www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v. 30, n. 1642026 | DOI: 10.69849/kpwgfv28

Evolução da área plantada, produção e produtividade do milho no município de Porto Nacional, Tocantins, no período de 2015 a 2024

Evolution of corn planted area, production, and productivity in the municipality of Porto Nacional, Tocantins, from 2015 to 2024

Lucas Alves de Almeida Araújo[1]
Luís Felipe Santos Mendes[1]
Rivian Letícia Aires Bezerra[1]
Evandro Reina[2]

RESUMO: O milho apresenta relevância para a produção agrícola brasileira e para a dinâmica produtiva do estado do Tocantins. Este estudo teve como objetivo analisar a evolução da área plantada, da produção e da produtividade do milho no município de Porto Nacional, Tocantins, no período de 2015 a 2024, identificando as principais variações ocorridas ao longo da série histórica. Trata-se de um estudo descritivo, de abordagem quantitativa, realizado a partir de dados secundários da Produção Agrícola Municipal (PAM), disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram analisados os indicadores de área plantada, quantidade produzida e produtividade do milho. Os resultados demonstraram oscilações ao longo do período, com destaque para a redução dos indicadores produtivos em 2016 e para a expansão observada nos anos finais da série. Em 2024, foram registrados os maiores valores do período para área plantada, com 34.567 hectares, produção, com 161.355 toneladas, e produtividade, com 4.668 kg/ha. Entre 2015 e 2024, a área plantada apresentou aumento de 95,7%, enquanto a produção cresceu 109,6% e a produtividade, 7,1%. Conclui-se que a série histórica evidencia mudanças importantes na dinâmica produtiva do milho em Porto Nacional, especialmente pela expansão dos indicadores nos anos mais recentes. Ressalta-se, contudo, que o caráter descritivo do estudo não permite estabelecer relações de causa e efeito para as variações identificadas.

Palavras-chave: Milho. Produção Agrícola. Tocantins.

[1] Acadêmicos do Curso de Agronomia – AFYA Porto Nacional
[2] Professor do curso de Agronomia– AFYA Porto Nacional (Orientador)

ABSTRACT: Corn is an important crop for Brazilian agriculture and for the productive dynamics of the state of Tocantins. This study aimed to analyze the evolution of corn planted area, production, and productivity in the municipality of Porto Nacional, Tocantins, Brazil, from 2015 to 2024, identifying the main variations throughout the historical series. This is a descriptive study with a quantitative approach, based on secondary data from the Municipal Agricultural Production (PAM) survey, provided by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). The indicators analyzed were planted area, production, and corn productivity. The results showed fluctuations throughout the period, particularly a decline in production indicators in 2016 and an expansion in the final years of the series. In 2024, the highest values of the analyzed period were recorded for planted area, at 34,567 hectares; production, at 161,355 metric tons; and productivity, at 4,668 kg/ha. Between 2015 and 2024, planted area increased by 95.7%, production by 109.6%, and productivity by 7.1%. It is concluded that the historical series reveals important changes in the dynamics of corn production in Porto Nacional, particularly the expansion of the analyzed indicators in recent years. However, due to the descriptive nature of the study, causal relationships regarding the observed variations cannot be established.

Keywords: Corn. Agricultural production. Tocantins.

1 INTRODUÇÃO

A expansão da produção brasileira de milho está associada à expansão das áreas agrícolas, à intensificação produtiva e, especialmente, ao sistema de sucessão soja–milho. Xu et al. (2021), ao analisarem dados em escala municipal, observaram que a expansão das áreas cultivadas e o cultivo de duas safras contribuíram significativamente para o crescimento da produção de grãos no Brasil, com a expansão territorial assumindo maior importância nas novas fronteiras agrícolas do Centro-Oeste e do Matopiba.

No Tocantins, essa dinâmica também pode ser observada de forma expressiva. Barbacena, Reis e Michelin (2022), ao analisarem a evolução da segunda safra de milho no estado entre 2011 e 2020, identificaram forte crescimento da área colhida e da produção, associado à expansão do cultivo do milho safrinha e à sucessão soja–milho. Os autores também verificaram que o crescimento da produção não ocorreu necessariamente acompanhado de aumento proporcional da produtividade, evidenciando a importância de analisar separadamente esses indicadores.

A produtividade do milho, por sua vez, é influenciada por fatores tecnológicos, ambientais e de manejo. Em estudo publicado por Eckardt et al. (2021), realizado no Cerrado tocantinense, verificou-se que diferentes tecnologias empregadas nas sementes influenciaram o desempenho produtivo e econômico da cultura,

demonstrando que a adoção de tecnologias pode constituir um componente relevante para o aumento do rendimento das lavouras. Além disso, Lopes, Santos e Batistote (2022) destacam a evolução da produtividade do milho no Brasil e ressaltam a relevância da cultura tanto para a produção agrícola quanto para a utilização industrial, incluindo a produção de etanol.

Entretanto, o desempenho produtivo do milho não depende exclusivamente da adoção de tecnologias e das práticas de manejo. As condições climáticas exercem papel determinante sobre o rendimento das lavouras, especialmente em regiões onde predomina a agricultura de sequeiro. Spera, Winter e Partridge (2020) demonstraram que alterações nas condições climáticas associadas à conversão de áreas do Cerrado podem afetar negativamente a produtividade do milho, enquanto Rattis et al. (2021) apontaram que períodos de baixa precipitação e maior aridez durante fases importantes do desenvolvimento das culturas estão relacionados à redução dos rendimentos agrícolas na fronteira Amazônia-Cerrado.

No cenário nacional, o milho mantém posição estratégica entre as principais culturas agrícolas, sendo destinado tanto ao consumo interno quanto à alimentação animal, processamento industrial e exportação. Dados recentes da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) evidenciam a magnitude dessa cultura no país: na safra 2024/25, a produção brasileira de milho foi estimada em aproximadamente 139,7 milhões de toneladas, com produtividade média de 6.391 kg ha^{-1}, configurando uma das maiores produções da série histórica. Esses resultados demonstram que a dinâmica da cultura é marcada pela interação entre expansão territorial, intensificação tecnológica, condições climáticas e alterações nos sistemas de produção.

Nesse contexto, o estado do Tocantins apresenta importância crescente na produção agrícola brasileira, inserindo-se na região do Matopiba e apresentando condições favoráveis à expansão de culturas anuais. A evolução observada para o milho no estado reforça a necessidade de compreender como essa cultura vem se comportando em escala municipal. A utilização de séries históricas permite identificar períodos de expansão ou retração da área cultivada, oscilações na produção e alterações no rendimento das lavouras, contribuindo para uma compreensão mais precisa da dinâmica agrícola local.

Dessa forma, Porto Nacional, no estado do Tocantins, constitui um recorte relevante para a análise da evolução da cultura do milho, considerando sua inserção

em uma região de expansão e diversificação da produção agrícola. A análise conjunta da área plantada, da produção e da produtividade possibilita distinguir se eventuais mudanças no volume produzido estão relacionadas principalmente à ampliação da área cultivada ou à eficiência produtiva das lavouras. Assim, o acompanhamento desses indicadores ao longo do tempo pode fornecer informações relevantes para compreender as transformações da atividade agrícola no município.

Diante disso, este estudo tem como objetivo analisar a evolução da área plantada, da produção e da produtividade do milho no município de Porto Nacional, Tocantins, no período de 2015 a 2024, identificando as principais variações ocorridas ao longo da série histórica e contribuindo para a caracterização da dinâmica produtiva da cultura no município.

2 METODOLOGIA

Foi realizado um estudo descritivo, retrospectivo, documental e de abordagem quantitativa, com o objetivo de analisar a evolução da área plantada, da produção e da produtividade do milho no município de Porto Nacional, estado do Tocantins, no período de 2015 a 2024. A pesquisa foi desenvolvida a partir da utilização de dados secundários, de caráter público e agregado, referentes à produção agrícola municipal, possibilitando a análise da dinâmica da cultura do milho ao longo da série histórica estabelecida.

O município de Porto Nacional, localizado no estado do Tocantins, foi definido como unidade territorial de análise, considerando-se a relevância da atividade agrícola no contexto regional. O período de 2015 a 2024 foi selecionado por compreender uma série histórica de 10 anos, permitindo observar as variações ocorridas nos indicadores produtivos do milho e identificar possíveis períodos de expansão, retração ou estabilidade da cultura no município.

Os dados foram obtidos por meio da Produção Agrícola Municipal (PAM), disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), utilizando-se o Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Foram selecionadas as informações referentes ao cultivo de milho em grão no município de Porto Nacional, considerando os anos de 2015 a 2024. A base de dados utilizada apresentou informações referentes à área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio da cultura, sendo essas informações utilizadas para caracterizar a evolução da produção municipal ao longo do período estudado.

Para a análise, foram consideradas como variáveis principais a área plantada, expressa em hectares (ha), a quantidade produzida, expressa em toneladas (t), e a produtividade, expressa em quilogramas por hectare (kg/ha). A área colhida também foi considerada como informação complementar, principalmente para a conferência dos dados e para a análise da relação entre a área destinada ao cultivo e a efetivamente colhida. A produtividade foi representada prioritariamente pelo rendimento médio disponibilizado pelo IBGE.

Após a coleta, os dados foram organizados em planilha eletrônica, sendo dispostos de acordo com o ano de referência e as respectivas variáveis analisadas. Posteriormente, foi realizada a análise descritiva dos dados, considerando-se os valores anuais de área plantada, área colhida, quantidade produzida e produtividade. Foram identificados os valores mínimos e máximos registrados durante o período, bem como os respectivos anos de ocorrência, permitindo a caracterização das oscilações apresentadas pela cultura do milho no município.

Também foram analisadas as variações ocorridas entre anos consecutivos, quando pertinente, por meio da comparação entre os valores registrados em cada ano da série. Esse procedimento possibilitou identificar os períodos de maior crescimento ou redução da área plantada, da produção e da produtividade.

A interpretação dos resultados foi realizada de forma conjunta, considerando a relação entre área plantada, quantidade produzida e produtividade. Dessa maneira, os aumentos ou reduções observados na produção foram analisados em associação às alterações na área destinada ao cultivo e no rendimento obtido por unidade de área. Essa abordagem permitiu verificar se as mudanças na produção de milho ao longo do período estiveram predominantemente relacionadas à expansão ou redução da área cultivada, aos ganhos ou perdas de produtividade ou à combinação desses fatores.

Os resultados foram apresentados por meio de tabelas e gráficos, com o propósito de facilitar a visualização da evolução temporal dos indicadores analisados. Foram elaboradas representações gráficas para demonstrar as tendências da área plantada, da quantidade produzida e da produtividade do milho no município de Porto Nacional entre 2015 e 2024. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, sem aplicação de testes inferenciais, uma vez que o objetivo do estudo esteve direcionado à caracterização e descrição da evolução dos indicadores agrícolas municipais durante o período investigado.

3 RESULTADOS

A análise da produção de milho em Porto Nacional, Tocantins, no período de 2015 a 2024, evidenciou importantes oscilações na área plantada, na quantidade produzida e na produtividade da cultura. Apesar das variações observadas ao longo da série histórica, os resultados demonstram tendência de expansão, sobretudo nos anos finais do período analisado, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Área plantada, produção e produtividade do milho em Porto Nacional, Tocantins, no período de 2015 a 2024

Ano	Área plantada(ha)	Produção(t)	Produtividade(Kg/ha)
2015	17.662	76.973	4.358
2016	14.784	7.143	2.417
2017	14.303	62.654	4.380
2018	13.000	55.500	4.269
2019	14.300	58.260	4.074
2020	13.400	54.380	4.058
2021	13.700	50.850	3.712
2022	13.700	56.172	4.100
2023	22.800	95.520	4.189
2024	34.567	161.355	4.668

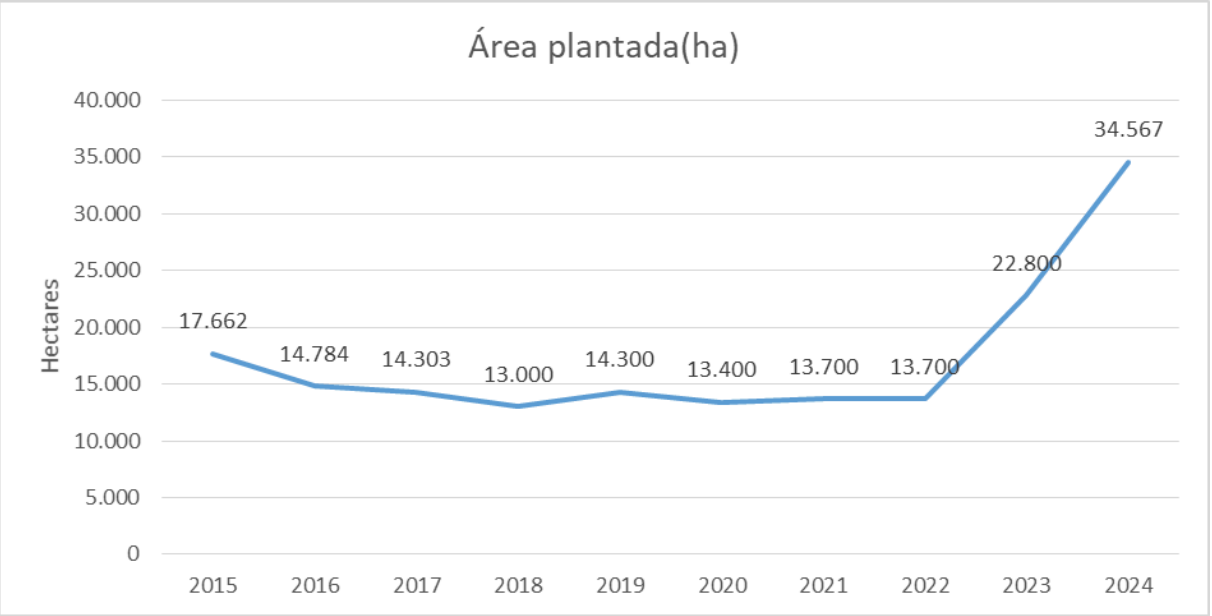
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE).

Em relação à área plantada, verificou-se inicialmente uma trajetória de redução. Em 2015, o município apresentava 17.662 hectares cultivados com milho, passando para 14.784 hectares em 2016 e 14.303 hectares em 2017. O menor valor da série foi registrado em 2018, com 13.000 hectares. Entre 2018 e 2022, a área permaneceu relativamente estável, oscilando entre 13.000 e 14.300 hectares.

A partir de 2023, entretanto, ocorreu expressiva expansão da área destinada ao milho. O cultivo passou de 13.700 hectares em 2022 para 22.800 hectares em 2023, correspondendo a um aumento de aproximadamente 66,4% em apenas um ano. Em 2024, a expansão continuou, alcançando 34.567 hectares, crescimento de 51,6% em relação a 2023. Comparando os extremos da série, a área plantada

passou de 17.662 hectares em 2015 para 34.567 hectares em 2024, representando crescimento aproximado de 95,7%, conforme apresenta o gráfico 1.

Gráfico 1: Evolução da área plantada de milho em Porto Nacional–TO (2015–2024)



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE).

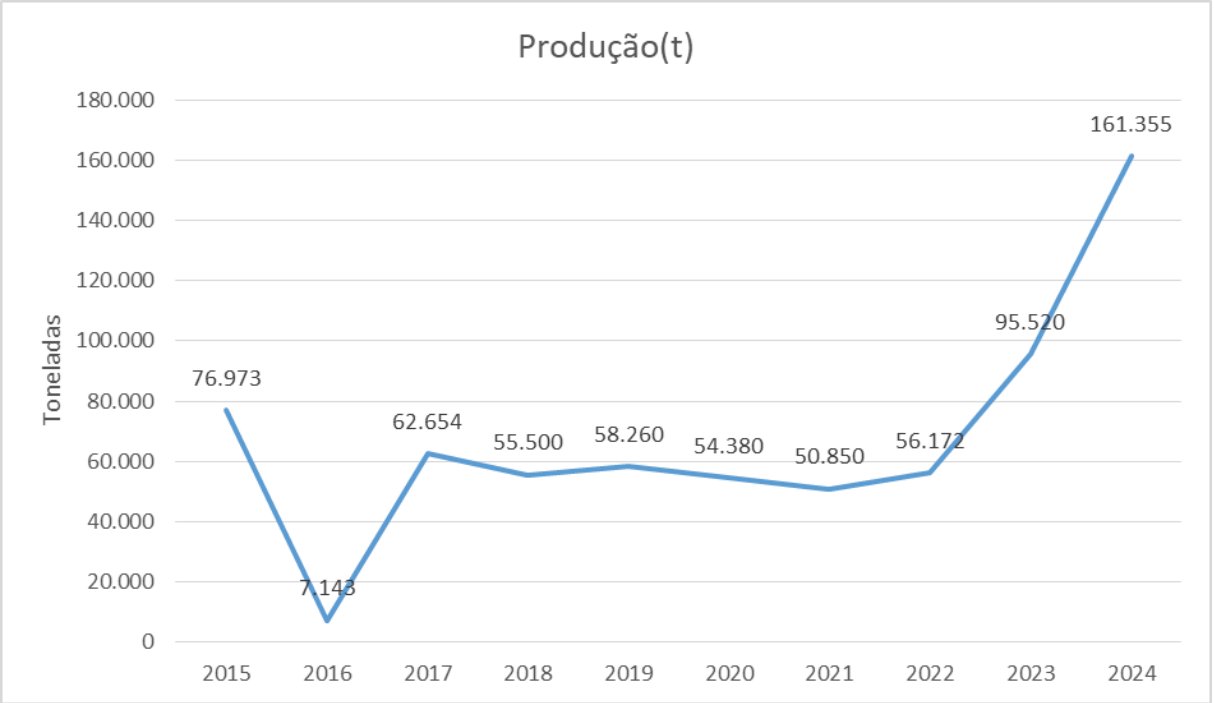
Quanto à quantidade produzida, observou-se um comportamento ainda mais variável. Em 2015 foram produzidas 76.973 toneladas de milho, enquanto em 2016 a produção caiu para apenas 7.143 toneladas, menor quantidade registrada no período analisado. Essa redução correspondeu a aproximadamente 90,7% em relação ao ano anterior, constituindo a variação negativa mais expressiva da série.

Em 2017 ocorreu recuperação significativa da produção, que alcançou 62.654 toneladas. Nos anos seguintes, entre 2018 e 2022, a produção apresentou oscilações mais moderadas, variando entre 50.850 toneladas, em 2021, e 58.260 toneladas, em 2019. Em 2022 foram produzidas 56.172 toneladas, quantidade 10,5% superior à registrada em 2021.

Os maiores avanços produtivos ocorreram nos dois últimos anos analisados. Em 2023, a produção alcançou 95.520 toneladas, crescimento de aproximadamente 70,0% em comparação com 2022. Em 2024, verificou-se novo aumento expressivo, chegando a 161.355 toneladas, maior produção de toda a série histórica analisada e crescimento de 68,9% em relação a 2023. Considerando 2015 e 2024, a quantidade

produzida aumentou aproximadamente 109,6%, mais que dobrando ao longo do período, conforme demonstrado no gráfico 2.

Gráfico 2: Evolução da produção de milho em Porto Nacional–TO (2015–2024)

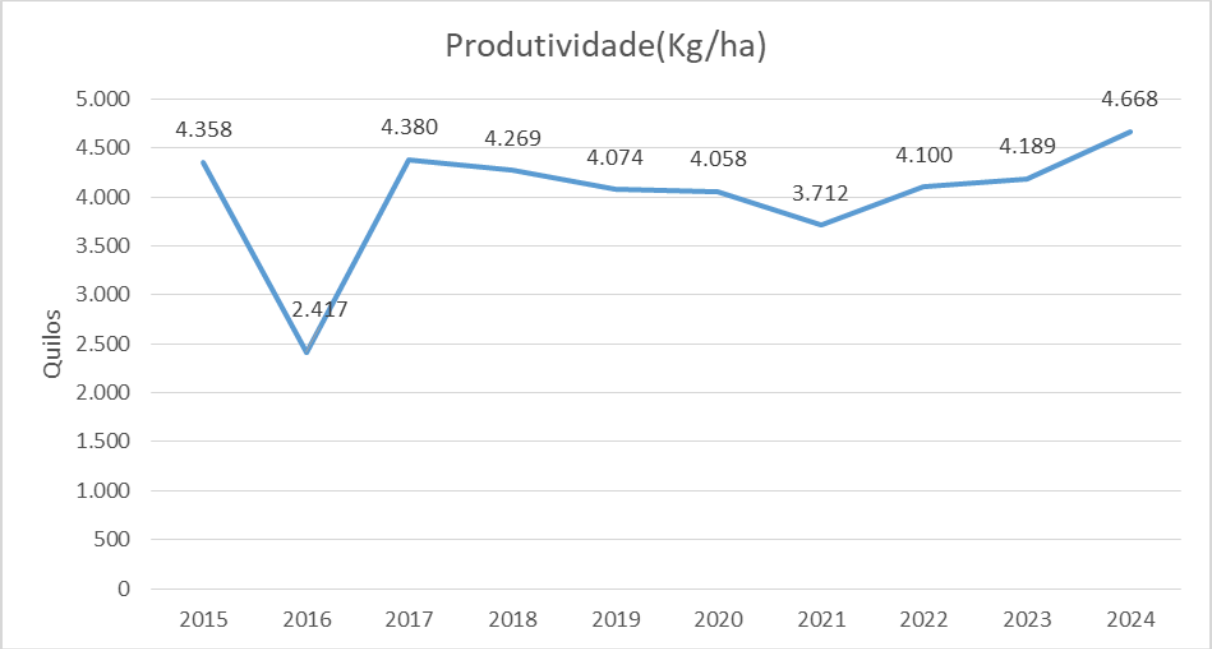


Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE).

A produtividade do milho também apresentou oscilações. Em 2015, o rendimento médio foi de 4.358 kg/ha. Em 2016 ocorreu forte redução, atingindo 2.417 kg/ha, menor produtividade registrada no período. No ano seguinte houve recuperação, alcançando 4.380 kg/ha. Entre 2018 e 2020, os valores permaneceram acima de 4.000 kg/ha, com 4.269 kg/ha em 2018, 4.074 kg/ha em 2019 e 4.058 kg/ha em 2020.

Em 2021, a produtividade voltou a apresentar redução, chegando a 3.712 kg/ha. A partir de 2022, verificou-se trajetória de recuperação, passando para 4.100 kg/ha, seguida de 4.189 kg/ha em 2023 e 4.668 kg/ha em 2024, maior rendimento médio registrado na série analisada. Dessa forma, entre 2015 e 2024, a produtividade apresentou crescimento de aproximadamente 7,1%.

Gráfico 3: Evolução da produtividade do milho em Porto Nacional–TO (2015–2024)



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE).

De maneira geral, os resultados demonstram que a evolução da produção de milho em Porto Nacional não ocorreu de forma linear. A série foi marcada por forte retração em 2016, seguida de recuperação e relativa estabilidade entre 2017 e 2022. A mudança mais evidente ocorreu a partir de 2023, quando houve expansão simultânea da área plantada e da produção. Em 2024, o município atingiu os maiores valores da série para os três indicadores analisados, com 34.567 hectares plantados, 161.355 toneladas produzidas e produtividade de 4.668 kg/ha.

A comparação entre os indicadores evidencia ainda que o crescimento recente da produção esteve associado principalmente à ampliação da área cultivada, embora também tenha ocorrido aumento do rendimento médio. Entre 2022 e 2024, a área plantada passou de 13.700 para 34.567 hectares, enquanto a produção aumentou de 56.172 para 161.355 toneladas. No mesmo período, a produtividade evoluiu de 4.100 para 4.668 kg/ha. Esses resultados caracterizam uma fase recente de intensificação da produção municipal de milho, especialmente nos anos de 2023 e 2024.

4 DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que a produção de milho em Porto Nacional apresentou oscilações importantes entre 2015 e 2024, especialmente quanto à área plantada, produção e produtividade. Apesar das variações ao longo da série

histórica, destaca-se a expressiva expansão observada em 2023 e 2024. Esse comportamento está inserido no contexto de crescimento da produção de grãos no Tocantins, estado que vem ampliando sua participação na produção agrícola regional. Camargo, Borghi e Karam (2025) destacam a expansão da agricultura tocantinense e a importância de estratégias de manejo voltadas ao cultivo do milho após a soja.

Em relação à área plantada, observou-se redução e relativa estabilidade entre 2015 e 2022, seguida de forte crescimento nos dois últimos anos. A área passou de 13.700 hectares, em 2022, para 34.567 hectares em 2024. Essa expansão contribuiu diretamente para o aumento da produção municipal, que alcançou 161.355 toneladas em 2024, maior quantidade registrada na série analisada. Dessa forma, os resultados indicam que o crescimento recente da produção esteve relacionado principalmente à ampliação da área cultivada, acompanhada também por ganhos de produtividade.

A produção apresentou maior variabilidade ao longo do período, com destaque para a forte redução registrada em 2016 e posterior recuperação. Embora os dados da PAM/IBGE permitam identificar essa oscilação, eles não são suficientes para estabelecer isoladamente suas causas. Entretanto, estudos realizados no Tocantins demonstram que o desempenho do milho pode ser influenciado pelas condições climáticas, especialmente pela disponibilidade hídrica. Melo et al. (2018) verificaram redução do desempenho produtivo de genótipos de milho submetidos ao estresse hídrico no sul do estado, evidenciando a importância das condições ambientais para a cultura.

A produtividade também apresentou oscilações, passando de 4.358 kg/ha em 2015 para 2.417 kg/ha em 2016 e recuperando-se nos anos seguintes. Em 2024, atingiu 4.668 kg/ha, maior valor da série. Segundo Simon et al. (2016), fatores como época de semeadura e utilização de cultivares adaptadas às condições regionais são relevantes para o desempenho produtivo do milho no Tocantins. Mais recentemente, Camargo, Borghi e Karam (2025) destacaram que práticas de manejo capazes de adequar a implantação do milho de segunda safra às condições climáticas podem contribuir para melhores resultados produtivos.

De modo geral, os dados evidenciam uma mudança importante na dinâmica da cultura do milho em Porto Nacional nos anos finais da série. Entre 2022 e 2024, ocorreu crescimento simultâneo da área plantada, da produção e da produtividade,

culminando, em 2024, nos maiores valores observados no período analisado. Esse cenário demonstra o fortalecimento recente da cultura no município, embora seu desempenho permaneça relacionado à interação entre expansão da área cultivada, condições climáticas, manejo agrícola e eficiência produtiva.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da cultura do milho em Porto Nacional, Tocantins, entre 2015 e 2024, permitiu identificar variações na área plantada, na produção e na produtividade ao longo da série histórica. Os resultados evidenciaram oscilações entre os anos analisados, com mudanças mais expressivas nos indicadores no final do período.

A partir de 2023, verificou-se aumento da área plantada e da quantidade produzida, enquanto, em 2024, foram registrados os maiores valores da série para área plantada, produção e produtividade. Esses resultados demonstram uma expansão recente dos indicadores relacionados ao cultivo do milho no município, sem que seja possível, a partir dos dados analisados, estabelecer relações de causa e efeito para as variações observadas.

Conclui-se que a série histórica permitiu caracterizar a dinâmica produtiva do milho em Porto Nacional e identificar períodos de redução, estabilidade e expansão dos indicadores avaliados. Ressalta-se que os dados utilizados possuem caráter descritivo e, portanto, não permitem determinar os fatores responsáveis pelas alterações verificadas. Nesse sentido, estudos futuros poderão incorporar variáveis climáticas, econômicas, tecnológicas e de manejo, possibilitando investigar possíveis fatores relacionados às variações da produção de milho no município.

REFERÊNCIAS

BARBACENA, Danilo Ribeiro; REIS, Weverson Parente; MICHELIN, Luis Henriquefroes. Evolução da cultura do milho 2ª safra no estado do Tocantins: 2011-2020. **Revista Científica do Tocantins**, Porto Nacional, v. 2, n. 2, p. 1-8, 2022. Disponível em: https://itpacporto.emnuvens.com.br/revista/article/view/67/61. Acesso em: 02 set. 2026

CAMARGO, Francelino Peteno; BORGHI, Emerson; KARAM, Décio. **Sistema Antecipe**: alternativa para o milho segunda safra no estado do Tocantins. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2025. Comunicado Técnico, 11. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1175648/1/comunicado-tecnico-11.pdf. Acesso em: 28 set. 2026

ECKARDT, Márcio; CARDOSO, Ila Raquel Melo; SILVA, Núbia Adriane da; PELUZIO, Joenes Mucci; AFFÉRRI, Flávio Sérgio. Análise econômica de milho convencional e transgênico no cerrado tocantinense. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [S.L.], p. 167-178, 29 jan. 2021. Revista Cientifica Multidisciplinar Nucleo Do Conhecimento. http://dx.doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/biologia/milho-convencional. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349559368_Analise_economica_de_milho_convencional_e_transgenico_no_cerrado_tocantinense. Acesso em: 02 set. 2026

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal**: culturas temporárias e permanentes 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?utm_source. Acesso em: 26 set. 2026

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA**: Produção Agrícola Municipal (PAM). Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas?utm_source. Acesso em: 26 set. 2026

LOPES, Luiz Fernando; SANTOS, Maria do Socorro Mascarenhas; BATISTOTE, Margareth. A produtividade de milho no Brasil e avaliação do tratamento granulométrico para a produção de etanol. **Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 107-116, 17 maio de 2022. Universidade Federal do Tocantins. http://dx.doi.org/10.20873/uftv9-11103. Disponível em: https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/11103?utm_source. Acesso em: 02 set. 2026

MELO, Aurélio Vaz de; SANTOS, Valdere Martins de; VARANDA, Marco Antonio Ferreira; CARDOSO, Dione Pereira; DIAS, Marilene Alves Ramos. Desempenho agronômico de genótipos de milho submetidos ao estresse hídrico no sul do estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 177-189, 28 set. 2018. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n2p177-189. Disponível em: https://rbms.sede.embrapa.br/ojs/article/view/817/pdf. Acesso em: 28 set. 2026

RATTIS, Ludmila; BRANDO, Paulo M.; MACEDO, Marcia N.; SPERA, Stephanie A.; CASTANHO, Andrea D. A.; MARQUES, Eduardo Q.; COSTA, Nathane Q.; SILVERIO, Divino V.; COE, Michael T.. Climatic limit for agriculture in Brazil. **Nature Climate Change**, [S.L.], v. 11, n. 12, p. 1098-1104, 11 nov. 2021. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1038/s41558-021-01214-3. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41558-021-01214-3?utm_source. Acesso em: 02 set. 2026

SIMON, Jones; COSTA, Rodrigo Veras; ALMEIDA, Rodrigo E. M.; CAMPOS, Leonardo, LAGO, Bruno Cocco, FERREIRA, Lunaina Leonel; LOPES, Elio Ribeiro;

DINIZ FILHO, Raymundo. **Época de plantio e cultivares de milho safrinha no Tocantins**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016. 18 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 14). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1058417/1/CNPASA2016bpd14.pdf. Acesso em: 28 set. 2026

SPERA, Stephanie A.; WINTER, Jonathan M.; PARTRIDGE, Trevor F.. Brazilian maize yields negatively affected by climate after land clearing. **Nature Sustainability**, [S.L.], v. 3, n. 10, p. 845-852, 29 jun. 2020. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1038/s41893-020-0560-3. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41893-020-0560-3?utm_source. Acesso em: 02 set. 2026

XU, Jialu; GAO, Jing; HOLANDA, Henrique Vinicius de; RODRÍGUEZ, Luis F.; CAIXETA-FILHO, José Vicente; ZHONG, Renhai; JIANG, Hao; LI, Haifeng; DU, Zhenhong; WANG, Xuhui. Double cropping and cropland expansion boost grain production in Brazil. **Nature Food**, [S.L.], v. 2, n. 4, p. 264-273, 15 abr. 2021. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1038/s43016-021-00255-3. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s43016-021-00255-3?utm_source. Acesso em: 02 set. 2026