Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

IMPUREZAS VEGETAIS NO SETOR SUCROENERGÉTICO: comparação dos métodos PCTS e Tanimoto nos resultados de fibras (%) e ATR para as variedades RB975201 e cana energia Vertix 3 sob influência de impurezas vegetais

VEGETAL IMPURITIES IN THE SUGAR-ENERGY SECTOR: comparison of PCTS and Tanimoto methods on fiber (%) and TRS results for sugarcane varieties RB975201 and energy cane Vertix 3 under the influence of vegetal impurities

Laís Cozer Araujo[I]
Márcia Justino Rossini Mutton[II]
Lidyane Aline de Freita[III]
Natália Novais Ribeiro[IV]
Kátia Gabriela de Natale[V]

RESUMO

A cana-de-açúcar se destaca como uma cultura de grande importância para o setor sucroenergético, o açúcar total recuperável (ATR) é a quantidade de açúcar presente no caldo da cana (Kg/t) que pode ser recuperado e utilizado na indústria para a produção de açúcar e etanol. Um dos subprodutos da Usina é a fibra, material insolúvel e constituinte dos colmos, destinado a queima na caldeira para geração de energia. A cana energia apresenta grande potencial para atender à crescente demanda de biocombustível. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das impurezas vegetais no ATR e Fibra(%)Cana em duas variedades de cana-de-açúcar, através da determinação das fibras pelo método PCTS e Tanimoto. O delineamento experimental utilizado nesta pesquisa foi blocos casualizados num esquema de parcelas subdivididas (slip-plot), com 4 repetições. Os tratamentos principais foram caracterizados pelas variedades de cana (RB975201 e Vertix 3 Tipo 1) e os secundários aos teores de impurezas vegetais (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Concluiu-se que as impurezas afetaram significativamente as características tecnológicas analisadas, observando-se maior teor de fibras pelo método de Tanimoto e maior teor de ATR através do PCTS para a cana comercial. O incremento de impurezas aumenta a fibra (%) e diminui o ATR (Kg/t) significativamente em ambas as variedades. Além disso, a cana energia possui significativamente maiores teores de fibras, uma de suas principais características.

Palavras-chave: energia renovável; indústria; matéria-prima; qualidade; *Saccharum.*

[I]Mestre em Microbiologia Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Campus de Jaboticabal, laisc_araujo@hotmail.com
[II]Professora Doutora do Departamento de Biotecnologia Agropecuária e Ambiental, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP),Campus de Jaboticabal, mjr.mutton@unesp.br.
[III]Doutora em Microbiologia Agropecuária, Pesquisa e Desenvolvimento Kracht Landbouw Wetenshape, lidyane.freita@gmail.com.
[IV]Doutora em Microbiologia Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP),Campus de Jaboticabal, natalia.novais@unesp.br.
[V]Mestre em Microbiologia Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP),Campus de Jaboticabal, katia.natale@unesp.br.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

ABSTRACT

Sugarcane stands out as a crop of significant importance. For the sugar-energy sector, total recoverable sugar (TRS) is the amount of sugar present in the sugarcane juice (Kg/t) that can be recovered and used in the industry to produce sugar and ethanol. One of the plant by-products is fiber, an insoluble material that makes up culms, intended for burning in the boiler to generate energy. Energy sugarcane has the great potential to meet the growing demand for biofuel. The objective of this work was to evaluate the effect of vegetal impurities on TRS and Fiber (%) in two varieties of sugarcane, through fiber determination by the PCTS and Tanimoto method. The design was carried out in randomized blocks in a split-plot scheme, with 4 replications. The main treatments were characterized by the sugarcane varieties (RB975201 and Vertix 3 type 1) and the secondary treatments by the levels of vegetal impurities (0%, 25%, 50%, 75% and 100%). It was concluded that impurities significantly affected the technological characteristics analyzed, with higher fiber content using the Tanimoto method and a higher TRS content using the PCTS for commercial sugarcane. The increase in impurities increases fiber (%) and reduces TRS (Kg/t) significantly in both varieties. Furthermore, energy cane has significantly higher fiber content, one of its main characteristics.
Keywords: feedstock; industry; quality; renewable energy; *Saccharum.*

Data de submissão do artigo: 11/04/2025.
Data de aprovação do artigo: 23/05/2025.
DOI: 10.52138/citec.v17i01.421

1 INTRODUÇÃO

Com grandes áreas de expansão, clima favorável, mão de obra qualificada e tecnologias inovadoras, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar para a produção de açúcar, etanol, etanol de segunda geração, energia e outros subprodutos oriundos nas biorrefinarias (Bastos, 2007).

Através dos intensos programas atuais de melhoramento genético, a busca pela qualidade tecnológica da matéria-prima torna-se essencial para o processo industrial, pois irá impactar no rendimento e produtividade. Altos teores de açúcares e produtividades, exigência aos ambientes de cultivo e resistência a doenças, velocidade de crescimento, florescimento, tombamento, despalha, brotação da soca e perfilhamento são alguns parâmetros avaliados para liberação das variedades após anos de pesquisa e investimento (Ridesa, 2021).

Uma das variedades que está sendo estudada e já possui clones no mercado é a cana energia. Esta possui características de robustez, maior potencial genético para produção e biomassa. Comparada a uma variedade comercial, possui maiores teores de fibra (conteúdo celulósico), resistência a pragas e doenças, menor custo de produção comparada a sorgo sacarino e eucalipto, apta a áreas mais restritivas e ambientes degradados (Bressiani, 2017). O bagaço gerado em grande quantidade pode ser destinado a geração de energia, etanol de segunda geração, briquetes, pellets e na siderurgia. Entretanto, não há relatos na literatura abordando os impactos das impurezas no processamento para obtenção de bioetanol.

Entretanto, a Lei Estadual 11.241 de 19 de setembro de 2002, determinou a proibição da queima prévia da palha, e com isso, o crescimento da mecanização no campo, aliado as medidas trabalhistas, avanços tecnológicos, sustentabilidade diante da redução das queimadas

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

e riscos de queima às matas, resultou em aumento das impurezas que são levadas a indústria comprometendo o processo industrial (São Paulo, 2002).

Além disso, a matéria estranha de origem vegetal que chega na indústria impacta no processamento industrial podendo dificultar a extração do caldo, desgaste de equipamentos, redução da densidade da carga transportada, redução de parâmetros tecnológicos decisivos para produção de açúcar e etanol, impactos sobre eficiência e rendimento na fermentação e reflexos diretos sobre os custos de produção (Leal, 2017).

Em virtude das considerações acima, é de extrema importância conhecer o efeito da palha, folhas secas e verdes para o processo industrial, podendo guiar as ações realizadas no campo e na indústria reduzindo e minimizando seus impactos.

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar como diferentes teores de impurezas vegetais afetam os teores de ATR e Fibra(%)Cana em duas variedades de cana, através da comparação de resultados obtidos pelo método PCTS e Tanimoto (1964).

2 REVISÃO BILIOGRÁFICA

A utilização o bioetanol como forma alternativa aos derivados do petróleo é atividade sustentável que contribui para a redução dos gases efeito estufa (GEE); fato que ocorre devido à captação de CO_2, presente na atmosfera pelos canaviais (Buzo, 2020).

A biomassa que mais se destaca para a fabricação do etanol no Brasil é a cana-de-açúcar. O país é, atualmente, o maior produtor mundial dessa matéria-prima, graças a disponibilidade de grandes áreas cultiváveis e clima favorável à cultura (Oliveira *et al.*, 2019). De acordo com o Levantamento da Safra 24/25 da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a área cultivada ocupa cerca de 8,35 milhões de hectares com produção anual de 677,6 milhões de cana processada.

Para que a indústria tenha rendimento e eficiência, é necessário utilizar matéria-prima de qualidade, possibilitando os processos e gerando produto barato e de acordo com a exigência do mercado. A eficiência do processo industrial para transformar açúcar em álcool depende da qualidade da matéria-prima, em que as impurezas vegetais, como a palha e o palmito, ocasionam uma série de efeitos negativos nos processos de fabricação (Mutton, 1990), com o uso de máquinas na colheita mecanizada este incremento pode chegar até 44% devido a sua abundância de palha, folhas verdes e palmitos.

Parte constituinte dos colmos, a fibra da cana é o maior subproduto gerado na indústria possuindo aplicações na geração de energia, no etanol de segunda geração, bioplásticos e alimentação animal. De acordo Marques et al. (2015), a variação de 10 a 15% de fibra no colmo é capaz de atender as necessidades energéticas da Usina, acima disto o teor de sacarose pode ser reduzido em até 25% dependendo da variedade utilizada (Matsuoka, 2017). Ainda, segundo Nascimento (2017), a redução da capacidade de produção de açúcares pela cana está associada ao aumento do teor de fibra dela.

O ATR é a quantidade de açúcar presente no caldo de cana (kg) que pode ser recuperado e utilizado na indústria para produção de açúcar e etanol. É utilizado atualmente para realização do pagamento da cana pelo teor de sacarose (PCTS), entregue pelos fornecedores às usinas e destilarias brasileiras sendo definido por três indicadores principais: Pol da cana, Pureza do caldo e Fibra.

Sartori (2017) estimou, baseado nos resultados que obteve, que a cada 1% de impureza vegetal, há uma redução de 0,45% no valor do ATR (kg/t), isso significa a diminuição da quantidade total de açúcares da cana (sacarose, glicose e frutose), utilizados para transformação em etanol.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Visando atender a futura demanda de biocombustíveis diante da busca por "combustíveis limpos", muitas cultivares de cana-de-açúcar foram desenvolvidas nas últimas décadas. Considerando o desenvolvimento técnico disponível e o processo atualmente utilizado para a fabricação do biocombustível, a cana-energia tem se mostrado excelente alternativa para incrementar a produtividade sem aumento de custos e área cultivada. Os colmos desta cultura são mais robustos e, devido ao grande potencial genético, podem alcançar produção 3 vezes maior comparada a cana comercial. Além disso, a cana energia tem despertado interesse pela aptidão de desenvolvimento em áreas restritivas, maior formação de biomassa e rápido crescimento (Boschiero, 2024). Entretanto, não há relatos na literatura abordando os impactos das impurezas no processamento para obtenção de bioetanol com cana energia, sendo de grande importância o estudo para determinar e quantificar o impacto das impurezas em seu processamento.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Essa seção destina-se a apresentar os procedimentos metodológicos.

3.1 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados num esquema de parcelas subdivididas (slip-plot), com 4 repetições. Os tratamentos principais foram caracterizados pelas variedades de cana (RB975201 e Vertix 3 Tipo 1) e os secundários aos teores de impurezas vegetais (0, 25, 50, 75 e 100%), conforme o quadro 01:

Quadro 01 - Delineamento experimental com tratamentos principais e secundários

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL			
1)	RB975201 + 0% impureza vegetal	**6)**	Vertix 3 Tipo 1 + 0% impureza vegetal
2)	RB975201 + 25% impureza vegetal	**7)**	Vertix 3 Tipo 1 + 25% impureza vegetal
3)	RB975201 + 50% impureza vegetal	**8)**	Vertix 3 Tipo 1 + 50% impureza vegetal
4)	RB975201 + 75% impureza vegetal	**9)**	Vertix 3 Tipo 1 + 75% impureza vegetal
5)	RB975201 + 100% impureza vegetal	**10)**	Vertix 3 Tipo 1 + 100% impureza vegetal

Fonte: autoria própria (2023)

3.2 Colheita e preparo dos tratamentos

A cultivar comercial RB975201, no 4º estágio de corte, foi cedida por uma unidade sucroenergética localizada na região de Ribeirão Preto/SP e a cana energia Vertix 3 Tipo 1, no 3º estágio de corte, foi cultivada na área experimental do Departamento de Ciências da Produção Agrícola, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), Campus de Jaboticabal/SP

A colheita da cana comercial RB975201 e cana-energia Vertix 3 Tipo 1 ocorreu de 6 a 9 de setembro da safra 2021/2022 no município de Jaboticabal/SP, obtendo-se matéria-prima com maturação média/tardia. A cada dia foram colhidos aproximadamente 15 colmos de cada variedade através de corte manual rente à base, sem queima prévia da palha e processamento dentro do mesmo período.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Inicialmente foi aferida a massa de 10 colmos de cada variedade e logo em seguida, as folhas (secas e verdes) e os ponteiros (retirados no ponto de quebra da ponta) foram separados em recipiente grande. Os colmos limpos e a impureza vegetal coletada foram processados separadamente em picador-desintegrador de facas oscilantes. Com os dados obtidos, foram realizados cálculos para composição de 3 kg de amostra para cada tratamento, conforme demonstrado nas Quadro 01 e 02.

Quadro 1 – Massa de 10 colmos limpos da cana-de-açúcar comercial RB975201 e sua impureza vegetal

MATERIAL	MASSA (Kg)
Cana limpa	14,168
Impureza vegetal	1,871
Total	16,039

Fonte: autoria própria (2023)

Quadro 2 – Massa de cana e impurezas vegetais utilizadas para a obtenção de amostras de 3 kg cana-de-açúcar comercial RB975201 com 0, 25, 50,75 e 100% de impureza vegetal

TEOR DE IMPUREZAS	COLMOS LIMPOS (KG) E IMPUREZA VEGETAL (G)	% DE IMPUREZA COMERCIAL
0%	3 kg	0%
25%	2,768 kg; 232 g	8,38%
50%	2,535 kg; 465 g	18,34%
75%	2,303 kg, 697 g	30,26%
100%	2,071 kg; 929 g	44,85%

Fonte: autoria própria (2023)

A seguir, amostras de 3 kg foram montadas, sendo a impureza vegetal incorporada a cana desfibrada nas proporções de 0, 25, 50, 75 e 100%. A extração do caldo foi realizada em prensa hidráulica, sendo 500 g de material submetidos à pressão de 250 kgf.cm^{-2} pelo período de 1 minuto.

3.3 Cálculo do ATR

O ATR foi calculado utilizando-se as seguintes fórmulas regulamentadas pelo Conselho de Produtores de Cana-de-Açúcar, Álcool e Etanol do Estado de São Paulo (Consecana) (2006):

Açúcar Total Recuperável $$\textbf{ATR (kg/t)} = (9{,}6316 \times \text{Pol da cana}) + (9{,}15 \times \text{AR da cana})$$

Sacarose Aparente % no Caldo $$\textbf{Pol da cana} = \text{Pol do caldo} \times (1 - 0{,}01 \times \text{Fibra}) \times \text{Coeficiente C}$$

Açúcares Redutores $$\textbf{AR da cana} = (3{,}641 - (0{,}0343 \times \text{Pureza do caldo})) \times ((1 - 0{,}01 \times \text{Fibra}) \times \text{Coeficiente C}$$

$$\textbf{Coeficiente C} = 1{,}0313 - 0{,}00575 \times \text{Fibra}$$

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

$$\text{Pureza do caldo} = \frac{Pol\ do\ Caldo}{Brix\ do\ Caldo} \times 100$$

Para cálculo do teor de Fibra da cana, os resíduos fibrosos (bolos úmidos) obtidos após a passagem das amostras pela prensa hidráulica foram mensurados, obtendo-se os PBUs (Peso do Bolo Úmido). Logo após, foram colocados em estufa de circulação forçada de ar à 105±5°C, até obterem peso constante. Em seguida, foram novamente pesados determinando-se o PBS (Peso do Bolo Seco).

3.4 Determinação da Fibra (%)

A determinação da Fibra pelo método utilizado pelo Laboratório de PCTS (Pagamento de Cana por Teor de Sacarose) foi estabelecida pela seguinte equação proposta e regulamentada pelo Consecana:

$$F = (0{,}08\ X\ PBU) + 0{,}8760$$

Ao contrário do método anterior, a quantificação da Fibra Tanimoto (1964) considera em sua equação o peso do PBU e PBS, além da quantidade de Sólidos Solúveis Totais presentes no caldo. Esta metodologia é estabelecida pela seguinte fórmula:

$$FT = \frac{100\ x\ PBS - B\ x\ PBU}{5\ x\ (100 - B)}$$

FT: fibra da cana-de-açúcar obtida pelo método de Tanimoto (1964), expressa em porcentagem (%); **PBS:** peso do bolo seco, expresso em gramas (g); **PBU:** peso do bolo úmido, expresso em gramas (g); **B:** brix refratométrico do caldo, expressos em graus brix (°B).

3.5 Análises Estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, empregando-se o Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos, AgroEstat 1.1.0.712 ver 77 (Barbosa; Maldonado Junior, 2015). Os desdobramentos dos efeitos foram construídos através de Regressão Polinomial utilizando-se Microsoft Excel 365.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para Fibra PCTS, Fibra Tanimoto, ATR PCTS e ATR Tanimoto estão apresentados na Tabela 01. Nota-se que, o nível de impureza vegetal presente na amostra interfere diretamente nos teores de Fibra(%)Cana.

O teor de fibra (%) foi significativamente maior para a cana-energia em relação a cana comercial. Altos valores de fibra é uma das principais características da cana-energia, fato que evidencia sua rusticidade e seu grande potencial para geração de bioenergia (Bressiani, 2017). De acordo com Duft (2017), uma das principais características da cana energia é o teor de fibra superior a 18%.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

RB975201 e Vertix 3 apresentaram valores significativamente diferentes, tanto para o método PCTS quanto no método de Tanimoto. Junior (2020) obteve concentração similar para CTC4 (13,41%) e inferior para Vertix 9 (14,73%). Silva *et al.* (2020) encontrou resultados médios de 14,16% para cana convencional RB867515, 15,10% para a cana-energia Vignis 3 e 18,78% para cana-energia Virnis 1126 (Tipo 2).

Tabela 01 - Valores médios e análise de variância para Fibra PCTS, ATR PCTS (Açúcar Teórico Recuperável calculado com Fibra PCTS), Fibra Tanimoto e ATR Tanimoto (Açúcar Teórico Recuperável calculado com Fibra Tanimoto), das variedades RB975201 e Vertix 3 Tipo 1 com 0, 25, 50, 75 e 100% de impurezas vegetais. Safra 2021/2022. Jaboticabal-SP.

TRATAMENTOS	FIBRA PCTS (%)	FIBRA TANIMOTO (%)	ATR TANIMOTO ($T.HA^{-1}$)	ATR PCTS ($T.HA^{-1}$)
Variedade (TP)				
RB975201	13,44 b	14,45 b	116,79a	130,40 a
Vertix 3	16,38 a	21,37 a	68,07b	67,12 b
Teste F	106,33**	139,21**	6114,90**	4183,59**
CV	6,03	10,35	2,13	3,13
DMS	0,90	1,86	1,98	3,11
Teor de impureza (TS)				
0%	13,27 c	16,42 b	100,23 a	113,35 a
25%	13,82 bc	16,90 b	94,08 b	102,94 b
50%	14,45 bc	17,20 b	91,09 bc	97,68 bc
75%	15,70 ab	18,53 ab	89,47 bc	92,98 cd
100%	17,27 a	20,49 a	87,28 c	86,85 d
Teste F	8,38**	10,48**	12,66**	23,26**
CV	10,52	7,99	4,31	5,98
DMS	2,31	2,10	5,87	8,71
TPxTS	0,80ns	0,88ns	3,26*	5,01**

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01=<p<0,05$); ns não significativo ($p>=0,05$). As médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey (5%). p = Diferença significativa entre o percentual médio. C.V. = coeficiente de variação. D.M.S. = desvio mínimo significativo. TP x TS = Interação entre variedades de cana e teores de impureza vegetal.

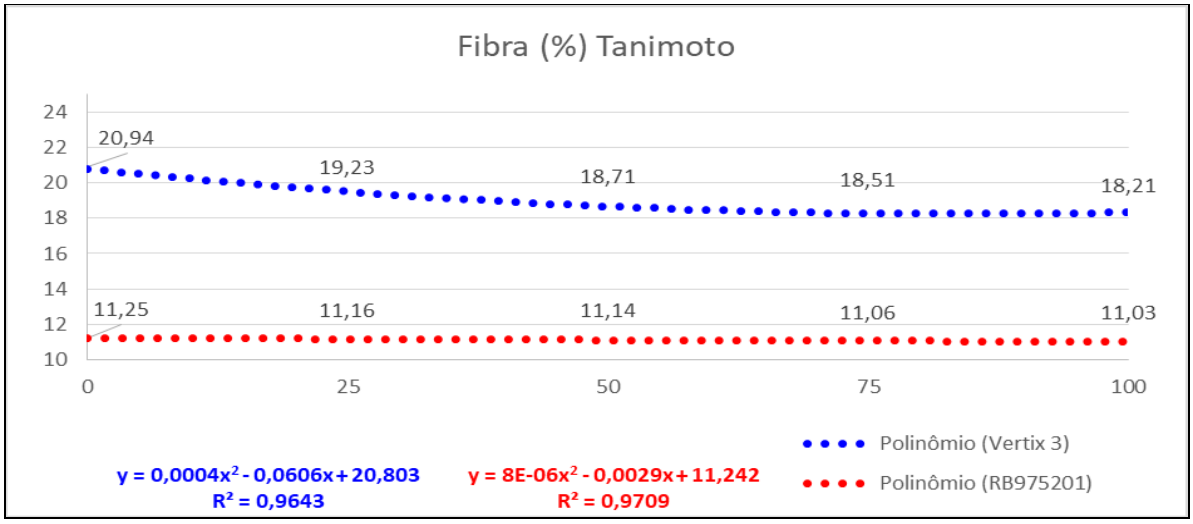
Fonte: Autoria Própria (2023)

Nos últimos anos, a fibra da cana-de-açúcar ganhou destaque com a evolução das tecnologias de segunda geração e a exportação da energia elétrica a partir do excedente de bagaço. A cana-energia Vertix 3 pode atingir um teor de fibras de 25% (160 $toneladas.h^{-1}$), em comparação com a cana de açúcar que atinge teores próximos a 13% (85 $toneladas.hectare^{-1}$) (Bressiani, 2017). A vantagem de produzir ainda mais fibra é o vigor e a rusticidade da planta e maior eficiência no cultivo, parâmetro que determinará as opções energéticas para questões de sustentabilidade (Carvalho-Netto *et al.*, 2014).

Na figura 01, observa-se a redução de 13,04% para os resultados dos teores de Fibra (%) pela determinação do método de Tanimoto (1964) para a variedade Vertix 3 e 1,95% para a variedade comercial.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

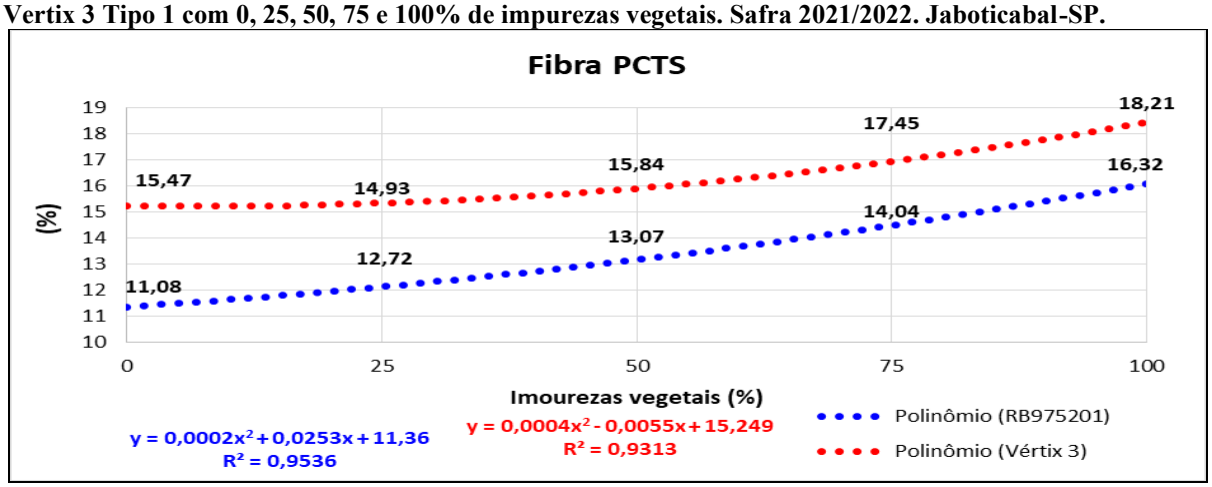
Figura 01 - Regressão Polinomial para Fibra da cana pelo método de Tanimoto para variedades RB975201 e Vertix 3 Tipo 1 com 0, 25, 50, 75 e 100% de impurezas vegetais. Safra 2021/2022. Jaboticabal-SP.



Fonte: autoria própria (2023)

Na figura 02, são observados a tendência para os teores de Fibra (%) determinados através do método PCTS. De acordo com os resultados, o incremento das impurezas vegetais resulta no aumento da Fibra (%) sendo 17,71% na variedade Vertix 3 e 47,29% na variedade RB975201.

Figura 02 - Regressão Polinomial para Fibra da cana pelo método do PCTS para variedades RB975201 e Vertix 3 Tipo 1 com 0, 25, 50, 75 e 100% de impurezas vegetais. Safra 2021/2022. Jaboticabal-SP.



Fonte: autoria própria (2023)

A tendência de redução do ATR (Figuras 03 e 04) também foi observada por Neto (2010) para a variedade RB867515, em que o ATR foi influenciado negativamente pela presença do ponteiro da mesma forma que os valores de sólidos solúveis e sacarose aparente no caldo. Junior (2020) obteve valores de 145,32 $kg.t^{-1}$ de ATR para a variedade CTC2 e 75,72 $kg.t^{-1}$ para a cana energia Vertix 9. Segundo Tavares e Amaral (2014) ao aumentar percentualmente as fibras, diminui-se automaticamente os açúcares presentes na cana, pois menor é a capacidade de extração do açúcar pelos ternos de moendas.

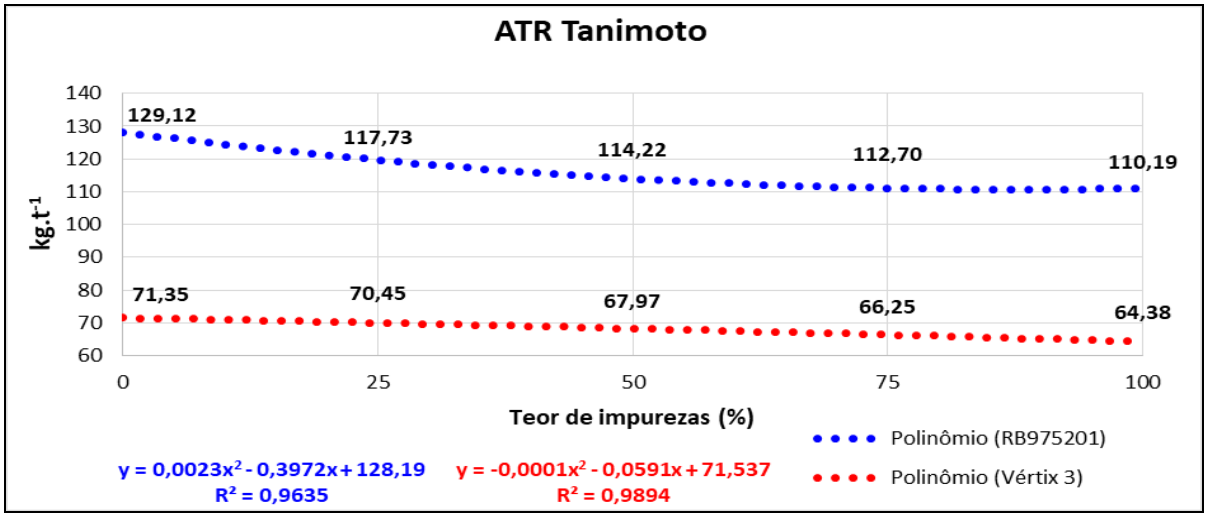
Assim como o estudo de Marques *et al.* (2015), o método segundo PCTS estimou ATR a mais para a variedade RB975201 do que o método por Tanimoto. O mesmo não ocorre

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

para a cana energia Vertix 3, onde o método Tanimoto estima ATR superior ao método PCTS. Essa diferença, ainda segundo Marques *et al.* (2015), pode estar relacionada a constante C.

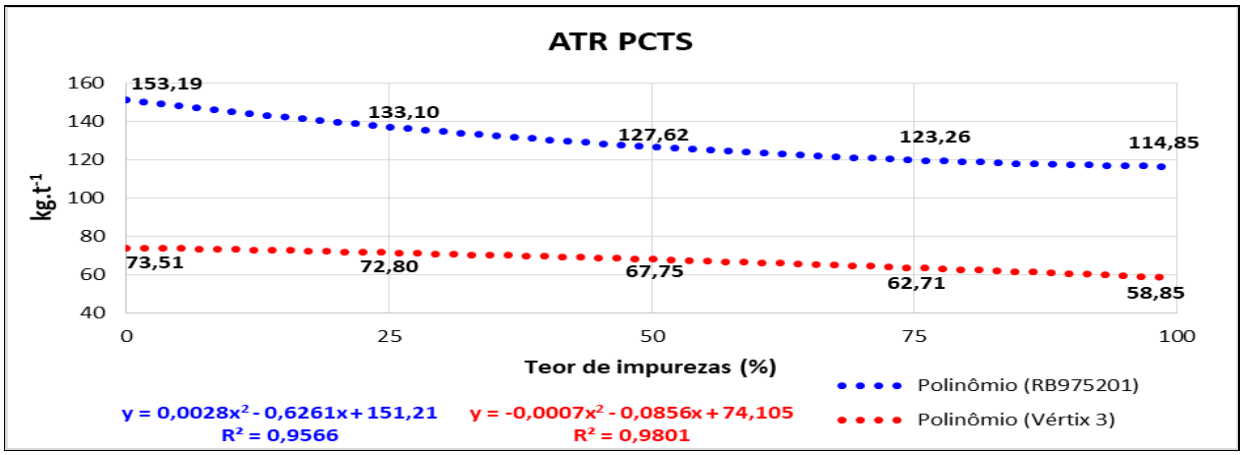
Neto (2010), obteve valores inferiores de ATR pelo método PCTS para cultivares com ciclo de maturação precoce: SP911049 apresentou valor de 87,91 $kg.t^{-1}$, IACSP933046 96,78 $kg.t^{-1}$, e a SP80182 $kg.t^{-1}$; enquanto para cultivares com ciclo de maturação tardia, como a RB722454 e a RB867515 apresentaram valores de produção de ATR de 128,47 $kg.t^{-1}$ e 142,63 $kg.t^{-}$

Figura 03 - Regressão Polinomial para Açúcar Teórico Recuperável calculado com Fibra Tanimoto para variedades RB975201 e Vertix 3 Tipo 1 com 0, 25, 50, 75 e 100% de impurezas vegetais. Safra 2021/2022. Jaboticabal-SP.



Fonte: autoria própria (2023)

Figura 04 - Regressão Polinomial para Açúcar Teórico Recuperável calculado com Fibra PCTS para variedades RB975201 e Vertix 3 Tipo 1 com 0, 25, 50, 75 e 100% de impurezas vegetais. Safra 2021/2022. Jaboticabal-SP.



Fonte: autoria própria (2023)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no processamento da variedade RB975201 com incremento de impurezas de origem vegetal diferiram significativamente para Fibra (%) determinada através do PCTS e Tanimoto, impactando nos teores de ATR. Este impacto gerou uma perda de 38,34

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Kg.t^{-1} pelo método PCTS e 18,93 Kg.t^{-1} pela determinação através do método de Tanimoto. Os resultados obtidos no processamento da variedade de cana energia Vertix 3 Tipo 1 diferiram significativamente nos valores de ATR com o aumento das fibras, sob impacto das impurezas vegetais, reduzindo o indicador em 14,68 Kg.t^{-1} na determinação através do PCTS e 6,97 Kg.t^{-1} através do método Tanimoto. Baseado nos dados obtidos, o aumento das fibras ocasionadas pelas impurezas vegetais impacta diretamente nos métodos utilizados.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JÚNIOR, W. Experimentação Agrononômica & AgroEstat – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. Jaboticabal **FUNEP**, 2015. Brasil.

BASTOS, V.D. Etanol, Alcoolquímica e Biorrefinarias. **Biblioteca Digital BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 5-38, mar. 2007

BRESSIANI, J. **Cana-energia:** uma excelente opção para redução dos custos de produção. 24 p. 2017.

BOSCHIERO, B.N. **Cana energia:** o que é e por que a cultura tem grande potencial para produção de E2G? 2024. Disponível em: https://agroadvance.com.br/blog-cana-energia/. Acesso em: 11 abr. 2025.

BUZO, F.H. **Aplicação de preparado enzimático como coadjuvante no controle de formação de espuma em um processo de fermentação alcoólica em escala industrial**. 2020. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Biomateriais e Bioprocessos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara, 2020.

CARVALHO-NETTO, O. V., BRESSIANI, J. A., SORIANO, H. L., FIORI, C. S., SANTOS, J. M., BARBOSA, G. V. S., XAVIER, M. A., LANDELL, M. G. A., PEREIRA, G. A. G. The potential of the energy cane as the main biomass crop for the cellulosic industry. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, 2014.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CONSECANA-SP). **Manual de instruções**. Piracicaba, 2006.

DUFT, D. **Será que você sabe o que é cana-energia?** 2017. Disponível em: https://www.inteliagro.com.br/o-que-e-cana-energia/. Acesso em: 18 fev. 2023.

JUNIOR, C. N. S. **Produção de etanol de cana energia por *Pichia kudriavzevii* comparado com métodos convencionais**. Dissertação de Mestrado em Microbiologia Agropecuária. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2020.

LEAL, M.L.R.V. O impacto na indústria com a mecanização da colheita. **Revista Opiniões** – CNPEM (Online). 2017.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

MARQUES, T. A.; NEVES, L. C. G.; RAMPAZO, E. M.; DELTREJO JUNIOR, E. L.; SOUZA, F. C.; MARQUES, P. A. A. TRS value of sugarcane according to bioenergy and sugar levels. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 3, p. 347-353, 3 ago. 2015.

MATSUOKA, S. Teor de fibra é a trava da produtividade da cana. **Revista Opiniões Cana Online**. 2017.

MUTTON, M.J.R. **Efeitos de impurezas sobre a sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pela qualidade**. 1990. Tese Doutorado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba/SP, 1990.

NASCIMENTO, D. As novas características da cana. **Revista Canavieiros**. 112 p. Sertãozinho/SP. 2017.

NETO, H.F.S. **Aspectos agrotecnológicos, florescimento, impurezas vegetais e produção de bagaço de cultivares de cana-de-açúcar**. Dissertação de Mestrado em Agronomia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2010.

OLIVEIRA, M.R.B., Filho, R.F.S., Mattos, E.C., Pereira, E.B., Baptista, A.S. Produção de etanol a partir do melaço de cana. **REA – Revista de Estudos Ambientais** (Online) v.21, n. 1, p.38-45, jan./jun. 2019.

RIDESA. **50 Anos de variedades RB de cana-de-açúcar**: 30 anos de RIDESA. 199 p. UFPR. 2021.

SARTORI, J.A.S. **Qualidade físico-química da cana-de-açúcar e microbiológica do caldo sobre o processo de ozonização do caldo e redução sustentável da cor ICUMSA e impurezas vegetais**. Tese Doutorado em Microbiologia Agrícola. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. USP, Piracicaba/SP, 2017.

SÃO PAULO. **Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002.** Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2002/lei-11241-19.09.2002.html. Acesso em: 11 abr. 2025.

SILVA, F. S. G., MACHADO, G., SILVA, F. C., MARCHIORI, L. F. S., CASTRO, A., SILVA, V. F. Avalição experimental e panorama da cana energia na cadeia produtiva sucroenergética: caracterização e identificação de potencialidades. **8ª Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu**; 2020. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1122475. Acesso em 11 abr. 2025.

TAVARES, S.R.L., AMARAL, F.C.S. Determinação do teor de fibra de cana-de-açúcar em diferentes biomar visando o processamento de resíduos para a produção de biocombustíveis sólidos e biomassa energética. **Embrapa Solos**. Rio de Janeiro, 2014.

TANIMOTO, T. The press method of cane analysis. **Hawaiian Planther's Record**, Honolulu, 51 (2):133-150, 1964.