



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS PENEDO  
CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL**

**YASMIN ROBERTA DE LISBOA SILVA**

**APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

**PENEDO, AL  
2022**

YASMIN ROBERTA DE LISBOA SILVA

APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Integrado em açúcar e álcool do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Açúcar e álcool.

Orientador (a): Prof<sup>o</sup> Mirelle Marcio Santos Cabral

PENEDO, AL  
2022



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
**Campus Penedo**  
**Biblioteca**

---

S586a

Silva, Yasmin Roberta de Lisboa.  
Aproveitamento de subprodutos da indústria sucroalcooleira /  
Yasmin Roberta de Lisboa Silva. – 2022.  
19f. : il.

Orientação: Prof. Mirelle Márcio Santos Cabral.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio  
Integrado em Açúcar e Alcool) – Instituto Federal de Alagoas,  
Campus Penedo, Penedo, 2022.

Trabalho acadêmico em versão digital.

1. Indústria sucroalcooleira - Subprodutos. 2. Resíduos  
industriais. 3. Cana-de-açúcar. I. Cabral, Mirelle Márcio Santos. II.  
Título.

---

CDD: 664.1

**Maria Luzia Alexandre de Oliveira**  
**Bibliotecária/Documentalista**  
**CRB-4/2159**

YASMIN ROBERTA DE LISBOA SILVA

APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Integrado em Açúcar e Álcool do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Açúcar e Álcool.

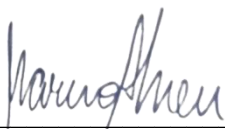
APROVADA EM: 24/05/2022.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Mirelle Márcio Santos Cabral (orientador)  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



---

Prof. Márcio Abreu de França  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



---

Prof. Raul César da Silva Nascimento  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

# APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA USE OF SUGAR-ALCOHOLIC INDUSTRY BY-PRODUCTS

Yasmin Roberta de Lisboa Silva<sup>1</sup>

## RESUMO

O alto cultivo da cana-de-açúcar no Brasil para a produção de etanol e açúcar na indústria sucroalcooleira gera subprodutos que são de grande importância dentro do setor e da produção da indústria. Dessa forma, é importante conhecer e estudar o aproveitamento desses subprodutos, para que haja maior produtividade e redução de danos causados à natureza. Os subprodutos estudados, que são obtidos no processo de produção de etanol e produção de açúcar são: palha, bagaço, torta de filtro, melaço, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), leveduras e vinhaça. Esses subprodutos podem ser utilizados dentro da indústria ou em outros setores da economia, favorecendo também o meio ambiente. Este artigo apresenta o processo de produção de etanol e açúcar e os subprodutos que são obtidos e posteriormente seu aproveitamento.

**Palavras-chave:** Subprodutos; Resíduo; Indústria; Sucroalcooleiras.

## ABSTRACT

The high cultivation of sugarcane in Brazil for the production of ethanol and sugar in the sugar-alcohol industry generates by-products that are of great importance within the sector and the production of the industry. Thus, it is important to know and study the use of these by-products, so that there is greater productivity and reduction of damage caused to nature. The by-products studied, which are obtained in the process of ethanol production and sugar production are: straw, bagasse, filter cake, molasses, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), yeasts and vinasse. These by-products can be used within the industry or in other sectors of the economy, also favoring the environment. This article presents the production process of ethanol and sugar and the by-products that are obtained and their subsequent use.

**Keywords:** By-products; Residue; Industry; Sugarcane.

---

<sup>1</sup>Yasmin Roberta de Lisboa Silva, estudante do Curso de Técnico de Nível Médio Integrado em Açúcar e Álcool do Instituto Federal de Alagoas, campus Penedo, yr1s1@aluno.ifal.edu.br.

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo da cana-de-açúcar iniciou-se no Brasil-Colônia por volta do século XVI. Com a chegada da cana no território brasileiro, logo se foi implantado canaviais com mão de obra escrava de indígenas e de africanos. Primeiramente, o cultivo aconteceu nas áreas litorâneas da costa brasileira e depois espalhado pelas áreas interioranas. (RODRIGUES e ROSS, 2020) Com seu alto índice de adaptação às regiões com clima tropical, quente e regiões úmidas, o cultivo da cana-de-açúcar é favorável em solo brasileiro. Ela é uma planta do grupo das angiospermas monocotiledôneas da classe *Liliopsida* da família *Poaceae* (SILVA e SILVA, 2012).

Os processos de produções e plantações da cana são considerados uma importante fonte de renda para milhões de pessoas dentro do território brasileiro. Atualmente, há cerca de 350 usinas sucroalcooleiras em funcionamento no qual tem uma representação grande no setor econômico de todo o país. O Brasil se destaca como o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com uma produção anual de 720 milhões de toneladas representando 40% do cultivo mundial. O Estado de São Paulo é o principal produtor no âmbito nacional, respondendo por 53,7% da produção de cana-de-açúcar na safra de 2019/2020, uma produção de 14,3 bilhões de litro de etanol e 26,0 milhões de toneladas de açúcar (FOODCHAIN, 2022).

O biocombustível etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), produzido através da cana-de-açúcar, promove a redução da emissão de gases para a atmosfera em comparação aos combustíveis fósseis, por ser considerada fonte de energia renovável que provoca menos impacto a natureza. O etanol é considerado a segunda matriz energética mais utilizada no Brasil, ficando atrás somente do petróleo (NOVO e MACEDO JÚNIOR, 2019).

A produção de açúcar e etanol gera diversos subprodutos, tais como: palha, bagaço, torta de filtro, vinhaça, melaço. Esses subprodutos podem ser aproveitados na própria indústria ou em outros setores da economia, evitando desperdício e agregando valor à cadeia produtiva. Ao longo desse artigo será abordado diversos subprodutos gerados na indústria sucroalcooleira e as formas de utilização.

## 2 OBJETIVO GERAL

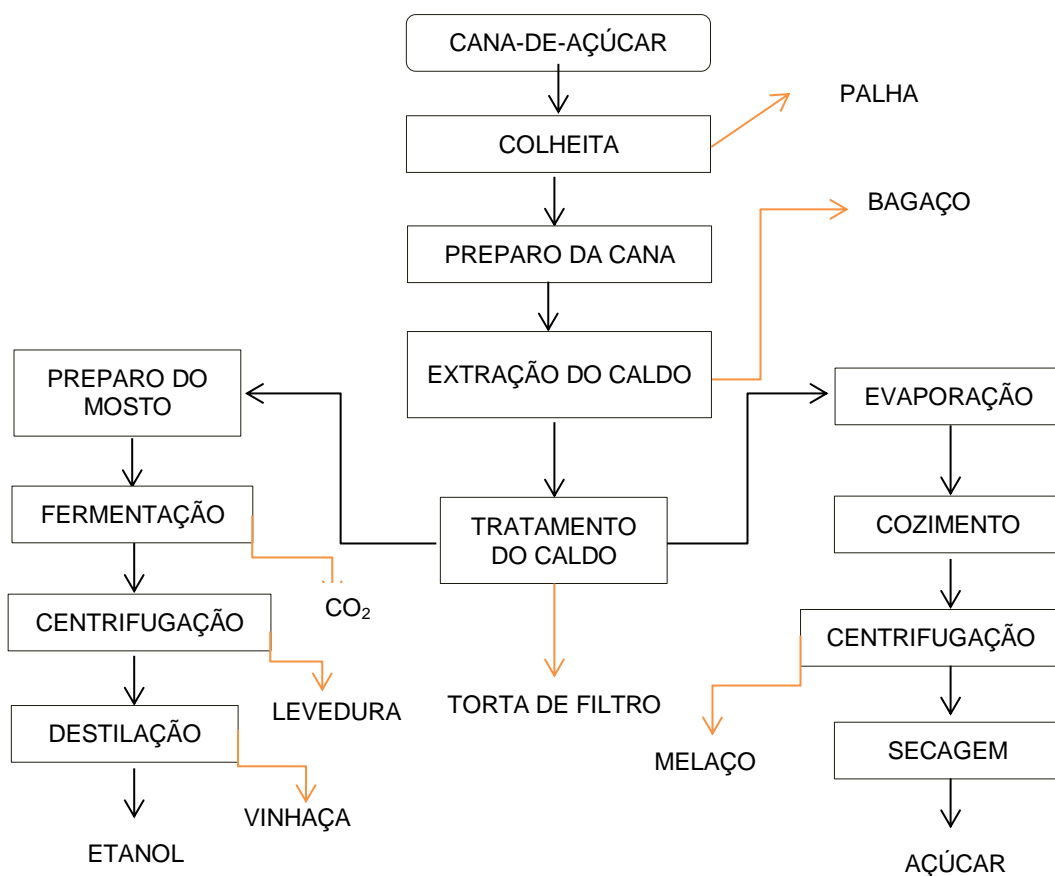
Descrever as formas de utilização dos principais subprodutos obtidos na produção de açúcar e etanol, a fim de diminuir a poluição e aumentar a produtividade industrial.

## 3 BENEFICIAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Para melhor entendimento como os subprodutos são formados é preciso entender os processos que ocorrem na indústria. Sendo assim, será descrito as principais etapas de beneficiamento da cana-de-açúcar, desde a matéria-prima até a obtenção dos produtos finais (açúcar e etanol).

O fluxograma de produção de açúcar e etanol é mostrado na Figura 1, o qual também apresenta os principais subprodutos do processo.

**Figura 1:** Fluxograma de etapas para a fabricação do etanol e açúcar e seus respectivos subprodutos.



Fonte: Autora, 2022.

### **3.1 Colheita**

O processo de colheita da cana-de-açúcar pode ocorrer de forma mecanizada ou manual, com ou sem queimadas para ambos. A queima que ocorre nos canaviais antes da colheita é feita para que a palha seja eliminada, assim evitando futuros acidentes em cortes manuais e facilitando a colheita, porém a ação da queima emite uma quantidade considerável de CO<sub>2</sub>, sendo prejudicial ao meio ambiente. Quando a colheita é feita sem queima, a palha é retirada do colmo da cana-de-açúcar e deixada no próprio canavial (SILVA e SILVA, 2012).

### **3.2 Recepção e lavagem da cana**

A cana-de-açúcar quando chega na indústria é previamente pesada, a fim de quantificar a matéria-prima que será utilizada no processo industrial. Em seguida, para cada caminhão é retirada uma amostragem de cana para avaliação de sua qualidade. Finalizada a amostragem o caminhão é direcionado para o descarregamento. A cana-de-açúcar, descarregada na mesa alimentadora, passa por um processo de lavagem com o objetivo de reduzir o conteúdo de impurezas grosseiras, principalmente areia (LIMA e MARCONDES, 2002).

### **3.3 Preparo e extração**

O preparo da cana-de-açúcar é dividido em duas etapas: picotamento e desfibramento. No primeiro, a cana é cortada em pequenos pedaços e no segundo esses toletes picotados são totalmente desfibrados a fim de facilitar o processo de extração (LIMA e MARCONDES, 2002).

A extração do caldo ocorre através do esmagamento da cana desfibrada pelos ternos de moendas ou pela utilização de difusores. Após extração do caldo, o material sólido restante é chamado de bagaço, o qual é considerado o primeiro resíduo do processo.

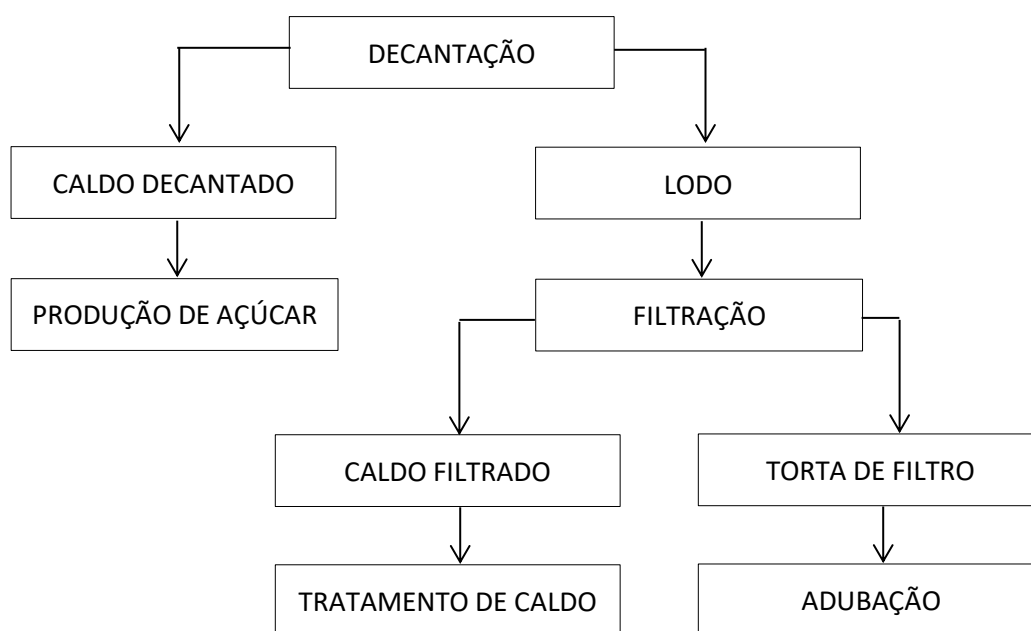
### **3.4 Tratamento do caldo**

O tratamento do caldo tem um papel importante dentro do processo industrial por estar diretamente ligado a qualidade do açúcar e etanol que serão produzidos. Este processo envolve várias etapas com o objetivo de remover as impurezas contidas no caldo. As etapas do tratamento do caldo são:

- Peneiramento: visa reduzir e remover bagacilhos e impurezas grosseiras.

- Tratamento químico: promove a adição de agentes químicos (enxofre e cal) ocasionando a remoção de impurezas sem afetar a qualidade da sacarose.
- Aquecimento: elevação da temperatura do caldo a fim de acelerar as reações necessárias para precipitação das impurezas.
- Decantação: separação do caldo clarificado e as impurezas (lodo).
- Filtração: nesta etapa ocorre a recuperação da sacarose contida no lodo. O produto obtido nesta etapa é chamado de caldo filtrado, o qual é extraído de filtros (prensa ou rotativos) e destinado ao início do processo de tratamento. Já o resíduo é chamado de torta de filtro (NUNES, 2017). A Figura 2 mostra a formação da torta de filtro a partir do processo de filtração.

**Figura 2:** Fluxograma de obtenção da torta de filtro.



Fonte: Autora, 2022.

### 3.5 Produção do açúcar

De acordo com Albuquerque (2010) o caldo clarificado oriundo de decantador, livre de impurezas, passa pelas seguintes etapas até a obtenção do açúcar:

- Evaporação: processo de elevação da concentração do caldo através da evaporação da água. Cerca de 75% da água é eliminada e o produto resultante é

chamado de xarope, o qual possui aproximadamente 60 a 65 °Brix (teor de sólidos solúveis totais).

- Cozimento: é o processo de cristalização da sacarose a partir do xarope concentrado, o qual é necessário a condição de supersaturação para obtenção e crescimento dos cristais de sacarose.
- Resfriamento: tem por objetivo resfriar a massa cozida através de equipamentos chamados de cristalizadores.
- Centrifugação: nesta etapa os cristais de sacarose serão separados do mel que ainda os envolvem. O resíduo deste processo é o melaço.
- Secagem: consiste na redução de umidade do açúcar.
- Estocagem: o açúcar produzido é recolhido e fechado geralmente em sacos de 50 kg ou em contêineres de 1200 kg. Eles são armazenados em locais apropriados com umidade e temperatura controlada a fim de garantir a qualidade do produto. (MEZARROBA *et al.*, 2010)

## 2.6 Produção do etanol

De acordo com Nunes (2017) o caldo devidamente tratado é enviado a destilaria para a produção de etanol, a qual é composta pelas seguintes etapas:

- Preparo do mosto: mistura açucarada susceptível de sofrer fermentação. O mosto pode ser preparado de várias formas, tais como: só caldo; caldo e água; mel e água; e a mistura de mel, caldo e água. Para o preparo do mosto é importante o controle e correção da concentração de açúcares totais por meio de diluição e sua relação com sólidos solúveis, o pH que para o melhor desenvolvimento das leveduras deve estar na faixa de 4,5 e 5 e sua acidez total para que o rendimento seja satisfatório.
- Fermentação: processo realizado em reatores chamados de dornas de fermentação. O mosto é colocado em contato com as leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) que irão consumir o açúcar e produzir o etanol. Ao final desse processo teremos o vinho fermentado, o qual possui leveduras, açúcar não fermentado e cerca de 10% de etanol.
- Centrifugação: tem por objetivo a recuperação das leveduras presentes no vinho através de centrifugas. Assim que os açúcares são esgotados do mosto

em processo de fermentação, o vinho será bombeado para a centrífuga na qual irá ocorrer à separação da levedura do vinho delevedurado (BARROS E JARDINE, 2022). As leveduras passam por um prévio tratamento e retornam à fermentação, enquanto que o vinho delevedurado é direcionado as colunas de destilação.

- Destilação: é o processo físico que por intermédio do calor para separação de uma mistura através da diferença de volatilidade. O etanol é separado do vinho nas colunas de destilação e o resíduo desse processo é chamado de vinhaça.
- Desidratação: As técnicas de desidratação do etanol hidratado podem variar. O álcool hidratado, que tem 96% de teor alcoólico, é tratado para que surja o álcool anidro com média de 99,5% de teor alcoólico.
- Armazenamento do etanol: O etanol anidro e/ou hidratado é armazenado em tanques que seguirão para as distribuidoras através de caminhões transportadores.

#### **4 UTILIZAÇÃO DOS SUBPRODUTOS GERADOS NA PRODUÇÃO DE ETANOL E AÇÚCAR**

Todos os subprodutos gerados durante o beneficiamento da cana-de-açúcar são reutilizáveis, mostrando o grande potencial econômico dessa matéria-prima (MEZARROBA *et al.*, 2010).

A seguir serão descritas as principais formas de aproveitamento dos subprodutos gerados na produção de açúcar e etanol.

##### **4.1 Palha**

As queimas de palha da cana-de-açúcar são realizadas para eliminar folhas verdes e secas assim facilitar o processo das colheitas, mas lançam uma quantidade grande de gases em um período curto de 30 a 60 minutos causando um grande impacto por serem lançados de uma maneira rápida e de grande concentração, porém, estes gases serão absorvidos novamente no processo do crescimento da planta da cana, entre 12 a 18 meses. O gás carbônico (CO<sub>2</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), o metano (CH<sub>4</sub>) e a formação do ozônio (O<sub>3</sub>) auxiliam o efeito estufa na atmosfera (CULTIVAR, 2015).

A palha é o primeiro subproduto da indústria sucroalcooleira, no qual é obtida durante a colheita da cana-de-açúcar. A palha não é interessante para o processo industrial por possuir significativo teor de fibras e pouca sacarose, por isso ela é separada do caule da planta e deixada no campo.

A palha pode ser utilizada das seguintes maneiras:

- Aproveitamento dentro do campo: a palha é deixada no solo na qual a cana é colhida protegendo-o de futuras erosões, redução de plantas daninhas, aumento no sequestro de carbono, aumento da produtividade e fornecendo nutrientes as terras para futuras plantações, isso se dá pois a palha é rica em nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) que são essências para que a cana cresça em condições adequadas (LOMBARDI *et al.*, 2012).
- Para a produção de fibras celulósicas na qual é utilizada, principalmente, na fabricação de papel e papelão (CAION, 2020).
- Alimentação de gado
- Utilização como combustível para geração de eletricidade
- Matéria-prima para a produção de etanol de segunda geração.

A Figura 3 apresenta o processo de colheita mecanizada da cana-de-açúcar com a devida separação das palhas.

**Figura 3:** Retirada das palhas da cana-de-açúcar a partir da colheita mecanizada.



**Fonte:** CANAONLINE, 2019.

## 4.2 Bagaço

O bagaço é definido como o material sólido da cana-de-açúcar, com cerca de 50% de umidade, o qual é produzido a partir do processo da moagem após a extração do caldo. A principal utilização do bagaço é como combustível na produção de vapor nas caldeiras. O vapor gerado servirá de força motriz para o acionamento de turbinas geradoras de energia elétrica.

O bagaço da cana-de-açúcar por possuir elevada concentração de fibras (celulose, hemicelulose e lignina) é considerado a principal matéria-prima, juntamente com a palha, para produção de etanol de segunda geração (MARTINS *et al.*, 2014). A figura 4 mostra o bagaço que é obtido no processo de moagem da cana.

**Figura 4:** Bagaço da cana-de-açúcar.



**Fonte:** Rosa, 2013.

## 4.3 Torta de filtro

Como definido anteriormente, a torta de filtro é o resíduo obtido no processo da filtração do lodo (impurezas oriundas do decantador). Este subproduto é composto de uma mistura do bagacilho de cana-de-açúcar e lodo da decantação. Este, é obtido a partir da clarificação do caldo (ALVES *et al.*, 2017).

A torta de filtro pode ser usada como fonte de nutrientes para o solo quando utilizada como fertilizante, como pode ser observado na Figura 5. Assim, reduzindo contaminações ambientais e custos com a adubação da terra. Isso se dá, porque a torta de filtro apresenta alto teor de cálcio em sua composição e quantidades consideráveis de micronutrientes. (ROSSETTO e SANTIAGO, 2022).

**Figura 5:** Aplicação da torta de filtro no solo.



**Fonte:** Asforama, 2018.

#### **4.4 Melaço**

O melaço é um subproduto líquido oriundo da fabricação do açúcar, extraído durante seu refinamento, possuindo quantidade significativa de sacarose e de alguns sais minerais, como; cálcio, ferro, manganês, selênio, potássio e cobre (CANAONLINE, 2022).

A principal utilização do melaço na indústria é como matéria-prima para fabricação de etanol, isso porque o melaço apresenta elevado teor de açúcares e outros componentes, como apresentados acima, que são necessários para a obtenção do etanol.

O melaço da cana pode ser obtido em dois estados, líquido e em pó. O melaço no estado líquido pode ser utilizado na adubação e fertilização dos solos, pois é rico em proteínas e sais minerais. A outra forma de aproveitamento do melaço é na forma pó, o qual é obtido após processo de desidratação. Este é utilizado como fonte de fornecimento de energia e ganho de peso aos animais, quando utilizado como suplemento na ração do criadouro (MELLAÇO DE CANA, 2022A). Pode ser observado na Figura 6, o melaço em sua forma líquida.

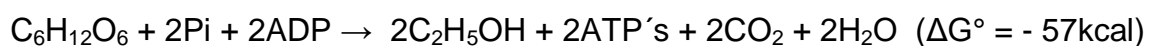
**Figura 6:** Melaço de cana-de-açúcar.



**Fonte:** Melaço de cana, 2022A.

### 3.5 Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

A fermentação alcoólica é a transformação de açúcares, principalmente em álcool e dióxido de carbônico (CO<sub>2</sub>), por ação de microrganismos, denominados de leveduras. Esse processo é representado pela seguinte equação geral:



As dornas de fermentação são os recipientes onde os mostos são submetidos ao processo de fermentação, as quais podem ser abertas ou fechadas. Nas dornas abertas todo o CO<sub>2</sub> produzido é liberado para atmosfera (Figura 7), enquanto que nas fechadas este CO<sub>2</sub> pode ser capturado e armazenado, podendo ser comercializado para diversos segmentos industriais. Um exemplo de utilização de CO<sub>2</sub> é na indústria alimentícia é na produção de refrigerantes, água gasosa e cervejas (NOVO e MACEDO JÚNIOR, 2019).

**Figura 7:** Produção de CO<sub>2</sub> a partir da fermentação alcoólica.



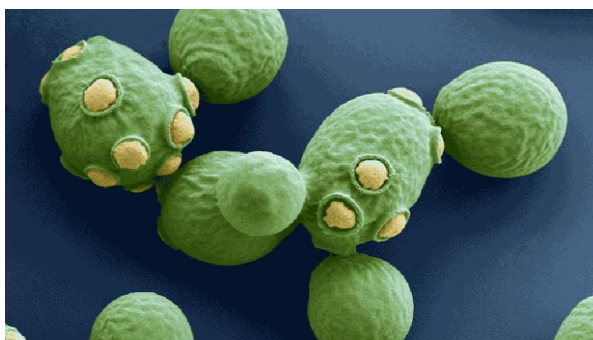
**Fonte:** Autora, 2022.

#### 4.6 Leveduras

Obtida no processo de centrifugação, a levedura pode ser recuperada assim retorna para o processo de fermentação na indústria e ela pode também ser utilizada para a produção de mais leveduras.

Ainda a levedura pode ser utilizada como suplemento proteico e nutritivo, visto que tem alto teor de proteínas e de vitamina B, para ração de animais (Rocha *et al.*, 2008). Pode-se ver as leveduras vista por lente microscópica na Figura 8.

**Figura 8:** Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizada para a fermentação alcoólica.



**Fonte:** Rômulo, 2022.

#### 4.7 Vinhaça

A vinhaça (vinhoto, tiborna ou restilo) é um resíduo pastoso obtido após a destilação do caldo da cana-de-açúcar. Para cada litro de etanol produzido, 12 a 18 litros de vinhaça serão deixados como resíduo.

Ela é utilizada para a fertirrigação, técnica na qual aplica fertilizantes via água de irrigação, visando maior produtividade agrícola e redução no uso de fertilizantes químicos. A vinhaça pode ser utilizada também como ração para animais, pois tem alto valor proteico (ALCARDE, 2022). A Figura 9 mostra a fertirrigação do solo através do uso da vinhaça.

Outra forma de utilização da vinhaça é o tratamento da mesma para a produção de biogás. Este processo ocorre através da biodigestão anaeróbia na qual irá haver a biodegração da carga orgânica da vinhaça transformando em substância mais simples. O biogás produzido é utilizado, principalmente, para a geração de energia elétrica. Parte do biogás produzido através da vinhaça pode ser utilizado para substituir combustíveis durante o período da safra. E também, em sua totalidade, o biogás pode acionar uma turbina a gás, conjugada a um gerador elétrico (SZYMANSKI *et al.*, 2010).

**Figura 9:** Aplicação da vinhaça no solo



**Fonte:** Nature, 2018.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O aproveitamento dos subprodutos que são citados ao longo do artigo, nos quais são obtidos no processo produtivo do açúcar e etanol, aumenta a produtividade da cana-de-açúcar e favorece o meio ambiente. Outro ponto importante é que alguns subprodutos da cana-de-açúcar podem elevar a produção de combustíveis renováveis, podendo reduzir a utilização de combustíveis fósseis.

Portanto, pode-se afirmar que a cana-de-açúcar é uma matéria-prima benéfica à indústria, pois praticamente todos os resíduos podem ser aproveitados.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. M. **Processo de fabricação de açúcar**. 2ª edição. Editora Universitária da UFPE. 275 p. Recife – PE, 2010.

ALCARDE, A. R. Cana-de-Açúcar. AGEITEC EMBRAPA, 2022. Disponível em:< [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_108\\_22122006154841.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_108_22122006154841.html)>. Acesso em: 27 de abr. de 2022.

ALVES, D. R.; ABDALLA, M. G.; LIMA, A. F. Aplicação da torta de filtro como adubo em canaviais. 2017. Uberaba/MG. Disponível em:< <https://www.uniube.br/eventos/edepa/2019/downloadAnexo.php?pessoa=267165&sequencia=17#:~:text=A%20torta%20de%20filtro%20%C3%A9,cana%2Dde%2Da%C3%A7%C3%BAcar%20em%20decantadores>>. Acesso em: 06 de abr. de 2022.

AMANHÃ. AS EMPRESAS PODEM SE BENEFICIAR COM REDUÇÃO DE CO<sub>2</sub>. 2016. Disponível em:< <https://amanha.com.br/categoria/sustentabilidade/as-empresas-podem-se-beneficiar-com-reducao-de-co2>>. Acesso em: 27 de abr. de 2022.

ASFORAMA. TORTA DE FILTRO REDUZ CUSTOS E GERA BENEFÍCIOS PARA O CANAVIAL. 2018. Disponível em:< [Torta de filtro reduz custos e gera benefícios para o canavial - Asforama](#)>. Acesso em: 27 de abr. de 2022.

BARROS, T. D.; JARDINE, J. G. AGEITEC Etanol. Disponível em:< <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj07rcuq02wyiv802hvm3j2838bue.html>> Acesso em: 22 de jan. de 2022.

CAION. Celulose: O que é, seus usos e aplicações. fsm2009amazonia, 2020. Acesso em: 25 de mai. de 2022.

CANAL RURAL. Etanol: 25% das usinas de cana do Brasil podem fechar as portas. 2020. Disponível em : < <https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/cana/etanol-25-das-usinas-de-ana>

[do-brasil-podem-fechar-as-  
portas/#:~:text=Com%20cerca%20de%20350%20usinas,de%20Da%C3%A7%C3%B  
Acar%20\(%C3%A9Anica\)](#). > Acesso em: 10 de fev. de 2022.

CANAONLINE. Cooperativa Pindorama lança melão em pó. 2022. Disponível em: <  
[http://www.canaonline.com.br/conteudo/cooperativa-pindorama-lanca-melao-em-  
po.html](http://www.canaonline.com.br/conteudo/cooperativa-pindorama-lanca-melao-em-po.html)>. Acesso em: 12 de abr de 2022.

CANAONLINE. INSTITUTO AVALIA USO DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA  
GERAR ENERGIA. 2019. Disponível em:< [Instituto avalia uso de palha de cana-de-  
açúcar para gerar energia | Cana Online](#)> Acesso em: 27 de abr. de 2022.

CASTRO, H. F. Processos químicos industriais II, indústria açucareira. Apostila 1 –  
EEL – Lorena – SP, 2012.

CULTIVAR. Impactos ambientais das queimadas de cana-de-açúcar. 2015.  
Disponível em:< [https://revistacultivar.com.br/artigos/impactos-ambientais-das-  
queimadas-de-cana-de-acucar](https://revistacultivar.com.br/artigos/impactos-ambientais-das-queimadas-de-cana-de-acucar) > Acesso em: 15 de fev. de 2022.

FOODCHAIN. Confira o panorama das usinas do Brasil. 2022. Disponível em:  
<<https://www.foodchainid.com/br/usinas-do-brasil/>> Acesso em: 10 de fev. de 2022.

LIMA, L. R. MARCONDES, A. A. Álcool carburante: Capítulo 3 – Tratamentos  
preliminares da cana-de-açúcar para produção de açúcar e álcool. Editora UFPR,  
2002. Acesso em: 25 de mai. de 2022.

LOMBARDI, G. M. R. GIROTO, V. S. ROMEIRO, N. M. PERES, M. M. SILVA, S. D.  
A. ALVES, C. E. S. ABÍLIO, R. S. Uso da palha de cana de açúcar como fonte de  
bioenergia versus a sua contribuição nutricional quando mantida no solo. São Paulo-  
SP: Ufpel, 2012.

MARTINS, F. A. M.; MARTIM, T.; CORRÊA, A. M.; OLIVEIRA, F. F. A produção do  
etanol de segunda geração a partir do bagaço da cana-de-açúcar. **Revista Latino-  
Americana de Inovação e Engenharia de Produção**. v. 2, p. 5-16, 2014.

MELÃO DE CANA. MELÃO DE CANA NA AGRICULTURA: DESCUBRA AS  
VANTAGENS. 2022A. Disponível em:< [Melão de cana na agricultura: descubra as](#)

[vantagens – Melaço de Cana \(mellacodecana.com.br\)](http://mellacodecana.com.br) >. Acesso em: 27 de abr. de 2022.

MELLAÇO DE CANA. O USO DO MELLAÇO DE CANA NA PLANTAÇÃO DE FRUTAS. 2022B. Disponível em:< [O uso do melaço de cana na plantação de frutas – Melaço de Cana \(mellacodecana.com.br\)](http://mellacodecana.com.br)> Acesso em: 07 de abr. de 2022.

MEZAROBA, S.; MENEGUETTI, C. C.; GROFF, A. M. Processos de produção do açúcar de cana e os possíveis reaproveitamentos dos subprodutos e resíduos resultantes do sistema. FECILCAM – Campo Mourão – PR, 2010.

NATURE. PAV – PLANO DE APLICAÇÃO DE VINHAÇA. 2018. Disponível em : < [PAV – Plano de Aplicação de Vinhaça | Nature Engenharia e Meio Ambiente \(natureambiental.com.br\)](http://natureambiental.com.br)>. Acesso em: 27 de abr. de 2022.

NOVO, B. N. MACEDO JÚNIOR, A.M. Biodiesel, o combustível do futuro. Jus.com.br, 2019. Disponível em:< <https://jus.com.br/artigos/72725/biodiesel-o-combustivel-do-futuro>>. Acesso em: 27 de abr. de 2022.

NUNES, E. F. Cana-de-açúcar: A produção de etanol e seus benefícios. 2017. Monografia. (Técnico em Agronegócios) – IFSP, Barretos – SP, 2017.

ROCHA, A. P. T. ALSINA, O. L. S. SILVA, V. S. SILVA. F. L. H. Cinética de produção de levedura seca em leite de jorro. 2008. Acesso em: 29 de abr. de 2022.

RODRIGUES, G. S. S. C.; ROSS, J. L.S. A trajetória da cana-de-açúcar no Brasil. Edufu. 2020.

RÔMULO, A. O que são leveduras? o que é *saccharomyces cerevisiae*? **Univitta**, 2022. Disponível em:< <https://univitta.net/blog/o-que-sao-leveduras-o-que-e-saccharomyces-cerevisiae>>. Acesso em: 27 de abr. de 2022.

ROSA, M. Brasileiro descobre que bagaço de cana de açúcar pode purificar água. CicloVivo, 2013. Disponível em:< [Brasileiro descobre que bagaço de cana de açúcar pode purificar água - CicloVivo](http://CicloVivo)>. Acesso em: 27 de abr. de 2022.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. Adubação – resíduos alternativos. 2022. Disponível em:< <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de->

[acucar/arvore/CONTAG01\\_39\\_711200516717.html](http://acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html) > Acesso em: 06 de abr. de 2022.

SILVA, J. P. N.; SILVA, M. R. N. Noções da Cultura da Cana-de-açúcar, rede e-Tec Brasil, Goiás/IFG- Inhumas, 2012. Disponível em:< [https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/06\\_nocoos\\_cultura\\_cana\\_acucar.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/06_nocoos_cultura_cana_acucar.pdf) >. Acesso em: 21 de mar. de 2022.

SZYMANSKY, M. S. E. BALBINOT, R. SCHIRMER, W. N. Biodigestão anaeróbia da vinhaça: aproveitamento energético do biogás e obtenção de créditos de carbono – estudo de caso, ciências agrárias, Londrina, 2010. Acesso em: 03 de mai. de 2022.