

## DETERMINANTES DA LOCALIZAÇÃO DA AGROINDÚSTRIA PRODUTORA DE ETANOL DE MILHO EM MATO GROSSO

Emerson Orsini Ferrari<sup>1</sup>  
Marta Raquel Zuchelli Felipetto<sup>2</sup>  
Pery Francisco Assis Shikida<sup>3</sup>  
Paulo Henrique de Lima Siqueira<sup>4</sup>

**Resumo:** Este trabalho visa analisar os determinantes da localização da agroindústria produtora de etanol de milho no Estado do Mato Grosso, a fim de verificar a combinação de critérios de localização para identificar regiões mais adequadas para a construção de usinas *flex*. Utilizou-se o método de regressão logística. Os resultados demonstraram que a variável produção de milho e disponibilidade de vias pavimentadas foram consideradas significativas. Dos nove municípios que hospedam unidades produtivas de etanol de milho, identificou-se que 77,78% também hospedam armazéns para milho, 55,56% possuem distribuidoras de combustíveis e 66,67% estão localizados em regiões consideradas adequadas para a instalação dessas unidades quando considerado relevo, proximidade com rodovias e acesso à água.

**Palavras-Chave:** Biocombustível. Produção. Cana-de-Açúcar.

**Classificação JEL:** O18, Q02.

## DETERMINANTS OF THE LOCATION OF A CORN ETHANOL PRODUCING AGROINDUSTRY IN THE MATO GROSSO STATE (BRAZIL)

**Abstract:** This work aims to analyze the location determinants of the agroindustry of corn ethanol in the Mato Grosso State, in order to verify the combination of location criteria to identify the most suitable regions for the construction of flex plants. It was used the logistic regression method and the results demonstrated that corn production and availability of paved roads were significant. Of the nine municipalities that host corn ethanol production units, it was identified that 77.78% also host corn warehouses, 55.56% have fuel distributors and 66.67% are located in regions considered suitable for the installation of these units when considering relief, proximity to highways and access to water.

**Keywords:** Biofuel. Production. Sugarcane.

**Classification JEL:** O18, Q02.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Desenvolvimento Regional e Agronegócio -Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). E-mail: emersonferrari@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Doutoranda em Desenvolvimento Regional e Agronegócio –Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). E-mail:mrzuchelli2020@gmail.com.

<sup>3</sup> Professor do Curso de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste/Toledo). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. *Email:* pery.shikida@unioeste.br.

<sup>4</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal de São João Del-Rei, vinculado ao Departamento de Ciências Administrativas e Contábeis - DECAC e Coordenador do Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (Profnit). Email: paulosiqueira@ufsj.edu.br.

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por combustíveis no Brasil e no mundo, associada a fatores relacionados à necessidade de resposta às mudanças climáticas globais e à instabilidade da oferta de combustíveis fósseis, estimulou a busca por alternativas energéticas, especialmente os biocombustíveis. Estes são produzidos a partir de materiais vegetais que não passaram pelo processo de fossilização, conforme denominados por Solomon *et al.* (2007).

Neste contexto, destaca-se a produção de etanol a partir de diversas biomassas, sendo o milho uma alternativa de elevado potencial. Esta opção emergiu como uma estratégia econômica para amenizar as crises no setor açucareiro e reduzir a dependência do petróleo, conseqüentemente elevou o Brasil à segunda posição no *ranking* mundial do etanol (Moraes; Bacchi, 2014; Renewable Fuels Association – RFA, 2022a).

No Brasil, a produção de etanol de milho na matriz de biocombustíveis nacionais teve início em 2012, com a inauguração de uma planta industrial localizada em Mato Grosso, operando no modelo *flex*, que possui uma estrutura para a produção de etanol utilizando cana-de-açúcar e milho na mesma unidade industrial (Neves, 2021).

Segundo Dantas (2023), convém ressaltar que o etanol de milho tem a perspectiva de atingir 6 bilhões de litros na safra 2023/2024 no Brasil, o que representa um aumento de 36% em relação ao ciclo anterior. Além disso, esses números indicam um crescimento de 800% nos últimos cinco anos, conforme as projeções da União Nacional do Etanol de Milho (UNEM).

Além da representatividade em escala mundial, observa-se que os modelos de usina *flex* impulsionam a produção de etanol de milho no Brasil. A UNEM (2023) destaca que o aumento da capacidade produtiva é resultado principalmente da expansão do complexo industrial brasileiro, da adoção de tecnologias que elevaram o rendimento industrial e do crescimento da demanda internacional por biocombustíveis.

Em termos de produção no Brasil, o milho ocupa a segunda posição, sendo superado apenas pela cultura da soja. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), os dados referentes à quarta estimativa da safra 2023/24, a produção de milho atingiu um volume de 306,4 milhões de toneladas de grãos, representando 4,2% ou 13,5 milhões de toneladas a mais.

Destaca-se o número de unidades produtoras de etanol de milho na região Centro-Oeste do Brasil. Isso se deve a diversos fatores, como a abundância do grão e oferta local a preços competitivos, a demanda local pelos coprodutos (óleo e DDGS – do inglês *Distillers Dried Grains with Solubles*, traduzido como Grãos Secos de Destilaria com Solúveis) para utilização na nutrição animal, o aumento da produtividade média do grão na região e a queda na produtividade média da cana-de-açúcar (Henrique; Cherubin, 2020).

Para o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 1997), o *boom* da produção de soja, milho e algodão no Estado do Mato Grosso iniciou-se em 1997, oportunizando a rápida absorção de novas terras e o aumento da tecnificação, com aporte de maquinário, agroquímicos e biotecnologia, com impactos diretos na produtividade agrícola. Em 2022, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), a área colhida de milho foi de 641.477 mil hectares.

Observa-se que o Mato Grosso se consolida como um dos principais produtores de etanol de milho no Brasil. As pesquisas de Bargas *et al.* (2016) e Coleti e Oliveira (2019) indicaram que aspectos relacionados à distribuição e espacialização da produção agrícola de milho no estado têm impacto nas decisões sobre onde construir usinas de etanol, visando aumentar a competitividade do produto no mercado e criar uma relação entre a produção especializada e o comércio inter-regional. Essa solução não apenas minimizou desafios logísticos, mas também possibilitou agregar valor ao insumo agrícola, incluindo a utilização desse etanol na própria unidade estadual. Dessa forma, o estado passou a utilizar-se desse etanol

e, com isso, transformou-se em um dos principais mercados consumidores, além de atender as regiões do Arco-Norte brasileiro.

Destarte, este trabalho objetiva analisar os determinantes da localização da agroindústria produtora de etanol de milho no Mato Grosso, procurando verificar a combinação de critérios de localização para identificar regiões mais adequadas para a construção de usinas *flex*.

Salienta-se que no processo de otimização da planta produtiva, um dos critérios a serem observados refere-se à localização adequada. Silva *et al.* (2020) descreve os seguintes critérios: condições fundamentais para a produção; oferta elevada de matéria-prima a preços baixos; e fretes elevados para exportação.

Neste contexto, a teoria da localização analisa os fatores que influenciam as decisões das atividades socioeconômicas de se estabelecer em um local específico e das variáveis que a influenciam. Os principais modelos que tratam da localização das firmas e da distribuição das atividades produtivas têm origem nos clássicos trabalhos de Thünen (1826) e Weber (1929), os quais enfatizavam a importância dos custos de transporte para a determinação da melhor localização da firma.

Weber (1929) aponta que a localização da indústria será orientada de acordo com a disponibilidade de fontes de matérias-primas e/ou de mercado consumidor, que são vantagens obtidas quando as atividades econômicas ocorrem em determinado local ou em vários locais, preconizando que uma boa localização tende a elevar a competitividade da empresa (Aguilar, 2007). Baseado na teoria da localização, o trabalho de Thünen (1966) asseverou que a renda econômica de localização teria uma relação inversa com a distância, uma vez que a renda econômica é fortemente influenciada pela proximidade ao mercado. Assim, terras mais distantes de um determinado centro consumidor teriam uma renda menor em comparação àquelas mais próximas, devido aos custos de transporte.

Ambas as teorias mostram que a localização de uma planta industrial tem importante relação com a disponibilidade de matérias-primas ao seu redor. Logo, a principal contribuição deste estudo é avançar na compreensão sobre os determinantes locacionais que influenciam na instalação de Usinas, bem como os fatores que potencializam a utilização.

Isto posto, este artigo contém cinco seções, incluindo esta introdução e formulação do problema de pesquisa. Na segunda seção, são apresentadas breves notas sobre a agroindústria do milho no Brasil e, notadamente, no Mato Grosso. A terceira e quarta seção tratam, respectivamente, da metodologia e resultados e discussão. A quinta seção abrange as considerações finais deste estudo.

## 2. NOTAS SOBRE A AGROINDÚSTRIA DE ETANOL DE MILHO

O processo de fabricação do etanol de milho no Brasil guarda semelhanças com a tecnologia dos Estados Unidos. Em suma, o milho é moído, cozido e liquefeito em água. Em seguida segue para a etapa de fermentação que, com adição de enzimas e leveduras, transforma o amido em açúcares e, posteriormente, em etanol. A Tecnologia de Separação de Fibras é que permite recuperar fibras e proteínas, resultando na coprodução de produtos ricos em nutrientes comumente conhecidos como DDG (Grãos Secos de Destilaria) e DDGS (Grãos Secos de Destilaria com Solúveis). Nacionalmente, é possível encontrar três modelos de usinas de etanol de milho, a Usina *Full*, conhecida como dedicada, que processa somente milho, a Usina *Flex*, que processa cana-de-açúcar e também milho, geralmente na entressafra e a Usina *Flex Full* que opera com milho e cana de forma paralela (Dantas, 2023).

Quando se fala em usinas *flex*, cabe mencionar que a ociosidade durante a entressafra da cana-de-açúcar, mesmo com o aumento do período de safra de novas espécies, proporciona a oportunidade de utilizar essa capacidade instalada para a produção de etanol com milho. Logo,

a utilização de usinas no modelo *flex* possibilita a produção de biocombustível a partir do milho, aproveitando a capacidade instalada disponível durante a entressafra da cana-de-açúcar e potencializando sua utilização (Silva et al., 2020).

Os dados da CONAB (2024), presentes na quarta estimativa referente à safra 2023/24, indicam uma redução de 5,6% na área plantada em comparação com a safra anterior, resultando em uma correspondente diminuição na produtividade, também estimada em 5,6%. A redução estimada de 10,9% na produção está relacionada a situações adversas durante a primeira safra, responsável por 23,7% da produção total. Essas situações incluem precipitações elevadas no Sul do País e baixa pluviosidade no Centro-Oeste brasileiro, combinadas com altas temperaturas, que impactam de forma negativa tanto na área plantada quanto na produtividade.

Neste sentido, os dados da CONAB corroboram o estudo de Artuzo *et al.* (2019), que analisou a evolução da área cultivada, produção, produtividade e a estabilidade produtiva do milho nas diferentes regiões do Brasil. Os autores constataram que houve uma expansão de 49,08% na área destinada ao cultivo de milho, acompanhada pelo aumento na produção, resultante do crescimento da área e da produtividade. Além disso, destacaram o aumento da produtividade, com ênfase nos estados do Sul, Centro-Oeste e Sudeste.

## 2.1. A AGROINDÚSTRIA DE ETANOL DE MILHO EM MATO GROSSO

O Mato Grosso (MT), localizado no Centro-Oeste do Brasil, possui relevo essencialmente plano, com uma área de 903.208 km<sup>2</sup>, contando com 141 municípios e um total de 3.658.649 habitantes (IBGE, 2022). Com base no Relatório de Desenvolvimento Humano do Brasil, que traz indicadores relacionados à Educação, Saúde e Renda, o Mato Grosso encontra-se dentre os 11 estados com maior projeção no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil em 2023 e 2024 (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico – SEDEC/MT, 2023).

Mato Grosso destaca-se no âmbito nacional pelo seu potencial produtivo, especialmente em relação à produção agropecuária, o que faz do estado um importante exportador de soja, milho, algodão, além de produtos da pecuária e diversos itens da agricultura familiar. É o maior produtor de milho do Brasil, com uma produção aproximada de 32 milhões de toneladas em 2021 (Chaves et al., 2022).

No que tange ao Centro-Oeste brasileiro, especificamente em Mato Grosso, a semeadura do milho da primeira safra cobriu 100% da área destinada ao cultivo. Como aspecto positivo, as precipitações nas regiões com a maior concentração de plantações de milho no estado têm sido suficientes para manter o desenvolvimento inicial da cultura (CONAB, 2024).

De acordo com dados do IBGE (2024), o Mato Grosso foi o maior produtor de milho do Brasil em 2022, tendo produzido 38 milhões de toneladas no ano, o que representa 35,03% da produção nacional. Nos últimos 10 anos, a quantidade produzida de milho por tonelada no estado apresentou uma taxa geométrica de crescimento de 8,91% a.a., enquanto a produtividade cresceu a uma taxa de 1,05% a.a. (Tabela 1). De 1974 a 2022, a taxa geométrica de crescimento da quantidade produzida e da área colhida foram de 12,42% a.a. e 3,36% a.a., respectivamente, ambos significativas a 1%, demonstrando um avanço tecnológico na produção de milho nesse período no estado, visto que a quantidade produzida aumentou mais do que a área colhida (IBGE, 2024).

Tabela 1 – Quantidade produzida (toneladas), área colhida (hectare) e produtividade (quantidade produzida/área colhida) do Estado de Mato Grosso

Ano	Quantidade Produzida (Toneladas)	Área Colhida (hectares)	Produtividade (Quantidade Produzida por área colhida)
2013	20.186.020	3.416.701	5,91
2014	18.071.316	3.330.803	5,43
2015	21.353.295	3.570.606	5,98
2016	15.339.785	3.736.321	4,11
2017	29.942.322	4.784.797	6,26
2018	26.172.540	4.417.207	5,93
2019	31.504.274	5.026.279	6,27
2020	33.650.671	5.318.762	6,33
2021	32.051.305	5.808.096	5,52
2022	38.331.222	6.414.777	5,98
TGC <sup>a</sup>	8,91%***	7,78%***	1,05% <sup>NS</sup>

<sup>a</sup> Calculada pelo antilog do parâmetro  $\beta_1$  da regressão  $\ln(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 T + u_i$ , em que  $Y_i$  é o valor da quantidade produzida, área colhida e produtividade e  $T$ , a variável tendência, calculado pelos autores.

\*\*\* Significativo a 1%.

<sup>NS</sup> Não significativo.

Fonte: IBGE (2024).

Por outro lado, Mato Grosso apresentou a quarta maior produtividade em 2022, com 5,98 toneladas por hectare, enquanto Santa Catarina, o mais produtivo, alcançou 6,36 toneladas por hectare. Isso sugere que ainda existem oportunidades para melhorias na tecnologia de produção de milho no Mato Grosso (IBGE, 2024).

Cabe mencionar que, quando comparada a questão do equilíbrio energético e questões econômicas, a produção de etanol a partir do milho pode ser menos eficiente do que aquele produzido por meio da cana-de-açúcar. No entanto, como matéria-prima, o milho tem a vantagem de poder ser armazenado durante todo o ano. Isso permite que seu processamento seja realizado na entressafra da cana-de-açúcar, oferecendo um ganho de produtividade de etanol para a usina. Dessa forma, a usina pode utilizar sua capacidade instalada que, na entressafra da cana-de-açúcar, ficaria ociosa (Hoffmann, 2015).

Na perspectiva de aproveitar a vantagem do armazenamento anual de milho e a capacidade instalada ociosa, o aumento na produção de etanol de milho durante a entressafra da cana-de-açúcar tem sido de grande importância para Mato Grosso. O estado subiu da sexta posição na produção de etanol entre os estados brasileiros na safra 2010-2011 para a terceira posição na safra 2019-2020. Nesse período, a produção aumentou de 851.241 m<sup>3</sup> para 4.344.209 m<sup>3</sup>, representando uma variação percentual de 410,34% e uma Taxa Geométrica de Crescimento de 15,35% a.a., a mais alta entre os estados produtores (conforme apresentado na Tabela 2).

Tabela 2 – Produção de etanol das safras de 2010-2011 para 2022-2023 nos maiores estados produtores: Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Paraná e São Paulo

Safra	Goiás	Minas Gerais	Mato Grosso do Sul	Mato Grosso	Paraná	São Paulo
2010-2011	2.870.973	2.547.441	1.828.655	851.241	1.597.453	15.199.564
2011-2012	2.678.412	2.084.698	1.629.514	844.272	1.379.061	11.576.333
2012-2013	3.129.637	1.995.491	1.912.398	975.634	1.309.427	11.814.706
2013-2014	3.871.998	2.652.268	2.234.022	1.104.037	1.499.852	13.986.206
2014-2015	4.199.554	2.718.120	2.507.179	1.169.095	1.633.085	13.711.923
2015-2016	4.671.434	3.067.373	2.777.104	1.325.152	1.571.369	14.565.308
2016-2017	4.367.960	2.633.890	2.707.735	1.220.511	1.352.581	13.184.420
2017-2018	4.604.467	2.705.203	2.631.344	1.500.076	1.268.753	13.216.599
2018-2019	4.870.991	3.219.324	3.275.431	1.805.129	1.616.418	15.936.371
2019-2020	5.517.932	3.564.216	3.329.503	2.446.196	1.658.369	16.538.238
2020-2021	5.224.597	3.051.423	2.857.782	3.339.735	1.261.428	14.412.166
2021-2022	4.952.483	2.800.755	2.483.143	4.101.158	1.142.219	11.909.988
2022-2023	5.063.773	2.882.354	3.365.790	4.344.209	1.091.224	11.934.512
VAR% <sup>a</sup>	76,38	13,15	84,06	410,34	-31,69	-21,48
TGC <sup>b</sup>	5,57*	2,79**	5,10*	15,35*	-1,8***	0,11 <sup>NS</sup>

<sup>a</sup>: Variação percentual da produção da safra 2022-2022 sobre a safra 2010-2011, calculada pelos autores.

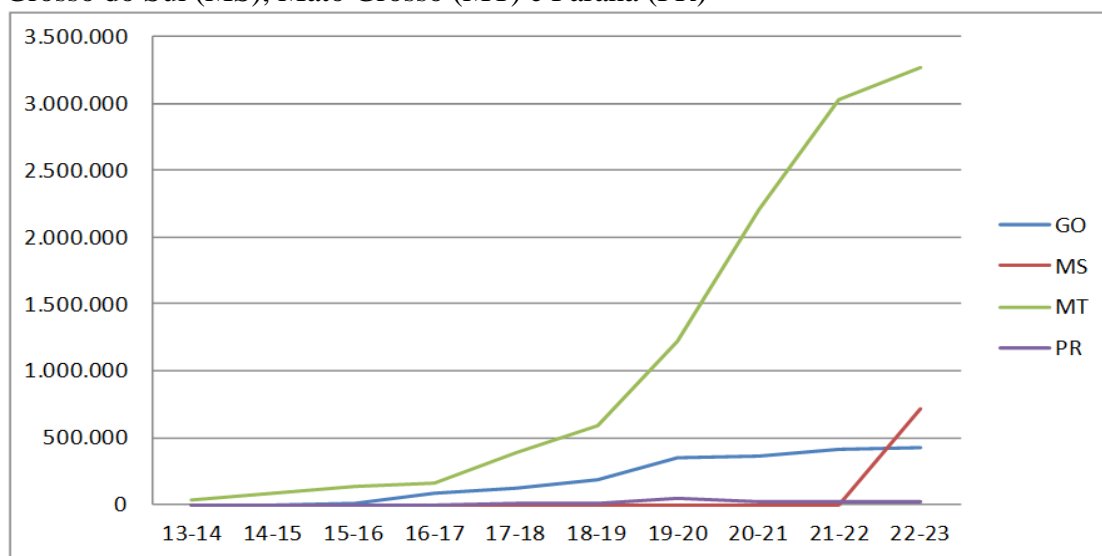
<sup>b</sup>: Taxa geométrica de crescimento obtida pelo antilog do parâmetro  $\beta_1$  da regressão  $\ln(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 T + u_i$  menos 1, em que  $Y_i$  é o valor da produção de etanol de cada estado, e  $T$  a variável tendência (calculada pelos autores).

\* Significativo a 1%, \*\* Significativo a 5%, \*\*\* Significativo a 10%, <sup>NS</sup> Não Significativo.

Fonte: União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA, 2024).

Observa-se que esse crescimento na produção teve início na safra 2013-2014, quando a produção de etanol de milho começou em Mato Grosso. A produção aumentou de 37.036 m<sup>3</sup> na safra 2013-2014 para 3.268.536 m<sup>3</sup> na safra 2022/2023, tornando-se o maior produtor entre os estados que produzem etanol de milho (conforme mostrado na Figura 1).

Figura 1 – Produção de etanol de milho dos estados maiores produtores: Goiás (GO), Mato Grosso do Sul (MS), Mato Grosso (MT) e Paraná (PR)



Fonte: União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA, 2024).

De acordo com Zilto Donadello, vice-presidente da Associação Brasileira dos Produtores de Milho (ABRAMILHO), a produção de etanol no estado elevou o preço ao produtor, pois parte da produção, que não era exportada devido a problemas logísticos, poderia ser destinada exclusivamente para a pecuária, suinocultura e agricultura local. Contudo, com a possibilidade de produzir energia renovável, os produtores ampliaram a área destinada à produção de milho. Além disso, segundo Lhais Sparvoli, diretora executiva das Indústrias de Bioenergia de Mato Grosso (Bioind), a destinação do milho para a produção de etanol agregou valor ao produto no estado. Ao invés de exportar grãos *in natura*, Mato Grosso passou a exportar óleo, farelo de milho e etanol, gerando emprego e renda na região (RD NEWS, 2023).

Essa distribuição de especialização na produção agrícola é uma variável importante a ser considerada na construção de usinas para a produção de etanol (Hoffmann, 2015). Nessa questão das variáveis para a construção de usinas visando à produção de etanol, o estudo de Haddad *et al.* (2010), que tratou as Escolhas Locacionais da Indústria de Etanol no Cinturão do Milho do Centro-Oeste dos Estados Unidos, encontrou em Iowa e Illinois, onde o milho é em grande parte onipresente, que as empresas consideraram, além do fornecimento de milho, outros fatores em seu processo de tomada de decisão. Levam-se em conta fatores relacionados ao acesso ferroviário, a densidade populacional e a proximidade dos terminais mistos, que surgem como considerações significativas.

Nesse contexto, seguindo os fatores para a localização das usinas, Siqueira *et al.* (2013) buscaram identificar os determinantes de localização da agroindústria canavieira em Goiás, procurando verificar quais as variáveis que condicionam os aspectos locacionais dessa atividade produtiva. Embora o estudo trate da agroindústria canavieira, os autores trouxeram variáveis relevantes e significativas para a presença das usinas e destilarias nos municípios goianos com produção de cana-de-açúcar, evidenciando a importância do acesso à matéria-prima agrícola, a produtividade (pois deste fator se obtém maior ou menor lucro), a alfabetização (a qualificação dos trabalhadores passa a ser importante para a maior probabilidade da presença dessas unidades) e o rendimento (onde se tem maior renda, espera-se melhores condições de infraestrutura para hospedar uma usina e/ou destilaria).

Silva *et al.* (2020) corroboram ao apresentar um estudo de caso sobre a estrutura de custo e a rentabilidade da produção de etanol de milho de duas usinas *flex* do Centro-Oeste. Os resultados apontaram que a estrutura de custos representa um forte peso da matéria-prima, seguido por custos industriais oriundos de um processamento relativamente mais complexo do que o da conversão da cana-de-açúcar. Além disso, demonstram que a margem de lucro da produção de etanol de milho em usinas *flex* integradas-dedicadas é sensível a mudanças nos preços de comercialização do biocombustível e da matéria-prima.

Dentro desse contexto, a pesquisa de Oliveira *et al.* (2022) buscou verificar se a combinação de critérios de localização permite identificar regiões mais adequadas para a construção de novas usinas *flex* e mapeá-las. Os autores identificaram a existência de regiões mais adequadas e concluíram que o mapeamento dessas áreas potencializa o uso de recursos, evitando a instalação em áreas inapropriadas.

Por último, mas não menos importante, o estudo de Chaves *et al.* (2022) mensurou o Índice de Desempenho Competitivo (IDC), aplicado aos vinte maiores produtores municipais da cultura graneleira do milho no Mato Grosso, a fim de identificar o comportamento da competitividade territorial. Concluíram que a competitividade nestes municípios levou o estado ao posto de um dos maiores produtores de milho e, dentre os municípios analisados, destacou-se o município de Sorriso como o mais competitivo.

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi descritiva, documental e de abordagem quantitativa. Optou-se por analisar os 141 municípios de Mato Grosso, devido ao crescimento que o etanol proveniente da produção de milho vem apresentando no estado, com o objetivo de verificar a combinação de critérios de localização para identificar regiões mais adequadas para a construção de usinas *flex*. Com base nos dados da UNEM (2023), o estado lidera o *ranking* da produção do biocombustível, com 11 usinas de etanol de milho distribuídas nos municípios: Campos de Júlio, Jaciara, Lucas do Rio Verde, Nova Marilândia, Nova Mutum, Poconé, São José do Rio Claro, Sinop e Sorriso.

Utilizou-se a regressão logística no estudo, a qual, por meio da interação com diferentes variáveis, pode verificar a localização mais competitiva (Weatherspoon; Ross, 2008). Essa técnica foi empregada para analisar a probabilidade da existência de uma usina em determinado município. A regressão logística busca explicar ou prever valores de uma variável dependente categórica em função de valores conhecidos de variáveis independentes, que podem ser categóricas ou métricas. Isso possibilita tanto a classificação dos fenômenos ou indivíduos em categorias específicas, como a estimativa da probabilidade de ocorrência de determinado evento ou de que um fenômeno venha a se enquadrar em determinada categoria (Corrar et al., 2009).

A variável dependente é a presença (1) ou ausência (0) de usina de etanol de milho em determinado município. De acordo com os estudos de Haddad *et al.* (2010), Siqueira *et al.* (2013), Hoffmann (2015), Bargas *et al.* (2016), Coleti e Oliveira (2019), Silva *et al.* (2020), Chaves *et al.* (2022) e Oliveira *et al.* (2022), as variáveis independentes com seus respectivos efeitos marginais esperados estão relacionadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis independentes, hipótese, fonte e sinal esperado

Variáveis independentes	Hipótese	Fonte	Sinal esperado
Produção de milho de cada município	Municípios com maior produção de milho atraem usinas/indústrias de produção de etanol	Censo agropecuário do IBGE 2017	+
Produtividade de milho (divisão da produção total sobre a área colhida)	Propriedades mais produtivas atraem a agroindústria processadora de milho por proporcionar custos menores	Censo agropecuário do IBGE 2017	+
Distância abastecimento de ferrovias	Municípios distantes do terminal podem proporcionar custos maiores com transporte	Google maps	-
Vias pavimentadas	Municípios com mais quilômetros de vias pavimentadas são mais atraentes para usinas/indústrias de produção de etanol	Google maps	+
Produção de bovinos	Municípios com significativos números de bovinos e bezerros são mais atraentes para a instalação de usinas de biocombustíveis	Censo agropecuário do IBGE 2017	+
Produção de cana-de-açúcar	Municípios com maior produção de cana-de-açúcar atraem usinas/indústrias de produção de etanol	Censo agropecuário do IBGE 2017	+



Produtividade na produção de cana-de-açúcar	Propriedades mais produtivas atraem a agroindústria processadora de cana-de-açúcar por proporcionar custos menores	Censo agropecuário do IBGE 2017	+
Disponibilidade de armazéns	Municípios e/ou microrregiões que dispõem de armazéns são mais atraentes para a instalação de usinas	Guia de armazém MT	+
Disponibilidade de distribuidoras de combustíveis	Municípios e/ou microrregiões que dispõem de distribuidores de combustíveis são mais atraentes para a instalação de usinas	Agência Nacional de Petróleo (2024)	+
Relevo, proximidade de rodovias e acesso água	Municípios com melhor relevo, proximidade com rodovias e acesso à água são mais atraentes para a instalação de usinas	Oliveira <i>et al.</i> (2022)	+
População	Município mais populoso torna-se menos atraente para a localização de uma esmagadora	Censo demográfico do IBGE 2022	-

Fonte: Elaborada pelos autores com base no referencial teórico (2024).

A validação do modelo de regressão, dos dados observados no estudo, de acordo com Corrar *et al.* (2009), necessita ter um relacionamento linear e, no caso da variável dependente ser categórica, essa hipótese é violada, o que inviabiliza a probabilidade de o evento alterar-se linearmente, seja com um aumento ou diminuição linear, da relação função estatística. Diante dessa possibilidade, foi efetuada uma transformação logística na variável dependente para manter a forma de relacionamento linear, enquanto o relacionamento em si não é linear. Para ser possível realizar tal ação, converte-se a variável dependente em uma razão de chances e, em seguida, a transforma em variável de base logarítmica para evitar a predição de valores menores que zero e maiores que 1 dessa variável dependente. Logo:

$$\text{Razão de chance} = \frac{P(\text{evento})}{1-P(\text{evento})} \quad (1)$$

$$\ln\left(\frac{P(\text{evento})}{1-P(\text{evento})}\right) = b_0 + b_1x_{1i} + b_2x_{2i} + \dots + b_kx_{ki} \quad (2)$$

O logaritmo natural da razão de chances, constante no lado esquerdo da equação (2), encontra-se, do lado direito, com as variáveis independentes e os coeficientes estimados, os quais expressam mudanças no logaritmo da razão de chances. A razão de chances é obtida elevando-se a constante matemática ao expoente composto dos coeficientes estimados, conforme a equação (3), chegando-se, desta forma, ao objetivo final de identificar a probabilidade associada à ocorrência de determinado evento, conforme as equações (4) e (5).

$$\left(\frac{P(\text{evento})}{1-P(\text{evento})}\right) = e^{(b + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_{ki})} \quad (3)$$

$$P(\text{evento}) = \frac{e^{(b + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_{ki})}}{1 + e^{(b + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_{ki})}} \quad (4) \text{ ou}$$

$$P(\text{evento}) = \frac{1}{1 + e^{-(b + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_{ki})}} \quad (5)$$

O método de verossimilhança, considerado uma forma de estimar os parâmetros de distribuição de probabilidades para maximizar a função verossimilhança, será o resultado da transformação logística da qual resulta a equação (5) e que, por sua vez, resultará na equação (6) a seguir:

$$\text{verossimilhança}(VL) = \sum_{i=1}^n \{Y_i \ln(P(Y_i)) + (1 - Y_i) \ln[1 - P(Y_i)]\} \quad (6)$$

Na equação (6),  $Y_i$  representa o evento e  $n$  é o número de observações.

A verossimilhança em questão está baseada na soma das probabilidades associadas com a saída real e a prevista. Segundo Field (2009), valores altos da estatística de verossimilhança indicam uma aderência pobre do modelo, pois quanto maior for esse valor, mais observações não explicadas existirão. Para testar a significância do modelo ajustado, utilizou-se o modelo da razão de verossimilhança, testando-se as hipóteses:  $H_0: b_1 = b_2 = \dots = \hat{y}_0 = 0$ , ou seja, o modelo não é estatisticamente significativo, ou  $H_1: b_i \neq 0$  ( $i = 1, \dots, p$ ), ou seja, o modelo é estatisticamente significativo.

Não será possível prever a probabilidade do “sucesso” das variáveis independentes se o modelo não for significativo. A estatística testa a significância da verossimilhança (VL) do modelo apenas com a constante (Básico), ou seja, sem nenhuma variável independente  $\text{logit}(Y) = b_0$ , comparando-a com a VL do modelo com as variáveis independentes (Novo), na combinação linear  $\text{logit}(Y_i) = b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \dots + b_pX_{pi}$  (Maroco, 2007). O teste baseia-se na fórmula (7):

$$\begin{aligned} x^2 &= 2[VL(\text{Novo}) - VL(\text{Básico})] \\ gl &= k_{\text{novo}} - k_{\text{básico}} \end{aligned} \quad (7)$$

O Log *Likelihood Value*, medida de avaliação da regressão logística, que, segundo Corrar *et al.* (2009), avalia a capacidade do modelo em estimar a probabilidade associada à ocorrência de determinado evento. Field (2009) complementa ao dizer que a distribuição qui-quadrado tem graus de liberdade iguais ao número de parâmetros no novo modelo menos o número de parâmetros no modelo básico, que, neste último, é sempre igual a 1 (a constante). Qualquer modelo subsequente terá um número de graus de liberdade igual ao número de previsores mais 1.

Ao tratar do grau de ajustamento do modelo, utilizou-se o Teste Hosmer e Lemeshow, conhecido como Teste qui-quadrado, que consiste na divisão em um número observações, com cerca de dez classes e, em seguida, compara as frequências previstas com as observadas, permitindo observar se há diferenças significativas entre as classificações do modelo e a realidade observada. Caso haja diferenças significativas, pode-se concluir que o modelo não representa satisfatoriamente a realidade. Portanto, o objetivo é aceitar a hipótese nula de que não existem diferenças significativas entre os valores previstos e observados (Corrar *et al.*, 2009).

Utilizou-se o Teste de Wald como forma de identificar quais variáveis independentes influenciam significativamente a regressão logística. Este teste indicará se o coeficiente ( $b$ ) de cada predictor é significativamente diferente de zero. Ele apresenta uma distribuição qui-quadrada e seu cálculo é dado pelo valor do coeficiente de regressão dividido pelo seu erro padrão (EP) associado, elevado ao quadrado.

$$\text{Wald} = \left( \frac{b}{EP_b} \right)^2 \quad (8)$$

$$EP = \frac{1}{\sqrt{n \cdot P(evento)(1 - P(evento))}} \quad (9)$$

Para contornar a questão de que o teste estatístico seja válido somente para amostras de grandes dimensões, além das probabilidades de erro tipo I e II na regressão logística de Wald, que afetam os testes  $t$ , a fim de evitar o inflacionamento do erro padrão mencionado na equação (9) e que levaria à não rejeição de  $H_0$ , é sugerido por Corrar *et al.* (2009) que seja realizado o cálculo do valor de verossimilhança (*Likelihood Value*) com a variável à qual se refere o coeficiente sob análise e, posteriormente, renovar esse procedimento sem essa variável. Ao comparar os dois valores, será possível verificar se o coeficiente em apreço exerce impactos significativos sobre as probabilidades.

Desta forma, além da estatística de *Wald*, será apresentado o intervalo de confiança para verificar se o coeficiente é realmente significativamente diferente de zero. Como na regressão logística não é possível calcular o  $R^2$ , uma vez que a variância da variável dependente será condicionada à probabilidade em que ocorrem seus valores, torna-se comum utilizar o que se convencionou chamar de pseudo- $R^2$ , que irá apenas permitir avaliar se o modelo melhora ou não a qualidade das previsões, quando comparado a outro que ignore as variáveis independentes. Dentre os pseudos- $R^2$ , têm-se o *Cox e Snell* e o *Nagelkerke*.

$$R_{CS}^2 = 1 - e^{\left[ \frac{2(VL(novo) - VL(Básico))}{n} \right]} \quad (10)$$

$$R_N^2 = \frac{R_{CS}^2}{1 - e^{\left[ \frac{2(VL(Básico))}{n} \right]}} \quad (11)$$

O *software* utilizado para os cálculos da regressão logística foi o *Statistical Package for Social Sciences*, versão 17.0 (SPSS).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 141 municípios existentes em Mato Grosso, 132 não hospedam unidades produtoras de etanol de milho, enquanto os outros 9 municípios as possuem. De acordo com a análise de regressão logística, todos os municípios seriam inicialmente classificados como não hospedando unidades produtivas de etanol de milho, resultando em uma taxa de acerto de 93,6%.

As variáveis no modelo, considerando apenas a constante, apresentaram um  $p$ -valor igual a 0,000, levando à rejeição da hipótese de que a variável constante ( $b_0$ ) seja igual a zero. O teste da razão VL entre o modelo nulo e os modelos em cada um dos passos, bloco e modelo final (conforme mostrado na Tabela 3), revela um  $p$ -valor de 0,001. Isso indica que há pelo menos uma variável independente no modelo com poder preditivo sobre a variável dependente, considerando que as variáveis independentes foram inseridas simultaneamente.

Tabela 3 – Teste Omnibus dos coeficientes do Modelo

	Qui-quadrado	df	Sig.
Passo	28,878	10	0,001
Bloco	28,878	10	0,001
Modelo	28,878	10	0,001

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

O valor de  $-2LV$  ( $-2 \text{ Log Likelihood}$ ) foi de 37,930, e os valores dos pseudos- $R^2$  de Cox & Snell e de Nagelkerke foram 0,186 e 0,491, respectivamente, indicando que a inclusão das variáveis independentes melhora a qualidade do modelo. Considerando o Nagelkerke, o modelo é capaz de explicar 49,1% das variações registradas na variável dependente. Apesar de pequeno, o valor do qui-quadrado do teste de Hosmer e Lemeshow foi igual a 2,045, com um  $p$ -valor de 0,980, não significativo. Isso sugere que não há diferenças significativas entre os valores previstos e observados. Portanto, o modelo pode ser utilizado para estimar a probabilidade de uma determinada unidade produtiva de etanol de milho se localizar em determinadas cidades, com base nas variáveis independentes.

Em seguida, as unidades produtivas foram classificadas nos municípios matogrossenses com base nas variáveis independentes, conforme apresentado na Tabela 4. O percentual de acerto nas classificações aumentou de 93,6%, sem a inclusão das variáveis independentes, para 95% quando essas variáveis foram consideradas. Esse melhor desempenho acontece porque o nível de acerto do modelo para unidades produtivas hospedadas nos municípios passou de zero para 33,3%. Pode-se afirmar, estatisticamente, que é vantajoso incluir as variáveis independentes no modelo.

Tabela 4 – Tabela de classificação com as variáveis independentes

Observado		Predito			
		Localização das unidades produtivas de etanol			
		Ausentes	Presentes	Porcentagem	
		0,00	1,00		
Localização das unidades produtivas de etanol	Ausentes	0,00	130	1	99,2
	Presentes	1,00	6	3	33,3
Porcentagem total					95,0

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

No que diz respeito às variáveis independentes na equação, apenas a produção de milho e a disponibilidade de vias pavimentadas foram consideradas significativas, de acordo com o Teste de Wald. Ou seja, essas variáveis exerceram efeito sobre a probabilidade de uma unidade produtiva se localizar em um determinado município, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Variáveis independentes na equação em que a variável dependente indica a presença ou ausência de usinas nos municípios

Variáveis	B	E. P.	Wald	g. l.	Sig.
Produção de milho	0,000	0,000	3,426	1	,064
Produtividade na produção de milho	0,238	0,336	0,503	1	,478
Distância abastecimento de ferrovias	0,001	0,002	0,078	1	,780
Produção de bovinos	0,000	0,000	0,239	1	,625
Vias pavimentadas	-0,024	0,012	4,130	1	,042
Produção de cana-de-açúcar	0,000	0,000	0,243	1	,622
Produtividade na produção de cana-de-açúcar	0,018	0,028	0,428	1	,513
Disponibilidade de armazéns	-0,139	1,093	0,016	1	,899
Disponibilidade de distribuidoras de combustíveis	-0,778	1,181	0,434	1	,510
Relevo, proximidade rodovias e acesso água	-1,700	1,208	1,982	1	,159
Constante	-1,843	2,170	0,721	1	,396

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Na sequência, foi calculado o modelo probabilístico para a presença de unidades produtoras de etanol de milho nos municípios mato-grossenses por meio da seguinte equação:

$$P(evento) = \frac{1}{1 + e^{-(1,843 + 0,000prod_{milho} - 0,024vias_{pavimentadas})}}$$

No entanto, é importante observar que o efeito da produção de milho foi muito próximo de zero, o que contradiz os achados de Siqueira *et al.* (2013) em relação à significância da presença de usinas e destilarias nos municípios goianos com produção de cana-de-açúcar. Isso destaca a importância do acesso à matéria-prima agrícola. Por outro lado, a disponibilidade de vias pavimentadas teve um efeito negativo inesperado de 2,37%, diferindo das conclusões de Haddad *et al.* (2010), que indicavam que as empresas consideram fatores como o acesso ferroviário e a proximidade dos terminais mistos em seu processo de tomada de decisão. Esse valor foi calculado ao tomar o antilogaritmo do  $j$ -ésimo coeficiente de inclinação (antilog - 0,024 = 0,9763), subtraindo 1 e multiplicando o resultado por 100. Esse processo gera a variação percentual na razão de chance devido ao aumento de uma unidade no  $j$ -ésimo regressor (Gujarati, 2000).

Um importante aspecto que precisa ser ressaltado quanto ao resultado negativo da disponibilidade de vias pavimentadas, conforme a Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística (SINFRA/MT, 2020), é que o Mato Grosso apresenta aproximadamente 66,26% das rodovias não pavimentadas. Isso, de certa forma, reflete nesse resultado.

Apesar da pequena quantidade de variáveis, ao cruzar a presença de usinas nos municípios com a disponibilidade de armazéns, distribuidoras, características do relevo, proximidade de rodovias e acesso à água, observam-se os resultados na Tabela 6.

Tabela 6 – Cruzamento entre a localização das unidades produtivas de etanol de milho e a presença de armazéns, distribuidoras, relevo adequado, proximidade de rodovias e acesso à água nos municípios de Mato Grosso

		Presença de armazéns nos municípios		
		0,00	1,00	Total
Localização das unidades produtivas	Valor	2	7	9
	Porcentagem	22,22%	77,78%	100%
		Distribuidora de combustíveis		
Localização das unidades produtivas	Valor	4	5	9
	Porcentagem	44,44%	55,56%	100%
		Relevo, proximidade de rodovias e acesso à água		
Localização das unidades produtivas	Valor	3	6	9
	Porcentagem	33,33%	66,67%	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A Tabela 6 mostra que, dos 9 municípios que hospedam unidades produtivas de etanol de milho, 77,78% também possuem armazéns para milho, 55,56% abrigam distribuidoras de combustíveis e 66,67% estão localizados em regiões que, de acordo com o estudo de Oliveira *et al.* (2022), são mais adequadas para a instalação dessas unidades, considerando o relevo, a proximidade com rodovias e o acesso à água.

A mesma análise foi realizada considerando a microrregião geográfica do Mato Grosso (Tabela 7). Observou-se que todas as unidades produtivas de etanol de milho estão localizadas em microrregiões que abrigam armazéns. Em outras palavras, conforme indicado na Tabela 6, pode-se concluir que há ausência de armazéns apenas em dois municípios mato-grossenses. No

entanto, é importante notar que há armazéns em cidades vizinhas pertencentes à mesma microrregião.

Tabela 7 – Cruzamento entre a localização das unidades produtivas de etanol de milho e a presença de armazéns, distribuidoras, relevo adequado, proximidade de rodovias e acesso à água nas microrregiões de Mato Grosso

		Presença de armazéns nos municípios		
		0,00	1,00	Total
Localização das unidades produtivas	Valor	0,00	7	7
	Porcentagem	0,00%	100%	100%
		Distribuidora de combustíveis		
Localização das unidades produtivas	Valor	1	6	7
	Porcentagem	14,29%	85,71%	100%
		Relevo, proximidade de rodovias e acesso à água		
Localização das unidades produtivas	Valor	1	6	7
	Porcentagem	14,29%	85,71%	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Estes resultados corroboram com as pesquisas de Bargos *et al.* (2016) e Coleti e Oliveira (2019), que indicaram que os aspectos relacionados à distribuição e espacialização da produção agrícola de milho no Mato Grosso têm impacto nas decisões sobre onde construir usinas de etanol. Isso é feito com o objetivo de aumentar a competitividade do produto no mercado e estabelecer uma relação entre a produção especializada e o comércio inter-regional.

Por fim, no que diz respeito às distribuidoras de combustíveis, observou-se que 85,71% (6 das 7 unidades produtivas) estão localizadas em microrregiões que possuem acesso a distribuidoras, relevo adequado, proximidade de rodovias e acesso à água. Essa constatação está alinhada com o estudo de Oliveira *et al.* (2022), que identificaram a existência de regiões mais adequadas e concluíram que o mapeamento dessas áreas é essencial para otimizar o uso de recursos, evitando instalações em áreas inadequadas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou analisar os determinantes de localização da agroindústria produtora de etanol de milho no Mato Grosso, a fim de verificar a combinação de critérios de localização para identificar regiões mais adequadas para a construção de usinas *flex*. Embora alguns estudos tenham sido realizados para estudar os fatores que favorecem a localização das empresas em determinados países, regiões ou municípios, poucos se voltaram especificamente para unidades produtoras de etanol de milho em regiões brasileiras e, em especial, em novas regiões de expansão dessa atividade, como no Mato Grosso.

Ao identificar fatores que poderiam influenciar a localização das unidades produtivas de etanol de milho nesse estado, foi possível confirmar que quanto maior a produção dessa *commodity*, e a disponibilidade de vias pavimentadas (salienta-se o efeito negativo inesperado de 2,37%), maior é a probabilidade da presença de alguma usina de etanol de milho. Vale dizer que o Mato Grosso se encontra relativamente mais distante dos principais mercados consumidores nacionais e dos portos, onde a dinâmica de escoamento do etanol para outras regiões do País é mais acessível. Não obstante, no que diz respeito às rodovias do Mato Grosso, a pavimentação não é um atributo encontrado em todo o estado, ao contrário, apenas 33,74% das rodovias são pavimentadas.

Como principais resultados, no contexto das distribuidoras de combustíveis, destacam-se que 85,71% (6 das 7 unidades produtivas) estão estrategicamente localizadas em microrregiões que contam com acesso a distribuidoras, relevo favorável, proximidade de rodovias e fácil acesso à água. Esse direcionamento, ao estabelecer uma relação estratégica entre a produção especializada e o comércio inter-regional, possibilita melhorar a competitividade do etanol no mercado.

Além disso, dos nove municípios que hospedam unidades produtivas de etanol de milho, 77,78% também possuem armazéns para esse produto, 55,56% possuem distribuidoras de combustíveis e 66,67% estão localizados em regiões consideradas mais adequadas para a instalação dessas unidades. Esse fato revela a necessidade de identificar a existência de regiões mais atraentes para potencializar o uso de recursos escassos e consequente operacionalização da empresa.

Isto posto, neste artigo foram destacadas as variáveis que estão determinando a presença de usinas *flex* nos municípios mato-grossenses, sem análise dos seus impactos positivos e negativos. Destarte, sugere-se que novos estudos sejam realizados para descobrir, por exemplo, os impactos econômicos, sociais e ambientais da presença dessas unidades produtoras de etanol de milho. Isso possibilitará, por exemplo, orientar políticas públicas que sejam eficientes para potencializar os aspectos positivos e mitigar os aspectos negativos da presença de uma atividade produtiva em determinado local.

## AGRADECIMENTOS:

Agradecimentos especiais ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de apoio financeiro e bolsas de fomento, por meio de editais de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AGUILAR, F. X. **Factors influencing the spatial distribution of natural resource based industries: the softwood lumber industry in the United States South.** Dissertation the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agri. and Mechanical College, Louisiana, 2007.

ANP. Agência Nacional do Petróleo. **Distribuidoras de combustíveis.** Disponível em: <[https://cdp.anp.gov.br/ords/r/cdp\\_apex/consulta-dados-publicos-cdp/principal?clear=34&session=7564127957215&cs=3F7gLKPLvJ\\_pdSBqMFr3UtnfdpYQ\\_lhjkwfkRvnmYilBCC9Az4ZylQrRLIww0YfkdH\\_hjFkyZe4DAdW\\_7le\\_LQA](https://cdp.anp.gov.br/ords/r/cdp_apex/consulta-dados-publicos-cdp/principal?clear=34&session=7564127957215&cs=3F7gLKPLvJ_pdSBqMFr3UtnfdpYQ_lhjkwfkRvnmYilBCC9Az4ZylQrRLIww0YfkdH_hjFkyZe4DAdW_7le_LQA)>. Acesso em: 10 jan. 2024.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D.; OLIVEIRA, L.; SOUZA, A. R. L. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019.

BARGOS, F. F.; LAMAS, W. Q.; BARGOS, D. C.; BERNARDINO, M., N.; PARDAL, P. C. P. M. Location problem method applied to sugar and ethanol mills location optimization. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 65, p. 274-282, 2016.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Algodão: crise e retomada**. Brasília, out. 1997. 5 p. Informe Setorial, 11. Disponível em: <file:///C:/Users/mrzuc/Downloads/BS%2005\_final%20A.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

CHAVES, T. G.; MASO, A. B. D.; FIGUEIREDO, A. M. R.; DALLEMOLE, D. Indicador de desempenho competitivo: análise da produção de milho no estado de Mato Grosso como fator determinante do desenvolvimento competitivo territorial. **Desafio Online**, v. 10, n. 2, p. 337-360, 2022.

COLETI, J. C.; OLIVEIRA, A. L. R. A intermodalidade no transporte de etanol brasileiro: aplicação de um modelo de equilíbrio parcial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 1, p. 127-144, 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 11, n. 4, 2024. Brasília: CONAB, 2024. Mensal. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2024.

CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. FIPECAFI. São Paulo: Atlas, 2009.

DANTAS, F. Milho invade as indústrias de produção de etanol. **Revista Campo**, v. 337, 2023. Disponível em: [https://sistemafaeg.com.br/storage/arquivos/REVISTA-CAMPO\\_SETEMBRO-2023\\_PARA-SITE.pdf](https://sistemafaeg.com.br/storage/arquivos/REVISTA-CAMPO_SETEMBRO-2023_PARA-SITE.pdf). Acesso em: 10 fev. 2024.

FIELD, A. **Descobrimos a estatística utilizando o SPSS**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2009. 688 p.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books, 2000.

HADDAD, M. A.; TAYLOR, G.; OWUSU, F. Locational Choices of the Ethanol Industry in the Midwest Corn Belt. **Economic Development Quarterly**, v. 24, p. 74, 2010. Originally published online 14 October 2009.

HENRIQUE, A.; CHERUBIN, N. Etanol de milho avança no Brasil. **Reportagem da RPA News**, 04 mar. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3d0vUXd>. Acesso em: 10 fev. 2024.

HOFFMANN, R. Segurança alimentar e produção de etanol no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 13, n. 2, p. 1-5, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html>. Acesso em: 10 jan. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 10 jan. 2024.

MAROCO, J. **Análise estatística – com utilização do SPSS**. Lisboa: Silabo, 2007. 822 p.



MORAES, M. L.; BACCHI, M. R. P. Etanol: do início às fases atuais de produção. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 4, p. 9-22, 2014.

NEVES, M. F. **Etanol de milho**: cenário atual e perspectivas para a cadeia no Brasil. 1. ed. Ribeirão Preto, SP: UNEM, 2021. (E-book).

OLIVEIRA, C. A.; OLIVEIRA, A. L. R.; SOUZA, M. F. Determining regions for installing flex-biomass sugar-ethanol plants: a multicriteria approach for location. **Gestão & Produção**, v. 29, e1322, 2022.

RD News. **Milho de MT é protagonista na virada de chave da produção de etanol de milho**. Portal de notícias de Mato Grosso, domingo, 26 de março de 2023. Disponível em: <https://www.rdnews.com.br/economia/conteudos/173709>. Acesso em: 28 fev. 2024.

RFA. Renewable Fuels Association. **Ethanol Industry Outlook**. 2022a. Disponível em: <https://ethanolrfa.org/markets-and-statistics/annual-ethanol-production>. Acesso em: 09 jan. 2024.

SEDEC-MT. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. **Mato Grosso está entre os estados com maior projeção de crescimento do IDH**. Disponível em: <https://www.sedec.mt.gov.br/-/23328602-mato-grosso-esta-entre-os-estados-com-maior-projecao-de-crescimento-do-idh>. Acesso em: 09 fev. 2024.

SILVA, H. J. T.; SANTOS, P. F. A.; NOGUEIRA JUNIOR, E. C.; VIAN, C. E. de F. Aspectos técnicos e econômicos da produção de etanol de milho no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 142-159, 2020.

SINFRA-MT. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. **Sistema Rodoviário Estadual Mato Grosso. 2020**. Disponível em: <https://www.sinfra.mt.gov.br/documents/363190/14790439/SRE+-+03-07-2020.pdf/ec98d6c1-5b3a-1cf4-81f4-6bad999bef11>. Acesso em: 18 mar. 2024.

SIQUEIRA, P. H. L.; CALEGARIO, C. L. L.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; SHIKIDA, P. F. A. Determinantes de localização da agroindústria canavieira em Goiás. **Revista Economia & Gestão**, v. 13, n. 33, p. 159-173, 2013.

SOLOMON, B. D.; BARNES, J. R.; HALVORSEN, K. E. Grain and cellulosic ethanol: history, economics, and energy policy. **Biomass and Bioenergy**, v. 31, p. 416-425, 2007.

THÜNEN, J. H. V. **The isolated state**. New York: Pergamon Press, 1966. Edição original de 1826.

UNEM. União Nacional do Etanol de Milho. **Cenários e perspectivas para etanol de milho**. Cuiabá, 2023. Disponível em: <https://www.sedec.mt.gov.br/-/23328602-mato-grosso-esta-entre-os-estados-com-maior-projecao-de-crescimento-do-idh>. Acesso em: 09 fev. 2024.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Unicadata**. Disponível em: <http://www.unica.com.br>. Acesso em: 27 fev. 2024.

WEATHERSPOON, D.; ROSS, A. Designing the last mile of the supply chain in Africa: firm expansion and managerial inferences from a grocer model of location decisions.  
**International Food and Agribusiness Management Review**, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2008.

WEBER, M. **Theory of the Location of Industries**. Chicago: University of Chicago Press, 1929.