



## ESTUDO DA VARIABILIDADE TEMPORAL SOBRE A PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE PEDRAS DE FOGO, PARAÍBA (2003-2024)

*Study of temporal variability on sugarcane production in the municipality of Pedras de Fogo, Paraíba (2003-2024)*

*Estudio de la variabilidad temporal de la producción de caña de azúcar en el municipio de Pedras de Fogo, Paraíba (2003-2024)*

Raíres Liliane de Oliveira Cruz <sup>1</sup>, Wemerson Leonardo Cruz da Silva <sup>2</sup>, Ana Cecília da Rocha Oliveira <sup>3</sup>, Renato Isidro <sup>4</sup>, Maria Luana Lima Ferreira <sup>5</sup>, Welinagila Grangeiro de Sousa <sup>6</sup>, Luiz Henrique Guedes Sousa <sup>7</sup>, Maria Eduarda Bezerra Alves Cordeiro <sup>8</sup>, João Nathan Silva <sup>9</sup>, Robério de Oliveira <sup>10</sup>, Wanderlecio Rodrigues da Silva <sup>11</sup>, Jheison Yan Santana Da Silva <sup>12</sup>, Anne Kétyla Monte Diógenes <sup>13</sup>, Roberto Balbino da Silva <sup>14</sup>, Ana Caroline da Silva Soares <sup>15</sup>, Rhaldney Felipe de Santana <sup>16</sup>, Philipe Mendes de Andrade <sup>17</sup>, Elder da Silva Velez <sup>18</sup>, Francisco de Assys Romero da Mota Sousa <sup>19</sup>, Helder Francisco Santana Nobrega <sup>20</sup>, Pablo Ferreira da Silva <sup>21</sup>, Emanuele Lucas Moura <sup>22</sup>, Daise Feitoza da Rocha <sup>23</sup>, Wesley Silva de Lacerda <sup>24</sup>, Khyson Gomes Abreu <sup>25</sup>, Artur Mineu da Silva Barbosa <sup>26</sup>, Vitor Mineu Silva Barbosa <sup>27</sup>, José Matheus Gonzaga Santos <sup>28</sup>, & Izamara Gesiele Bezerra de Oliveira <sup>29\*</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. <sup>2</sup> Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. <sup>3</sup> Universidade Federal da Paraíba. <sup>4</sup> Universidade Federal de Campina Grande. <sup>5,24</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). <sup>6</sup> Pesquisadora Bolsista-PCI no Instituto Nacional do Semiárido. <sup>7,15,17,25</sup> Universidade Federal da Paraíba, Agronomia. <sup>8,9,21,22,23</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). <sup>10</sup> Professor da Educação do Estado do Rio Grande do Norte (SEEC/RN). <sup>11,13</sup> Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Ciências Biológicas. <sup>12</sup> Universidade Federal da Paraíba, Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias (CCA). <sup>14</sup> Associação de Plantadores de Cana da Paraíba (Asplan-PB). <sup>16</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Ciências Biológicas. <sup>18,19</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Agronomia. <sup>20</sup> Faculdade Rebouças, Gestão de Recursos Humanos. <sup>26,27,28</sup> Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). <sup>29</sup> Universidade Estadual da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (UEPB/Embrapa).

<sup>1</sup> raiorescruz@gmail.com <sup>2</sup> wemersonleonardo39@gmail.com <sup>3</sup> ana.ceciliarocha97@gmail.com <sup>4</sup> renato.isidro@professor.ufcg.edu.br <sup>5</sup> marialuana.ferreira@discente.univasf.edu.br <sup>6</sup> welinagila.sousa@insa.gov.br <sup>7</sup> lhgs.agro@gmail.com <sup>8</sup> mariaebacordeiro@gmail.com <sup>9</sup> joao.silva11267@alunos.ufpa.edu.br <sup>10</sup> roberio\_b19@yahoo.com.br <sup>11</sup> rwanderlecio@gmail.com <sup>12</sup> yansantana365@gmail.com <sup>13</sup> anneketylamonte@gmail.com <sup>14</sup> balbinorobert@hotmail.com <sup>15</sup> anacarolinesilvaa43@gmail.com <sup>16</sup> rhaldneyfelipe.santana@gmail.com <sup>17</sup> philipemendesandrade@gmail.com <sup>18</sup> elder.velez@gmail.com <sup>19</sup> assis.agronomia@gmail.com <sup>21</sup> pablofessilva@gmail.com <sup>22</sup> emanuelemoura8@gmail.com <sup>23</sup> daiserocha11@gmail.com <sup>24</sup> wesley.agro26@gmail.com <sup>25</sup> khysonagro@gmail.com <sup>26</sup> arturmineu@gmail.com <sup>27</sup> vitormineu@gmail.com <sup>28</sup> matheusgonzaga961@gmail.com <sup>29\*</sup> izamaragesieleb@gmail.com

### ARTIGO INFO.

**Recebido:** 10.06.2025

**Aprovado:** 28.10.2025

**Disponibilizado:** 04.11.2025

**PALAVRAS-CHAVE:** Dinâmica produtiva; Produção agrícola; *Saccharum officinarum*.

**KEYWORDS:** Agricultural production; Productive dynamics; *Saccharum officinarum*.

**PALABRAS CLAVE:** Dinámica productiva; Producción agrícola; *Saccharum officinarum*.

**\*Autor Correspondente:** Oliveira, I. G. B. de.

### RESUMO

A cana-de-açúcar exerce um papel relevante na economia agrícola de Pedras de Fogo- Paraíba, contribuindo com a economia, no que tange a geração de emprego e renda na região. Contudo, sua produção tem sido afetada por desafios como variações climáticas e práticas agrícolas tradicionais. O objetivo deste estudo foi analisar a dinâmica produtiva da cana-de-açúcar no município de Pedras de Fogo- PB, entre 2004 e 2023, buscando compreender os fatores que influenciam essa cadeia produtiva e oferecer subsídios para ações de desenvolvimento local. A metodologia consistiu na análise por meio de banco de dados, avaliando as variáveis: área plantada, área colhida, quantidade produzida, produtividade e valor da produção. Os resultados revelaram redução significativa da área cultivada, que passou de aproximadamente 30.000 hectares (ha), em 2004 para cerca de 18.000 ha em 2023, com destaque para o ano de 2019, que apresentou a menor produção. Apesar da redução da área, observou-se uma tendência de intensificação produtiva, refletida na estabilidade da produtividade em grande parte do período. Portanto, para garantir a sustentabilidade da atividade, é necessário investir em práticas agrícolas mais eficientes, adoção de tecnologias, manejo adequado da irrigação e fortalecimento de políticas públicas que apoiem os produtores locais.

### ABSTRACT

Sugarcane plays an important role in the agricultural economy of Pedras de Fogo, Paraíba, contributing to the economy in terms of generating jobs and

income in the region. However, its production has been affected by challenges such as climate variations and traditional agricultural practices. The objective of this study was to analyze the productive dynamics of sugarcane in the municipality of Pedras de Fogo, PB, between 2004 and 2023, seeking to understand the factors that influence this production chain and offer subsidies for local development actions. The methodology consisted of analysis through a database, evaluating the variables: planted area, harvested area, quantity produced, productivity and production value. The results revealed a significant reduction in the cultivated area, which went from approximately 30.000 hectares (ha), in 2004 to approximately 18.000 ha in 2023, with emphasis on 2019, which presented the lowest production. Despite the reduction in area, a trend towards increased production was observed, reflected in the stability of productivity throughout much of the period. Therefore, to ensure the sustainability of the activity, it is necessary to invest in more efficient agricultural practices, adoption of technologies, adequate irrigation management and strengthening of public policies that support local producers.

### RESUMEN

En La caña de azúcar desempeña un papel importante en la economía agrícola de Pedras de Fogo, Paraíba, contribuyendo a la economía en términos de generación de empleo e ingresos en la región. Sin embargo, su producción se ha visto afectada por desafíos como las variaciones climáticas y las prácticas agrícolas tradicionales. El objetivo de este estudio fue analizar la dinámica productiva de la caña de azúcar en el municipio de Pedras de Fogo, Paraíba, entre 2004 y 2023, buscando comprender los factores que influyen en esta cadena productiva y ofrecer subsidios para acciones de desarrollo local. La metodología consistió en un análisis a través de una base de datos, evaluando las siguientes variables: área plantada, área cosechada, cantidad producida, productividad y valor de la producción. Los resultados revelaron una reducción significativa en el área cultivada, que pasó de aproximadamente 30.000 hectáreas (ha) en 2004 a aproximadamente 18.000 ha en 2023, con énfasis en 2019, año que presentó la menor producción. A pesar de la reducción en el área, se observó una tendencia al aumento de la producción, reflejada en la estabilidad de la productividad durante gran parte del período. Por ello, para asegurar la sostenibilidad de la actividad es necesario invertir en prácticas agrícolas más eficientes, adopción de tecnologías, gestión adecuada del riego y fortalecimiento de políticas públicas que apoyen a los productores locales.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma gramínea tropical de grande importância econômica e histórica no Brasil. Introduzida no país por volta de 1520, inicialmente em Pernambuco, a cultura rapidamente se disseminou pelo litoral nordestino, tornando-se a principal atividade econômica durante o período colonial. A produção de açúcar, baseada no trabalho escravo, sustentou por séculos a economia brasileira e deixou marcas profundas na estrutura social e territorial do país (Silva, 2021; Neto et al., 2023).

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com destaque para a região Centro-Sul, responsável por cerca de 85% da produção nacional. A cana é utilizada na produção de açúcar, etanol e bioeletricidade, desempenhando papel estratégico na matriz energética e no agronegócio brasileiro (Silva et al., 2021; Embrapa, 2025).

Na safra 2024/25, a produção brasileira de cana-de-açúcar foi estimada em 678,67 milhões de toneladas, representando uma redução de 4,8% em relação à safra anterior. Apesar do aumento de 4,3% na área colhida, totalizando 8,7 milhões de hectares, a produtividade média caiu 8,8%, atingindo 78.048 kg/ha. As principais causas dessa queda foram as condições climáticas adversas, como baixos índices pluviométricos e altas temperaturas, além de queimadas que afetaram diversas regiões produtoras (Conab, 2025).

Entre os desafios enfrentados pelo setor canavieiro, destacam-se as pragas, como a broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), que pode causar perdas econômicas significativas. Estudos indicam que essa praga pode gerar prejuízos de até R\$ 8 bilhões por ano, devido à redução na produtividade e qualidade da matéria-prima (Agroclima, 2025).

No estado da Paraíba, a cana-de-açúcar tem relevância econômica, especialmente na região do Brejo Paraibano. Pesquisas realizadas na Fazenda Experimental Chã de Jardim, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), investigaram o uso de bioestimulantes, como o extrato pirolenhoso, para melhorar o desempenho produtivo da cana-de-açúcar em condições edafoclimáticas desafiadoras. Os resultados indicaram que o uso de bioestimulantes pode ser uma estratégia promissora para aumentar a produtividade na região (Andrade, 2025).

Diante desse cenário, é fundamental investir em tecnologias e práticas sustentáveis que aumentem a resiliência da cultura da cana-de-açúcar frente às adversidades climáticas e fitossanitárias. Dada a importância dessa cultura para a Paraíba, esse estudo objetivou avaliar a dinâmica produtiva da cana-de-açúcar na cidade de Pedras de Fogo na Paraíba no período de 2004 a 2023, buscando-se assim, compreender os fatores que interagem nessa cadeia produtiva e subsidiar políticas públicas para o fortalecimento do cultivo da cana-de-açúcar nessa região.

## Fundamentação Teórica

Atualmente, a cana-de-açúcar destaca-se como uma das principais culturas cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais do planeta, sendo utilizada tanto na produção de alimentos quanto na geração de bioenergia, em razão de sua elevada quantidade de biomassa nas formas sólida e líquida (Silalertruksa & Gheewala, 2018). Essa cultura é responsável por aproximadamente 80% da produção mundial de açúcar, movimentando receitas anuais em torno de US\$ 150 bilhões (Ali et al., 2020).

O Brasil ocupa a posição de maior produtor mundial de cana-de-açúcar, alcançando uma produção anual superior a 730 milhões de toneladas. Volume que representa aproximadamente 39% de toda a produção global dessa cultura. Na sequência, destacam-se a Índia, com 19%, e a China e a Tailândia, ambas com cerca de 6% (Silalertruksa & Gheewala, 2018). Nas últimas décadas, a produção brasileira de cana-de-açúcar mais que duplicou, impulsionada principalmente pela crescente demanda mundial por fontes renováveis de energia, com o objetivo de reduzir a dependência do petróleo e mitigar os impactos das mudanças climáticas decorrentes da queima de combustíveis fósseis (Bordonal et al., 2018).

A expansão da produção canavieira no município de Pedras de Fogo, embora contribua positivamente para o desempenho econômico, também traz uma série de desafios. Entre eles, destaca-se a redução dos níveis de emprego formal (Mantovani et al., 2022) e o aprofundamento das desigualdades territoriais, decorrentes da crescente dependência dos produtores em relação às usinas (Galafassi et al., 2021), o que resulta em menor diversificação produtiva (Galafassi et al., 2021).

Além disso, os contratos firmados frequentemente restringem a autonomia dos pequenos produtores (Petrini et al., 2017). Soma-se a isso o aumento da informalidade nas relações de trabalho (Mantovani et al., 2022) e a sazonalidade típica da cultura da cana-de-açúcar (Feltre & Benzaquen Perosa, 2020). Outro ponto crítico refere-se ao corte manual da cana, atividade que pode acarretar acidentes, exposição a agentes poluentes e sobrecargas físicas, mentais e térmicas para os trabalhadores (Leite et al., 2018).

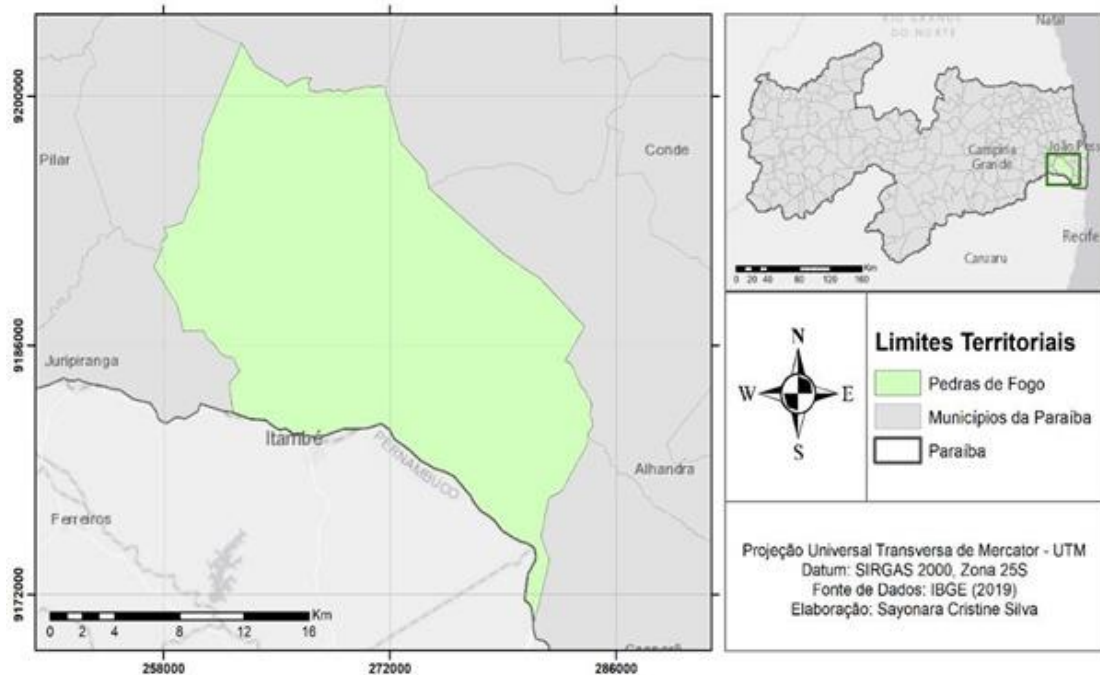
A crescente demanda por biocombustíveis esforça seu papel na transição energética, embora fatores climáticos, como temperatura e precipitação, ainda sejam os principais limitantes da produtividade (Verma et al., 2021). Marin et al. (2008) aferiram a eficiência da produção de cana-de-açúcar com respeito a influência climática e parâmetros físicos locais, tais como aptidão do solo, déficit hídrico, pluviometria, temperatura, etc.

Segundo Lima et al., (2025) a análise espacial revela auto correlação positiva e estatisticamente significativa, com a formação de melhorias em pequenos municípios da região Noroeste, indicando que municípios com elevados valores de produção estão circundados por outros de características semelhantes

## MATERIAL E MÉTODOS

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A pesquisa foi realizada no município de Pedras de Fogo, no estado da Paraíba (Figura 1). Espacialmente, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), o município está localizado na região metropolitana de João Pessoa, capital da Paraíba. Coordenadas Geográficas: Latitude: 7° 40' 07" S; Longitude: 35° 11' 67" O. A cidade tem uma população aproximada de 31.152 habitantes, sendo um dos principais municípios da Paraíba. Os dados deste estudo foram obtidos junto ao banco de informações da Pesquisa Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para tanto, extraiu-se os dados da produção da cana-de-açúcar em Pedras de Fogo no período 2004–2023, utilizando-se para isso o Sistema de Recuperação Automática (Sidra, 2025).

**Figura 1.** Localização do município de Pedras de Fogo, Paraíba

Fonte: IBGE, 2025.

**VARIÁVEIS ANALISADAS**

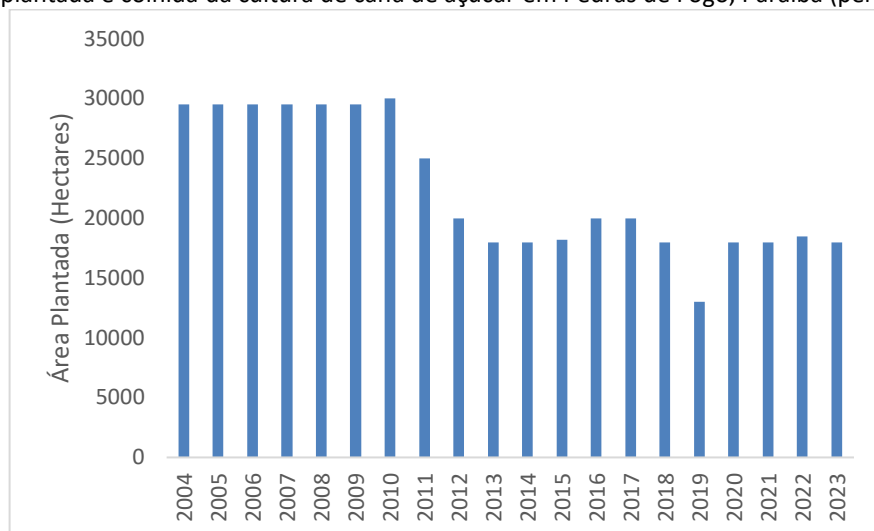
Cinco variáveis referentes à produção da cana-de-açúcar foram avaliadas: (a) área destinada à colheita em hectares (ha), que representa o total anual da área com essa cultura no município; (b) área colhida em hectares (ha), que representa o total anual da área efetivamente colhida; (c) quantidade produzida em toneladas com cana-de-açúcar (t), correspondente à quantidade anual da cana-de-açúcar produzida no município; (d) produtividade em quilogramas de cana-de-açúcar por hectare (kg/ha) descrito pela razão entre a quantidade produzida e a área colhida; (e) valor da produção (em milhares de R\$) calculada pela média ponderada das informações de quantidade e preço médio corrente pago ao produtor.

**ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Após a extração, os dados foram organizados em figuras, utilizando-se para isso o pacote ggplot2 no R. Posteriormente, essa matriz de dados foi submetida a uma Análise de Componentes Principais (ACP). Para ambas as análises, utilizou-se o software R versão 4.2.0 (R Core Team, 2023).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

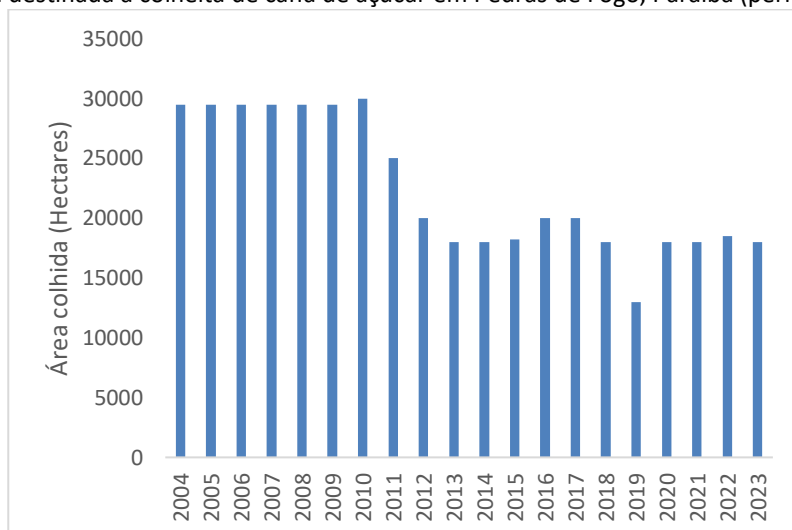
A área planta e colhida, no que tange à porção de terra onde a colheita da cana de açúcar no município de Pedras de Fogo-PB, entre o período de 2004 a 2010, manteve-se estável, variando entre 29.000 a 30.000 hectares (ha). Porém, no ano de 2011, houve uma redução, da área plantada e colhida, para 25.000 ha, aproximadamente uma diminuição de 5.000 ha. Após, o ano de 2011, observa-se que essa redução é continuada até o ano de 2023, havendo uma variação entre 18.000 a 20.000 ha. Em 2019, a área plantada e colhida de cana de açúcar foi de 13.000 ha, considerando uma decadência bastante significativa. Portanto, durante o período de 2004 a 2023, não houve expansão territorial da cultura, não ocorrendo a ampliação da área cultivada (Figura 2).

**Figura 2.** Área plantada e colhida da cultura de cana de açúcar em Pedras de Fogo, Paraíba (período 2004-2023)

Fonte: Autores (2025).

A diminuição da área destinada ao cultivo de cana-de-açúcar, acompanhada pelo aumento da produtividade no mesmo intervalo de tempo, também é observada em toda a região produtora de cana no Nordeste do Brasil, evidenciando uma tendência de intensificação, ou seja, uma maior produção mesmo com a manutenção ou redução da área cultivada (Dias et al., 2016). No caso específico de Pedras de Fogo, constatou-se que essa intensificação contribuiu para atenuar a queda no volume total de cana produzida ou, em determinados anos, proporcionou até mesmo um crescimento dessa produção.

No caso da cultura da cana-de-açúcar, a "área colhida" corresponde à extensão de terra onde a colheita da cana foi efetivamente realizada. Na prática, trata-se da área realmente utilizada para a retirada da matéria-prima ao final do ciclo produtivo. Essa medida, geralmente expressa em hectares (ha), é fundamental para avaliar o desempenho da lavoura de cana-de-açúcar, pois serve como referência para o cálculo da produtividade por hectare e permite analisar a eficiência da produção (Figura 3).

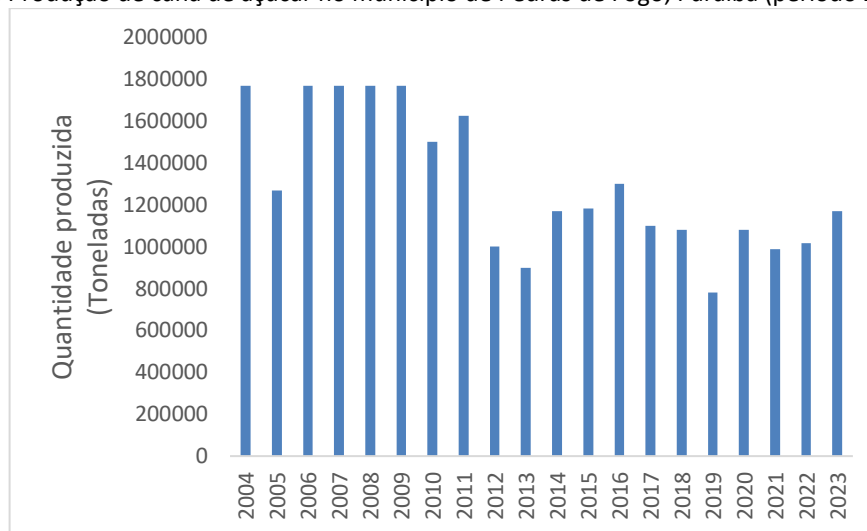
**Figura 3.** Área destinada à colheita de cana de açúcar em Pedras de Fogo, Paraíba (período 2004-2023)

Fonte: Autores (2025).

Em relação a produção, quantidade produzida de cana de açúcar, apresentou oscilações expressivas ao longo dos anos, verificando-se uma constância de aproximadamente 1.770.000 toneladas em 2004, 2006 a 2009. Destaca-se uma queda acentuada em 2005, quando a produção foi reduzida para 1.268.500 toneladas, o que representa uma redução de aproximadamente 28,3% em relação ao ano anterior. Após esse episódio, verifica-se uma

recuperação e posterior estabilidade em torno de 1.770.000 toneladas até o ano de 2009. Em 2019, foi o ano de menor produção (780.000 toneladas). Em 2010 a 2011 a produção ainda é significativa, 1.500.000 e 1.625.000 de toneladas, respectivamente. No entanto o período de 2012 a 2023 permanece relativamente constante, exceto 2019, a produção varia entre 900.000 (2013), a 1.300.000 (2016), toneladas (Figura 4).

**Figura 4.** Produção de cana de açúcar no município de Pedras de Fogo, Paraíba (período 2004-2023)

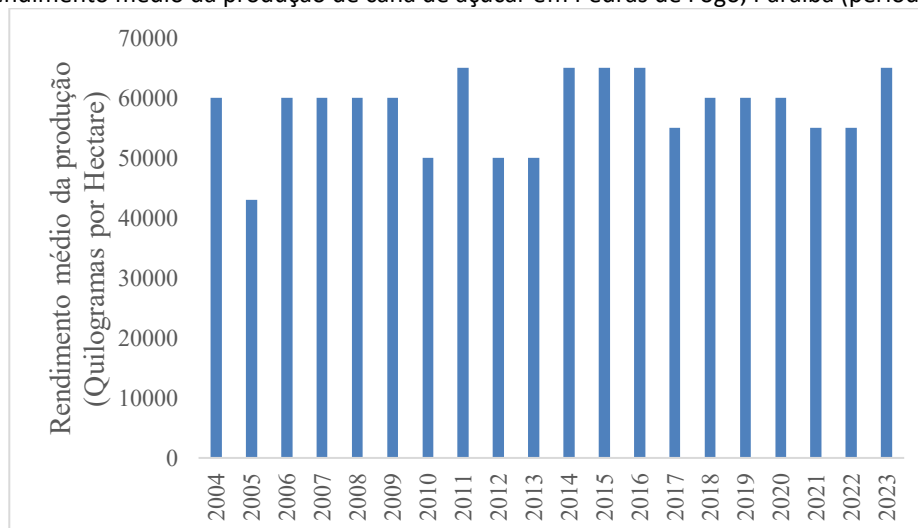


Fonte: Autores (2025).

Os fertilizantes minerais desempenham um papel essencial no cultivo da cana-de-açúcar, promovendo o incremento no número de nós, bem como na altura e no diâmetro dos colmos (Legesse et al., 2016). De maneira similar, em regiões com características climáticas como as de Pedras de Fogo. Onde, apesar de haver um volume anual significativo de chuvas, ocorrem períodos de estiagem ao longo do ano, a adoção de sistemas de irrigação é recomendada, uma vez que a escassez hídrica constitui um dos principais fatores que limitam a produção de cana-de-açúcar em escala global.

O rendimento médio da produção, expresso em quilogramas por hectare, foi constante. No ano de 2005, houve uma redução significativa no rendimento, passando de 60.000 kg/ha para 43.000 kg/ha, equivalente a uma queda de 28,33%, sinalizando uma baixa eficiência produtiva naquele período. Após esse ano, os níveis de rendimento retornaram aos patamares anteriores, entre 50.000 a 60.000 kg/ha (Figura 5).

**Figura 5.** Rendimento médio da produção de cana de açúcar em Pedras de Fogo, Paraíba (período 2004-2023)



Fonte: Autores (2025).



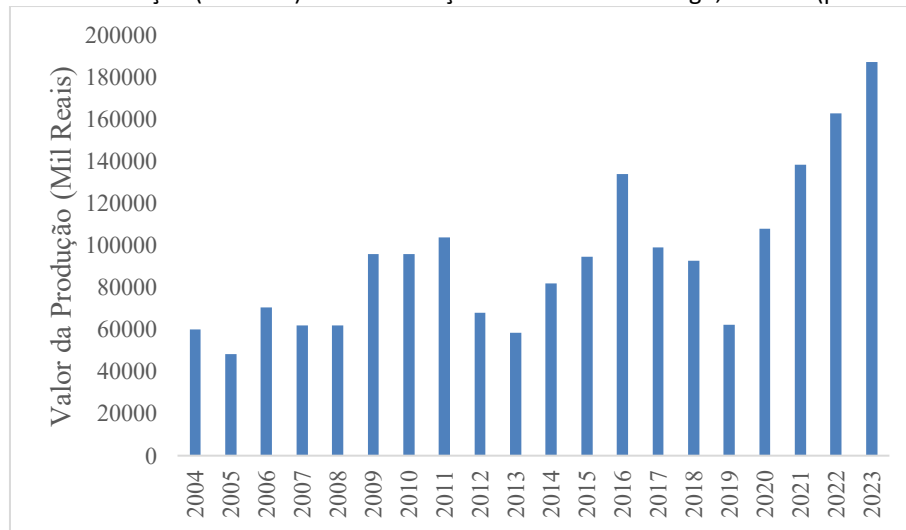
Conforme destacado por Cardoso et al. (2019), fatores como a redução dos custos de produção, a adoção da mecanização agrícola e a eliminação das queimadas na palha da cana-de-açúcar podem contribuir para o alcance de melhores níveis de produtividade. A não realização da queima da palha representa um importante diferencial ambiental para os produtores que adotam essa prática, enquanto a mecanização do cultivo está associada à elevação dos salários e à melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores. Esses aspectos evidenciam a complexidade e a diversidade de recursos empregados pelo setor canavieiro.

O rendimento médio da produção expressou com várias oscilações desse período amostral. Pessoa et al. (2021) relataram que a adoção de práticas apropriadas, como a introdução de variedades mais produtivas, nutrição mineral adequada e irrigação poderiam melhorar substancialmente a produtividade da cana-de-açúcar neste município.

Além disso, a produtividade tende a ser prejudicada pela falta de água, especialmente quando a seca coincide com as fases mais críticas de desenvolvimento da cultura (Perin et al., 2019). Complementarmente, o aprimoramento e a adoção de novas variedades são fundamentais para impulsionar os níveis produtivos da cana-de-açúcar sob diferentes condições ambientais (Naidu et al., 2017).

O comportamento do valor da produção também acompanha essas variações. Em 2005, houve uma queda expressiva no valor, que recuou de 60.180 mil reais para 48.203 mil reais, uma diminuição de aproximadamente 20%. Após esse ponto, observa-se uma tendência de recuperação, alcançando valores superiores a 70.000 mil reais em anos subsequentes, o que sugere não apenas uma retomada na produção, mas também possível valorização do produto no mercado (Figura 6).

**Figura 6.** Valor da Produção (mil reais) de cana de açúcar em Pedras de Fogo, Paraíba (período 2004-2023)



Fonte: Autores (2025).

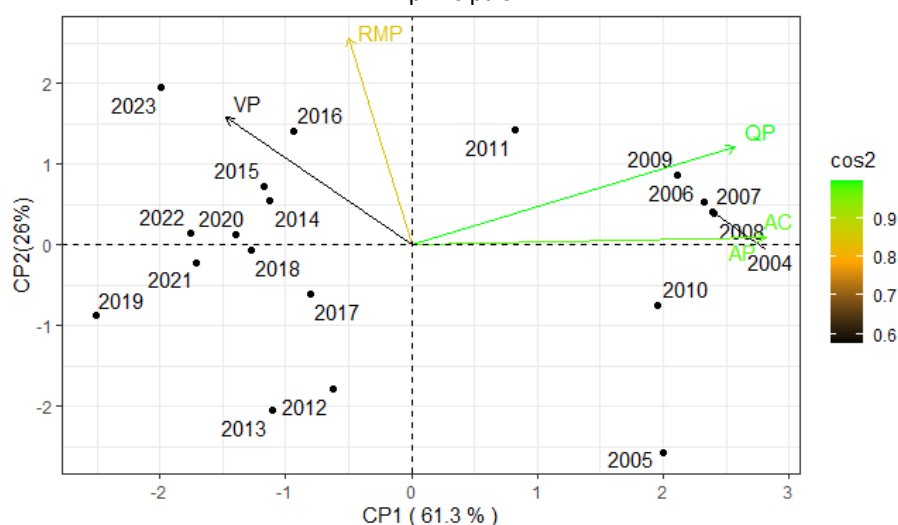
A análise de componentes principais (ACP) explicou 87,3% da variância original dos dados em seus dois primeiros eixos (CP1 e CP2) (Figura 7). Para o eixo 1, que reuniu 61,3% da variância dos dados, observou-se a associação positiva entre Quantidade Produzida ( $r = 0,90$ ;  $p < 0,01$ ), rendimento médio de produção ( $r = 0,99$ ;  $p < 0,01$ ) e Valor do Produção ( $r = 0,55$ ;  $p < 0,01$ ). Para esse eixo, destacam-se 2022 e 2023, anos que se destacaram pelo melhor desempenho dessas variáveis no período amostral.

No eixo 2, que acumulou 26% da variância, observou-se que a Área Colhida foi equivalente ( $r = 0,98$ ;  $p < 0,01$ ), já a Área Destinada à Colheita ( $r = 0,98$ ;  $p < 0,01$ ); destacando-se nesse eixo,

os anos de 2004 e 2010, no qual se obteve os maiores rendimentos médios com cana de açúcar, e que contrastaram com os demais anos, no qual se alcançaram as piores produtividades de todo o período amostral.

O segundo eixo (CP2) da Análise de Componentes Principais (ACP) indicou que, nas condições produtivas da cana-de-açúcar em Pedras de Fogo, os anos em que houve menor área plantada e colhida foram associados a uma maior produtividade da cultura (Figura 7). Esses resultados possivelmente refletem um processo de intensificação produtiva, conforme já discutido anteriormente. Além disso, é provável que essas áreas pertençam a produtores com maior nível de tecnificação, que realizam os tratos culturais recomendados para a cana-de-açúcar, potencializando, assim, os ganhos de produtividade (Dias et al., 2021).

**Figura 7.** Dispersão gráfica biplot da produção de cana de açúcar em Pedras de Fogo, Paraíba, (período 2004-2023), baseada em escores de 5 caracteres produtivos, representados pelos dois primeiros componentes principais



Fonte: Autores (2025).

A dinâmica econômica e espacial da produção de cana-de-açúcar no município de Pedras de Fogo é condicionada por diversos fatores, como a eficiência técnica, as práticas agrícolas adotadas, a disponibilidade de recursos hídricos, as condições climáticas, a fertilidade e qualidade do solo, bem como a adequação da infraestrutura local. Além desses aspectos, políticas públicas de incentivo e variações de mercado relacionadas à demanda interna e externa por açúcar e etanol também, exercem influência significativa. A atividade apresenta caráter multifuncional, abrangendo desde a produção de etanol, açúcar e cachaça até o uso da cana para alimentação animal e obtenção de bioprodutos (Galafassi et al., 2021). Ademais, aspectos como o perfil do produtor (patronal ou familiar) e o tamanho das propriedades (grandes, médias ou pequenas) configuram a organização territorial da produção e seus reflexos socioeconômicos, gerando dinâmicas produtivas heterogêneas (Araújo & Araújo Sobrinho, 2020).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis relacionadas à produção de cana-de-açúcar em Pedras de Fogo apresentaram grandes oscilações ao longo do período analisado, especialmente no que diz respeito a produção e produtividade. O valor da produção da cultura no município demonstrou uma tendência de crescimento ao longo do tempo, embora ainda existam possibilidades de aprimoramento. Considerando a relevância do setor canavieiro para a economia de Pedras de Fogo, é fundamental que estratégias voltadas para a melhoria da produtividade sejam estimuladas e implementadas no âmbito local.



## REFERÊNCIAS

- Agroclima. (2025). *Defensivos agrícolas evitam perdas econômicas causadas pela broca-da-cana-de-açúcar*. Recuperado de <https://agroclima.climatempo.com.br/noticia/2024/10/24/defensivos-agricolas-evitam-perdas-economicas-causadas-pela-broca-da-cana-de-acucar>
- Andrade, V. A. de. (2022) *Desempenho produtivo de cana-de-açúcar sob uso de bioestimulante no brejo paraibano*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia. Recuperado de <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/30455>
- Araújo, D. & Araújo Sobrinho, F. (2020). A cultura agrícola da cana-de-açúcar no Brasil: Contribuição ao estudo dos territórios rurais e suas contradições e conflitos. *Geopauta*, 4(1), 162. <http://doi.org/10.22481/rg.v4i1.6303>
- Cardoso, T. F., Marcos, D. B., Watanabe, A., Souza, M. F. C., Cavalett, O., Morais, E. R., Nogueira, L. A. H., Leal, M. R. L. V., Cortez, L., & Bonomi, A. (2019). A regional approach to determine economic, environmental e social impacts of different sugarcane production systems in Brazil. *Biomass e Bioenergy* 120, 9-20. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.10.018>
- Companhia Nacional de Abastecimento – Conab. (2025). *Produção de cana-de-açúcar na safra 2024/25 sofre redução devido a condições climáticas adversas*. Recuperado de <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5841-producao-de-cana-de-acucar-na-safra-2024-25-sofre-reducao-devido-a-condicoes-climaticas-adversas>
- Ali, A., Khan, M., Sharif, R., Muftaba, M., Gao, S. J. (2020). Sugarcane Omics: An update on the current status of research and crop improvement. *Plants*, 8(9), 344. <https://doi.org/10.3390/plants8090344>
- Dias, L. C., Pimenta, F. M., Santos, A. B., Costa, M. H., & Ladle, R. J. (2016). Patterns of land use, extensification, and intensification of Brazilian agriculture. *Global Change Biology*, 22(8), 2887-2903. <https://doi.org/10.1111/gcb.13311>
- Dias, M. S., Cartaxo, P. H. A., Silva, F. A., Freitas, A. B. T. M., Santos, R. H. S., Dantas, E. A., Magalhães, J. V. A., Silva, I. J., Araújo, J. R. E. S., & Santos, J. P. O. (2021). Dinâmica produtiva da cultura da cana-de-açúcar em um município da zona da mata alagoana. *Scientific Electronic Archives*, 14(5), 22-28. <http://dx.doi.org/10.36560/14520211276>
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2025). *Açúcar*. Recuperado de <https://portal-h.sede.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pos-producao/acucar>
- Feltre, C. & Benzaquen Perosa, B. (2020). Governança no setor sucroalcooleiro: uma análise comparada de São Paulo e do Cerrado Mineiro e Goiano. *Economia Ensaio*, 35(2), 25-48. <http://doi.org/10.14393/REE-v35n2a2020-57244>
- Galafassi, L. B., Bebbler, R. A., & Shikida, P. F. A. (2021). Uma análise da distribuição espacial da produção de cana-de-açúcar no Paraná (1975-2018). *Teoria e Evidência Econômica*, 26(55), 272-296. <http://doi.org/10.5335/rtee.v26i55.12137>
- Legesse, D., Legesse, H., & Geleta, N. (2016). Effects of blended fertilizer rate and time of application on growth and yield of sugarcane ratoon crop at Arjo-Sugar Factory, Western Ethiopia. *Science, Technology and Arts Research Journal*, 5(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.4314/star.v5i1.00>
- Leite, M. R., Zanetta, D. M. T., Trevisan, I. B., Burdman, E. A., & Santos, U. P. (2018). O trabalho no corte de cana-de-açúcar, riscos e efeitos na saúde: revisão da literatura. *Revista de Saude Publica*, 52, 80. <http://doi.org/10.11606/s1518-8787.2018052000138>
- Mantovani, G. G., Shikida, P. F. A., & Gomes, M. R. (2022). Diferenças salariais e o impacto da segmentação regional: um estudo para os trabalhadores na cultura de cana-de-açúcar no período de 2012 e 2019. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 60(1), e241167. <http://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.241167>
- Marin, F. R., Lopes-Assad, M. L., Assad, E. D., Vian, C. E., & Santos, M. C. 2008. Sugarcane crop efficiency in two growing seasons in São Paulo State, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43 (11), 1449-55.
- Naidu, P. N., Khan, M. G. M., & Jokhan, A. D. (2017). Assessment of sugarcane varieties for their stability and yield potential in Fiji. *The South Pacific Journal of Natural and Applied Sciences*, 35(2), 20-32. <https://doi.org/10.1071/SP17003>
- Neto, R. F. da S. Peres, W. L. R., & Rocha, A. Q. da. (2023). Curva de Maturação em Três Cultivares de Cana-de-Açúcar da Safra 2023 no Município de João Pinheiro, MG. *Contemporary Journal*, 3(11), 22448-22477. <https://doi.org/10.56083/RVC3N11-125>
- Perin, V., Sentelhas, P. C., Dias, H. B., & Santos, E. A. (2019). Sugarcane irrigation potential in Northwestern São Paulo, Brazil, by integrating Agrometeorological and GIS tools. *Agricultural Water Management*, 220, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.04.012>

Bordonal, R. O., Carvalho, J. L. N., Lal, R., Figueiredo, E. B., Oliveira, B. G., & La Scala, N. (2018). Sustainability of sugarcane production in Brazil. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(2), 1-23. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0490-x>

Pessoa, G. G. F. A., et al. (2021). Dinâmica temporal da produção de cana-de-açúcar em um município do Brejo Paraibano, Brasil (1995-2019). *Scientific Electronic Archives*, 14(11), 18-24. <http://dx.doi.org/10.36560/141120211451>

Petrini, M. A., Rocha, J. V., & Brown, J. C. (2017). Mismatches between mill-cultivated sugarcane and smallholding farming in Brazil: environmental and socioeconomic impacts. *Journal of Rural Studies*, 50, 218-227. <http://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.01.009>

R Core Team. (2025). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023; Recuperado de <https://www.R-project.org/>

Silva, D. L. G., Batisti, D. L. S., Giacomelli Ferreira, M. J., Merlini, F. B., Camargo, R. B., & Barros, B. C. B.

(2021). Sugarcane: economic, social, environmental, by-products and sustainability. *Research, Society and Development*, 10(7), e44410714163. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.14163>

SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Produção Agrícola Municipal. (2025). Recuperado de <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>

Silva, D. L. G., et al. (2021). Cana-de-açúcar: Aspectos econômicos, sociais, ambientais, subprodutos e sustentabilidade. *Research, Society and Development*, 10(7), e44410714163-e44410714163. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.14163>

Silalertruksa, T. & Gheewala, S. H. (2018). Landwater-energy nexus of sugarcane production in Thailand. *Journal of Cleaner Production*, 182, 521-528. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.085>

Verma, A. et al. (2021). A sugarcane yield forecasting model based on weather parameters. *Sugar Tech*, 23(1), 158-166. <https://doi.org/10.1007/s12355-020-00900-4>