anual**. Brasília: ANA 2021. 119p. Disponível em:> [conjuntura-completo.23309814.pdf \(ana.gov.br\)](#)> Acesso em 29 de outubro de 2021.

ANA. **Mudanças climáticas e recursos hídricos: Avaliações e diretrizes para adaptação**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília-Distrito Federal, 94p.2016.

BACEN. **Calculadora do cidadão**. Dispositivo online. Disponível em:> [BCB - Calculadora do cidadão](#)> Acesso e 02 de maio de 2023.

BARROS, A. C. et al. Utilização do modelo canegro para estimativa de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e não irrigada para as regiões de Gurupi–TO e Teresina–PI. **Irriga**, v. 17, n. 2, p. 189-207, 2012.

BRESSAN FILHO, A. **Fundamentos da crise do setor sucroalcooleiro no Brasil**. In: CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Agricultura e abastecimento familiar: políticas públicas e mercado agrícola. Brasília, 2009.

COELHO, Rubens Duarte. **A revolução azul no contexto da agricultura irrigada**. In:Agricultura irrigada no Brasil: ciência e tecnologia, p. 397, 2022.

CONAB. **Safra de grãos é estimada em 310,6 milhões de toneladas com ganhos de produtividade no Centro-Oeste**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4907-safra-de-graos-e-estimada-em-310-6-milhoes-de-toneladas-com-ganhos-de-produtividade-no-centro-oeste>. Acesso em 10 de fevereiro de 2023.

COSTA, G. L., et al. Economic impacts of sugarcane industry in Mato Grosso do Sul state, Brazil. **Journal of Agriculture and Environment**, 11(1), 33-49, 2020.

CUNHA, M. C. S., et al. Assessment of sugarcane production and management practices in Mato Grosso State, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, 11(9), 416-423, 2019.

EMBRAPA. Visão 2030. **O futuro da agricultura brasileira**. *Online*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>>. Acesso em 09 de março de 2023.

FERREIRA, R. M.; DA SILVA LINO, E. N. Expansão Agrícola no Cerrado: O desenvolvimento do Agronegócio no Estado de Goiás entre 2000 a 2019. **Caminhos de Geografia Uberlândia-MG**, v. 22, p. 01-17, 2021.

FURQUIM, M.G.D; DE OLIVEIRA ABDALA, K. Dinâmica do uso do solo como mecanismo para o desenvolvimento econômico do município de Cristalina (GO). **Nature and Conservation**, v. 12, n. 2, p. 38-49, 2019.

GAVA, G. J. de C. et al. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 250-255, 2011.

GRUPO DE PESQUISA EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS DA UNICAMP. **Quirinópolis: A nova capital de biorrefinarias**. Disponível em: <https://alcscens.cpa.unicamp.br/noticias-detalle/34-quirinopolis-goias-a-nova-capital-das-biorrefinarias>. Acesso em 18 de março de 2022.

GUIMARÃES, S. O. et al. Projeções de Mudanças Climáticas sobre o Nordeste Brasileiro dos Modelos do CMIP5 e do CORDEX. **Rev Bras Meteorol**. Sep;31(3):337–65. 2016.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – **Sidra: Demográfico e Contagem**. *Online*. Disponível em: <<http://goo.gl/sb6YeE>>. Acesso em: 28 de novembro de 2022.

IBGE. Produto Interno Bruto dos Municípios -**Sidra: Valor Adicionado**. *Online*. Disponível em:< [Tabela 5938: Produto interno bruto a preços correntes, impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos a preços correntes e valor adicionado bruto a preços correntes total e por atividade econômica, e respectivas participações - Referência 2010 \(ibge.gov.br\)](#)> Acesso em 21 de março de 2023.

IBGE. **Censo agropecuário**. *Online*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/goias/pesquisa/24/27745>> Acesso em: 28 de novembro de 2022a.

IBGE. **Censo agropecuário**. *Online*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/matogrosso/pesquisa/24/27745>> Acesso em: 28 de novembro de 2022b.

IBGE. **Censo agropecuário.** Online. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/matogrossodosul/pesquisa/24/27745>> Acesso em: 28 de novembro de 2022c.

LEVIEN, S.L.A.; FIGUEIRÊDO, V. B.; DE ARRUDA, L.E.V. **Panorama da atual área de agricultura irrigada no Brasil.** Editora Pantanal, 2021.

MARCOS JUNIOR, A.D. et al. Classificação Climática de Thornthwaite para o Brasil com Base em Cenários de Mudanças Climáticas do IPCC-AR5. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, p. 647-664, 2018.

MCIT (Org.). **Modelagem climática e Vulnerabilidades Setoriais à mudança do Clima no Brasil.** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. 590p. 2016.

MORAES, M.A.F.D.; ZAMBIANCO, W.M.; CINTRA, P.R.. **Consolidação do setor sucroalcooleiro: impactos na estrutura de mercado e participação de capital estrangeiro.** In: DORR, Andréa Cristina; GUSE, Jaqueline Carla; FREITAS, Luiz Antônio Rossi. (orgs). **Agronegócio: Desafios e Oportunidades da nova economia;** Curitiba: Appris, 2013.

PBMC. **Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p. 2016.

PEREIRA, L. A. G.; BARRETO, J. B. Geografia das exportações de açúcar e de etanol no estado de Minas Gerais. **Revista Campo-Território**, v. 15, n. 36, p. 230-258, 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRA DE BUGRES. **Características.** Disponível em: <<https://www.barradobugres.mt.gov.br/Institucional/Caracteristicas/>>. Acesso em 18 de março de 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRILHANTE. **Potencialidade.** Disponível em: <<https://riobrilhante.ms.gov.br/potencialidade/>>. Acesso em 18 de março de 2023.

RIBAS, H. S. et al. **Estimativa do coeficiente de cultivo (kc) da cana-de-açúcar a partir do nível de cobertura do solo com uso de drone.** Monografia (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2021.

SEEG. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil 1970-2019.** Observatório do clima, 41p. Disponível em: >[SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf) (seeg-br.s3.amazonaws.com)> Acesso em 02 de setembro de 2021.

SEEG. **Emissões de GEE do Brasil: e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris.** Observatório do Clima (org). Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). Documento Síntese. 80p. 2017.

SENTELHAS, P. C. Variabilidade e mudanças climáticas no contexto da agricultura irrigada. In: **Agricultura irrigada no Brasil: ciência e tecnologia**, p. 397, 2022.

SHIKIDA, P. F. A. Expansão canavieira no Centro-Oeste: limites e potencialidades. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 2, p. 122-137, 2013.

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Evolução da agroindústria canavieira brasileira de 1975 a 1995. **Revista brasileira de economia**, v. 53, n. 1, p. 69-90, 1999.

SILVA, V.S.; GARCIA, C. de A.; SILVA, C.M. da. O destino do bagaço da cana-de-açúcar: Um estudo a partir das agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.3, p.59-76, 2010.

SILVEIRA, Cleiton da Silva et al. **Mudanças climáticas na bacia do rio São Francisco: Uma análise para precipitação e temperatura**. RBRH, v. 21, p. 416-428, 2016.

SNIRH. NOTA TÉCNICA Nº 51/2021/SPR. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Disponível online:> [Nota Técnica 51-2021-SPR.pdf \(snirh.gov.br\)](#)> Acesso em 27 de abril de 2023.

TREVIZAN, A.F.; DE OLIVEIRA, F.A.H.D. **Unidades de Conservação como instrumentos de mitigação às alterações climáticas em Mato Grosso**. Boletim de Geografia, v. 39, p. 254-e59419, 2021.

UDOP. **Centro-Oeste registra 16% de aumento na produção de grãos e volume deve chegar nesta safra a mais de 136,1 milhões de toneladas**. Disponível em: <<https://www.udop.com.br/noticia/2022/08/26/centro-oeste-registra-16-de-aumento-na-producao-de-graos-e-volume-deve-chegar-nesta-safra-a-mais-de-136-1-milhoes-de-toneladas.html>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2023.

União da Indústria de Cana de Açúcar – ÚNICA. **Açúcar**. *Online*. Disponível em: <<https://unica.com.br/setor-sucroenergetico/acucar/>>. Acesso em 16 de fevereiro de 2023.