
Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani

Trabalho de Graduação

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”

FACULDADE NILO DE STÉFANI DE JABOTICABAL - SP (Fatec-JB)

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM BIOCOMBUSTÍVEIS

**REUTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA
CANA DE AÇÚCAR**

BIANCA DONADONA MILHORINI

ORIENTADOR: PROF DR. CELSO ANTONIO JARDIM

COORIENTADORA: PROFA MS. RITA DE CÁSSIA VIEIRA

JABOTICABAL, S.P.

2023

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

BIANCA DONADONA MILHORINI

**REUTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA
CANA DE AÇÚCAR**

Trabalho de graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnóloga em biocombustíveis.

Orientador Prof. Dr. Celso Antonio Jardim

Coorientadora: Profa Ms. Rita de Cássia Vieira

JABOTICABAL, S.P.

2023

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

BIANCA DONADONA MILHORINI

**REUTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA
CANA DE AÇÚCAR**

Trabalho de Graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnóloga em biocombustíveis.

Orientador: Prof. Dr. Celso Antonio Jardim

Coorientador: Prof. Ms. Rita de Cássia Vieira

Milhorini, Bianca Donadona

Os resíduos da cana de açúcar/ Bianca Donadona Milhorini.— Jaboticabal: Fatec Nilo de Stéfani, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Celso Antonio Jardim

Coorientador: Profa. Ms. Rita de Cássia Vieira

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani - Jaboticabal, 2023.

1. Cana de açúcar. 2. Resíduos. 3 Crescimento. I. Jardim, Celso Antonio. II. Dr.

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

Data da apresentação e aprovação: 27/11/2023.

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Celso Antonio Jardim

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Segundo membro da banca examinadora: Profa. Dr. Fernanda de Freitas Borges

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Terceiro membro da banca examinadora: Valeria Villena Zanotti

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Local: Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Jaboticabal – SP – Brasil

**REUTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA
CANA DE AÇÚCAR**

Bianca Donadona Milhorini¹
Prof. Dr. Celso Antonio Jardim ²
Profa. Ms. Rita de Cássia Vieira³

¹ Estudante do curso superior de Tecnologia em Biocombustíveis da Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – São Paulo – Brasil. E-mail: bianca.milhorini@fatec.sp.gov.br

² Prof. Dr. da Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – São Paulo – Brasil. E-mail: celso.jardim@fatec.sp.gov.br

³ Profa. Ms. da Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – São Paulo – Brasil. E-mail: rita.macri@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

RESUMO

A principal importância econômica da cana de açúcar é a sua capacidade de armazenar concentrações significativas de sacarose, a qual está vinculada a três importantes agroindústrias: açúcar, álcool e aguardente, a produção de cana-de-açúcar na safra 2022/23 está estimada em 610,1 milhões de toneladas, crescimento de 5,4% em relação à temporada passada. Além de seus produtos, gera também seus subprodutos nos processos industriais. Cada tonelada de cana moída ou esmagada em uma unidade industrial, são obtidos em média 120 kg de açúcar e mais 14 litros de álcool, ou 80 litros de álcool no caso de destilarias. A cana além de gerar seus produtos, ela gera também outros sete coprodutos: água, bagaço, biogás, levedura seca, palha da cana, torta de filtro e vinhaça, que são aproveitados na produção e até mesmo comercializados. Pelo fato da cana produzir grandes quantidades de resíduos e todos estes poderem ser reaproveitados, a mesma é tratada como a mais importante fonte de biomassa energética. Este trabalho de pesquisa é uma revisão bibliográfica, cujo consiste em apresentar a importância dos subprodutos da cana de açúcar conhecido como resíduos, apresentando dados teóricos e ilustrativos ao decorrer dos anos e safras, se baseando em pesquisas em sites, revistas e entre outros.

Palavras-chave: Cana de açúcar. Crescimento. Resíduos. Produtos. Coprodutos.

ABSTRACT

The main economic importance of sugarcane is its ability to store significant concentrations of sucrose, which is linked to three important agro-industries: sugar, alcohol and brandy, sugarcane production in the 2022/23 harvest is estimated at 610.1 million tons, a growth of 5.4% compared to last season. In addition to its products, it also generates its by-products in industrial processes. Each ton of sugarcane crushed or crushed in an industrial unit obtains an average of 120 kg of sugar and another 14 liters of alcohol, or 80 liters of alcohol in the case of distilleries. The sugarcane in addition to generating its products, it also generates seven other co-products: water, bagasse, biogas, dry yeast, sugarcane straw, filter cake and vinasse, which are used in production and even sold. Because sugarcane produces large amounts of waste and all of it can be reused, it is treated as the most important source of energy biomass. This research work is a bibliographic review, which consists of presenting the importance of sugarcane by-products known as residues, presenting theoretical and illustrative data over the years and harvests, based on research on websites, magazines and others.

Keywords: Sugarcane. Growth. Waste. Goods. Co-products.

Data de submissão: 27/11/2023

Data de aprovação: 27/11/2023

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

1 INTRODUÇÃO

A principal importância econômica da cana de açúcar é a sua capacidade de armazenar concentrações significativas de sacarose, a qual está vinculada a três importantes agroindústrias: açúcar, álcool e aguardente (OMETTO, 2000). Segundo dados do 4º Levantamento sobre a cultura, pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a produção de cana-de-açúcar na safra 2022/23 está estimada em 610,1 milhões de toneladas, crescimento de 5,4% em relação à temporada passada. O resultado reflete uma recuperação das produtividades nos principais estados produtores, influenciado pelo clima mais favorável nesse ciclo, e compensou a menor área colhida em relação à temporada 2021/22.

Na região Sudeste, maior produtora de cana no país, o volume colhido no ciclo 2022/23 aumentou 5,8% em relação à safra anterior, saindo de 366,33 milhões de toneladas para 387,76 milhões de toneladas. A área se manteve praticamente estável, com 5,1 milhões de hectares. Situação semelhante foi registrada na região Centro-Oeste, onde a produtividade aumentou 5,7%, devido à melhora nas condições climáticas. A área, por sua vez, apresentou redução de 2,1%, estimada em 1,77 milhões de hectares. Com isso, a colheita chega a 131,54 milhões de toneladas.

No Nordeste do país, além da melhora do desempenho das lavouras, foi verificado um incremento na área plantada, resultando em uma produção de aproximadamente 56 milhões de toneladas, aumento de 12,5% em comparação à safra 2021/22. Na região Sul, a área destinada para a cultura tem apresentado redução para outros produtos como soja, milho, mandioca e pastagens. A área colhida, nessa safra, foi a terceira menor da série histórica da Conab, estimada em 475,4 mil hectares, 9,1% abaixo da safra anterior, o que resulta em uma produção de 30,95 milhões de toneladas. Queda na produção, também, na região Norte influenciada pela redução de produtividade, que foi recorde na safra passada.

A cana além de gerar seus produtos, ela gera também outros sete coprodutos: água, bagaço, biogás, levedura seca, palha da cana, torta de filtro e vinhaça, que são aproveitados na produção e até mesmo comercializados. Pelo fato da cana produzir grandes quantidades de resíduos e todos estes poderem ser reaproveitados, a mesma é tratada como a mais importante fonte de biomassa energética e, desta forma, a gestão de seus resíduos é de grande valor tanto econômico quanto ambiental, o manejo dos resíduos sólidos, torta de filtro, cinzas geradas da queima do bagaço, fuligem eliminadas nas caldeiras e o lodo da água de lavagem da cana, têm contribuído para que retornem ao campo, ajudando a lavoura quando incorpora ao solo, melhorando a sua qualidade e, por seguida a produtividade.

Este trabalho de pesquisa é uma revisão bibliográfica, cujo consiste em apresentar a importância dos subprodutos da cana de açúcar conhecido como resíduos, onde visa a melhoria no meio ambiente diminuindo os descartes e visando o lucro no setor sucroalcooleiro, apresentando dados teóricos e ilustrativos ao decorrer dos anos e safras, se baseando em pesquisas em sites, revistas e entre outros.

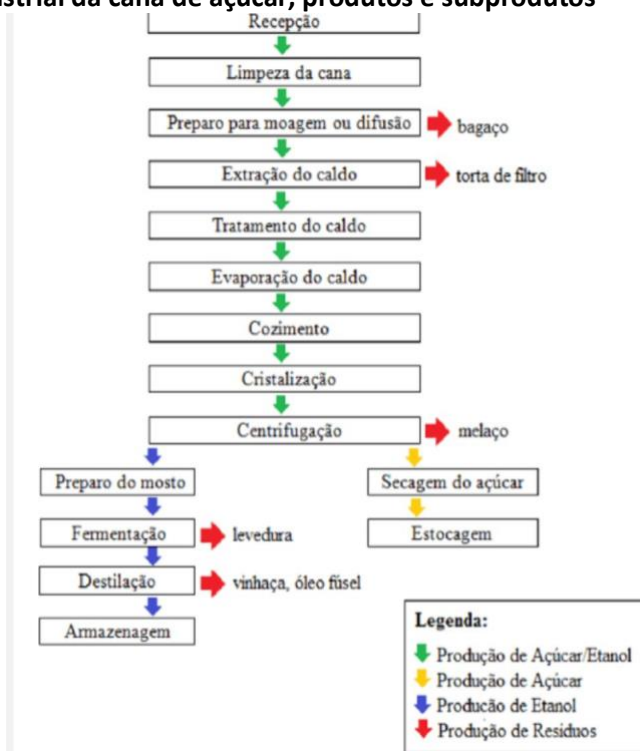
Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

2 CANA DE AÇÚCAR

Segundo KAWA (2015) o cultivo de cana de açúcar e a produção de seus derivados estão profundamente ligadas à história do Brasil. A primeira transformação do açúcar, a cana de açúcar ocupa um grande papel na economia, surgindo no Brasil como líder mundial na produção de açúcar e álcool. No século XX o Brasil descobriu que o álcool é uma opção energética viável. Do ano de 1975 a 2000, foi totalizado cerca de 5,6 milhões de veículos movidos a álcool hidratado.

A cana de açúcar é considerada como uma das matérias-primas mais importante da atualidade, com sua diversidade de materiais produzidos, sendo eles etanol, açúcar, energia, e seus subprodutos que são gerados no processos industriais, como ilustrado no fluxograma abaixo (figura 1) que são totalmente reutilizados, como o bagaço gerado na moagem, na extração do caldo temos a torta de filtro como resíduo, na centrifugação é gerado o melaço, na fermentação temos a levedura e em seguida na destilação a vinhaça que é utilizada para adubação e fertirrigação, devido a grande concentração de nutrientes, capazes de potencializar o crescimento e brotação, além de sua utilização para produção de biogás, por também conter em sua composição quantidades imensa de matéria orgânica.

Figura 1: Processo industrial da cana de açúcar, produtos e subprodutos



Fonte: ResearchGate, 2016

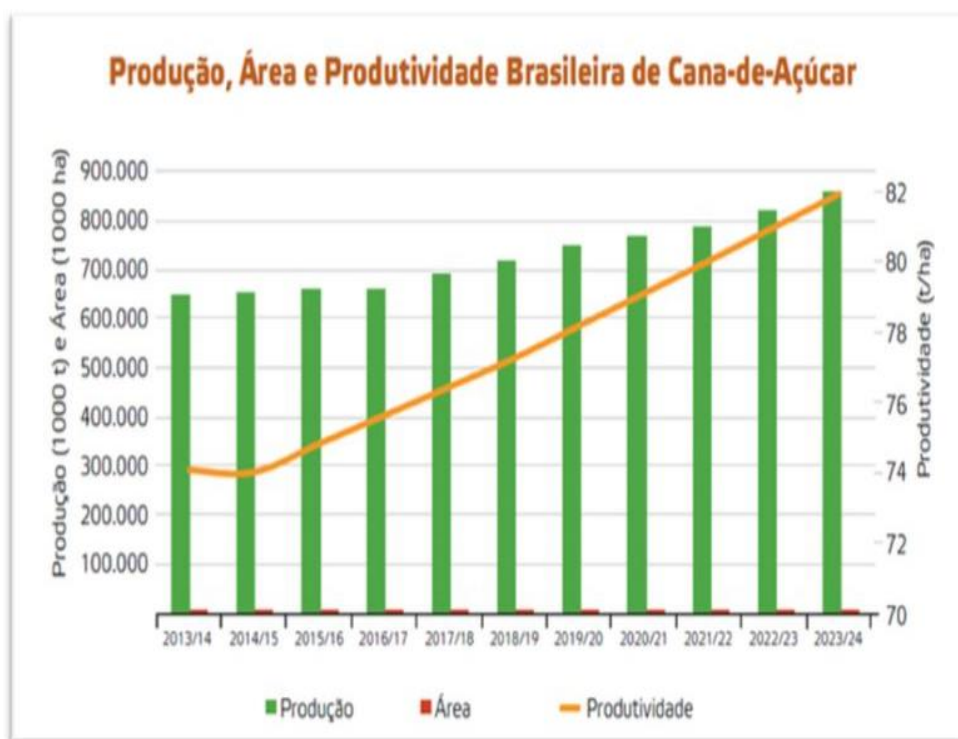
Disponível em: [Fluxograma de Produção de Açúcar e Etanol | Download Scientific Diagram \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/312222222)

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

O Brasil é o maior produtor mundial de cana de açúcar, sendo que em São Paulo responde por 55% da área plantada no país. A grande parte das usinas paulistas de processamento de cana pode escolher se produz açúcar e etanol (Investe Sp)

Tendo isso como uma vantagem competitiva do setor sucroalcooleiro estadual em relação à indústria norte americana, abalizada no milho. Nos Estados Unidos, as usinas de processamento de milho precisam primeiro produzir açúcar para depois poder produzir etanol. As 172 usinas instaladas no estado correspondem a 42% do total brasileiro, que foi responsável por 56% da cana moída nacionalmente na safra 2016/2017, segundo os dados das ÚNICA (União da Industria de Cana de Açúcar).

Figura 2 – A produtividade da cana de açúcar.



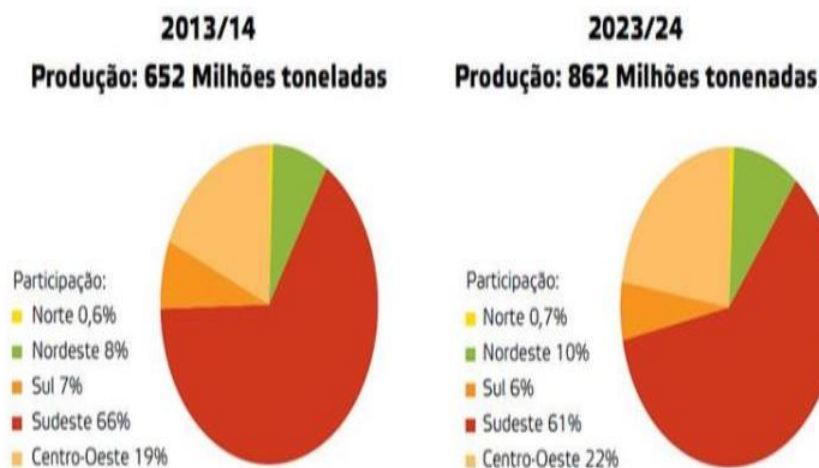
Fonte: Outlook Fiesp, 2023

Disponível em: https://www.novacana.com/pdf/estudos/Estudos_Fiesp_MBagro.pdf

Figura 3 – A produção de cana de açúcar nas regiões brasileiras entre 2013/14 e 2023/24

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

Participação Regional na Produção de Cana-de-Açúcar



Fonte: Outlook Fiesp, 2023

Disponível em: https://www.novacana.com/pdf/estudos/Estudos_Fiesp_MBagro.pdf

2.1 Os resíduos da cana de açúcar.

Segundo Reis e Cunha (2006), “As fontes renováveis são, por definição, aquelas cuja reposição pela natureza ocorre em período de tempo consistente com seu uso energético (como no caso das águas dos rios, mares, sol, ventos) ou cujo manejo pelo homem pode ser realizado de forma compatível com as necessidades de seu uso energético (como no caso da biomassa: cana-de-açúcar, florestas energéticas e resíduos animais, humanos e industriais).”

Segundo o site canal Rural (2012), a cana de açúcar, é a cultura que mais gera resíduos no país, integrando a biomassa e corresponde à terceira mais importante fonte de energia na matriz elétrica brasileira, ficando atrás somente do gás natural e das fontes hidráulicas, respectivamente. Segundo a informação da EMBRAPA, lançamentos de médio e longo prazo, indicam que o consumo mundial de açúcar continuará aumentando. Na safra atual 2022/23 houve um recorde de 178,84 milhões toneladas; O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), diz que esse aumento foi por conta do crescimento do consumo em mercados como China, Índia, Indonésia e Rússia. Para atender a expansão, mais áreas são plantadas e, consequentemente maiores volumes de resíduos (como a torta de filtro) são gerados. De todos os resíduos da área industrial sucroalcooleira, o bagaço é o mais atrativo, embora não ser o de mais volume, pelo seu poder calorífico, fazendo dele o principal combustível de todo o processo produtivo da fabricação do açúcar e do álcool.

Estes podem ser utilizados na agricultura como fonte de nutrientes, reduzindo a contaminação ambiental e os custos com adubação. Segundo a Embrapa (2022) e UDOP - União dos Produtores de Bioenergia (2007):

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

- **Bagaço:** É um gerados nas moendas na extração do caldo. A quantidade produzida depende do teor de fibra da cana processada, apresentando, em média, 46% de fibra e 50% de umidade, resultando, aproximadamente, em **280 quilos de bagaço por tonelada de cana processada**. Pela proporção em que é produzido e devido à sua composição, o bagaço constitui-se em um dos mais importantes subprodutos para a indústria sucroalcooleira. Ele é principalmente utilizado na cogeração de eletricidade, mas tem aplicações como: além do combustível para caldeira, produção de celulose e na alimentação de gado confinado. O Brasil apresenta produção de 162 milhões de toneladas de bagaço, sendo que a região centro-sul é responsável por 92% da produção nacional.
 - **Torta de filtro:** resíduo da filtração mecânica do lodo na fabricação do açúcar e também na do álcool direto, quando o caldo é submetido ao tratamento de clarificação. A torta de filtro é produzida na proporção de **20 a 40 quilos por tonelada de cana**, apresentando, em média, 75% de umidade e é utilizada como fertilizante, rica fonte de fósforo.
 - **Melaço (ou mel final):** constitui-se no principal subproduto da indústria do açúcar, sendo produzido na proporção de **40 a 60 quilos por tonelada de cana processada**. No Brasil, devido ao elevado teor de açúcares totais e demais componentes, o melaço é utilizado, principalmente, na fabricação de álcool etílico, sendo aproveitado, também, em outros processos biotecnológicos como matéria-prima para a produção de proteína, rações, levedura prensada para panificação, antibióticos, entre outros.
 - **Vinhaça:** resíduo da destilação do vinho. Sua produção é, normalmente, relacionada à de álcool, variando na proporção de **12 a 18 litros de vinhaça por litro de álcool**, dependendo da natureza da matéria-prima processada. Suas principais aplicações são para a alimentação de animais, produção de proteínas (biomassa), produção de metano e fertilização de solos, sendo esta última a mais utilizada. Considerando uma produção de etanol próximo de 27,3 bilhões de litros no Brasil na safra 2022/2023, podemos estimar que serão gerados mais de **350 bilhões de litros de vinhaça**, considerando essa proporção.
 - **Levedura seca:** obtida da secagem de uma parte do leite de levedura sangrado no processo de condução da fermentação. A levedura seca, que é produzida na proporção de **2,5 quilos para 100 litros de álcool**, possui em sua composição 35% de proteína e alto teor de vitaminas do complexo B, encontrando aplicação especialmente na composição de rações animais.
- A Usina São Martinho diz em seu relatório anual e de sustentabilidade da safra 2019 e 2020, que “Cerca de 99% dos resíduos gerados são reaproveitados em nossos processos agroindustriais”, dando exemplos do bagaço, torta de filtro, vinhaça. Na imagem abaixo mostra o quanto a Usina São Martinho gerou de resíduos por anos, em 2020 foram gerados 7.450.718, em 2021 cerca de 5.932.098 e em 2022 foram 6.543,191,97

Figura 4: Total de resíduos gerados por toneladas, na Usina São Martinho em 2020,2021 e 2022

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

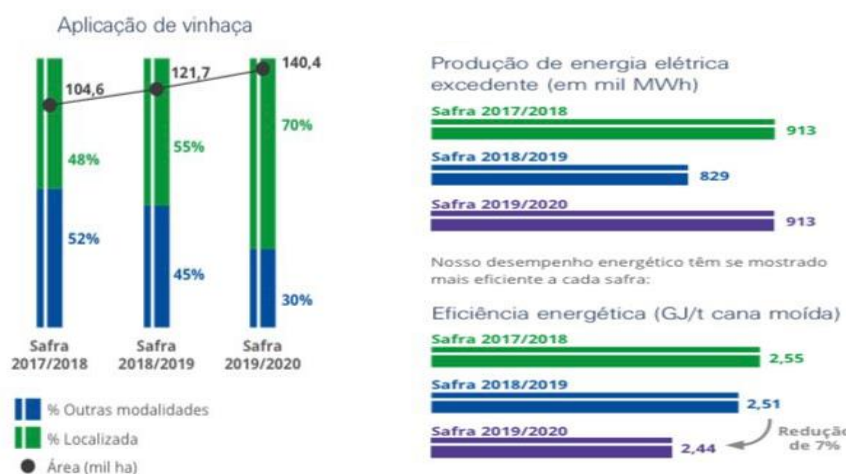


Fonte: Relatório Anual de Sustentabilidade 2021/2022

Disponível em:

<https://www.saomartinho.com.br/Download.aspx?Arquivo=TeuRmsuA42Z4LqQl1HDhoQ==&IdCanal=E/5CI5hbGiTfjZ7mhu2y5w==>

Figura 5 e 6: Gráficos comparativos sobre a aplicação da vinhaça e a produção de energia por meio do bagaço da cana



Fonte: Usina São Martinho, relatório anual e de sustentabilidade (2019/2020)

Disponível em:

<https://www.saomartinho.com.br/Download.aspx?Arquivo=pfvuAA7Y9+cJ2N7rhlMTfw==&IdCanal=E/5CI5hbGiTfjZ7mhu2y5w==>

Como apresentado acima, a vinhaça que foi utilizada no campo como fertilizante ao longo das safras apresentou uma quantidade significativa de utilidade, e no outro comparativo é a energia produzida a partir do bagaço de cana, e ainda apresentando a eficiência energética em alguns anos de safra da Usina São Martinho.

2.2 Aplicação de resíduos da cana

Existe muitos pontos negativos em aparências ambientais e sociais na queima na pré-colheita, que são as poluições do ar e o aumento de fuligem ao redor de centros urbanos; mais

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

consumo de água para limpeza de sujeira nas cidades próximas, aumento no número de acidentes em rodovias devido à fumaça proveniente da queima; aumento de problemas na respiração; destruição da fauna e da flora silvestre no canavial e áreas vizinhas, como no ambiente de trabalho adverso para o cortador de cana. E assim houve preocupação nisso e teve o começo da colheita mecanizada da cana de açúcar, e a correta utilização da biomassa dos canaviais transformou-se em uma boa potencialidade. Sustentando a produtividade das áreas e auxiliar na armazenagem de matéria orgânica no solo são de algumas das opções quando se efetua o adequado manobro desse resíduo, no qual é conhecido como palhada.

Com o objetivo de melhorar as estratégias para a utilização sustentáveis dos solos, com a intenção de diminuir o impacto das atividades agrícolas sobre o ambiente, diversas análises em regiões brasileiras seguem sendo realizadas.

Na colheita da cana crua, através da utilização de máquinas, as folhas secas e verdes dos colmos, longe dos ponteiros, forma a classe de palha na superfície do solo, o que colabora para:

- I.Redução da compactação superficial e melhor do atributo físico do solo;
- II.Redução do escoamento superficial do solo, água e os nutrientes, impedindo a erosão;
- III.O aumento no teor de matéria orgânica;
- IV.A Elevação da capacidade de troca catiônica (CTC);
- V.O favorecimento do microclima próximo ao solo, que auxilia a manutenção da umidade por período maior, evitando mudanças bruscas na temperatura e influência de modo positivo na dinâmica do carbono no solo, armazenando por mais tempo.

Depois de substituir a queima da palhada da cana de açúcar durante a pré-colheita, também se à utilização dos resíduos da própria indústria, minimizando impactos ambientais, reduzindo o uso dos fertilizantes minerais. Os com maior destaque são: a água de lavagem da cana, o bagaço, a torta de filtro e a vinhaça. A aplicação destes resíduos em solo cultivado é uma das formas de repor os nutrientes retirados pela cultura, a quantidade de fertilizantes minerais recomendados nos planejamentos de adubação.

A vinhaça por ser rica em teor de potássio e matéria orgânica, ela é bem aproveitada no setor agrícola como fertilizante, sendo efetivado mediante a fertirrigação. A fertirrigação com a vinhaça é bastante difundida nas regiões dos canaviais, com os resultados satisfatórios em relação às alterações químicas no solo, proporcionando aumento de matéria orgânica, pH, cálcio, magnésio e potássio. Todavia, cuidados tem que ser tomados no momento de sua recomendação, para evitar aplicação em uma quantidade excessiva com consequente contaminação do solo e lençol freático.

Outro resíduo muito bem aproveitado pelas usinas é a torta de filtro, que é composta por resíduos solúveis e insolúveis, que equivalem ao precipitado (lodo) que se forma na etapa de clarificação do caldo de cana. O lodo se forma é um composto orgânico e inorgânico insolubilizado, que passa por procedimento de filtração a vácuo, ganhando a denominação de torta de filtro. Esse resíduo tem a composição química variável e apresentação dos altos teores de matéria orgânica, fósforo, nitrogênio, cálcio e possui uns teores consideráveis de potássio e magnésio. As características desse resíduo com a ausência de alumínio, teores consideráveis de

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

potássio e acidez fraca permitem que a tora de filtro seja usada para as práticas de correção do solo.

Figura 7: Os resíduos, sua origem, composição e sua utilização.

Resíduo	Origem	Composição	Utilização
			
Água da lavagem da cana	- Lavagem da cana antes da moagem	- Alto teor de sacarose - Matéria vegetal, terra e pedregulhos aderidos.	- Reciclagem no processo de embebição - Reciclagem no processo de lavagem
Bagaço	- Moagem da cana e extração do caldo	- Celulose. Teor de umidade de 40-60%	- Cogeração de energia elétrica - Composto como adubo orgânico - Produção de ração animal, aglomerados e celulose
Torta de filtro	- Filtração do lodo gerado na clarificação	- Resíduos da calagem	- Uso como condicionador de solo - Produção de celulose
Vinhaça	- Resíduo da destilação do vinho ou melaço fermentado para obtenção do álcool	- Alta demanda biológica e química de oxigênio	- Uso como fertilizante. - Produção de metano. -Alimentação animal, produção de proteínas.
Melaço	-É o principal subproduto da indústria do açúcar, resultante da cozedura do “suco” da cana de açúcar.	-É produzido na proporção de 40 a 60 toneladas por cana processada	-Utilizado principalmente em fabricação de álcool etílico. -Aproveitado também em matéria prima para produção de proteína, rações, leveduras prensadas para panificação e entre outros
Levedura seca	-Obtida na secagem no processo de fermentação	-35% de proteína e alto teor de vitaminas do complexo B	-Se utiliza mais em rações animais.

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

Fonte: Adaptado da Revista Cultivar, 2019

Disponível em: [Aplicação de resíduos da cana - Revista Cultivar](#)

O mantimento dos nutrientes decorrentes do crescimento da vinhaça e a torta de filtro entre outros resíduos que se aplica ao solo, e também com a palha que ajuda no aumento da umidade, o controle de erosão, promovendo a maior acúmulo de restos culturais e consequentemente incremento da matéria orgânica no solo, contribuindo para manutenção e elevação da qualidade do solo, que repete em melhor desenvolvimento da cultura. Entre muitos exemplos, segue abaixo alguns deste:

2.3 Cogeração de energia

A cogeração de energia é o mais conhecido no setor sucroalcooleiro, no qual divide opiniões, pois mesmo sendo um “resíduo” que seria reaproveitado e consequentemente reduzir os impactos ambientais, ele é produzido pelas caldeiras na qual gera muitos gases nesse processo, ficando assim contraditório, pois mesmo diminuindo o resíduo do bagaço, se polui o meio ambiente com gases e também por se utilizar uma grande quantidade de água. Com uma tonelada de cana gera em torno de 320 kg de bagaço, dos quais 90% serão utilizados na produção de energia. A importância da cogeração de energia utilizando o bagaço reside no fato de que ela coincide com o período de seca dos reservatórios das usinas hidrelétricas e, dessa maneira, possui importante caráter complementar (ÚNICA, 2011).

A aptidão de cogeração de energia com o bagaço, para a produção de açúcar e álcool e exportação do excedente, é atualmente de 1650 MW ou 2% da demanda nacional. Entretanto, o aproveitamento de todo potencial energético do bagaço está longe do correto, muito por conta do uso apenas da produção de bagaço e do desperdício de energia com as tecnologias intermediárias, e a questão dos vapores das caldeiras.

2.4 Papel

Em alguns estudos já se mostra a novidade de se fazer papel com o bagaço, que começou a ganhar espaço nas prateleiras nas lojas especializadas e muitas indústrias brasileiras do setor de papéis já estão se especializando a fabricação para um produto de alta qualidade. Alguns estudos apontam que o bagaço de cana possui uma grande quantidade de fibras de alta condição, pureza elevada e biodegradabilidade, o que está se tornando o papel 100% reciclável. Em 2008, a ONG Sonho nosso e o departamento de responsabilidade socioambiental da Usina de Alta Paulista, de Junqueirópolis (SP), começaram a utilizar o bagaço da cana que sobrava da geração de bioeletricidade e assim começaram a produção de papel ecológico, de início utilizavam os papéis em impressoras da empresa e da ONG, e depois tiveram outras utilidades como: matéria prima de livros e revistas, e as empresas também disse que além de custos menores, exige menos produtos químicos nos processos de transformação e branqueamento das fibras, e também o papel de cana leva em média mais ou

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

menos 18 meses, enquanto o de celulose gira em torno de 6 a 7 anos considerando o ciclo de reflorestamento. (Revista Globo Rural, 2011).

2.5 Madeira

Hoje em dia, se utiliza basicamente a madeira de pinus e eucalipto, e considerando que o bagaço de cana é um conjunto de fibras emaranhadas de celulose, sendo cada mais produzida devido ao aumento da área plantada e da industrialização da cana de açúcar, decorrentes principalmente de investimentos públicos e privados na produção alcooleira, seria uma ótima alternativa que vem sendo estudadas para a produção, entre qual o bagaço de cana é o que em obtido maior destaque, principalmente pela quantidade produzida e também em função das boas propriedades físico-mecânicas. O resíduo além de sofrer uma associação de valor, poderá atender o crescimento da demanda da indústria de madeira, além de possibilitar sua expansão, diminuir a utilização de madeira e consequentemente a pressão sobre as florestas. (Mendes et al., 2008 e 2010)

2.6 Pasta celulósica

A pasta celulósica para produção de papel é uma novidade no mercado, como um hectare produz em média 75 toneladas de cana e 16 toneladas de palha, a maior parte fica no solo para benefícios como, controle de ervas daninhas, estabilidade de umidade e ciclagem de nutrientes, a outra parte sai como resíduo junto a cana. A empresa FibraResist localizada em Lençóis Paulista (SP), com a parceria da Cooperativa de produtores rurais (Coopercitrus), sendo a primeira indústria que foi a mais a fundo desta ideia de extrair pasta celulósica a partir da palha da cana, o que antes não acontecia pois ela era um resíduo que ficava só no campo. A pasta celulósica produzida pela indústria brasileira é matéria-prima para fabricação de papéis tissue, papel capa de 1ª (Kraftliner), papel miolo, papel cartão, papel marrom e embalagens. Ela também pode ser utilizada na produção de outros papéis, fazendo parte de uma composição para indústrias que necessitem de fibra virgem. Existem algumas vantagens em ganhos de produtividade e rentabilidade, sendo uma delas a produção de maior quantidade de papel com menos matéria-prima. “A indústria consegue produzir a mesma metragem de papel com menos insumo.” Outro ponto positivo é no processo produtivo, a pasta celulósica é livre de impurezas. E a vantagem mais importante é o ganho institucional de se trabalhar com um produto ambientalmente sustentável que não agride o meio ambiente. (Canal bioenergia, 2017)

2.7 Biogás

Este é um dos melhores investimentos das Usinas, a produção de biogás faz parte do ciclo global do carbono e em palavras mais simples a matéria orgânica armazenada em equipamentos

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

certos é transformada em biogás pela ação de bactérias, e o que se sobra desse processo voltam para a lavoura e são utilizados como fertilizantes, com isso não se perde nada neste processo, o que tem ação dos microrganismos vira gás e o que sobrar volta a ser fertilizante. O método principal de produção do biogás é a quebra da biológica de material orgânico na ausência de oxigênio, conhecida com a digestão anaeróbica. Em plantas industriais, os micro-organismos que digerem a matéria-prima em um reator controlado, dando biogás com 50% a 70% de metano. Daí, o biogás pode ser melhorado por vários jeitos (absorção, adsorção, filtração por membrana, separação do criogênico), e o resultado em uma elevação da percentagem de metano.

2.8 Cosméticos

Tem sido uma boa alternativa para a indústria farmacêutica e de cosméticos para a produção de géis hidrofílicos, usando as celuloses de cana, assim tendo um aumento na sua aplicação devido à sua fácil disseminação e por não ser gordurosos, facilitando a adesão de pacientes ao levarem ativos dessas indústrias. Esse gel tem vantagens quanto à toxicidade, biocompatibilidade, biodegradabilidade, alta estabilidade e baixo custo, longe de ser achados em abundância na natureza (LIMA E PETROVIL, 1997).

2.9 Bioplásticos

Nas pesquisas dos dias atuais, tem se a preocupação com o crescente ambiente com os plásticos tendo como matéria prima o petróleo que não é uma fonte renovável e que leva bastante tempo para se decompor, então muito se estuda com maneiras de se desenvolver materiais que se decompõem mais rápidos, um grande e mais estudado nos dias atuais é o bioplásticos. Nas pesquisas científicas, uma das descobertas mais atuais nessa área é o polímero polihidroxibutirato, que pode ser produzido a partir do bagaço da cana de açúcar, espécie vegetal largamente cultivada e explorada não só na região de Jaboticabal, que fica localizada no interior de São Paulo, mas como também em todo o Brasil. O polihidroxibutirato pode ser utilizado na produção de vasos, colheres e sacolas plásticas, entre outros produtos.(TELLES,2011)

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido em nível de pesquisa bibliográfica e documental. A bibliografia constitui uma fonte de informações com dados já organizados e analisados, como livros, periódicos, entre outros (SANTOS, 1999). A pesquisa documental são instrumentos que complementam a pesquisa bibliográfica, como pesquisas em sites, que contribui para informações e dados. Já a pesquisa exploratória trata de explorar, aprofundar o tema, fazer levantamento de dados que comprovem a eficácia e necessidade do presente trabalho. Este tipo de pesquisa não difere da pesquisa explicativa que ambas possibilitam comprovar, explicar e identificar fatores que explicam a ocorrência de tais fatores, ou seja, que expliquem a relevância e importância do proposto tema.

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

Então como dito este trabalho, é uma revisão bibliográfica, cujo apresentado informações por exemplo a importância dos subprodutos da cana de açúcar conhecido como resíduos, onde visa a melhoria no meio ambiente diminuindo os descartes e tendo retorno lucrativo no setor sucroalcooleiro, apresentando dados teóricos e ilustrativos ao decorrer dos anos e safras, se baseando em pesquisas em sites, revistas e entre outros.

4 RESULTADOS

Após dados e análises de pesquisas bibliográfica foi possível verificar fatores que comprovam as vantagens e eficiência nos subprodutos da cana de açúcar, fatores esses apresentados neste trabalho, tanto por meio escritos como ilustrativos. Nas 7 figuras, mostrando o processo industrial e os momentos que cada resíduo é gerado, também mostrou que na mesma quantidade de área, tudo o que é produzido é aproveitado, o que não acontecia nas primeiras safras brasileiras como exemplo 2013/14 e comparando a 2023/23 é visível a melhoria, também apresentou um gráfico, mostra a participação regional na produção de cana de açúcar comparando também a safra 2013/14 com a 2023/24, e é possível observar algumas regiões melhorando e a sudeste mesmo tendo uma pequena diminuição, segue sendo a região que mais produz cana de açúcar no Brasil, na última figura que é um quadro ele apresenta bem visualmente os principais resíduos, sua origem, composição e a utilização mais usada do respectivo. E também ao decorrer do texto é apresentado levantamento de dados econômicos e explicativos, onde mostra que também ao decorrer das safras a melhoria, onde antes não só se descartava resíduos hoje praticamente tudo é utilizado seja em solo, energia ou outros produtos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notável na região que a cana é a mais plantada, a quantidade de produção de cana-de-açúcar na safra 2022/23 está estimada em 610,1 milhões de toneladas, crescimento de 5,4% em relação à temporada passada. Achei mais interessante a questão dos bioplásticos, que além de ajudarem diminuir a produção de plásticos que demoram a degradar, também é uma das utilizações do resíduo do bagaço que é o resíduo que mais é gerado nas usinas do Brasil, apresenta produção de 162 milhões de toneladas de bagaço, dando pra utilizar ele não só na geração de eletricidade também usar em plásticos que degradam rápido e também as pastas celulósicas a partir da palha de cana, dando mais que uma utilidade para essas palhas além da aplicação no setor agrícola.

Este é um assunto que segue ganhando um grande destaque nos dias de hoje principalmente pelas crescentes quantidades de usinas, pela produtividade e o retorno que tem, mas como todo processo grande ainda sim tem seus pontos negativos como exemplo a questão da caldeira e a produção de vapores e gases estufas, sendo assim é um assunto que tem que ser pesquisado cada vez mais a fundo de maneira que melhore a cada safra.

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

REFERÊNCIAS

ALCARDE. **Cana: Outros Produtos**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pos-producao/processamento-da-cana-de-acucar/outros-produtos...> Acesso em: 12/10/2023

BOSCHIERO. **Vinhaça: de resíduo a recurso**- Utilização e perspectivas futuras. 2023. Disponível em: [https://agroadvance.com.br/blog-vinhaca-de-residuo-a-recurso/..](https://agroadvance.com.br/blog-vinhaca-de-residuo-a-recurso/) Acesso em: 02/09/2023

BONOMI. **Biomassa de cana de açúcar**. Campinas. Disponível em: <https://lnbr.cnpem.br/biovalue/biomassas/palha-bagaco/>. Acesso em 05/09/2023.

CANAL BIOENERGIA. **Palha da cana: mil e uma utilidades**. 2017. Disponível em: [Palha da cana: mil e uma utilidades | InvesteSP](#). Acesso em: 01/12/2023

CANAL RURAL. **Resíduos Agropecuários: cana-de-açúcar é a cultura que mais produz resíduos no Brasil**, 2012. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/residuos-agropecuarios-cana-de-acucar-cultura-que-mais-produz-residuos-brasil-38488/> acesso em: 12/08/2023.

CONAB. 4 Levantamento da safra 2022/23 de cana de açúcar, 2023. Disponível em: [ConabCast • Produção de cana chega a 610,1 milhões de toneladas na safra 2022/23 com melhora na produtividade nas lavouras](#) . Acesso em: 18/10/2023

CONAB. **Produção de cana chega a 610,1 milhões de toneladas na safra 2022/23 com melhora na produtividade nas lavouras**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4977-producao-de-cana-chega-a-610-1-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23-com-melhora-na-produtividade-nas-lavouras>. Acesso em 06/11/2023

DOS REIS, L. B.; CUNHA, E. C. N. **Energia Elétrica e Sustentabilidade: Aspectos tecnológicos, socioambientais e legais**. Barueri, SP: Manole, 2006. 243 p. Acesso em: 05/11/2023

EMBRAPA. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria**, São Paulo, 2006. Disponível em [\(PDF\) Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria \(researchgate.net\)](#) https://www.researchgate.net/publication/265376401_Gestao_de_residuos_na_agricultura_e_agroindustria acesso em: 20/08/2023.

FIESP. **Projeções para o agronegócio brasileiro**. São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.novacana.com/pdf/estudos/Estudo_Fiesp_MBagro.pdf. Acesso em: 04/11/2023

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

INVESTE, SP. **Cana de açúcar**. Disponível em: [Cana-de-açúcar | InvesteSP](#). Acesso em: 01/09/2023

KAWA, LUCIANE. **Resíduos da produção de cana de açúcar**. 2015. Disponível em: [Resíduos da produção de cana-de-açúcar - Notícias Agrícolas \(noticiasagricolas.com.br\)](#). Acesso em: 04/11/2023.

OMETTO. **Discussão sobre os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro e a certificação socioambiental**. São Carlos, Sp. Dissertação (Mestrado)- Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Acesso: 20/10/2023

PINTOR. **Fluxograma de produção de açúcar e etanol**. Disponível em: [Fluxograma de Produção de Açúcar e Etanol | Download Scientific Diagram \(researchgate.net\)](#). Acesso em: 20/10/2023

RURAL PECUÁRIA. Bagaço de cana produz papel biodegradável.2011. Disponível em: [Bagaço de cana produz papel biodegradável | Rural Pecuária \(ruralpecuaria.com.br\)](#). Acesso em: 01/12/2023

SCIELO. **Efeitos de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana de açúcar**. Minas gerais,2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/ZVGWb5LTTWDZvM7zyC4NYwP/#:~:text=Cada%20tonela da%20de%20cana%20mo%C3%ADda,Alvarenga%20%26%20Queiroz%2C%202008> Acesso em: 15/10/2023

SOARES, CORDEIRO, FIGUEIREDO, SANTOS. **Gestão de Resíduos da Cana-de-Açúcar para Desenvolvimento de Energias Renováveis**,2018. Disponível em: [FSMA RESA 2018 1 02](#). Acesso em: 17/09/2023

TEREOS. **Ciclo da cana de açúcar: matéria prima é 100% aproveitado no setor sucroenergetico**. São Paulo,2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-jose-do-rio-preto-aracatuba/especial-publicitario/tereos/noticia/2021/12/14/ciclo-da-cana-de-acucar-materia-prima-e-100percent-aproveitada-no-setor-sucroenergetico.ghtml..> Acesso em:23/10/2023

USINA SÃO MARTNHO. **Relatório de sustentabilidade São Martinho, Safra 2019-2020**. São Paulo,2020. Disponível em: <https://www.saomartinho.com.br/Download.aspx?Arquivo=pfvuAA7Y9+cJ2N7rhIMTfw==&IdCanal=E/5CI5hbGiTfjZ7mhu2y5w==>. Acesso em: 18/11/2023.

USINA SÃO MARTNHO. **Relatório de sustentabilidade São Martinho, Safra 2020-2021**. São Paulo,2021. Disponível em:

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

<https://www.saomartinho.com.br/Download.aspx?Arquivo=TeuRmsuA42Z4LqQ11HDhoQ==&IdCanal=E/5CI5hbGiTfjZ7mhu2y5w==>. Acesso em: 18/11/2023.

APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE

TERMO DE ORIGINALIDADE

Eu, Bianca Donadona Milhorini, RG 58585545-6, CPF 482.416.578-46, aluna regularmente matriculado(a) no **Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis**, da Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), declaro que meu trabalho de graduação intitulado **Reutilização de subprodutos do processamento industrial da cana de açúcar é ORIGINAL**.

Declaro que recebi orientação sobre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tenho conhecimento sobre as Normas do Trabalho de Graduação da Fatec-JB e que fui orientado sobre a questão do plágio.

Portanto, estou ciente das consequências legais cabíveis em caso de detectado PLÁGIO (Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, publicada no D.O.U. de 20 de fevereiro de 1998, Seção I, pág. 3) e assumo integralmente quaisquer tipos de consequências, em quaisquer âmbitos, oriundas de meu Trabalho de Graduação, objeto desse termo de originalidade.

Jaboticabal/SP, 27/11/2023.

Bianca Donadona Milhorini