

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**ETEC FRANCISCO GARCIA**  
**Técnico em Química**

**Emily Fernanda da Silva Ratini**  
**Juliana Cristina Carreira Roberto**  
**Luiz Fernando Azarias**  
**Micaela Cristina Ferreira**  
**Sara Silva Cossolino**  
**Vitória Caroline Freire**

**O POTENCIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR NA FABRICAÇÃO DE BALAS DE GOMA**  
**E EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS**

**Mococa**

**2024**

**Emily Fernanda da Silva Ratini**  
**Juliana Cristina Carreira Roberto**  
**Luiz Fernando Azarias**  
**Micaela Cristina Ferreira**  
**Sara Silva Cossolino**  
**Vitória Caroline Freire**

**O POTENCIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR NA FABRICAÇÃO DE BALAS DE GOMA  
E EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da Etec Francisco Garcia, orientado pelas Prof<sup>as</sup>. Ana Júlia Viviani Cavellani e Liliane G. F. Pereira como requisito para obtenção do título de Técnico em Química.

**Mococa**  
**2024**

**Emily Fernanda da Silva Ratini**  
**Juliana Cristina Carreira Roberto**  
**Luiz Fernando Azarias**  
**Micaela Cristina Ferreira**  
**Sara Silva Cossolino**  
**Vitória Caroline Freire**

**O POTENCIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR NA FABRICAÇÃO DE BALAS DE GOMA  
E EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à ETEC  
Francisco Garcia como requisito para obtenção do título de  
Técnico em Química.

Ana Júlia Viviani Cavellani

Prof. Responsável ETEC Francisco Garcia Mococa

Liliane G. F Pereira

Prof. Responsável ETEC Francisco Garcia Mococa

**Mococa**  
**2024**

## **RESUMO**

Este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade da utilização do caldo e do bagaço provenientes da cana-de-açúcar na fabricação de balas de goma e embalagens sustentáveis, considerando o Brasil como o principal produtor mundial dessa cultura. As balas de goma produzidas a partir do caldo da cana apresentam uma gama de benefícios, oferecendo uma opção mais saudável em comparação às balas tradicionais. Por sua vez, as embalagens confeccionadas com o bagaço da cana proporcionam vantagens ambientais significativas, contribuindo para a redução do impacto ambiental ao reutilizar esse resíduo como matéria-prima. Este estudo ressalta a importância da inovação sustentável na indústria, promovendo práticas mais responsáveis e conscientes em relação ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Cana-de-açúcar. Bagaço. Bala de goma. Embalagem.

## **ABSTRACT**

This study aims to analyze the feasibility of using sugarcane juice and bagasse in the production of gummy candies and sustainable packaging, considering Brazil as the world's leading producer of this crop. Gummy candies made from sugarcane juice offer a range of benefits, providing a healthier option compared to traditional candies. In turn, packaging made from sugarcane bagasse offers significant environmental advantages, contributing to reducing environmental impact by reusing this residue as raw material. This study highlights the importance of sustainable innovation in the industry, promoting more responsible and environmentally conscious practices.

**Keywords:** Sugarcane, bagasse, gummy candy, packaging.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Plantação de cana-de-açúcar.....	11
<b>Figura 2:</b> Colheita da cana em 1600.....	12
<b>Figura 3:</b> Representação Esquemática da Cana de Açúcar.....	15
<b>Figura 4:</b> Modelo esquemático da associação dos componentes da parede celular de fibra vegetal.....	17
<b>Figura 5:</b> Vista superior da embalagem de bagaço.....	27
<b>Figura 6:</b> Vista frontal da embalagem de bagaço.....	27
<b>Figura 7:</b> Bala de morango.....	29
<b>Figura 8:</b> Bala tradicional.....	30

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 1:</b> Composição Geral do Bagaço da Cana de Açúcar.....	16
<b>Gráfico 2:</b> Resultado da avaliação sensorial.....	28

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>11</b>
2.1. Cana-de-açúcar .....	11
2.2. Cana-de-açúcar no Brasil.....	12
2.3. Processos da cana-de-açúcar.....	13
2.4. Caldo da cana-de-açúcar .....	14
2.5. Importância do bagaço.....	14
2.6. Composição do bagaço.....	16
2.7. Aplicabilidade do bagaço .....	17
2.8. Vantagens do bagaço na preparação da embalagem e sua sustentabilidade.....	18
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
3.1 Materiais .....	20
3.1.1 Preparação da embalagem .....	20
3.1.2 Preparação da bala de goma.....	20
3.1.3 Análise de brix .....	21
3.1.4 Análise de Ph.....	21
3.1.5 Análise de umidade .....	21
3.2 Procedimento Experimental .....	21
3.2.1 Embalagem.....	21
3.2.2 Bala de goma.....	22
3.2.3 Análise de Brix .....	23
3.2.4 Análise de pH .....	23
3.2.5 Análise de umidade .....	24
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
4.1 Análise da embalagem.....	25
4.2 Análise da bala de goma.....	27
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>30</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de cana-de-açúcar no Brasil atingiu um patamar de destaque, posicionando o país como o maior produtor dessa cultura, não apenas em termos de cultivo, mas também na fabricação de açúcar, etanol e bioeletricidade. Essa expansão da produção canavieira ao longo dos anos impulsionou significativamente a geração de empregos, elevando a renda tanto da população quanto das empresas sucroalcooleiras (MERCANTE, 2020).

A cana-de-açúcar é uma composta por diferentes elementos, como o colmo, as folhas e os ponteiros. O colmo, em particular, é a principal matéria-prima utilizada na produção de açúcar e álcool. O bagaço, que consiste em uma biomassa de fibras, é obtido após o processo de moagem do colmo da cana para a extração do caldo (FRANÇA, 2014).

No contexto agroindustrial, o bagaço torna-se um dos maiores resíduos gerados pela indústria da cana-de-açúcar, com uma produção média de cerca de 280 kg de bagaço por tonelada de cana moída. Estima-se que, anualmente, sejam produzidas aproximadamente 54 milhões de toneladas de bagaço seco em todo o mundo (NASCIMENTO, 2019).

As fibras provenientes do bagaço de cana-de-açúcar são aplicáveis na produção de papel para revistas, livros, material de escritório e outros usos. Por ser um subproduto da fabricação de açúcar e etanol, o papel derivado do bagaço de cana é considerado ecologicamente correto, sendo reconhecido por sua sustentabilidade e por apresentar características semelhantes ao papel comum feito a partir de madeira de eucalipto (NASCIMENTO, 2019).

Além disso, o caldo obtido durante o processo de moagem da cana-de-açúcar é extremamente rico em diversos elementos essenciais, como minerais (ferro, cálcio, potássio, fósforo e magnésio), vitaminas do complexo B, zinco, manganês, vitaminas C e A, e carboidratos como glicose, sacarose, frutose e amido. Esses elementos oferecem uma gama variada de benefícios à saúde (NOGUEIRA, 2019).

O presente trabalho tem por objetivo realizar a extração do caldo para a produção das balas de goma e o aproveitamento do bagaço como matéria-prima para a embalagem desses produtos, não apenas demonstrar a versatilidade e

os múltiplos usos dos subprodutos da cana-de-açúcar, mas também destacar a importância do ciclo sustentável de produção e reutilização, agregando valor econômico e ambiental a esses materiais.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta fibrosa de formato cilíndrico, com folhas longas e pode alcançar até seis metros de altura. Pertencente à mesma família do arroz, milho, cevada e outras gramíneas, apresenta essas características morfológicas distintivas em seu crescimento. (RAIZEN, 2021)

Conforme indicado pela Raízen (2021), devido ao alto teor de sacarose em seu caule, a cana-de-açúcar é fundamental na produção do açúcar, um elemento alimentar essencial para os seres humanos. Além disso, o álcool, outro produto derivado da cana-de-açúcar, possui grande importância na economia global.

A origem da cana-de-açúcar remonta à Oceania, especificamente à área que atualmente compreende a ilha de Nova Guiné, situada ao norte da Austrália. Esta planta prospera principalmente em locais com clima tropical e subtropical, como é o caso do Brasil, onde seu cultivo é extensivo. (RAIZEN, 2021)

**Figura 1:** Plantação de cana-de-açúcar



**Fonte:** (AGRICONLINE, 2023).

## 2.2. Cana-de-açúcar no Brasil

A cultura da cana-de-açúcar teve origem na Antiguidade, mas sua disseminação pelo mundo ocorreu devido às migrações humanas. No Brasil, foi introduzida por volta de 1520, pouco tempo após a chegada dos portugueses, em decorrência da crescente demanda internacional pelo açúcar, considerado um produto de luxo na época. Os portugueses exploraram as condições favoráveis do país, como o solo, especialmente nas áreas costeiras, e o clima propício, para cultivá-la em grande escala (RAIZEN, 2021).

Desde o século XVI, a cana-de-açúcar tornou-se um dos cultivos mais significativos do Brasil. Atualmente, o país se destaca como líder mundial na produção desse vegetal e também na exportação de etanol, um derivado da cana (RAIZEN, 2021).

Os principais produtos provenientes da cana-de-açúcar são o açúcar e o álcool. No entanto, essas matérias-primas são amplamente utilizadas na fabricação de uma variedade de outros produtos de consumo. O álcool, por exemplo, é utilizado na produção de perfumes, enquanto o açúcar desempenha um papel fundamental na fabricação de xaropes, contribuindo para a indústria farmacêutica quanto para alimentícia (RAIZEN, 2021).

**Figura 2:** Colheita da cana em 1600



**Fonte:** (MÉDICAS, 2023).

### 2.3. Processos da cana-de-açúcar

O processo de limpeza da cana de açúcar ocorre ao chegar na usina, onde é submetida a uma esteira rolante para a remoção de impurezas provenientes da colheita. A lavagem é realizada visando retirar quaisquer materiais estranhos e insetos presentes. Recentemente, algumas usinas têm adotado a lavagem a seco, diminuindo o uso de água ou até mesmo retirando o caldo da cana sem efetuar a limpeza (GONÇALVES, 2015).

Após o processo de limpeza, as canas seguem para o processo de extração do caldo, no qual pode ocorrer de duas formas: por moagem ou por difusão. Ambos os métodos geram como subproduto o bagaço da cana, utilizado na cogeração de energia ou como matéria-prima para a produção de celulose, aglomerados e ração animal. A quantidade de bagaço obtida varia de 240 kg a 280 kg por tonelada de cana processada (GONÇALVES, 2015).

Na extração através da moagem, a cana é submetida a dois rolos com pressão controlada para extrair o caldo. A moenda não apenas extrai o caldo, mas também gera o bagaço final, com um nível de umidade adequado para seu uso como combustível em caldeiras no próprio processo. Já a extração por difusão representa um procedimento no qual a cana-de-açúcar é transportada por meio de dispositivos denominados difusores, com o objetivo de diluir e remover a sacarose aderida ao material fibroso através de um processo de lavagem ou lixiviação, ocorrendo em contracorrente. (GONÇALVES, 2015).

O caldo extraído segue para tratamento que tem como propósito remover impurezas grosseiras e partículas coloidais, preservando nutrientes, vitaminas, açúcares, fosfatos, sais minerais e aminoácidos livres, além de minimizar a presença de contaminantes microbianos. A fase de purificação do caldo é crucial para garantir resultados satisfatórios. A partir desta etapa de tratamento, as próximas são de acordo com o produto final desejado, seja sacarose, xarope ou etanol. (GONÇALVES, 2015).

## **2.4. Caldo da cana-de-açúcar**

O caldo de cana, também conhecido como garapa, é o líquido resultante do processo de moagem da cana-de-açúcar. Esse líquido é altamente energético e é utilizado para a produção de diversos derivados, como a rapadura, obtida através do processamento do caldo concentrado. Além da rapadura, o melado e o açúcar mascavo também são produzidos a partir do caldo de cana. Este líquido preserva todos os nutrientes presentes na cana-de-açúcar, contendo de 3% a 5% de minerais, incluindo ferro, cálcio, potássio, sódio, fósforo, magnésio e cloro, além de vitaminas do complexo B e vitamina C (NOGUEIRA, 2019).

O caldo de cana, além de ser delicioso e refrescante, pode trazer diversos benefícios para a saúde, esse líquido, por ser extraído do caule da cana de açúcar, deve ser consumido com moderação uma vez que pode desencadear aumento expressivo nos níveis de glicose no organismo (PAULINO, 2020).

O suco de cana-de-açúcar é uma fonte nutritiva de carboidratos, apresentando uma concentração de 18 gramas desse nutriente a cada 100 ml. O organismo utiliza esses carboidratos como uma importante fonte de energia, especialmente durante a prática de atividades físicas, além disso, os carboidratos presentes na garapa são de fácil digestão. Dessa forma, o organismo absorve o nutriente de maneira eficiente, permitindo sua utilização em um curto período após o consumo (PAULINO, 2020).

A carência de ferro é uma causa comum da anemia por deficiência de ferro, portanto o consumo regular do suco da cana-de-açúcar não apenas previne o desenvolvimento da anemia, mas também atua no tratamento quando a condição já está presente. Ingerir o caldo de cana regularmente auxilia na regulação dos níveis de lipoproteína de baixa densidade, conhecida como LDL, o famoso colesterol ruim. Isso ocorre devido à presença significativa de uma substância denominada policosanol (PPG) na garapa (PAULINO, 2020).

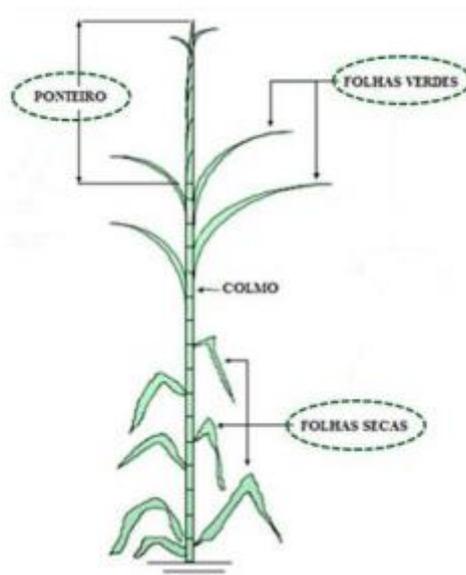
## **2.5. Importância do bagaço**

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, responsável por todas as etapas, desde o cultivo até a obtenção de açúcar, etanol e bioeletricidade. A produção de cana-de-açúcar ao longo dos anos tem contribuído

significativamente para a criação de empregos, impulsionando a renda tanto da população quanto das empresas sucroalcooleiras (MERCANTE, 2020).

A cana-de-açúcar é composta por várias partes, incluindo o colmo, as folhas e os ponteiros. O colmo, parte principal da matéria-prima, é utilizado na produção de açúcar e álcool. Após a moagem do colmo da cana, obtém-se o bagaço, uma biomassa composta por fibras que é essencial para a extração do caldo de cana (FRANÇA, 2014).

**Figura 3:** Representação Esquemática da Cana de Açúcar



Fonte: (LOBO, 2013).

Por muitos anos o bagaço, subproduto da obtenção do caldo, foi descartado como lixo pelos usineiros, mas desde a década de 80 o mesmo vem ganhando maior importância, sendo usado como fertilizante agrícola, matéria prima para a indústria do papel, insumo energético, dentre outros (LOBO, 2013).

A indústria da cana-de-açúcar tem como seu maior resíduo agroindustrial o bagaço, com uma produção de, cerca de 280 kg/t de cana moída. Estima-se que sejam produzidos aproximadamente 54 milhões de toneladas de bagaço seco por ano em todo o mundo (NASCIMENTO, 2019).

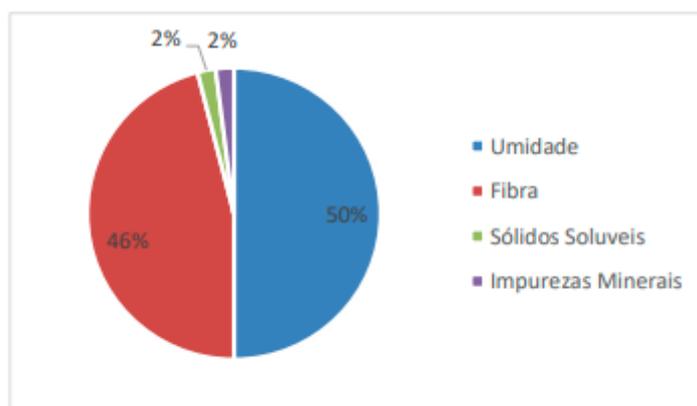
A relevância do debate sobre a utilização do bagaço de cana-de-açúcar reside na perspectiva de redução de despesas para as usinas sucroalcooleiras,

ao passo que também se almeja mitigar o impacto ambiental associado (VENCESLAU, 2018).

## 2.6. Composição do bagaço

A quantidade de bagaço produzida depende do teor de fibra da cana moída, apresentando, em média, 46% de fibra e 50% de umidade, resultando, aproximadamente, em 280 kg de bagaço por tonelada de cana processada (NASCIMENTO, 2019).

**Gráfico 1:** Composição Geral do Bagaço da Cana de Açúcar



**Fonte:** (NASCIMENTO, 2019)

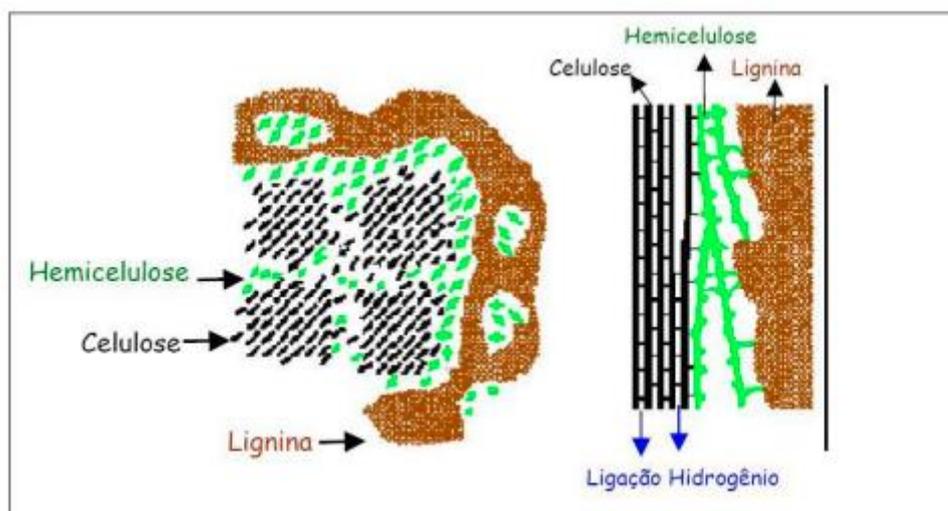
O conteúdo químico da biomassa lignocelulósica, geralmente consiste em 35-50% de celulose, seguido por 20-35% de hemicelulose, 10-25% de lignina, juntamente com quantidades reduzidas de cinzas e extrativos. Essa composição pode variar dependendo do tipo específico de biomassa em questão (VENCESLAU, 2018).

O bagaço de cana recém-moído possui aproximadamente 50% de umidade, 45% de fibras lignocelulósicas, de 2 a 3% de sólidos insolúveis e 2 a 3% de sólidos solúveis. Essa é uma matéria complexa composta principalmente por celulose, hemicelulose e lignina, atributos que contribuem para seu elevado valor energético (NASCIMENTO, 2019).

O bagaço, quando explorado de forma isolada em seus componentes, como celulose, hemicelulose e lignina, pode resultar em avanços tecnológicos

significativos. Sua estrutura compreende regiões cristalinas ordenadas e estáveis devido a ligações de hidrogênio intra e intermoleculares, além de áreas amorfas onde as cadeias apresentam uma disposição mais aleatória (NASCIMENTO, 2019).

**Figura 4:** Modelo esquemático da associação dos componentes da parede celular de fibra vegetal



Fonte: (NASCIMENTO, 2019).

Segundo Venceslau (2018) “Estudos preliminares apontaram que o bagaço de cana possui grande quantidade de fibras de alta qualidade, pureza elevada e biodegradabilidade, o que está tornando o papel 100% reciclável”.

## 2.7. Aplicabilidade do bagaço

As principais utilizações do bagaço são como combustíveis nas caldeiras das usinas para geração do vapor, geração de energia elétrica e vendido para criadores de animais utilizarem como ração animal (NASCIMENTO, 2019).

O bagaço proveniente da cana-de-açúcar possui muitas aplicações, como forragem, na utilização de ração animal, principalmente para ruminantes, e na cogeração de energia elétrica. Uma das grandes aplicações do bagaço é na fabricação de etanol de 2º geração, que é feito a partir de hidrólise, podendo ser ácida ou enzimática. No caso do método usando hidrólise ácida, como o nome

já sugere, é feita a partir de ácidos, e no método enzimático, utiliza-se enzimas para proceder a quebra da celulose presente no bagaço (BOCCHI, 2012).

O bagaço também tem como aplicações, madeira produzida a partir deste subproduto. Existem alguns trabalhos sobre a degradabilidade de forragens amonizadas, para analisar a eficiência da amonização, forragens essas usadas para a alimentação animal, além de novos produtos divulgados no mercado, como o fibrocimento, um cimento que utiliza o bagaço em sua composição com a finalidade de reforça-lo, melhorando sua resistência. Além dessas utilizações, as fibras de bagaço também são utilizadas no mercado de cosméticos, já sendo fabricados sabonetes em barra esfoliantes e loção hidratante (BOCCHI, 2012).

As fibras provenientes do bagaço de cana-de-açúcar são passíveis de aplicação na produção de papel destinado a revistas, livros, artigos de escritório, entre outros usos. Por ser um subproduto da indústria açucareira e de etanol, o papel derivado do bagaço de cana-de-açúcar é reconhecido como ecologicamente sustentável, possuindo características similares ao papel tradicional fabricado a partir de madeira de eucalipto. Estes materiais lignocelulósicos podem ser adaptados para diversas finalidades, dependendo do propósito da sua modificação e do tratamento empregado (NASCIMENTO, 2019).

## **2.8. Vantagens do bagaço na preparação da embalagem e sua sustentabilidade**

O bagaço possui fibras de alta qualidade, ideais para produção de papéis biodegradáveis e 100% recicláveis. Isso significa uma enorme diminuição de resíduos descartados na natureza. Vale ressaltar que cada tonelada da cana-de-açúcar absorve 650 kg de CO<sub>2</sub> (gás carbônico) da atmosfera no seu crescimento, contribuindo para neutralizar as emissões de gases do efeito estufa (VENCESLAU, 2018).

O uso de embalagens feitas a partir de bagaço de cana, conforme mencionado pela Qualifest (2023), representa um compromisso dos estabelecimentos comerciais com a sustentabilidade e a preservação ambiental. Essa escolha pode servir como um diferencial competitivo, demonstrando uma

preocupação genuína com questões ambientais, o que pode atrair e fidelizar clientes preocupados com o meio ambiente.

A utilização dessas embalagens não é apenas uma estratégia de marketing para criar uma imagem positiva, como destaca a Qualifest (2023). É, acima de tudo, uma decisão responsável. Ao reduzir a utilização de plásticos e outros materiais não biodegradáveis, os estabelecimentos contribuem diretamente para a construção de um futuro mais sustentável e para a preservação do meio ambiente.

### 3. METODOLOGIA

A fabricação de embalagem a partir do bagaço e da bala de goma do caldo da cana de açúcar foi dividida em materiais utilizados e procedimento experimental.

#### 3.1 Materiais

##### 3.1.1 Preparação da embalagem

- 10 gramas bagaço triturado;
- 60 gramas de farinha de trigo;
- 300 mililitros de água filtrada;
- 10 mililitros de vinagre de álcool;
- 2 béqueres de 1 litro;
- 2 béqueres de 250 mililitros;
- 1 espátula de inox;
- 1 colher de inox;
- 1 caneca de alumínio;
- 5 formas de silicone;
- Balança analítica;
- Fogão;
- Liquidificador;
- Estufa modelo *Marqlabor*.

##### 3.1.2 Preparação da bala de goma

- 200 mililitros de caldo de cana;
- 30 gramas de gelatina alimentícia de origem bovina;
- 6 mililitros de aroma de morango idêntico ao natural (opcional);
- 10 mililitros de corante vermelho *Allura* (opcional);
- 1 béquer de 100 mililitros;
- 1 béquer de 250 mililitros;
- 1 espátula de inox;
- 1 colher de inox;
- 3 pipetas de Pasteur;

- 1 forma de silicone;
- 1 chapa aquecedora;
- 1 termômetro de mercúrio;
- 1 balança analítica;
- 1 geladeira.

### **3.1.3 Análise de brix**

- 1 refratômetro;
- 1 pisseta de água destilada;
- 1 mililitro de caldo de cana;
- 1 pipeta de Pasteur;
- Papel absorvente.

### **3.1.4 Análise de Ph**

- 1 pHmetro;
- Solução tampão Ph 4 e Ph 7;
- 1 pisseta de água destilada;
- 200 mililitros de caldo de cana;
- Papel absorvente.

### **3.1.5 Análise de umidade**

- 1 medidor de umidade por infravermelho;
- 3 gramas de bagaço triturado.

## **3.2 Procedimento Experimental**

### **3.2.1 Embalagem**

A produção da embalagem foi dividida em duas etapas.

A primeira consistiu na preparação da cola, na qual foi utilizado um béquer de 250 mililitros, previamente calibrado na balança analítica, no qual pesou-se 60 gramas de farinha de trigo. Em seguida, mediu-se 300 mililitros de água filtrada e 10 mililitros de vinagre de álcool. Todos os componentes foram combinados em uma caneca de alumínio e aquecidos em fogo alto, agitando-se

continuamente até a formação de uma massa homogênea. Posteriormente, a mistura foi retirada do fogo e transferida para um recipiente para esfriar, reservando-se a cola para a próxima etapa.

Segundo Nascimento (2017), a segunda etapa envolveu a preparação do bagaço para ser combinado com a cola, resultando na formação da embalagem. Inicialmente, o bagaço, com baixa umidade, foi triturado no liquidificador até ser reduzido a pequenas lascas. Em seguida, 10 gramas de bagaço triturado foi pesada em um béquer de 1 litro, que foi ajustado previamente em uma balança analítica. A cola, que havia sido reservada em um recipiente, foi adicionada gradualmente ao bagaço triturado até alcançar a consistência desejada.

A segunda etapa envolveu a preparação do bagaço para ser combinado com a cola, resultando na formação da embalagem. Inicialmente, o bagaço, com baixa umidade, foi triturado no liquidificador até ser reduzido a pequenas lascas. Em seguida, 10 gramas de bagaço triturado foi pesada em um béquer de 1 litro, que foi ajustado previamente em uma balança analítica. A cola, que havia sido reservada em um recipiente, foi adicionada gradualmente ao bagaço triturado até alcançar a consistência desejada.

Após alcançar a consistência adequada, a massa foi moldada em formas de silicone. As formas foram então colocadas em uma estufa, ajustada a 105°C, e mantidas lá por 24 horas para permitir uma secagem completa, após esse período, as formas foram removidas da estufa e procedeu-se à desmoldagem das embalagens.

### **3.2.2 Bala de goma**

Na elaboração da bala de goma, foram tomadas medidas precisas. Inicialmente, em um béquer de 250 mililitros, foram dispensados 200 mililitros de caldo de cana. Este líquido foi então colocado sobre uma chapa aquecedora, com o ajuste de temperatura fixado em 98%. O processo de aquecimento foi cuidadosamente monitorado até que a temperatura atingisse 70°C, verificada por meio de um termômetro de mercúrio.

Em uma etapa separada, 30 gramas de gelatina foram meticulosamente pesados em um béquer de 100 mililitros, o qual foi previamente ajustado na balança analítica. Após o aquecimento do caldo de cana, uma porção foi

delicadamente transferida para o béquer contendo a gelatina, a fim de dissolvê-la completamente. Uma vez que a gelatina estava devidamente dissolvida, foi adicionada à mistura no béquer que continha o caldo de cana, ainda sobre a chapa aquecedora. Em seguida, foram incorporados 6 mililitros de aroma de morango e 10 mililitros de corante vermelho *Allura*, e todos os componentes foram minuciosamente homogeneizados.

Posteriormente, o béquer contendo a composição foi removido da chapa aquecedora e o líquido foi transferido para formas de silicone por meio de pipetagem. As formas foram então colocadas em um ambiente refrigerado, mantido a uma temperatura de 4°C, e deixadas lá por um período de 24 horas. Após esse tempo, as balas foram retiradas das formas.

### **3.2.3 Análise de Brix**

Para realizar a análise de brix do caldo de cana, foi necessário proceder com sua calibração inicial. Este processo iniciou-se ligando o refratômetro e empregando água destilada para limpar meticulosamente o prisma de amostra. Após a limpeza, o prisma foi cuidadosamente seco utilizando papel absorvente, seguido pelo pipetamento de três gotas de água destilada sobre o prisma. Em seguida, a porta da amostra foi fechada.

Em seguida, foi realizado o ajuste do foco, garantindo que a linha central estivesse devidamente centralizada no meio do retículo. Após esse ajuste, foi realizada a calibração da coloração, seguindo-se a leitura do brix. O valor obtido foi de 1,33, indicando a conclusão bem-sucedida da calibração do refratômetro.

Prosseguindo, foram pipetadas três gotas de caldo de cana sobre o prisma, e a leitura do brix foi realizada.

### **3.2.4 Análise de pH**

Para conduzir a análise de pH, foi essencial realizar a calibração inicial do equipamento utilizando as soluções tampão. Após ligar o pHmetro, a função de calibração foi ativada, e em seguida o bulbo foi cuidadosamente limpo com água destilada e seco com papel absorvente para prepará-lo para a calibração com as soluções tampão.

O pHmetro solicitou a inserção do bulbo na solução tampão pH 4, aguardando-se o tempo necessário. Após este período, o bulbo foi novamente limpo com água destilada e seco, e o processo foi repetido com a solução tampão pH 7, seguindo o mesmo procedimento para finalizar a calibração.

Após a conclusão bem-sucedida da calibração, o bulbo do pHmetro foi limpo novamente, e então procedeu-se à medição do pH do caldo de cana.

### **3.2.5 Análise de umidade**

Para conduzir a análise de umidade, empregou-se a utilização do bagaço triturado em um medidor de umidade por infravermelho.

O equipamento foi ativado e, seguindo a indicação da seta, a função de análise de umidade foi selecionada. Em seguida, foram adicionados 3 gramas de bagaço triturado na bandeja, a tampa foi devidamente fechada e o botão "sim" foi pressionado. Após um período de 5 minutos, a análise foi concluída e obteve-se o resultado de umidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Análise da embalagem**

Após a conclusão do processo de fabricação da embalagem, foi possível realizar uma série de análises abordando sua resistência, durabilidade e impacto ambiental.

A resistência da embalagem é um fator primordial a ser considerado, uma vez que ela deve suportar o manuseio, garantindo a integridade do produto. Constatou -se que a embalagem confeccionada a partir do bagaço da cana-de-açúcar exibiu uma textura sólida e rígida, demonstrando uma notável resistência à ruptura.

A durabilidade da embalagem, tanto em condições ambientais normais quanto adversas, como ambientes úmidos ou refrigerados, é fundamental para assegurar sua funcionalidade ao longo do tempo. A embalagem demonstrou um desempenho satisfatório, não exibindo sinais de mofo devido à umidade inerente a cada ambiente. Já que a umidade obtida na análise do bagaço foi de 3,83%.

Além disso, é essencial considerar o impacto ambiental da embalagem feita com bagaço de cana-de-açúcar em comparação com embalagens convencionais. Pois reduz o uso de recursos naturais, sendo o bagaço um subproduto, e capacidade de decomposição, visando a redução do impacto ambiental ao longo de todo o ciclo de vida do produto.

**Figura 5:** Vista superior da embalagem de bagaço



**Fonte:** (Os autores, 2024).

**Figura 6:** Vista frontal da embalagem de bagaço



**Fonte:** (Os autores, 2024).

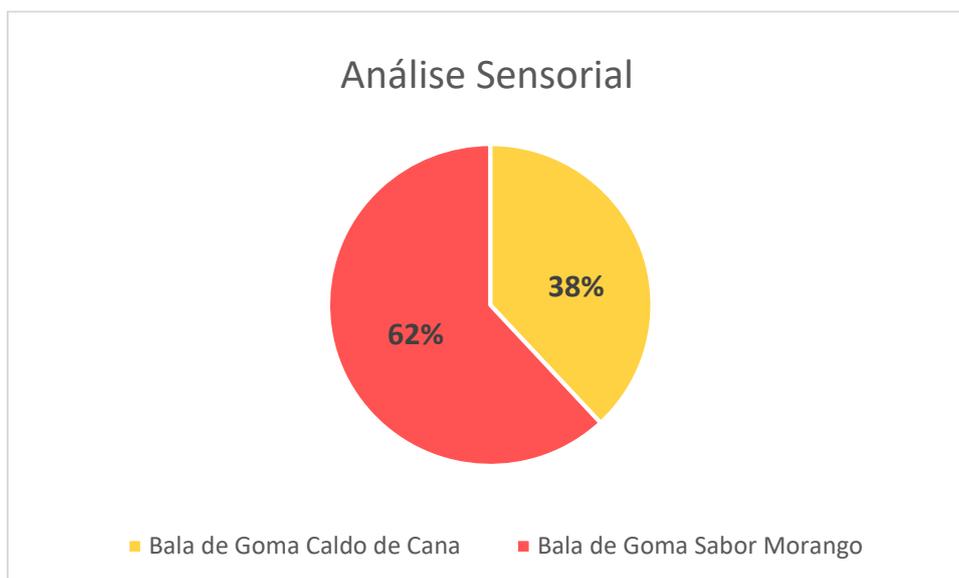
## 4.2 Análise da bala de goma

Para concluir a fabricação da bala de goma, foi necessário realizar diversas análises, incluindo a medição de brix, pH e avaliação sensorial. Os limites estabelecidos para o teor de brix no caldo de cana-de-açúcar são de 18° a 25° brix. O resultado obtido na análise foi de 20,5° brix, mantendo-se assim dentro dos parâmetros especificados. Quanto ao pH, a faixa aceitável é de 5 a 6, e o caldo apresentou um pH de 5,1.

Durante a fabricação da primeira remessa da bala de goma, foram produzidos dois tipos de sabores: o tradicional, composto por caldo de cana-de-açúcar e gelatina, e o de morango, que incluiu caldo de cana-de-açúcar, gelatina, aroma de morango idêntico ao natural e corante vermelho Allura.

Uma pesquisa sensorial envolvendo 21 participantes revelou uma preferência significativa pela bala de morango, como indicado no gráfico abaixo.

**Gráfico 2:** Resultado da avaliação sensorial



**Fonte:** (Os autores, 2024).

Os participantes que escolheram a bala tradicional relataram que esta possuía um sabor mais suave, enquanto a bala de morango foi descrita como apresentando um leve amargor ao final. Por outro lado, aqueles que preferiram a bala de morango afirmaram que esta tinha uma aparência mais atrativa devido ao corante e um sabor mais concentrado, o que a tornou a opção preferida entre os participantes.

**Figura 7:** Bala de morango



**Fonte:** (Os autores, 2024).

**Figura 8:** Bala tradicional



**Fonte:** (Os autores, 2024).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas diversas etapas, desde a pesquisa bibliográfica até a condução de experimentos práticos.

Desse modo, conclui-se que a utilização do bagaço da cana-de-açúcar como matéria-prima para a fabricação de embalagens oferece uma alternativa sustentável às embalagens convencionais, reduzindo o desperdício e promovendo a reutilização de subprodutos industriais. Além disso, a embalagem resultante demonstrou resistência e durabilidade satisfatórias, atendendo aos requisitos técnicos para garantir a proteção dos produtos.

No que diz respeito à produção de bala de goma a partir do caldo da cana-de-açúcar, identificou-se um potencial promissor para a diversificação dos produtos derivados da cana-de-açúcar. A utilização do caldo como base para a bala de goma oferece uma alternativa mais saudável em comparação com as balas convencionais, uma vez que o caldo de cana é naturalmente rico em nutrientes e possui baixo teor de aditivos artificiais.

Em suma, os resultados obtidos ao longo deste estudo demonstram que a fabricação de embalagens e balas de goma a partir da cana-de-açúcar apresenta não apenas vantagens técnicas e econômicas, mas também benefícios significativos em termos de sustentabilidade ambiental. Espera-se que estas descobertas possam contribuir para o avanço da indústria alimentícia em direção a práticas mais sustentáveis e responsáveis, visando a preservação do meio ambiente e o bem-estar das gerações futuras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICONLINE, Portal. **Aprendendo a Morfologia da Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <https://agriconline.com.br/portal/artigo/aprendendo-a-morfologia-da-cana-de-acucar/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BOCCHI, Wendell Lucas Silveira da Costa e Maria Lígia de Melo. **Aplicações do bagaço da cana-de-açúcar utilizadas na atualidade**. 2012. 13 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Fatec, Jaboticabal, 2012.

FRANÇA, Fernando Carniel. **Avaliação das qualidades anatómicas e composição química do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de papel**. 2014. 13 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2014.

GONÇALVES, Karoline Yoshiko. **Processo produtivo do etanol hidratado a partir da cana de açúcar**. Campo Mourão: Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, 2015. (GONÇALVES, 2015)

LOBO, Camila da Silva. **A importância da cogeração utilizando bagaço de cana-de-açúcar como forma de diversificação da matriz elétrica**. 2013. 118 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Ufrj, Rio de Janeiro, 2013.

MÉDICAS, Melhores Escolas. **Período histórico do Brasil Colônia**. Disponível em: <https://melhoresescolasmedicas.com/brasil-colonia-o-que-preciso-saber/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

MERCANTE, André Luiz Petrini. **Geração de bioeletricidade, através do bagaço e da palha da cana-de-açúcar**. 2020. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2020.

NASCIMENTO, Aniele. **Bagaço de cana leva curitibana às melhores universidades do mundo**. Ribeirão Preto: Cana Online, 2017.

NASCIMENTO, Felipe Gonçalves do. **Produção de papel de bagaço de cana empregando um método mais sustentável**. 2019. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

NOGUEIRA, Fernanda dos Santos. **Minerais em melados e em caldos de cana**. Campos dos Goytacazes - Rj: Scielo, 2019.

PAULINO, Tailane. **Caldo de cana: 5 benefícios da bebida**. Campinas: Tailane Paulino, 2020.

RAIZEN. **Processo produtivo do etanol hidratado a partir da cana de açúcar**. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/blog/cana-de-acucar>. Acesso em: 22 mai. 2024.

VENCESLAU, Hayssa Michely Barbosa de Barros. **Diversificação das aplicações do bagaço de cana de açúcar**. 2018. 41 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.