

**Estudo comparativo da produção da cana-de-açúcar na microrregião de Vitória de Santo Antão/PE, Brasil**

**Comparative study of sugar cane production in the microregion of Vitória de Santo Antão/PE, Brazil**

**Estudio comparativo de la producción de caña de azúcar en la microrregión de Vitória de Santo Antão/PE, Brasil**

Recebido: 02/11/2020 | Revisado: 06/11/2020 | Aceito: 09/11/2020 | Publicado: 13/11/2020

**Maria Marciele de Lima Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5185-2711>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [marciele.liima@gmail.com](mailto:marciele.liima@gmail.com)

**Natália Moraes Cordeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5294-1353>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [natalia\\_mcordeiro@hotmail.com](mailto:natalia_mcordeiro@hotmail.com)

**Gabriela Isabel Limoeiro Alves Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7565-7873>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [gabriela.isabel@ufrpe.br](mailto:gabriela.isabel@ufrpe.br)

**Lucas Silva do Amaral**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1096-3241>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [lucasihua@gmail.com](mailto:lucasihua@gmail.com)

**Elielma Santana de Jesus**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7939-9509>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [elielmas93@gmail.com](mailto:elielmas93@gmail.com)

**João Silva Rocha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3020-8094>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [joaosilvarocha@hotmail.com](mailto:joaosilvarocha@hotmail.com)

**Henrique Correia Torres Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9544-7774>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [henrique.santos@recife.ifpe.edu.br](mailto:henrique.santos@recife.ifpe.edu.br)

**José Eduardo Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8483-0305>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [profeduardosilva3@gmail.com](mailto:profeduardosilva3@gmail.com)

**Wagner Ranyere Leão da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0147-8981>

Universidade Candido Mendes, Brasil

E-mail: [ranyereleao@gmail.com](mailto:ranyereleao@gmail.com)

**Taís Cristina de Melo Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9280-0798>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: [siatmelo@gmail.com](mailto:siatmelo@gmail.com)

**Romário Professor da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7277-4468>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: [romarioprofessor63@gmail.com](mailto:romarioprofessor63@gmail.com)

**Jonnathan Felipe Araújo Guimarães**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3119-2979>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: [felipejonnathan@gmail.com](mailto:felipejonnathan@gmail.com)

**José Antônio Aleixo da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0675-3524>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [jaaleixo@uol.com.br](mailto:jaaleixo@uol.com.br)

**Guilherme Rocha Moreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6344-1151>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [guirocham@gmail.com](mailto:guirocham@gmail.com)

**Moacyr Cunha Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3466-8143>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [moacyr.cunhafo@ufrpe.br](mailto:moacyr.cunhafo@ufrpe.br)

**Antonio Samuel Alves da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8759-0036>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [samuelmathematical@gmail.com](mailto:samuelmathematical@gmail.com)

**Resumo**

A Zona da Mata Pernambucana se destaca por oferecer solos ricos para a plantação da cana-de-açúcar, devido sua grande importância social, econômica e ambiental para o país. A alta representatividade da cana-de-açúcar no valor da produção comparada aos demais produtos das lavouras temporárias, corroboram para a importância econômica na microrregião. Dispondo de dados provenientes do site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a presente pesquisa teve como objetivo, analisar se houve diferença significativa quanto à produção de cana-de-açúcar, em toneladas/ha, entre os períodos de 1990-2003 e 2004-2017, na microrregião de Vitória de Santo Antão/PE, Brasil. Para a análise, foi necessário que se avaliasse, de forma independente, os dois períodos. Assim, utilizou-se o software estatístico IBM SPSS STATISTICS 23, a fim de avaliar a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk, o qual indicou que os dados não seguem normalidade ao nível de significância de 0,05. Em consequente, foi aplicado o teste de Mann-Whitney, por ser um teste não paramétrico e considerar a independência dos anos. Os resultados obtidos pelo teste, com significância exata de 0,94 indicaram que não há uma diferença significativa entre os períodos, ou seja, a microrregião mantém uma produção média de 326,54 toneladas de cana-de-açúcar a cada período, o que torna viável a permanência do cultivo de cana-de-açúcar para a mesma.

**Palavras-chave:** Cana-de-açúcar; Mann-Whitney; Produção.

**Abstract**

The Zona da Mata Pernambucana stands out for offering rich soils for planting sugar cane, due to its great social, economic and environmental importance for the country. The high representativeness of sugarcane in the value of production compared to other products from

temporary crops, corroborate the economic importance in the micro-region. Using data from the website of the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), this study aims to analyze whether there is a significant difference in terms of production of sugarcane, in tons/ha, between the periods 1990-2003 and 2004- 2017, in the micro-region of Vitória de Santo Antão/PE, Brazil. For the analysis, it was necessary to evaluate the two periods independently. Thus, the statistical software IBM SPSS STATISTICS 23 was used in order to assess the normality of the data through the Shapiro-Wilk test, which indicated that the data do not follow normality at the 0.05 significance level. Consequently, the Mann-Whitney test was applied, as it is a non-parametric test and considers the independence of the years. The results obtained by the test, with an exact significance of 0.94, indicated that there is no significant difference between the periods, that is, the microregion maintains the production of sugarcane each year, which makes the permanence of the cultivation of sugar cane for it.

**Keywords:** Sugarcane; Mann-Whitney; Production.

### **Resumen**

La Zona da Mata Pernambucana se destaca por ofrecer suelos ricos para la siembra de caña de azúcar, debido a su gran importancia social, económica y ambiental para el país. La alta representatividad de la caña de azúcar en el valor de la producción frente a otros productos de cultivos temporales, corroboran la importancia económica en la microrregión. Utilizando datos del sitio web de la Corporación Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), este estudio tiene como objetivo analizar si existe una diferencia significativa en términos de producción de caña de azúcar, en toneladas/ha, entre los períodos 1990-2003 y 2004- 2017, en la microrregión de Vitória de Santo Antão/PE, Brasil. Para el análisis fue necesario evaluar los dos períodos de forma independiente. Así, se utilizó el software estadístico IBM SPSS STATISTICS 23 para evaluar la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, que indicó que los datos no siguen la normalidad al nivel de significancia 0.05. En consecuencia, se aplicó la prueba de Mann-Whitney, por ser una prueba no paramétrica y considera la independencia de los años. Los resultados obtenidos por la prueba, con una significación exacta de 0.94, indicaron que no existe diferencia significativa entre los períodos, es decir, la microrregión mantiene a producción de caña de azúcar a cada año, lo que hace que la permanencia del cultivo de caña de azúcar para ello.

**Palabras clave:** Caña de azúcar; Mann-Whitney; Producción.

## 1. Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), espécie de gramíneas pertencente à família *Poaceae*, é de fácil adaptabilidade aos climas tropicais e subtropicais, possui caules robustos, articulados, fibrosos e ricos em sacarose. Com sua cultura perene, de plantio e manejo acessível, esta lavoura é muito cultivada, existindo cerca de 25 milhões de hectares inseridos em, aproximadamente, cem países do mundo (Silva, 2018).

Tal espécie pode ser plantada em três sistemas de épocas diferentes, que são o sistema de ano-e-meio, o sistema de ano e o plantio de inverno. Todavia, a escolha correta da época para realizar seu plantio tem forte influência sobre o bom desenvolvimento e crescimento da planta, devido ao índice de radiação solar, condições climáticas, e disponibilidade de água no local (Rossetto & Santiago, 2020).

Trazida ao Brasil por volta do século XVI, período em que eram empregadas mãos de obra escravas, as áreas de plantio da cana-de-açúcar, de modo geral, eram e ainda são divididas em talhões, zona e setores, com espaçamentos determinados mediante sistema de colheitas, em que 80% destes sistemas são realizados manualmente (Salla, 2008).

Além disto, os produtos derivados dessa lavoura (bagaço e etanol) em 2019, representaram 18% na matriz energética do país, segundo a Resenha Energética Brasileira (2020). As estimativas para a temporada 2020/2021 indicam uma ligeira redução de 0,1% na produção de cana-de-açúcar em comparação com o período anterior, devido a menor área colhida decorrente das mudanças climáticas e das questões de mercado nesse momento de pandemia (CONAB, 2020).

Por ser uma lavoura rica em sacarose, a cana-de-açúcar pode ser utilizada para alimentação animal, produção de açúcar, bebidas alcólicas, etanol e biocombustíveis, assim como base para alimentos como rapadura e melado, além de que, é possível reaproveitar seus resíduos agroindustriais em adubo, biomassa e fertilizantes (Syngenta, 2020).

Introduzida em Pernambuco, esta lavoura se tornou base da economia regional, fazendo com que o Estado seja o segundo maior produtor de cana-de-açúcar do país (Santos, 2018), em virtude de que a lavoura vêm contribuindo consideravelmente para melhoria e rendimento agrícola e industrial (Melo *et al.*, 2009). Ainda, segundo Campos *et al.* (2007), na região da Zona da Mata de Pernambuco, a atividade canavieira é a maior base de trabalho local, empregando cerca de 90 a 100 mil trabalhadores em seu período de sazonalidade.

Nesse contexto, tem-se como objetivo desta pesquisa, analisar se houve diferença quanto a produção de cana-de-açúcar, em toneladas, entre dois períodos de tempo, de 1990-

2003 e 2004-2017, na microrregião de Vitória de Santo Antão – PE.

## 2. Metodologia

### 2.1 Área de Estudo e Coleta de Dados

Localizado na Mata Pernambucana, a microrregião de Vitória de Santo Antão é formada por cinco municípios, sendo eles Chã de Alegria, Chã Grande, Glória do Goitá, Pombos e, seu município mais importante, Vitória de Santo Antão (Figura 1). Machado (2013) afirma que, economicamente dependente do cultivo de cana-de-açúcar da região, por ser sua principal lavoura temporária, a microrregião é tida como importante centro produtor de mercadorias de origem agropecuária do estado de Pernambuco.

**Figura 1.** Localização da microrregião de Vitória de Santo Antão/PE, Brasil.



Fonte: Adaptado de Melhores Rotas (2020).

A presente pesquisa foi de cunho quantitativo, devido ser melhor explicada mediante técnicas matemáticas (Pereira *et al.*, 2018). Foram utilizados, os dados da produção de cana-de-açúcar no município de Vitória de Santo Antão – PE, no período de 1990 a 2017, oriundos do site da Embrapa.

### 2.2 Análise Estatística

Sabendo que a estatística clássica está condicionada à distribuição normal, faz-se necessário para início de análise, verificar se há normalidade entre os dados por meio do teste

de Shapiro-Wilk, posto que o teste foi desenvolvido para que fosse eficiente para diferentes distribuições e tamanhos de amostras, e que, ele é considerado como o melhor teste de aderência à normalidade quando comparado aos demais encontrados na literatura (Cirillo & Ferreira, 2003; Leotti, 2005; Öztuna *et al.*, 2006; apud Lopes *et al.*, 2013).

Para desenvolvimento do teste, Shapiro e Wilk (1965) propuseram que seja fornecido o parâmetro valor de prova (*p-value*, *p-valor* ou significância), o qual pode ser interpretado como a medida do grau de concordância entre os dados e a hipótese nula ( $H_0$ ), esta última correspondente à distribuição Normal. Assim, o *p-valor* é diretamente proporcional a concordância entre os dados e  $H_0$ , isto é, quanto menor for o valor-p, menor será a consistência entre os dados e  $H_0$ . Contudo, para tomada de decisão entre rejeitar ou não a hipótese nula, é adotada a regra que: (i) se  $p\text{-valor} \leq \alpha$ , rejeita-se  $H_0$ , ou seja, não se pode admitir que o conjunto de dados utilizados tenha distribuição Normal; (ii) se  $p\text{-valor} > \alpha$ , não se rejeita a hipótese nula, isto é, a distribuição Normal é uma possível distribuição para o conjunto de dados utilizados.

Para tal, se os dados não seguirem normalidade, sua análise é feita por meio de testes não-paramétricos. O teste de Mann-Whitney, criado em 1947, é o teste não paramétrico mais poderoso, no que se refere a comprovação de duas amostras independentes, com o objetivo de saber se as mesmas proviam de uma mesma população ou seriam amostras com médias consideradas iguais (Firmino, 2015).

Para realização deste teste, encontra-se um valor estatístico, habitualmente chamado de valor  $U$ , em que sua distribuição é testada contra a hipótese de nulidade. Em que, (i) denomina-se a amostra menor como amostra 1, e a maior como amostra 2, determinando seus tamanhos amostrais por  $n_1$  e  $n_2$ , respectivamente; (ii) ordena-se os valores das amostras do menor para o maior, colocando ao seu lado o posto correspondente; (iii) encontra-se as somas dos postos para as amostras 1 e 2, isto é,  $R_1$  e  $R_2$ ; (iv) calcula-se o valor de  $U$  ou  $U_{calc}$ , sendo este o menor valor resultante de  $U_1$  (I) e  $U_2$  (II), o qual é comparado com o valor crítico  $U_{\alpha;n_1;n_2}$  encontrado na tabela de valores críticos da distribuição  $U$  de Mann-Whitney; (v) como regra de decisão, (a) se  $U_{calc} > U_{tab}$ , aceita-se  $H_0$ , ou seja, as populações não diferem entre si; (b) se  $U_{calc} \leq U_{tab}$ , rejeita-se  $H_0$ , ou seja, as populações diferem entre si (Fontelles, 2012).

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1 \quad (1)$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_2 \quad (2)$$

As análises foram realizadas utilizando o *software* estatístico IBM SPSS STATISTICS 23, o qual é indicado para análise de dados, obtenção de estatísticas descritivas, e ainda para procedimentos como, inferência estatística, testes de hipóteses e estatísticas multivariadas para dados quantitativos e qualitativos.

### 3. Resultados e Discussão

Os dados da produção de cana-de-açúcar do município de Vitória de Santo Antão – PE no período de tempo de 1990 a 2017 foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ao nível de significância de 0,05, sendo  $H_0$  a hipótese de que os dados seguem distribuição Normal, tal que os resultados obtidos se encontram na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo  $H_0$  a hipótese que os dados seguem distribuição Normal.

Produção de cana-de-açúcar	Shapiro-Wilk	
	gl	<i>p-valor</i>
	28	<0,0001

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Conforme regra de tomada de decisão do teste de normalidade, se *p-valor* for menor ou igual a  $\alpha$  rejeita-se a hipótese nula. Assim, como mostrado na Tabela 1, o *p-valor* obtido pelo teste foi de <0,0001, tem-se que os dados não seguem normalidade, fazendo-se necessário que os mesmos fossem analisados por meio do teste não paramétrico.

Para utilização do teste não paramétrico de Mann-Whitney, os dados foram divididos em dois períodos de tempo, de 1990-2003 (período 1) e 2004-2017 (período 2), a fim de que a produtividade de cana-de-açúcar da microrregião fosse comparada.



**Tabela 2.** Resultados do teste de Mann-Whitney, em que  $H_0$  a hipótese que a produção média dos dois períodos não se difere.

	Período	n	Posto médio	Soma do posto	$U$ de Mann-Whitney
Produção	1	14	17,14	240,00	61,00
	2	14	11,86	166,00	135,00

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Feita a divisão dos períodos, na Tabela 2 nota-se que cada um contém uma amostra de tamanho 14, e a soma de seus postos são de 240 e 166 para os períodos 1 e 2, respectivamente. Ainda, o valor de  $U$  igual a 61 é resultante do valor de  $U_{calc}$  do período 1, por este ser o menor encontrado ao nível de significância de 0,05.

Assim, quando comparados  $U_{calc}$  e  $U_{tab}$ , nota-se que  $U_{calc} > U_{tab} = 55$ . Dessa forma, com significância exata de 0,94, não rejeita-se a hipótese nula, ou seja, pode-se afirmar que a produção média nos dois períodos de tempo é estatisticamente igual.

#### 4. Considerações Finais

Os resultados do teste de Mann-Whitney indicaram que não há uma diferença significativa entre os dois períodos, de 1990-2003 e 2004-2017, isto é, a microrregião de Vitória de Santo Antão/PE, Brasil, mantém a produção de cana-de-açúcar ao longo do tempo, o que torna viável a permanência do cultivo desta lavoura ao buscar melhorias significativas no desenvolvimento da microrregião.

Como perspectivas futuras, sugere-se que sejam analisados os fatores que influenciam diretamente na produção de cana-de-açúcar da microrregião e a importância de cada um deles para que a mesma não decresça.

#### Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e ao Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA). A presente pesquisa foi realizada com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, e com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Referências

- Campos, L. H. R., Raposo, I., & Maia, A. (2007). Empregabilidade do cortador de cana-de-açúcar da zona da mata pernambucana no período de entressafra. *Revista Econômica do Nordeste*, 38(3), 329-342.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. (2020). *Acompanhamento de safra brasileira – Cana-de-açúcar. V. 7 - SAFRA 2020/21 N.2 - Segundo levantamento*, Brasília.
- Embrapa (2020). *Agropensa*. Recuperado de <https://www.embrapa.br/agropensa/bases-de-dados>.
- Firmino, M. J. D. A. C. D. S. (2015). *Testes de hipóteses: Uma abordagem não paramétrica* (Doctoral dissertation).
- Fontelles, M. J. (2012). *Bioestatística aplicada à pesquisa experimental. São Paulo: Livraria da Física, 1*.
- IBM Corp. Released 2015. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Lopes, M. M., Branco, V. T. F. C., & Soares, J. B. (2013). Utilização dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para verificação da normalidade para materiais de pavimentação. *Transportes*, 21(1), 59-66.
- Machado, M. R. I. D. M. (2013). *A subordinação da força de trabalho dos assentados da reforma agrária federal ao agronegócio da cana de açúcar no território da microrregião de Vitória de Santo Antão-PE* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Melhores Rotas (2020). *Mapa topográfico da Microrregião de Vitória de Santo Antão*. Recuperado de <https://www.melhoresrotas.com/m/mapa-topografico-da-microrregiao-de-vitoria-de-santo-antao>.

Melo, L. J. O. T. D., Oliveira, F. J. D., Bastos, G. Q., Anunciação Filho, C. J. D., & Reis, O. V. D. (2009). Desempenho agroindustrial de cultivares de cana-de-açúcar na zona da mata litoral sul de Pernambuco. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(3), 684-691.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf).*

Resenha Energética Brasileira – Exercício de 2019. (2020). *Ministério de Minas e Energia. Recuperado de <http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+-+edi%C3%A7%C3%A3o+2020/ab9143cc-b702-3700-d83a-65e76dc87a9e>.*

Rossetto, R., & Santiago, A. D. (2020). Plantio da cana-de-açúcar. *Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Ageitec).*

Salla, D. A. (2008). Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca, cana-de-açúcar e milho.

Santos, M. B. D. C. (2018). Características químicas de solo e planta e fixação biológica de nitrogênio em cana-de-açúcar em municípios do semiárido pernambucano.

Shapiro, S. S., & M. B. Wilk (1965). *An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples)*. Biometrika Trust, London, 52, 591–609.

Silva, G. M. (2018). Uso de *Cotesia flavipes* (cam.) no controle de *Diatraea saccharalis*, (fabr.) em cana-de-açúcar na zona da mata norte de Pernambuco.

Syngenta. (2020). *Sobre a cana-de-açúcar*. Recuperado de <https://portalsyngenta.com.br/cultura/cana-de-acucar>.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Maria Marciele de Lima Silva – 34%

Natália Moraes Cordeiro – 10%

Gabriela Isabel Limoeiro Alves Nascimento – 4%

Lucas Silva do Amaral – 4%

Elielma Santana de Jesus – 4%

João Silva Rocha – 4%

Henrique Correia Torres Santos – 4%

José Eduardo Silva – 4%

Wagner Ranyere Leão da Silva – 4%

Taís Cristina de Melo Silva – 4%

Romário Professor da Silva – 4%

Jonnathan Felipe Araújo Guimarães – 4%

José Antônio Aleixo da Silva – 4%

Guilherme Rocha Moreira – 4%

Moacyr Cunha Filho – 4%

Antonio Samuel Alves da Silva – 4%