



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA**

**CARLOS ALBERTO PEREIRA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS SECUNDÁRIOS**  
**PRESENTES EM CACHAÇAS COMERCIALIZADAS NA CAPITAL PARAIBANA**  
**DA CACHAÇA, AREIA-PB**

**AREIA**

**2022**

**CARLOS ALBERTO PEREIRA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS SECUNDÁRIOS  
PRESENTES EM CACHAÇAS COMERCIALIZADAS NA CAPITAL PARAIBANA  
DA CACHAÇA, AREIA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Química da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Química.

**Orientadora:** Profa. Dra. Maria Betania Hermenegildo dos Santos.

**AREIA**

**2022**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586a Silva, Carlos Alberto Pereira da.

Avaliação da concentração de composto secundários  
presentes em cachaças comercializadas na capital  
paraibana da cachaça, Areia-PB / Carlos Alberto Pereira  
da Silva. - Areia, 2022.

62 f. : il.

Orientação: Maria Betania Hermenegildo dos Santos.  
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Química. 2. Cachaça. 3. Fermentação. 4. Análises  
físico-químicas. 5. Legislação. I. Santos, Maria  
Betania Hermenegildo dos. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 54(02)

CARLOS ALBERTO PEREIRA DA SILVA

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS SECUNDÁRIOS PRESENTES  
EM CACHAÇAS COMERCIALIZADAS NA CAPITAL PARAIBANA DA CACHAÇA,  
AREIA-PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Bacharelado em Química da  
Universidade Federal da Paraíba como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharelado em Química

Aprovado em: 22/06/2022.

**BANCA EXAMINADORA**



Profa. Dra. Maria Betania Hermenegildo dos Santos (Orientadora)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Dra. Tereziana Silva da Costa

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Especialista Jacira de Castro Lopes

Empresa Brasileira de Bebidas (EBB)

A minha família, que muito me apoiou e aos amigos que me incentivaram a realizar esse sonho.

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por me guiar por meio das dificuldades da vida, me dando sempre a força necessária para superá-las.

À minha mãe, por sempre me mostrar o quão importante e gratificante é o mérito da conquista resultante de meus próprios esforços.

A minha vó pelo simples fato de mesmo analfabeta poder me ensinar o valor da educação e o respeito através de suas palavras e que, pelas suas incessantes orações, me impulsionou para conquistar meus objetivos.

A minha orientadora Maria Betania Hermenegildo, por ser exemplo de mulher, de educadora, e de ser humano, que sempre busca entender o seu aluno e fazê-lo nunca desistir de suas metas de vida.

A minha amiga e companheira de trabalho Jacira de Castro Lopes, por toda sua ajuda na elaboração deste trabalho, por sua paciência, e por poder me mostrar parte de seus conhecimentos que tanto somam no meu crescimento profissional.

Aos colegas de turma por toda participação e companheirismo que me acompanharam até aqui, mesmo fora do convívio universitário.

A minha amiga Larissa, por sempre em momentos difíceis ser um dos portos seguros de apoio, nunca me deixando desistir. Sempre tivemos a certeza na vida que um ajudaria o outro até concluir este curso e assim foi feito, trazendo esse gesto de companheirismo até mesmo para nosso convívio fora da UFPB. Por isso e por tantas palavras de incentivo considero-a como a irmã que a vida acadêmica me deu.

Aos meus amigos e segunda família que estiveram do meu lado em vários momentos desde a entrada nessa instituição de ensino, Iran José, Camila Alexandre e Claudia Lima.

Meus eternos agradecimentos a todos que me apoiaram e me incentivaram para que pudesse chegar a conquistar um dos momentos mais esperados de minha vida, peço ao Deus que em sua sabedoria possa gratificá-los em saúde e realizações abundantemente.

“Nunca duvide da sua capacidade de virar o jogo e conquistar a vitória. O seu talento e sua força de vontade são maiores que quaisquer obstáculos”

**Edson Xavier Jr**

## RESUMO

A cachaça, sem dúvida, é uma das bebidas mais populares no Brasil, cuja origem está relacionada aos primórdios da nação. É de fato a grande responsável por ativar economicamente uma região, seja ela na modificação de seu relevo ao plantar-se a cana-de-açúcar, matéria-prima para o destilado, como influenciar também no aspecto cultural de um município. A cidade de Areia, no brejo paraibano, é exemplo disso, hoje tornando-se referência nacional da produção da bebida, recebendo o status de “Capital Paraibana da Cachaça”. O título ascendeu ainda mais a visibilidade da região a nível nacional e internacional e trouxe uma nova era de ouro para a região, fazendo com que surgissem novos engenhos produtores da bebida, e trazendo inovações tecnológicas aos que já existiam. Diante de um crescimento no consumo da bebida e um aumento do turismo local focalizado na produção da cachaça, este trabalho objetivou analisar a qualidade de cachaças comercializadas no município de Areia, na Paraíba, através de análises físico-químicas. As amostras de cachaça foram compradas em estabelecimentos comerciais da própria cidade, sendo essas de 3 marcas produzidas e comercializadas na região. Essas amostras foram identificadas como sendo C1 para a marca de cachaça 1, C2 para a marca de cachaça 2 e C3 para a marca de cachaça 3. Para cada marca obteve-se 3 exemplares de volume de 980 mL e nesses foram analisadas as concentrações de teor alcoólico, acidez volátil, álcoois superiores, aldeídos e ésteres. Os resultados obtidos foram comparados aos valores aceitáveis expostos na Portaria nº 339, de 28 de junho de 2021, que regulamenta os limites desses compostos na cachaça, assegurando uma maior qualidade da bebida. Por meio dos dados obtidos, pode-se observar que para os níveis de teor alcoólico todas estiveram dentro da determinação para a nomeação de “cachaça”, e as análises comprovaram os teores correlacionados em seus rótulos; o nível de acidez volátil de todas as amostras se mantiveram dentro do limite estabelecido, porém a amostra C2 obteve um nível mais elevado que as demais; já para os níveis de álcoois superiores observou-se um aumento na amostra C3 em relação as demais, o que pode ser resultante da viabilidade do processo de fermentação, seja ela alta ou baixa. As concentrações de aldeídos e ésteres também se mantiveram dentro do limite estabelecido pela legislação em vigor. Algumas das variáveis que podem ter influenciado na alteração das concentrações dos compostos analisados pode ser o modelo de destilação empregado e as boas práticas de fabricação de cada unidade produtora.

**Palavras-Chave:** cachaça; fermentação; análises físico-químicas; legislação.

## ABSTRACT

Cachaça is one of the most popular drinks in Brazil, which has a national origin that started in the early times of the nation. The cachaça production is responsible for economically activating a region due to sugarcane plantations, raw material for the distillate, and its influence on local cultural aspects. The city of Areia, located in the brejo of Paraíba, is an excellent example, today known as a national reference in the production of this drink, receiving the status of “Paraíba Capital of Cachaça.” This title raised even more visibility in the region at a national and international level as it brought a new golden age to the region resulting in new mills and technological innovations, especially in those already producer sites. Given the consumption growth of this drink and the increase in local tourism focused on the production of cachaça, this study aimed to analyze secondary compounds present in cachaças produced and marketed in the region of Areia, state of Paraíba, through physical-chemical analysis. Cachaça samples, locally commercialized and regionally produced, were purchased at a beverage distributor market in the local city. The samples were described in the study as C1 for the brand of cachaça 1, C2 for the brand of cachaça 2, and C3 for the brand of cachaça 3, from which the volatile acidity, alcohol content, higher alcohols, aldehydes, and esters contents were analyzed. The results obtained were compared to Ordinance No. n° 339 of June 28 of 2021, which regulates the limits of the compounds for cachaça, ensuring a higher beverage quality. Based on the data obtained, for the volatile acidity level of the samples, all remained within the established limit, however, the sample C2 showed a higher content level than the others; for the levels of alcohol content, all were among the determination to receive the “cachaça,” nomination, and they were confirmed by the analyzes as presented in their labels; for higher alcohol levels, an increase was observed in the C3 sample compared to the others, which may be a result of the fermentation viability process, whether high or low. The concentrations of aldehydes and esters also remained within limits established by the current legislation. Some of the factors that may have changed the concentrations of the evaluated compound may be related to the distillation model used and the good manufacturing practices employed at each production unit.

**Keywords:** cachaça; fermentation; physico-chemical analysis; legislation.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                   |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Figura 1</b> - Localização de Areia na Paraíba, limite entre municípios .....                                                                                  | 199  |
| <b>Figura 2</b> - Parque Agroindustrial Usina Santa Maria .....                                                                                                   | 20   |
| <b>Figura 3</b> - Partes da Cana-de-açúcar.....                                                                                                                   | 277  |
| <b>Figura 4</b> - Sistema de Recepção e Descarregamento da Cana-de-açúcar no Local de Fabricação da Cachaça- Fluxo de Caminhão .....                              | 299  |
| <b>Figura 5</b> - Carregadeira Motocana, utilizada no carregamento e descarregamento do caminhão transportador de cana.....                                       | 3030 |
| <b>Figura 6</b> - Descarregamento de cana inteira com guindaste Hilo.....                                                                                         | 311  |
| <b>Figura 7</b> - Ponte Rolante com garras para cana inteira.....                                                                                                 | 322  |
| <b>Figura 8</b> - Mesa Alimentadora com Inclinação de 45 graus.....                                                                                               | 333  |
| <b>Figura 9</b> - Picador de Cana .....                                                                                                                           | 355  |
| <b>Figura 10</b> - Desfibrador de Cana .....                                                                                                                      | 366  |
| <b>Figura 11</b> - Esquematização de um terno de Moenda .....                                                                                                     | 377  |
| <b>Figura 12</b> - Esquematização de Embebição.....                                                                                                               | 377  |
| <b>Figura 13</b> - Hidrólise enzimática da sacarose e fermentação alcoólica por ação das zimases para produção de etanol a partir do caldo da cana-de-açúcar..... | 399  |
| <b>Figura 14</b> - Esquema de Alambique simples para a Produção de cachaça.....                                                                                   | 4141 |
| <b>Figura 15</b> - Coluna de Destilação .....                                                                                                                     | 422  |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Gráfico 1</b> - Registros de Estabelecimentos Produtores de cachaça por UF..... | 222  |
| <b>Gráfico 2</b> - Composição da Cana-de-açúcar.....                               | 34   |
| <b>Gráfico 3</b> - Resultados para Acidez Volátil das Cachaças .....               | 5150 |
| <b>Gráfico 4</b> - Resultados para Teor Alcoólico das Cachaças.....                | 501  |
| <b>Gráfico 5</b> - Resultados para Álcoois Superiores.....                         | 523  |
| <b>Gráfico 6</b> - Resultados para Aldeídos.....                                   | 534  |
| <b>Gráfico 7</b> - Resultados para Ésteres nas Amostras .....                      | 555  |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabela 1</b> - Registros de Estabelecimentos Produtores de Cachaça por Município .....                                                                               | 20  |
| <b>Tabela 2</b> - Marcas de cachaça por Município .....                                                                                                                 | 223 |
| <b>Tabela 3</b> - Parâmetros analíticos dos Padrões de Identidade e qualidade de cachaça e aguardente, regulamentada pela Portaria N° 339, de 28 de junho de 2021 ..... | 234 |
| <b>Tabela 4</b> - Média $\pm$ Desvio Padrão dos Resultados obtidos das Análises físico-químicas das amostras de cachaça.....                                            | 499 |

## SUMÁRIO

|          |                                                                           |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                   | <b>13</b> |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                         | <b>16</b> |
| 2.1      | HISTÓRICO DO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL .....                    | 16        |
| 2.2      | HISTÓRIA DO SURGIMENTO DA CACHAÇA NO BRASIL.....                          | 16        |
| 2.3      | AREIA E SUA HISTÓRIA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR ATÉ OS DIAS ATUAIS..... | 18        |
| 2.4      | CACHAÇA X AGUARDENTE, LEGISLAÇÃO E PADRÕES DE QUALIDADE .....             | 23        |
| 2.5      | PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CACHAÇA .....                                     | 25        |
| 2.5.1    | Colheita da cana-de-açúcar, transporte, pesagem e descarrego .....        | 26        |
| 2.5.2    | Estocagem e lavagem da cana.....                                          | 32        |
| 2.5.3    | Preparo da cana-de-açúcar antes da extração do caldo.....                 | 34        |
| 2.5.4    | Moagem .....                                                              | 36        |
| 2.5.5    | Filtração, Decantação .....                                               | 38        |
| 2.5.6    | Fermentação.....                                                          | 38        |
| 2.5.7    | Destilação.....                                                           | 39        |
| 2.6      | CACHAÇA E SEUS COMPOSTOS .....                                            | 42        |
| 2.6.1    | Acidez Volátil .....                                                      | 43        |
| 2.6.2    | Teor alcoólico .....                                                      | 43        |
| 2.6.3    | Álcoois superiores .....                                                  | 43        |
| 2.6.4    | Aldeídos .....                                                            | 44        |
| 2.6.5    | Ésteres.....                                                              | 44        |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>                                                   | <b>46</b> |
| 3.1      | AMOSTRAGEM.....                                                           | 46        |
| 3.2      | ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS CACHAÇAS.....                                | 46        |
| 3.2.1    | Quantificação de Teor Alcoólico .....                                     | 47        |
| 3.2.2    | Quantificação de Acidez Volátil .....                                     | 47        |
| 3.2.3    | Quantificação de Álcoois Superiores .....                                 | 47        |
| 3.2.4    | Quantificação de Aldeídos .....                                           | 47        |
| 3.2.5    | Quantificação de Ésteres.....                                             | 48        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                        | <b>49</b> |
| 4.1      | DADOS OBTIDOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....                          | 49        |
| 4.1.1    | Análise dos resultados para teor alcoólico .....                          | 49        |
| 4.1.2    | Análise dos resultados para acidez volátil.....                           | 50        |

|       |                                                     |    |
|-------|-----------------------------------------------------|----|
| 4.1.3 | Análise dos resultados para álcoois superiores..... | 52 |
| 4.1.4 | Análise dos resultados para aldeídos .....          | 53 |
| 4.1.5 | Análise dos resultados para Ésteres.....            | 54 |
| 5     | CONCLUSÕES.....                                     | 57 |
|       | REFERÊNCIAS.....                                    | 58 |

## 1 INTRODUÇÃO

A cachaça é uma solução que contém diversas substâncias químicas e sua composição depende da matéria-prima utilizada e do modo como a produção foi conduzida. Além da água e do etanol, estão presentes álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres, ácidos carboxílicos, compostos de enxofre e outras substâncias.

A Portaria n° 339, de 28 de junho de 2021, define cachaça como:

a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de trinta e oito a quarenta e oito por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares (BRASIL, 2021).

A cachaça é a segunda bebida alcoólica mais consumida no Brasil, atrás apenas da cerveja. Porém, em seus aproximadamente 500 anos de existência, essa já foi chamada de diferentes formas, como revela Cavalcante (2011) no seu livro *Todos os nomes da cachaça*. Segundo esse autor a cachaça já teve 8 mil nomes e 2 mil sinônimos. Alguns exemplos são: branquinha, pinga, caninha, a que matou o guarda, marvada, água que passarinho não bebe e por aí vai. A cachaça é uma particularidade brasileira, ou seja, esta denominação é uma conquista do produtor brasileiro, regulamentada e decretada em lei. Da mesma forma que a tequila, o conhaque, e muitas outras bebidas têm denominação de origem.

Em praticamente todos os estados brasileiros se produz este famoso destilado, devido ao Brasil ser um país com clima temperado. Além disso, essa produção também é garantida pelos avanços tecnológicos no desenvolvimento de mudas de cana-de-açúcar aptas para uma grande diversidade de tipos de solo e para as variações de temperaturas e nos aspectos de produção, desde o plantio até a destilação, que garantem a capacidade de alterar significativamente a bebida. Para o nosso país, é muito importante o desenvolvimento de novas alternativas que melhorem a qualidade da bebida e mantenham suas propriedades físico-químicas e características sensoriais, atributos estes que a distingue de outras bebidas destiladas (ZACARRONI *et al.*, 2011).

De acordo com o anuário sobre os dados de registros de cachaças e aguardentes no ano de 2021, no Brasil, a região Nordeste ocupa o segundo lugar na produção de cachaça, com 14,5% da produção nacional e 138 produtores de cachaça (MAPA, 2021). Essa região tem tradição “cachacista” e facilmente observa-se grandes áreas verdes nas fazendas destinadas a plantação de cana-de-açúcar.

O estado da Paraíba tem ganhado destaque na produção de cachaça por possuir diversos engenhos ativos que produzem a pinga de forma a receberem grande prestígio nacionalmente e no exterior, colocando a região no ranking das melhores cachaças produzidas. Além disso, um desses engenhos recebeu o título de maior produtor de cachaça de alambique do país.

Dentre as cidades paraibanas, Areia ganha grande destaque nacional e internacional por ser considerada, segundo a Lei nº 11.873, de 19 de abril de 2021, a “Capital Paraibana da Cachaça”, título esse que explica o fato da cidade atualmente estar em 4º lugar no ranking com maior número de estabelecimentos produtores de cachaça do país (BRASIL, 2021) e ocupar a quarta posição na quantidade de marcas de cachaça por município, ultrapassando a cidade de Paraty, no Rio de Janeiro.

A cidade de Areia está localizada na região do brejo, com aproximadamente 23 mil habitantes e a 93 km da capital, João Pessoa. A cidade possui personagens históricos como o pintor Pedro Américo e ex-governador da Paraíba e escritor José Américo de Almeida. Além disso, Areia se destacou na luta abolicionista, libertando seus escravos, no dia 3 de maio de 1888, dez dias antes da proclamação da Lei Áurea.

Assim como nas demais cidades, em Areia, as etapas de produção da cachaça devem ser seguidas à risca para garantir uma melhor qualidade ao destilado. Os componentes secundários, representados por compostos minoritários oriundos de reações provenientes dos processos de fermentação, destilação e posteriormente em alguns casos o envelhecimento (SOUZA; HENRIQUE; SILVA, 2013; CARDOSO, 2013), são especialmente importantes, por conferirem cheiro, gosto e características químico sensoriais da bebida, assim esses devem obedecer aos limites estabelecidos pela Portaria nº 339, de 28 de junho de 2021 (BRASIL, 2021).

Segundo Viana (2016), as características físico-químicas e a presença de compostos indesejáveis devem ser acompanhadas e controladas durante a produção da cachaça, em busca de sua melhor qualidade, pois nas etapas de produção da bebida há formação desses compostos secundários que mudam ao decorrer do processo, por reagirem entre si e com componentes externos. No quesito qualidade sensorial, esses compostos podem definir se a cachaça é boa ou ruim, mas também determinam se é ou não tóxico ao organismo humano. Por isso é tão importante fazer o monitoramento da qualidade físico-química da bebida, pois assim produtos que não estão de acordo com a legislação podem ser identificados e medidas de adequação efetuadas. Dessa maneira, empresas passarão a se empenhar para ofertar seus produtos com maior qualidade, conquistando consumidores que irão ter a sua saúde preservada.

Portanto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a qualidade de cachaças comercializadas no município de Areia, na Paraíba, através de análises físico-químicas. Para atingir esse objetivo foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: avaliar o grau alcoólico e os compostos secundários, sendo eles a acidez volátil, álcoois superiores, aldeídos e ésteres, em cachaças produzidas na cidade de Areia – PB e verificar a correlação dos dados obtidos com o determinado pela legislação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 HISTÓRICO DO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

Ao observar a história da chegada da cana-de-açúcar no Brasil nota-se uma grande associação à própria história do país, desde o início de seu descobrimento até os dias atuais. Sendo as primeiras mudas de cana-de-açúcar trazidas da Ilha da Madeira, em Portugal, no século XVI, por Martim Afonso de Souza, que foi o responsável pela construção do primeiro engenho brasileiro, em São Vicente, em 1532.

Porém, foi no Nordeste brasileiro que os engenhos de fabricação de açúcar se multiplicaram e a partir do século XV já éramos o maior produtor mundial, até por volta do século XVII. Por questão logística, muitos engenhos foram se proliferando pela área costeira do Brasil, o que facilitava o escoamento da produção, agilizando e acelerando a chegada do produto final até os mercados consumidores. Visando o aumento da produção e buscando sempre o avanço em tecnologias para o processamento da cana-de-açúcar, alguns engenhos cresceram e viraram grandes usinas produtoras de açúcar (MATTOS *et al.*, 1942).

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, sendo a região Sudeste a maior produtora, seguida pela região Centro-Oeste, e pela região Nordeste. A Paraíba ocupa a terceira colocação em relação aos outros estados do Nordeste, em área plantada, e de produtividade de cana-de-açúcar, segundo o primeiro levantamento da safra 2022/23 da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022).

As plantações de cana-de-açúcar se estendem por 26 cidades na faixa litorânea onde a microrregião do Brejo Paraibano responde por uma determinada parte da produção no estado (PARAÍBA TOTAL, 2014). Dentre essas cidades, Areia destaca-se devido à grande produção de cachaça, sendo a cana-de-açúcar quase toda destinada à sua produção.

### 2.2 HISTÓRIA DO SURGIMENTO DA CACHAÇA NO BRASIL

A história da cachaça no país como um todo está correlacionada com a cultura, de maneira a não isolar uma da outra. A bebida feita a base da cana-de-açúcar tem, em seu surgimento, íntima conexão com o cenário de escravidão, logo após a chegada dos europeus, em 1500.

Existem algumas versões para a origem da cachaça no Brasil, uma delas, e a mais antiga, é que a cachaça teria surgido no estado de Pernambuco, quando um escravo acidentalmente deixou armazenada a “cagaça”, que era um caldo grosso, escuro e esverdeado que se forma durante a fervura do caldo de cana. Logo após, o líquido acabou fermentando de forma natural

e devido às mudanças de temperatura, ele evaporou e formou pequenas gotas no teto do engenho, que começaram a pingar e foram experimentadas pelos escravos famintos, que logo notaram seu sabor (FEIJÓ; MACIEL, 2002).

Porém, a versão mais aceita para o surgimento da cachaça é defendida pelo historiador Cascudo (1986). Segundo ele a primeira cachaça foi destilada em meados do ano de 1532, em São Vicente, onde surgiu o primeiro engenho de açúcar.

Acerca desta segunda versão, Feijó e Maciel (2002, p. 13) descrevem, quase que de modo lúdico, a respeito:

Os primeiros colonizadores desta terra apreciavam a bagaceira portuguesa e o vinho do Porto. A agricultura dos canaviais, inicialmente, destinava-se apenas à produção de açúcar e rapadura. Mas, num belo ou chuvoso dia, num engenho da Capitania de São Vicente, entre 1532 e 1548, aconteceu o inevitável. Alguém resolveu experimentar a *cagaça* [...] de aparência repugnante, ela era retirada com escumadeiras dos tachos e jogada nos cochos de madeira ao relento. Aí, o surpreendente. A cagaça fermentava dentro dos cochos e se transformava num caldo ao alcance dos animais que lá iam bebê-lo mui prazerosamente. Se não fazia mal aos bichos, muito pelo contrário, parecia alegrá-los... por que não experimentar só um pouquinho? [...] Moral da história? Quem provou, gostou. Do gosto e mais ainda do efeito da bebida.

A bebida passou a ser utilizada como um estimulante, que impulsionava os escravos nas plantações de cana, fazendo com que os donos de engenho comessem a se beneficiar do produto que ele faria. Em vários aspectos esse fator fez com que a cachaça cada vez mais fosse consumida e, conseqüentemente, aumentasse sua produção (CURTO, 2002).

A cachaça estava adentrando não só aos barracões, mas também aos grandes casarões dos senhores de engenho, agradando a elite daquela época. O que fez com que o governo português tentasse por várias vezes proibir a comercialização da bebida, pois de fato o vinho português estava sendo deixado de lado para dar espaço para a cachaça. A insatisfação em torno da valorização da cachaça em relação ao vinho português é o tema do trabalho de Curto (2002) em *Álcool e Escravos*, no qual o autor retrata diversos fatores em volta do destilado e como tais características, como o menor custo, a forma como era feita a cachaça, o teor alcoólico elevado, fizeram o destilado uma forte concorrente direta do vinho, resultando na sua proibição em 1679 a pedido dos produtores lusitanos. Segundo Caetano (2003), essa proibição durou cerca de 5 meses.

Logo, o que se percebe é que a cachaça sempre esteve e está presente cada vez mais na vida cotidiana desta nação, afetando aspectos culturais e econômicos, da mesma forma que foi destaque ao ser a bebida escolhida por D. Pedro I para brindar a Independência do Brasil e pelo

ex-presidente Fernando Henrique Cardoso, ao comemorar os 500 anos de descobrimento (SEBRAE, 2008).

### 2.3 AREIA E SUA HISTÓRIA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR ATÉ OS DIAS ATUAIS

O desenvolvimento de algumas regiões que hoje são bastante urbanizadas deve-se ao fato de em seu passado ter agregado culturas como o plantio da cana-de-açúcar, que propiciou grande desenvolvimento em sua época ou que permanecesse ainda nos dias atuais sendo fonte economicamente viável.

De acordo com Nascimento (2007, p.16):

Para entender a organização espacial da região Nordeste, é necessário realizar um resgate histórico do seu processo de ocupação, oriundo do período colonial, o qual promoveu a formação sócio territorial de suas áreas produtoras de cana-de-açúcar: Zona da Mata Pernambucana e Recôncavo Baiano.

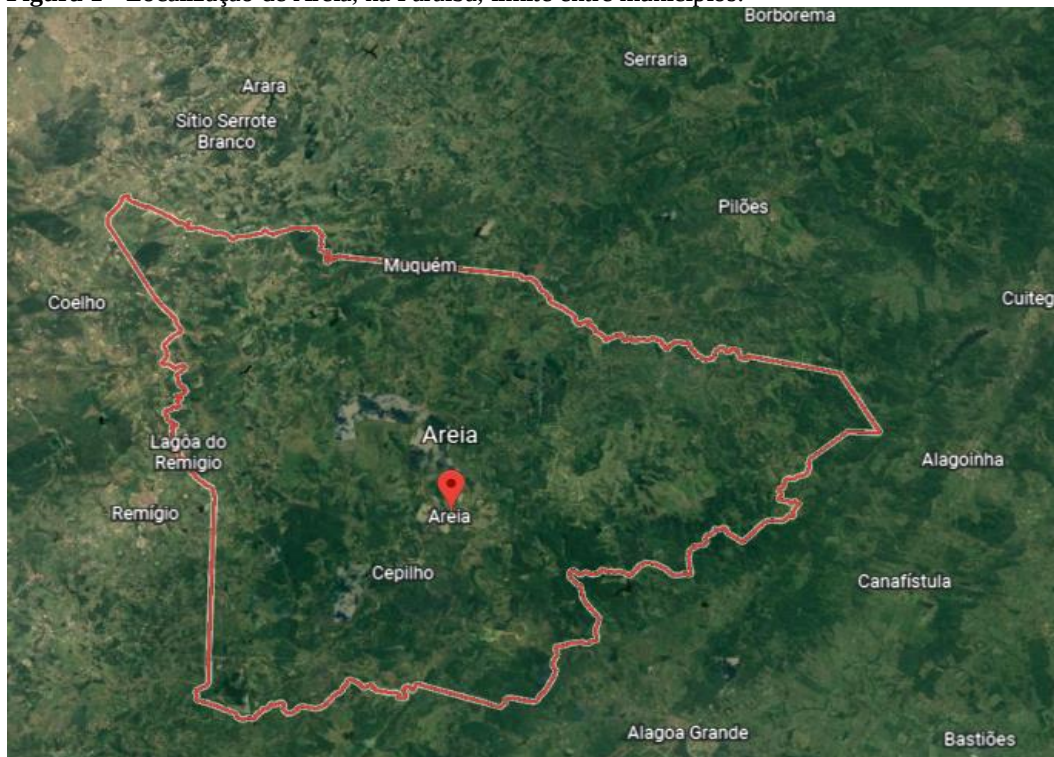
Na Paraíba esta cultura foi implantada através da capitania de Itamaracá, que originou o atual espaço territorial desse Estado. No finalzinho do século XVI, essa cultura começou a ser desenvolvida na área litorânea, expandindo-se até o interior do estado e transformando-se em fonte de riqueza para a economia paraibana. Naquele tempo o açúcar era o carro chefe do derivado desta cultura, como afirma Nascimento (2007, p.47). A qualidade do açúcar da região foi o primeiro sinal de personalização da Paraíba “[...] O açúcar foi responsável pelo sucesso da capitania da Parahyba, em 1574 [...]”.

Porém, muitos começaram a processar esta matéria-prima para obtenção não só do açúcar, mas também de outros derivados, como a rapadura e a aguardente. A região brejeira era desde o início do século XX uma grande produtora de rapadura, açúcar e aguardente, principalmente os municípios de Alagoa Grande, Areia e Bananeiras. Muitos eram os senhores de engenho, figuras imponentes daquela época e foi através deles que muitas localidades foram sendo povoadas, aquecendo a economia e assegurando o necessário à sobrevivência de trabalhadores que ali estavam.

A cidade de Areia é um exemplo bem claro de como esta cultura de plantio de cana sempre impactou o relevo e em volta dela aspectos históricos foram sendo formados. Areia, como mostra a Figura 1, é bastante privilegiada por estar situada no planalto da Borborema, e exclusivamente a 618 m acima do nível do mar, o que faz com que o seu clima seja predominantemente úmido e com temperaturas amenas quase que na maior parte do ano. De acordo com Almeida (1994), a cidade de Areia também foi escolhida para implantação de

engenhos produtores de cachaça e plantio de cana-de-açúcar devido a característica de seu tipo de solo, sendo ele argiloso profundo, típico de terras férteis. O surgimento dos pequenos engenhos de rapadura e cachaça na região de Areia foi consequência de sua privilegiada localização desde o início, fator esse que garantiu importante valor histórico e cultural, como afirma Dantas (2004).

**Figura 1** - Localização de Areia, na Paraíba, limite entre municípios.



**Fonte:** Google Earth (2022).

Areia sempre foi marcada pelo plantio de várias culturas, dentre elas cultivou-se nessas terras algodão, cana, café, agave e, por fim, a pecuária. Porém, a cana-de-açúcar, em todos os cenários e tempos decorridos, sempre foi e ainda é a cultura intermitente.

Pode-se compreender que hoje a cidade de Areia deve agradecer aos primeiros impulsionadores da economia daquela época, que girava em torno do processamento da cana como produto principal para seus derivados, sendo eles a cachaça e a rapadura, como descreve Almeida (1994) ao afirmar que inicialmente a ocupação do brejo paraibano passou desde as pequenas plantações do cultivo de lavouras, como cultura de subsistência, até o início das plantações de cana-de-açúcar para atender o mercado que fomentava essa cultura, mercado esse que girava em torno do surgimento dos primeiros engenhos. No município de Areia o registro mais antigo de um engenho refere-se ao engenho Bolandeira, de 1764, como descreve Almeida (1994).

Sabe-se que a cidade de Areia viveu um breve período de apogeu na segunda metade do século XIX, devido a um período de prosperidade dos engenhos de açúcar (ALMEIDA, 1958). Muitos eram os engenhos que surgiam e faziam com que a cidade cada vez mais se tornasse soberana na produção dos derivados da cana-de-açúcar, só que uma mudança neste cenário estava prestes a acontecer, quando uma usina chamada “Santa Maria” surgiu em seu município, em 1931, mais precisamente onde hoje é o Distrito de Santa Maria. A instalação desta usina trouxe muito desenvolvimento, riquezas e milhares de empregos diretos e indiretos. Entretanto, houve um declínio dos engenhos, uma vez que com a usina muitos deles tornaram-se fornecedores de cana para ela (ALMEIDA, 1994).

O complexo do parque agroindustrial Santa Maria (Figura 2) só abriria espaço novamente para uma nova era de senhores de engenho no início da década de 1990, quando teve fim o sistema de incentivo governamental chamado Proálcool. Assim, esse parque agroindustrial viu-se sem impulso para instalar em suas áreas um sistema de mecanização da colheita, devido ao relevo acidentado, tendo suas terras altamente degradadas pelo manuseio incorreto, entre alguns outros fatores de administração que foram cruciais para a falência do grande império daquela época.

**Figura 2** - Parque Agroindustrial Usina Santa Maria.



**Fonte:** <https://areiaontemhoje.blogspot.com/2016/12/em-virtude-da-grande-opportunidade.html>

Nos dias atuais, o que se vê na região em que se localizava a grande indústria são suas ruínas, restando lá o armazém onde armazenavam os sacos de açúcar, a chaminé imponente

pelo seu tamanho e os casarões e construções que ainda beneficiam os moradores que se fixaram naquela região e que hoje vivem uma nova realidade em torno da cultura da banana e divisões das terras através da reforma agrária. Almeida (1958) afirma ter existido na região de Areia em torno de mais de cem engenhos, no final do século XIX, reduzindo em 20% na década de 1950. Ainda mais crítico é o cenário no finalzinho da década de 1990, quando a redução no número de engenhos foi de mais de 90% (ALMEIDA, 1994).

Atualmente, Areia, através da cultura da cana-de-açúcar, soube se reinventar, trazendo modernidade em seus engenhos, maior tecnologia em suas áreas de plantio e não se tornou totalmente dependente da venda de seus produtos. Areia passou a viver o que chamamos de uma nova era de ouro desta região com a produção da cachaça e, por consequência de sua história, o turismo é o motor que impulsiona os avanços desta terra. A exemplo disso temos a criação do projeto “Caminho dos Engenhos”, que é uma atividade praticada em algumas propriedades e que vem crescendo a cada ano, não só trazendo o turista para conhecer, mas trazendo consigo uma cadeia de desenvolvimento, como a necessidade de restaurantes, bares, pousadas, entre outros.

Assim, Areia necessitava de um reconhecimento mais expressivo sobre um produto característico de sua identidade, a cachaça, e foi assim que em 19 de abril de 2021 Areia ganha grande destaque nacional e internacional por ser considerada, segundo a Lei nº 11.873, como a “Capital Paraibana da Cachaça”. Para se ter ideia da importância que este título traz para a cidade, não é de se surpreender que muitos turistas de todos os estados brasileiros visitam Areia com maior interesse em conhecer seus engenhos, mas também de apreciarem as mais variadas cachaças produzidas, garantindo para a viagem muitos exemplares que servem de presente para seus amigos e familiares.

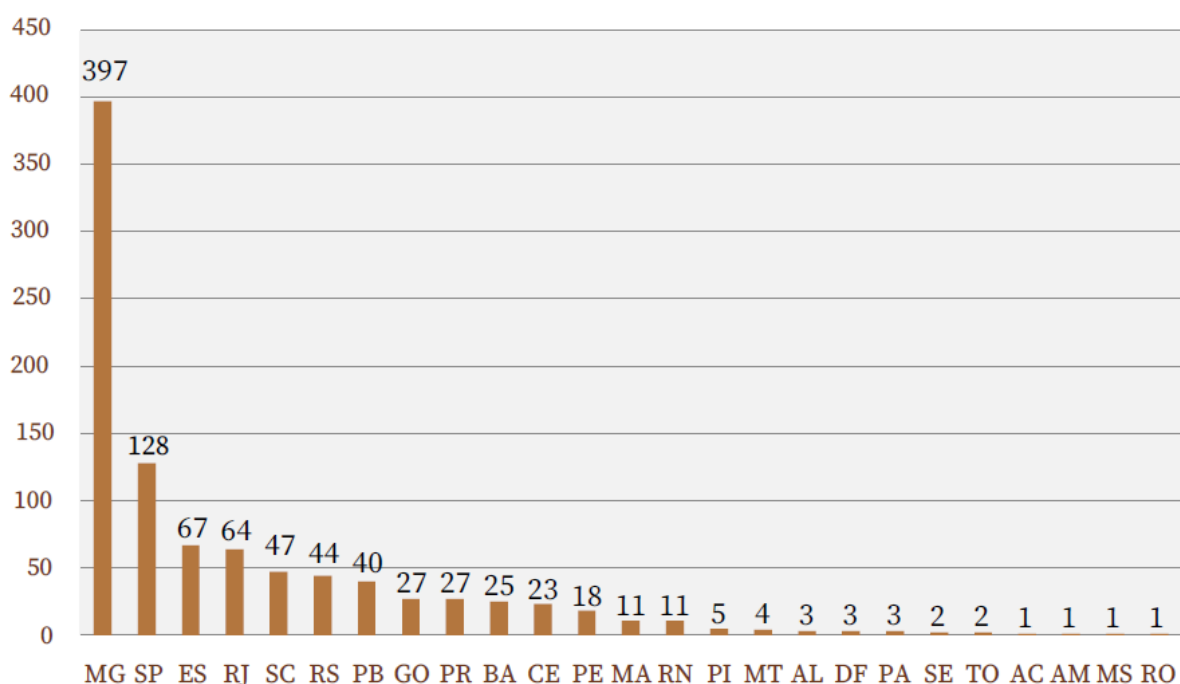
Como pode-se observar na Tabela 1, Areia ocupa hoje o quarto lugar entre os municípios do país com mais estabelecimentos produtores de cachaça, segundo dados fornecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no Anuário da Cachaça 2021, saindo da sétima para a quarta posição, entre 2020 e 2021.

**Tabela 1** - Registros de estabelecimentos produtores de cachaça por município.

| UF | Município          | Nº Estabelecimentos |
|----|--------------------|---------------------|
| MG | Salinas            | 23                  |
| ES | São Roque do Canaã | 10                  |
| MG | Alto Rio Doce      | 9                   |
| PB | Areia              | 9                   |
| MG | Córrego Fundo      | 8                   |
| MG | Januária           | 8                   |
| SC | Luiz Alves         | 8                   |
| CE | Carnaubal          | 6                   |
| ES | Castelo            | 6                   |
| ES | Domingo Martins    | 6                   |
| MG | Perdões            | 6                   |
| PB | Alagoa Nova        | 6                   |
| RJ | Paraty             | 6                   |

Fonte: Adaptado de MAPA (2021).

A Paraíba possui 40 estabelecimentos de produtores de cachaça, ficando entre os dez estados com mais estabelecimentos, conforme o Gráfico 1.

**Gráfico 1** - Registros de estabelecimentos produtores de cachaça por UF.

Fonte: MAPA (2021).

Observa-se na Tabela 2, que Areia, a capital paraibana da cachaça, ocupa o quarto lugar entre os municípios com o maior número de marcas de cachaça reconhecida pelo MAPA, em 2020, chegando a ultrapassar até mesmo Paraty, RJ.

**Tabela 2** - Marcas de cachaça por município.

| <b>UF</b> | <b>Município</b> | <b>Nº de Marcas</b> |
|-----------|------------------|---------------------|
| <b>MG</b> | Salinas          | 166                 |
| <b>MG</b> | Itaverava        | 159                 |
| <b>RS</b> | Ivoti            | 119                 |
| <b>PB</b> | Areia            | 80                  |
| <b>RJ</b> | Paraty           | 79                  |
| <b>SP</b> | Catanduva        | 69                  |
| <b>MG</b> | Piumhi           | 65                  |
| <b>SC</b> | Luiz Alves       | 63                  |
| <b>SP</b> | Pirassununga     | 59                  |
| <b>MG</b> | Piranga          | 56                  |

**Fonte:** Adaptado de MAPA (2021).

Hoje a cachaça em Areia é a grande responsável por girar a roda da economia da região, afetando aspectos culturais e fazendo com que a valorização em cima desta iguaria se torne cada vez mais destaque no cenário local, regional, nacional e porque não dizer até mesmo no cenário mundial, tendo recentemente uma de suas cachaças premiadas com o selo de melhor cachaça do mundo (PARAÍBAJA, 2022).

## 2.4 CACHAÇA X AGUARDENTE, LEGISLAÇÃO E PADRÕES DE QUALIDADE

A cachaça tem ocupado cada vez mais espaço e respeito no território brasileiro, o que fez com que em 21 de dezembro de 2001, o ex-presidente da república Fernando Henrique Cardoso assinasse o decreto nº 4.062, reconhecendo a cachaça como produto unicamente do Brasil, protegendo, assim, a sua identidade no país (PINHEIRO, 2010).

Segundo Almeida e Dias (2018), a denominação cachaça é uma conquista do produtor brasileiro, regulamentada e decretada em lei. Da mesma forma que a tequila, o conhaque, o Bourbon e muitas outras bebidas têm denominação de origem, a cachaça também tem a sua, o Brasil. Logo, toda vez que alguém esteja diante de uma garrafa de cachaça saberá que ela foi produzida exclusivamente em território brasileiro.

De acordo com a Portaria Nº 339, a cachaça é um produto único, feito a partir do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, não tendo cachaça feita de outras matérias-primas. Além disso, o seu teor alcoólico deve estar entre trinta e oito a quarenta e oito por cento em volume, a vinte graus Celsius.

Assim, pode-se afirmar que toda cachaça é uma aguardente, mas nem toda aguardente é uma cachaça, uma vez que apesar da aguardente ter o mesmo processo de produção, o seu grau alcoólico é um pouco mais elevado chegando até os 54% de volume. Além disso, a aguardente pode ser produzida em qualquer lugar do mundo, a partir da cana-de-açúcar ou de outras matérias-primas, como uva, pera, maçã, diferentemente da cachaça.

A partir dessa diferenciação de cachaça e aguardente por lei, precisou-se desenvolver outros critérios também documentados em lei para a padronização, registro, inspeção, produção e fiscalização das bebidas alcoólicas, inclusive a cachaça e a aguardente. Pois, segundo Pinheiro (2010), a clandestinidade na produção destas bebidas é muito elevada, ou seja, sem qualquer tipo de registro.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no dia 28 de junho de 2021, através da portaria Nº 339, foi estabelecido os Padrões de Identidade e Qualidade da aguardente de cana e da Cachaça (Tabela 3), revogando alguns atos normativos antigos, I - Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005; II - Instrução Normativa nº 28, de 8 de agosto de 2014; III - Instrução Normativa nº 27, de 13 de setembro de 2012; IV - Instrução Normativa nº 27, de 15 de maio de 2008; e V - Instrução Normativa nº 58, de 19 de dezembro de 2007 (BRASIL, 2021).

**Tabela 3** - Parâmetros analíticos dos Padrões de Identidade e qualidade de cachaça e aguardente, regulamentada pela Portaria Nº 339, de 28 de junho de 2021.

| Parâmetros                                                   | Unidades                   | Limite |        |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|--------|
|                                                              |                            | Mínimo | Máximo |
| <b>Graduação alcoólica cachaça</b>                           | -                          | 38 °GL | 48 °GL |
| <b>Graduação alcoólica aguardente</b>                        | -                          | 38 °GL | 54 °GL |
| <b>Acidez volátil (cachaça) expressa em ácido acético</b>    | mg/100 mL de álcool anidro | -      | 130    |
| <b>Acidez volátil (Aguardente) expressa em ácido acético</b> | mg/100 mL de álcool anidro | -      | 150    |
| <b>Ésteres (cachaça), expressa em acetato de etila</b>       | mg/100 mL de álcool anidro | -      | 150    |

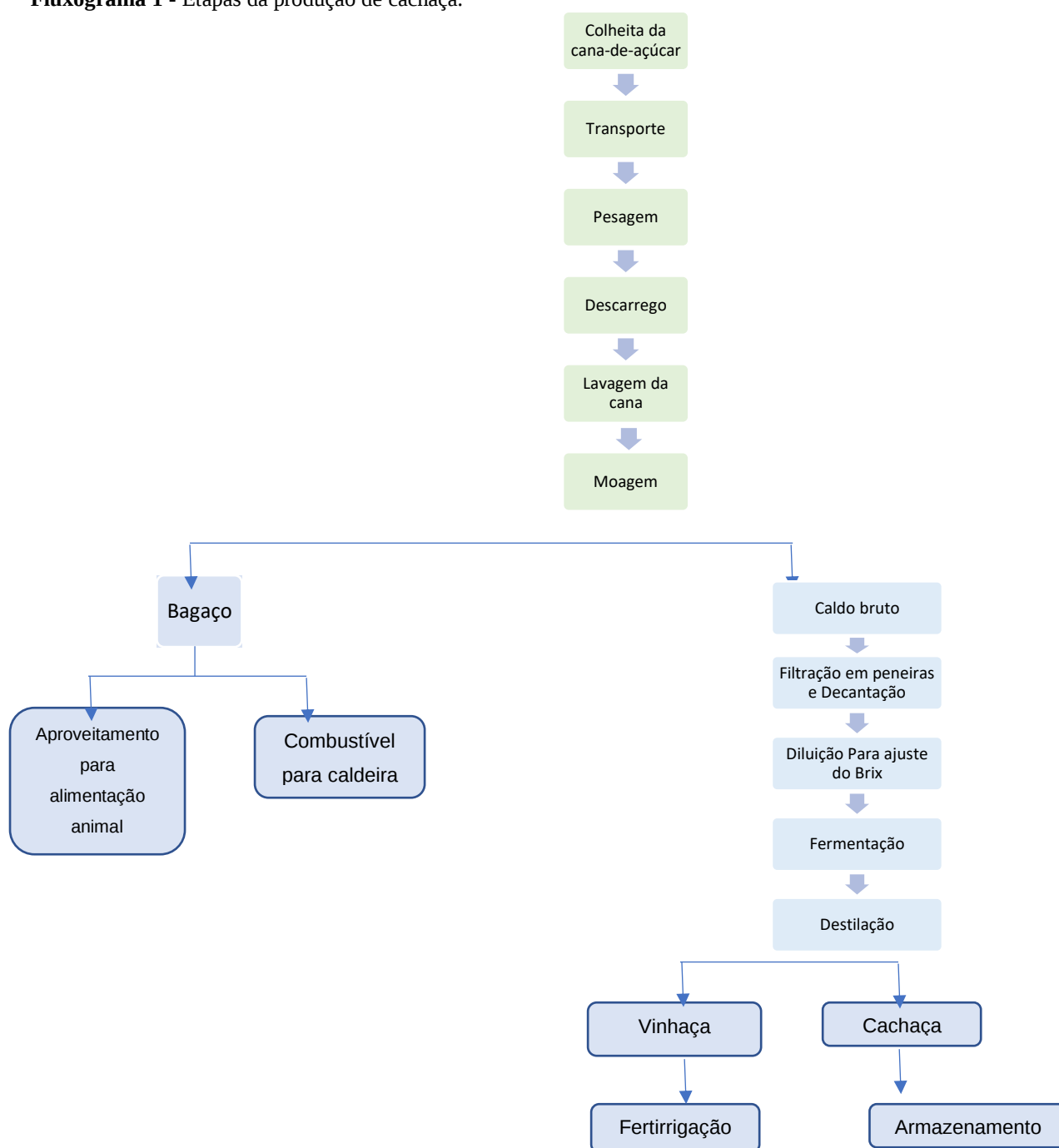
|                                                           |                            |   |     |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------|---|-----|
| <b>Ésteres (Aguardente), expressa em acetato de etila</b> | mg/100 mL de álcool anidro | - | 200 |
| <b>Aldeídos, em acetaldeído</b>                           | mg/100 mL de álcool anidro | - | 30  |
| <b>Soma de álcoois superiores</b>                         | mg/100 mL de álcool anidro | - | 360 |
| <b>Cobre</b>                                              | mg/L                       | - | 5,0 |
| <b>Furfural</b>                                           | mg/100 mL de álcool anidro | - | 5,0 |
| <b>Metanol</b>                                            | mg/100 mL de álcool anidro | - | 20  |

**Fonte:** Adaptado de BRASIL (2021).

## 2.5 PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CACHAÇA

O processo de produção da cachaça abrange diversas etapas, que vão desde a escolha do tipo de cana, passando pela época certa da colheita, o tempo de moagem, os ingredientes e o tempo de fermentação, a forma de destilação e os tonéis para o envelhecimento, até o engarrafamento (CABRAL; KREMER; TROSSINI, 2006). Muitas vezes o consumidor ao degustar uma dose de cachaça não imagina o quanto de fatores e variáveis estão por trás da produção daquela bebida, pois são estas etapas de produção que garantem ao produto final uma maior ou menor qualidade. Um controle em cada etapa deve ser seguido com intuito de garantir e assegurar que a matéria-prima seja processada da melhor maneira possível, sendo observado ao final do processo um produto com a presença mínima de contaminantes.

Cada engenho, destilaria, ou usina tem seu processo de fabricação da cachaça, desde a mão-de-obra mecanizada ou manual nos canaviais, até a destilação em pequenos alambiques ou grandes colunas industriais. Porém, o processo segue um mesmo conceito, que visa unicamente a qualidade de seu produto final, e que obedece aos limites exigidos pelo órgão de fiscalização. Por isso, comumente na região do brejo paraibano o que se vê é a produção de cachaça de maneira mais artesanal, o que garante maior qualidade de seus produtos, como mostra o Fluxograma 1.

**Fluxograma 1** - Etapas da produção de cachaça.

**Fonte:** Elaboração própria, 2022.

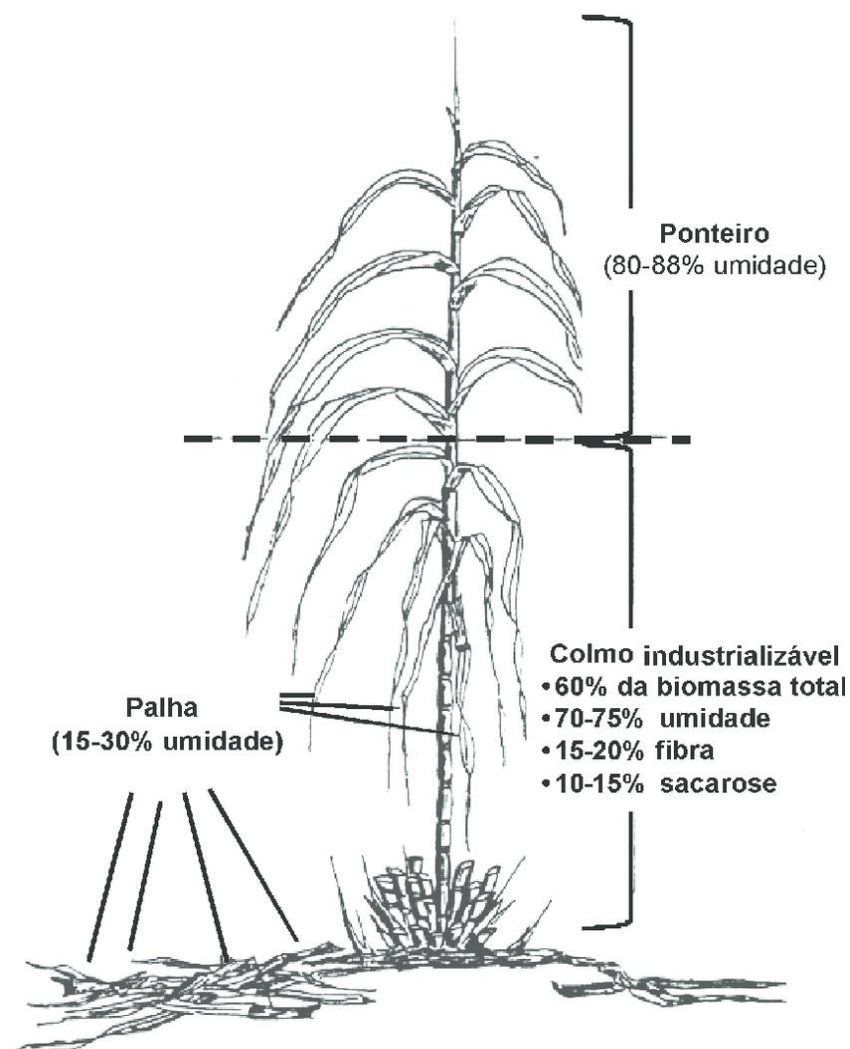
### 2.5.1 Colheita da cana-de-açúcar, transporte, pesagem e descarrego

Inúmeras são as diretrizes a serem tomadas para se obter uma cachaça de qualidade, como: a busca por variedades de cana-de-açúcar que se adaptem melhor ao solo, período de safra e clima da região, procedimentos de colheita muito bem executados, de forma a inibir o aumento de impurezas, minerais e vegetais na matéria-prima, os quais prejudicam a qualidade

e riqueza do caldo. As empresas produtoras de cachaça localizadas no município de Areia utilizam um meio de colheita “Semimecanizada”, com queima prévia da palha da cana ou não.

A cana-de-açúcar ilustrada na Figura 3 é composta por quatro componentes: colmo, palmito (ponteiro), folhas verdes e folhas e a parte necessária a ser levada à indústria para a produção de cachaça é o colmo.

**Figura 3** - Partes da Cana-de-açúcar.



**Fonte:** MATSUOKA *et al.* (2012).

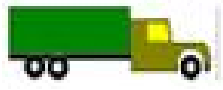
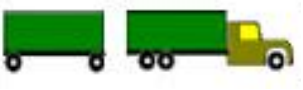
A colheita da cana-de-açúcar dar-se por meio de etapas nas quais o corte é feito manualmente e o carregamento por carregadoras mecânicas em unidades de transporte. Geralmente antes do corte ocorre a queima da palha, com a finalidade de facilitar a colheita, melhorar a segurança do trabalhador e aumentar o rendimento da atividade, sendo de 9 a 15 toneladas por dia a quantidade média de cana cortada por um trabalhador. O fogo afasta do talhão animais peçonhentos, evitando acidentes, além de ajudar na eliminação de pragas da cultura. No entanto,

essa queima, segundo Vitti e Mazza (2002), causa a formação de furfural e de hidrozimetilfurfural no caldo da cana, comprometendo a fermentação e a formação de um produto final de qualidade.

O produtor que utiliza o método de queima da cana não consegue impedir que esta afete diretamente a qualidade de sua matéria-prima, em relação a perda da sacarose por exsudação, uma vez que ao efetuar a queima a sacarose presente nos colmos da cana-de-açúcar, ao ser exposta a altas temperaturas, em questão de segundos compromete fisicamente a sua estrutura. Diante disso, o ideal é que o quanto mais rápido for o processamento da cana, menos perda e maior qualidade serão preservados e irá assim garantir um produto final mais aceitável.

Após a queima, corte e carregamento, a cana é transportada até a empresa através de caminhões específicos e que atendam as limitações de cada área de corte, pois devido a região do Brejo de Areia possuir relevo acidentado nem todos os caminhões são capazes de vencer o grau de inclinação, ou mesmo não possuem tração suficiente para chegar a certos locais. Hoje percebe-se um avanço tecnológico dos meios de transportes de cana, em comparação com o passado, saindo dos caminhões toco para o sistema romeu e julieta, que é um sistema de transporte mais econômico, operando com uma quantidade menor de caminhões e obtendo várias vantagens operacionais. O Quadro 1 ilustra as composições mais comuns do transporte de cana-de-açúcar utilizado pelas empresas.

**Quadro 1** - Descrição das composições mais comuns do transporte de cana.

| <b>Composição</b>                   | <b>Esquema</b>                                                                      | <b>Descrição</b>                                                            |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Truck/ Toco/<br/>Caminhão</b>    |  | Caminhão plataforma<br>(capacidade 15 ton)                                  |
| <b>Romeu e<br/>Julieta/Biminhão</b> |  | Caminhão plataforma com<br>uma carreta acoplada<br>(capacidade 30 a 35 ton) |

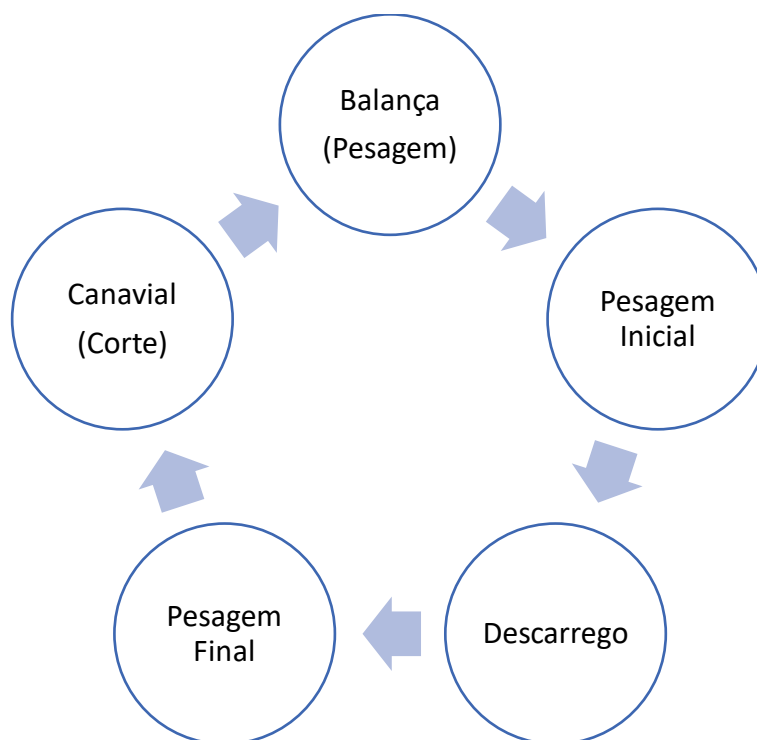
**Fonte:** Adaptado de Silva (2006).

O tipo da cana-de-açúcar caracteriza a densidade de sua carga no transporte, seja ela torta, reta ou com impurezas. Por exemplo, a cana-de-açúcar torta aumenta os espaços vazios, diminuindo a densidade da carga. O Romeu e Julieta com bate-volta é o transporte mais econômico, por fazer mais viagens por dia, ou seja, o caminhão não espera para carregar nem para descarregar na indústria que vai processá-la. O dimensionamento do transporte é realizado de acordo com a cana-de-açúcar total a ser transportada por dia ou por hora de moagem e o tipo

de transporte. A quantidade de cana-de-açúcar transportada no dia é basicamente a mesma durante todo o período de safra, obedecendo a um planejamento prévio limitado pela capacidade de moagem de cada empresa, a não ser pela chuva que às vezes impossibilita o acesso até o local do corte, fazendo até mesmo a empresa parar sua moagem devido à falta de cana.

Pode-se observar na Figura 4 que a primeira etapa a ser seguida quando o caminhão carregado chega na empresa é a sua pesagem. Porém, inicialmente se verifica o tipo de cana transportada (se própria ou de terceiros) e o fornecedor. Em seguida, realiza-se a pesagem inicial do caminhão carregado de cana, identificando a placa do caminhão, modelo, nome do motorista, dentre outras informações. Após a pesagem o caminhão segue para o descarrego e só após o descarrego da cana é que ele retorna à balança para uma nova pesagem, esta agora para definir a sua Tara, que é referente ao peso do caminhão escoteiro. Sendo assim, faz-se um cálculo de massa do caminhão carregado, menos a massa sem a carga, o que resta é a massa unicamente da cana-de-açúcar, que será utilizada como dado para pagamentos de fornecedores e para cálculos de toneladas de cana processadas por hora, rendimento do caldo de cana, entre outros.

**Figura 4** - Sistema de recepção e descarregamento da cana-de-açúcar no local de fabricação da cachaça- Fluxo de Caminhão.



**Fonte:** Elaboração própria, 2022.

O descarrego onde a cana é retirada do caminhão transportador é realizado por meio de uma máquina denominada “Motocana” (Figura 5), sendo essa a mais comumente utilizada nos engenhos produtores de cachaça da região do município de Areia, ou por uma estrutura metálica denominada “Hilo” (Figura 6), que consiste em um guindaste tombador lateral que é formado por uma torre sólida de 15 m de altura e que apresenta ângulo de 75° com relação à horizontal, esta última caracterizada pela modernidade que as indústrias da região vêm adquirindo na produção de seu destilado. É de suma importância entender que por menor que seja a variável no processo de produção da cachaça, qualquer que seja a mudança vai impactar diretamente na qualidade do produto final. Ou seja, nas indústrias que utilizam o método de descarregamento da cana através da motocana observa-se uma maior demora para liberação do caminhão transportador para que ele retorne para o local de corte, sem mencionar que ao ser descarregada a cana-de-açúcar sobre amassos pelos pneus da máquina o que prejudica a qualidade inicialmente da matéria-prima e, por consequência, vir a ser contaminada.

**Figura 5** - Carregadeira Motocana, utilizada no carregamento e descarrego do caminhão transportador de cana.



---

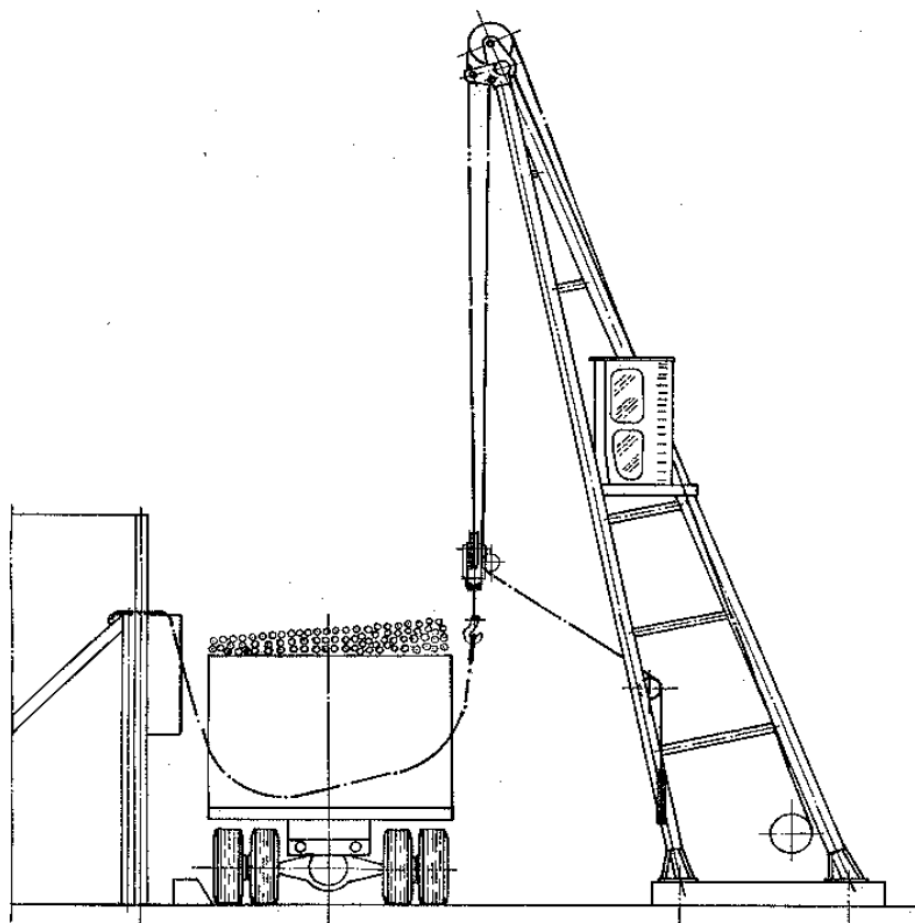
Fonte: [motocana.com.br](http://motocana.com.br)

Por outro lado, na indústria que já conta com o descarregamento por meio da estrutura de guindaste, a retirada da cana do caminhão ocorre cerca de dez vezes mais rápido. Esse guindaste é construído para operar com cargas de cana de até 20 toneladas, sendo acionado por

motor elétrico e podendo descarregar até 12 veículos por hora. A capacidade de processamento desse tipo de equipamento é de 180 a 200 toneladas de cana por hora. Pois, a estrutura funciona de maneira que retiram a carga completamente do caminhão quando cabos de aço que passam por baixo da carga são tracionados pelo seu enrolamento, resultando no levantamento da carga e seu tombamento sobre o pátio de estocagem. Este método garante uma maior qualidade ao estado da matéria-prima, que será processada pois não danifica a sua estrutura por esmagamento.

Este método de retirada de cana do caminhão de transporte possibilita uma maior agilidade em todo sistema, uma vez que a cana que está cortada no campo necessita ser ligeiramente levada à indústria que irá processá-la, garantido menos perda de sacarose e, conseqüentemente, menos contaminação. Possibilita também que o fornecedor tenha um maior ganho perante a cana fornecida para a empresa, pois a quantidade de toneladas de cana por dia torna-se com este sistema maior, sendo assim tem-se uma maior lucratividade por parte do fornecedor terceirizado.

**Figura 6** - Descarregamento de cana inteira com guindaste Hilo.



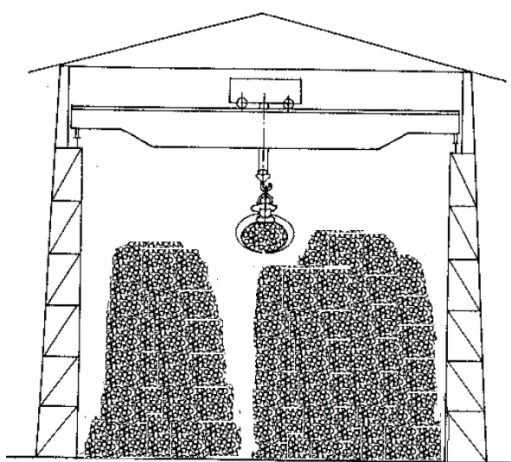
**Fonte:** CTC (1999).

### 2.5.2 Estocagem e lavagem da cana

A cana, ao ser retirada do caminhão de transporte por meio do guindaste ou por auxílio da motocana, é depositada no pátio de estocagem, o qual é totalmente calçado e irá garantir o abastecimento da indústria, podendo também controlar o processamento da cana mais nova ou mais velha. Com o avanço tecnológico nos engenhos observa-se a substituição do método de estocagem em pátio utilizando a carregadeira motocana, pela estocagem utilizando a ponte rolante, uma vez que a segunda não pisoteia a cana, o que assegura maior qualidade ao produto que irá ser processado. O modelo mais antigo possibilita uma maior contaminação na cana-de-açúcar, pois a máquina, ao estocar, também esmaga as que por ventura venham a cair em seu caminho. A vantagem também de se utilizar a ponte rolante é que existe uma maior agilidade em todo processo, podendo elevar o tamanho dos estoques e podendo acelerar a produção, uma vez que a estrutura pode estocar maior quantidade de toneladas de cana, e ao mesmo tempo alimentar a mesa de lavagem.

A Figura 7 mostra a estrutura da ponte rolante, a qual é constituída de vigas metálicas que se movem sobre trilhos paralelos. Essa estrutura sustenta um dispositivo móvel denominado carro, que se movimenta em todo o espaço entre os trilhos e é equipada com uma garra hidráulica que apanha a cana estocada sem que ela necessite estar amarrada por cabos. Esse tipo de equipamento pode realizar de 10 a 20 transportes de cana por hora, deslocando até 5 toneladas de cana por viagem. A ponte rolante possui três tipos de movimentos, que seriam: o ascensional ou de elevação da carga (numa velocidade de 6 a 12 m por minuto), um movimento de translação do carro sobre a ponte no sentido transversal aos trilhos e um movimento da ponte propriamente dita, que pode atingir até 180 m por minuto de velocidade.

**Figura 7** - Ponte Rolante com garras para cana inteira.



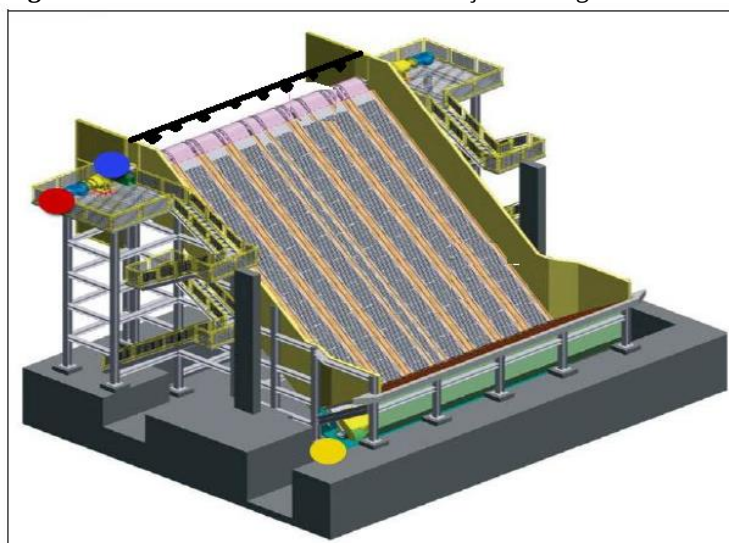
**Fonte:** Adaptado de Ripoli e Ripoli (2005).

A garra hidráulica carregada é controlada por meio de um operador que fica na parte superior da estrutura e se movimenta conforme a estrutura da ponte também é movimentada. Esse é o responsável por analisar se a carga de cana que está na garra hidráulica irá para o pátio de estocagem ou se será levada direto para a mesa de lavagem.

A lavagem da cana tem como finalidade a sua limpeza, uma vez que ela se encontra com muitas impurezas que prejudicarão as etapas seguintes e irão impactar negativamente a qualidade do produto final (cachaça). Essa lavagem pode ser realizada na mesa alimentadora (Figura 8), a qual tem como objetivo manter a regularidade da alimentação dos picadores de cana, sendo que seu funcionamento é intermitente, despejando a cana na esteira de forma a resultar num fluxo o mais regular possível.

A mesa é acionada por um motor elétrico e é constituída por uma plataforma retangular, composta por uma chapa metálica e de dimensões médias de 8 m x 6 m. A plataforma apresenta aberturas longitudinais pelas passam correntes sem fim com saliências que arrastam a cana em direção à esteira. O número de correntes é proporcional à largura da mesa, podendo se estimar uma distância entre elas, variando de 60 a 100 cm. A mesa alimentadora é classificada como mesa de grande inclinação com 45°, onde, por sua vez, trabalha numa velocidade maior, com uma camada bem baixa, o que propicia uma alimentação muito mais regular e de fácil controle, aumentando sensivelmente a eficiência da lavagem da cana.

**Figura 8** - Mesa Alimentadora com inclinação de 45 graus.



**Fonte:** Adaptado de <http://www.promacbrasil.com.br/> (2014).

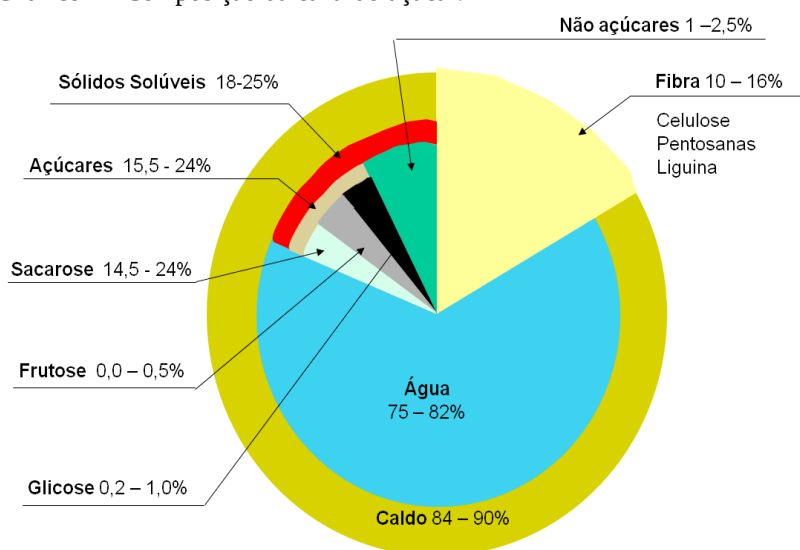
Na mesa alimentadora é disposta uma tubulação em toda a sua extensão longitudinal, com bicos aspersores por meio dos quais é aplicada a água sob pressão. Dessa forma são

retiradas as partículas de terra, argila e material vegetal como a palha, que acompanha o colmo. A finalidade é a obtenção de colmos de cana limpos para que, na operação seguinte (extração), se obtenha um caldo ou garapa mais limpo. Segundo SEBRAE (1999), quando a cana em condições de sujeira é levada para o processo, pode-se desencadear um decréscimo na produção, pois esta traz consigo microrganismos indesejáveis, que afetam principalmente a fermentação, comprometendo a comercialização final do produto. As partículas de terra, caso estejam presentes no caldo, em especial a areia, causam excessivo desgaste de componentes metálicos da indústria, como tubos, bombas e válvulas. Esse material acaba também sobrecarregando o sistema de tratamento de caldo, especialmente o decantador e o filtro.

### 2.5.3 Preparo da cana-de-açúcar antes da extração do caldo

De acordo o demonstrado no Gráfico 2, a composição da cana é basicamente formada por caldo e fibra. Segundo Castro e Andrade (2006), um colmo normal de cana madura contenha cerca de 12,5% de fibra e 88,0 % de caldo. Além disso possui aproximadamente 25,0 % de partes duras, constituídas pelos nós, e cascas, e 75,0 % das partes moles formadas pelas partes internas dos meritalos. A extração do caldo exige pressões extremamente elevadas, uma vez que o açúcar se encontra dissolvido nas células da cana, estando assim bastante protegido pelas paredes de tecidos fibrosos e aparentemente duros.

**Gráfico 2 - Composição da cana-de-açúcar.**

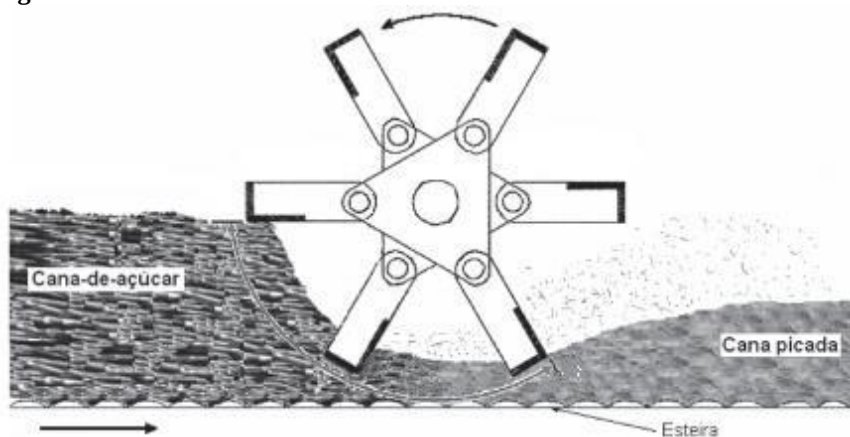


**Fonte:** [http://www.usinasaofernando.com.br/conteudo\\_site.asp?tipoID=3](http://www.usinasaofernando.com.br/conteudo_site.asp?tipoID=3)

Assim para facilitar a extração do caldo destas partes duras da cana faz-se necessário o seu preparo, melhorando, assim a sua extração das partes moles (entre-nós). Sendo assim necessário romper esses tecidos para facilitar o trabalho de esmagamento pelos frisos das moendas na etapa seguinte. Por isso, logo após a cana ser limpa pelos jatos de pressão de água da mesa alimentadora, ela é depositada na esteira que conduzirá a matéria-prima (cana) para ser picada em pedaços menores. Nesta etapa o picador constituído por facas metálicas (Figura 9) é quem atua nesta função, facilitando para que esta, na etapa seguinte, não venha a causar algum problema na estrutura do desfibrador (Figura 10), que por sua vez irá desfibrar esses pedaços menores da cana, expondo as fibras que contém o caldo de cana para a próxima etapa, que é a extração através do caminho que esta fibra percorre entre as moendas.

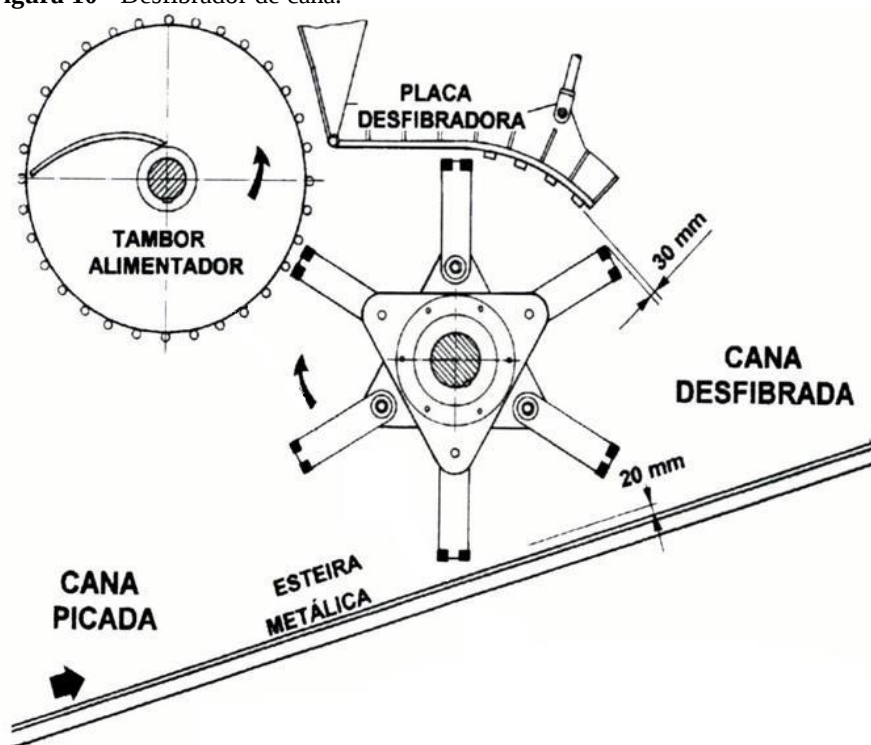
É importante perceber que quanto menor forem os problemas na estrutura da cana inteira, menor serão os danos na estrutura das máquinas que serão utilizadas para a extração do caldo, possibilitando assim maior agilidade em todo processo e garantindo menores perdas de sacarose. De acordo com Nogueira e Venturini Filho (2005), a maior extração de caldo de cana está inteiramente interligada com a eficiência da picagem e desfibragem da cana.

**Figura 9** - Picador de cana.



**Fonte:** [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-92242010000200003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-92242010000200003)

**Figura 10** - Desfibrador de cana.



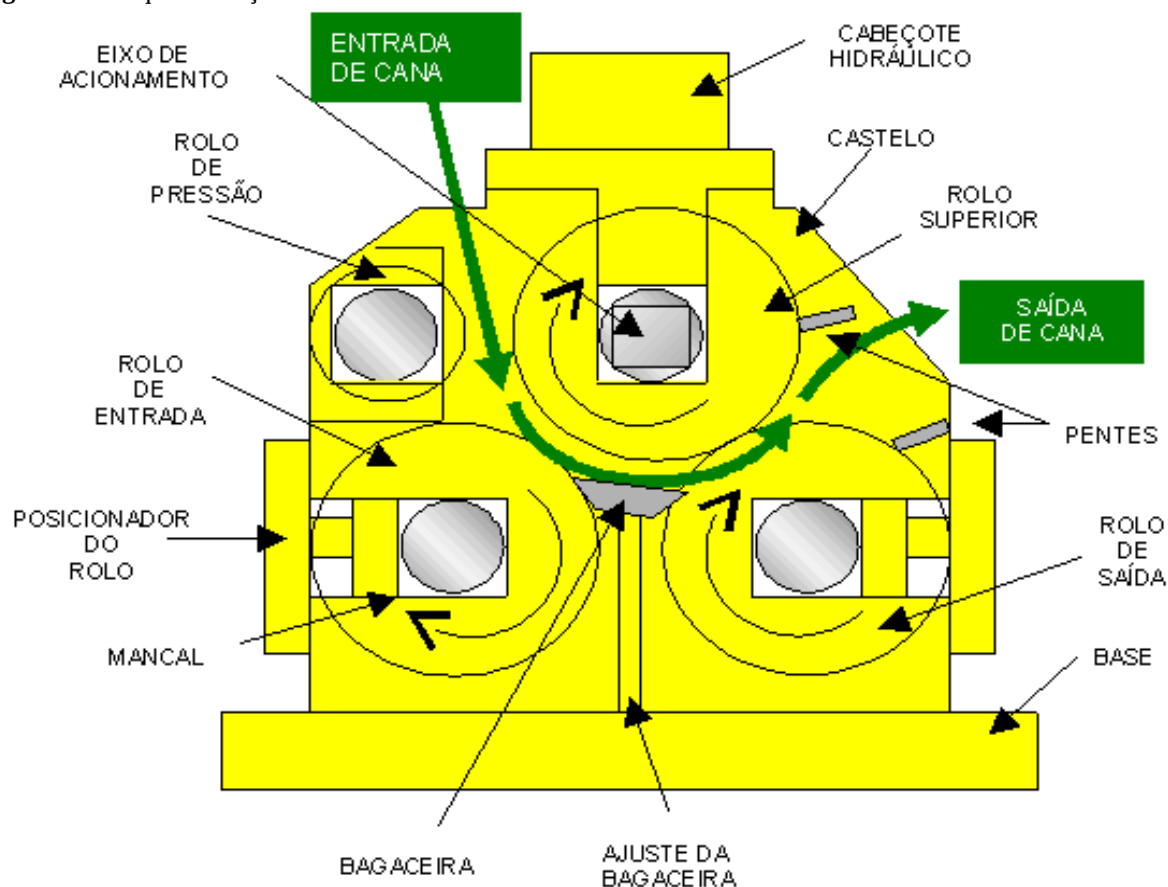
**Fonte:** <http://www.fatecc.com.br/eadmoodle/tecnicoacucarealcool/tecnologiaacucarealcool2.pdf>

### 2.5.4 Moagem

A moagem é o processo físico que consiste em separar o caldo da fibra. A cana-de-açúcar, livre da maior parte do material estranho e impurezas pela lavagem e desfibrada, está pronta para ser submetida à próxima operação, que é a extração do caldo. O processo de extração do caldo de cana é feito por meio da moenda de quatro rolos (Figura 11) onde a cana desfibrada recebe três pressões, sendo a primeira entre o rolo de pressão e o rolo superior, a segunda compressão entre o rolo superior e o rolo de entrada e, por último, entre o rolo superior e o rolo de saída. Entre essas três pressões existe uma peça metálica curva, de ferro fundido, denominada bagaceira, cuja função é encaminhar o material fibroso da primeira compressão. Geralmente mais de uma moenda é utilizada, o que se denomina ternos de moendas, com a finalidade de recuperar o açúcar que está dissolvido na garapa, armazenado nos tecidos de reserva dos colmos da cana (VENTURINI FILHO, 2010).

Quanto mais ternos de moenda, maior será a extração de caldo de cana, o que resultará em um maior rendimento de caldo, elevando também a produção do destilado e produto final.

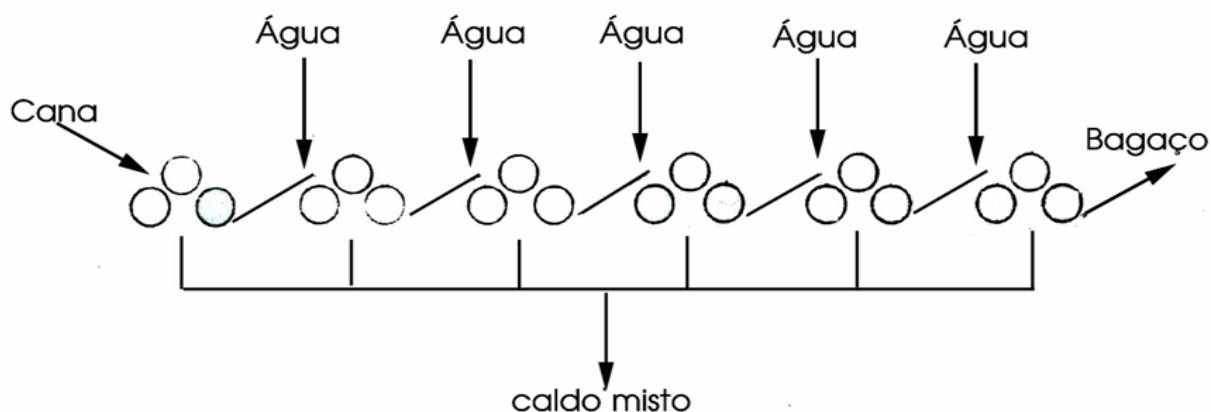
**Figura 11** - Esquemática de um terno de Moenda.



**Fonte:** Ribeiro (2003).

A fibra da cana, ao passar por cada um dos ternos de moenda, que podem variar de 1 a 5, sofre embebição com água (Figura 12), que tem por finalidade diluir a sacarose contida no bagaço, aumentando ainda mais a extração do açúcar, o que pode alcançar de 80% a 92% de extração.

**Figura 12** - Esquemática de Embebição.



**Fonte:** <http://www.fatecc.com.br/eadmoodle/tecnicoacucarealcool/tecnologiaacucarealcool2.pdf>

### 2.5.5 Filtração, Decantação

O caldo de cana ao ser extraído é direcionado para etapas seguintes que irão filtrar e decantar o caldo, tendo como finalidade deixar a garapa o mais limpa possível, minimizando assim, os focos de infecções, e produtos que sejam indesejáveis para a qualidade da bebida. Assim, o caldo de cana passa a ser reconhecido como mosto, e estará apto para inoculação das leveduras (LIMA; AQUARONE; BORZANI, 2001; VENTURINI FILHO, 2010).

### 2.5.6 Fermentação

A fermentação é a etapa mais importante para obter-se uma cachaça de qualidade, uma vez seguida corretamente todas as etapas, desde a colheita até a obtenção do mosto de cana.

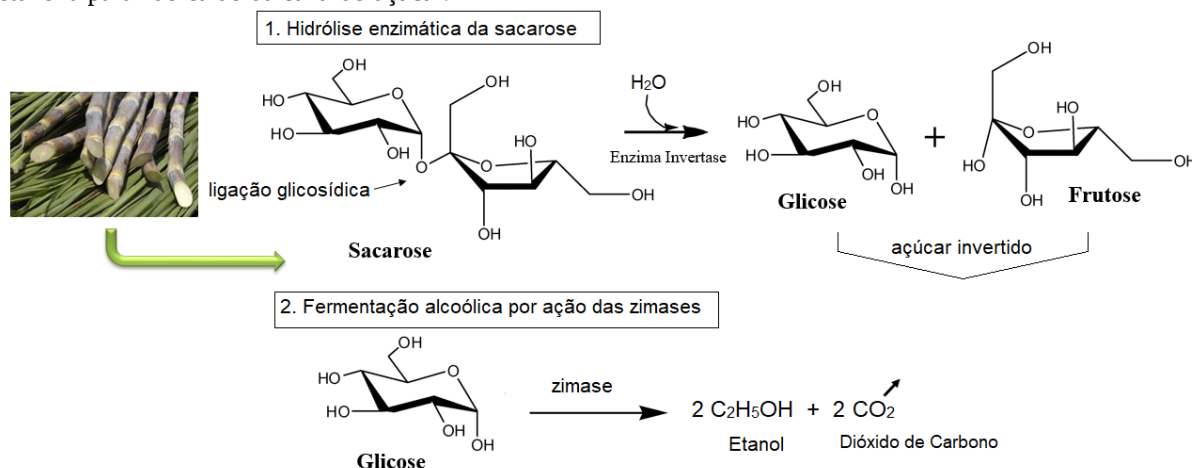
O mosto de cana limpo de impurezas é direcionado para as dornas de fermentação, com tamanhos variados, a depender da quantidade de caldo produzido pela empresa. Lá nessas dornas o caldo de cana é submetido a presença de microrganismos *Saccharomyces cerevisiae*, que é o mais utilizado, responsáveis pela transformação dos açúcares presentes em etanol, gás carbônico e água.

A fermentação alcoólica do caldo da cana-de-açúcar é um processo exotérmico de transformação química de açúcares ( $C_6H_{12}O_6$ ) em etanol ( $C_2H_5OH$ ) e gás dióxido de carbono ( $CO_2$ ) como produtos finais. Conforme observa-se na Figura 13, a fermentação ocorre basicamente em dois processos: hidrólise da sacarose e processo bioquímico de fermentação alcoólica mediada pela ação de enzimas de leveduras e outros microrganismos que fermentam a glicose (RODRIGUES *et al.*, 2000).

A cana de-açúcar contém um dissacarídeo, a sacarose, que pode sofrer hidrólise quando reage com ácidos diluídos ou sob influência de uma enzima chamada invertase. Quando hidrolisada, a ligação glicosídica da sacarose é rompida, resultando em dois monossacarídeos: a glicose e a frutose (o açúcar invertido). Essa reação é chamada de inversão da sacarose, sendo essas as substâncias (a glicose e a frutose – o açúcar invertido) que sofrem o processo de fermentação alcoólica (RODRIGUES *et al.*, 2000).

Na etapa do processo bioquímico, microrganismos, como as leveduras usualmente da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, ao se alimentar, produzem enzimas (zimase) que aceleram a transformação do açúcar em álcool (STECKELBERG, 2001). O açúcar invertido ou xarope de açúcar invertido é um líquido muito mais doce do que a sacarose em si e apresenta esse nome por conta de suas propriedades ópticas.

**Figura 13** - Hidrólise enzimática da sacarose e fermentação alcoólica por ação das zimases para produção de etanol a partir do caldo da cana-de-açúcar.



**Fonte:** produzido e adaptado de (RODRIGUES *et al.*, 2000; SANTOS, 2021).

Segundo Sonego (2016), fatores como altas concentrações de etanol, temperatura elevada, concentração de substrato, pH e a contaminação bacteriana, podem afetar o processo fermentativo, durante a produção de etanol. Peisino (1986), cita como exemplo a alteração causada no crescimento celular e, conseqüentemente, na velocidade de produção de etanol, reduzindo, portanto, a produtividade volumétrica do processo, quando o mosto de cana contém altas concentrações de etanol.

Peisino (1986), afirma ainda que a temperatura da fermentação e pH, deve ser controlada para evitar a proliferação de bactérias contaminantes, garantindo assim a produção desejada. O pH ótimo utilizado nos mostos industriais se encontra na faixa de 4,5 a 5.

Para Daré (2008), se não houve um controle nas condições de temperatura, acidez, concentração de açúcares, qualidade da cana, assepsia, preparação do inóculo e do mosto, outros tipos de microrganismos se desenvolverão durante a fermentação e competirão com as leveduras pelo mesmo substrato, o que afetará o crescimento das leveduras.

O final da fermentação pode ser identificado a partir da diminuição do desprendimento de  $\text{CO}_2$  o provocará a ausência de espuma na superfície do mosto, da redução da temperatura, do aumento da acidez e quando o vinho que é o resultado da fermentação que contém o álcool alcança um °Brix próximo de zero, devido ao esgotamento do substrato. Só ao observar esses aspectos é que será possível iniciar a nova etapa que é a destilação desse vinho.

### 2.5.7 Destilação

A destilação do mosto de cana fermentado denominado vinho, para a etapa de obtenção tanto de aguardente como de cachaça. Geralmente, essa etapa é executada na região do brejo

paraibano de duas maneiras, a destilação simples ou descontínua em alambiques de cobre, ou como destilação sistemática ou contínua em coluna de destilação em inox.

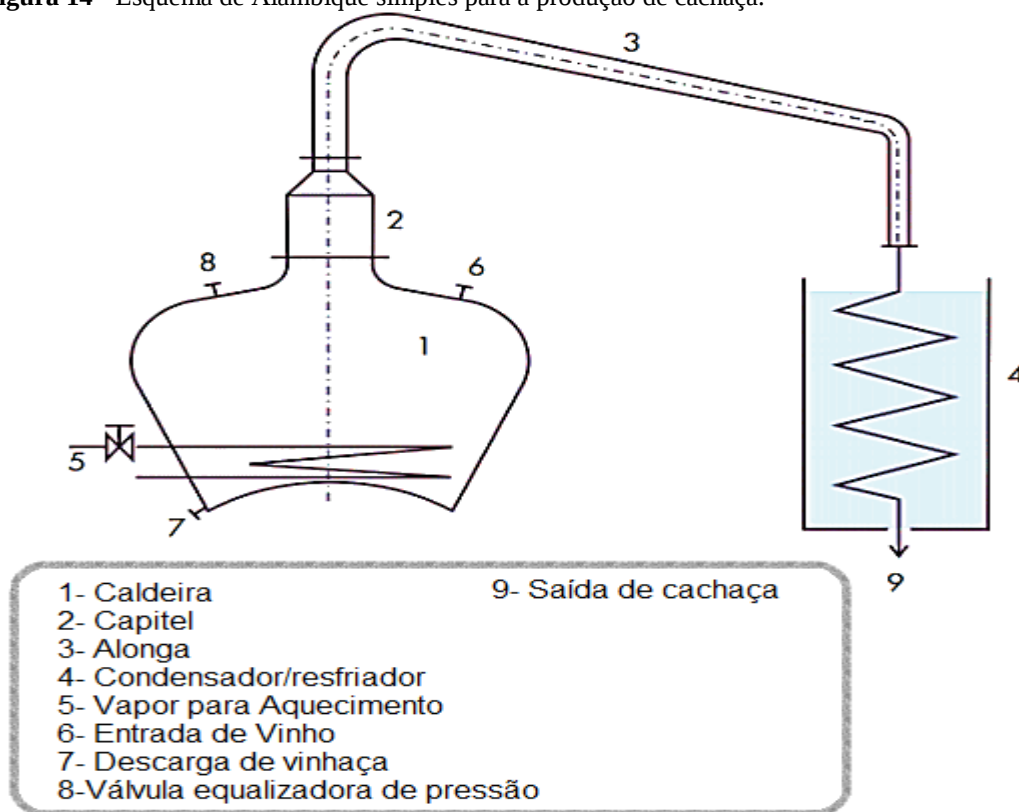
No vinho encontra-se substâncias voláteis que são compostas pela água, álcool etílico, aldeídos, ácido acético, álcoois superiores e gás carbônico, e as substâncias fixas que são o extrato do mosto, as células de levedura, bactérias e substâncias não solúveis que acompanham o mosto, como os ainda presentes bagacilhos. Nestas substâncias voláteis, quando submetidas a altas temperaturas exercidas pelo contato do vapor produzido pela caldeira com o vinho, devido as suas propriedades físicas e químicas é possível sua separação e quantificação através do ponto de ebulição. Ou seja, de acordo com Nogueira e Venturini Filho (2005), quando o vinho é submetido a esta destilação, tem-se como resultados o produto principal da destilação que é a cachaça/aguardente e a vinhaça, sendo essa última o resíduo que contém todas as substâncias fixas, que posteriormente são utilizadas como fertirrigação nos canaviais.

A destilação simples ou descontínua (Figura 14), que é a mais comumente utilizada pelas indústrias da região ocorre em alambiques, na grande maioria feitos de cobre, onde é feita a separação das frações de cabeça, coração e cauda, objetivando uma cachaça de boa qualidade sensorial (NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005).

Nessa metodologia, ao carregar a caldeira de destilação com o vinho, toma-se o cuidado para fechar a descarga de vinhaça e abrir a válvula igualadora de pressões. Então, o operador controla para se destilar o vinho o mais lentamente possível. O destilado, ao evaporar, segue por uma serpentina emergida em um tanque de água fria, e ao receber esse choque de temperatura condensa obtendo-se, assim, a cachaça. O destilado obtido nesse método de destilação possui de 45 a 55 °GL.

Ao iniciar a destilação obtém-se a primeira fração, uma mistura de água-álcool, composta por substâncias mais voláteis como o metanol, o acetaldeído e o acetato de etila, conhecida como fração de cabeça, cujo grau alcoólico encontra-se em torno de 65% de álcool em volume (10% do destilado). A segunda fração é utilizada para fins comerciais e constitui a etapa principal do processo de destilação, é chamada de coração e corresponde a 80% do volume total do destilado. A terceira e última fração, conhecida como cauda (10% do destilado), destilam as substâncias menos voláteis, as quais possuem altas temperaturas de ebulição (ROTA, 2008).

**Figura 14** - Esquema de Alambique simples para a produção de cachaça.



**Fonte:** adaptado de (Alcarde, 2017), p. 55.

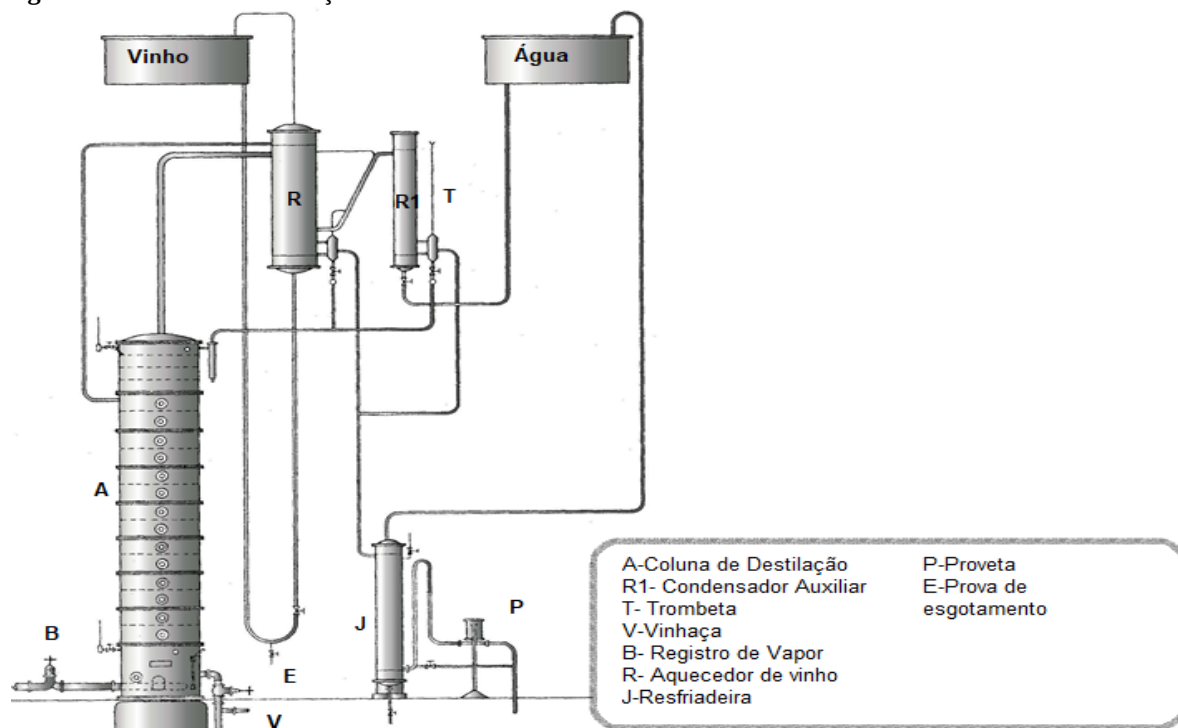
Já o sistema de destilação sistemática ou contínua acontece em coluna de destilação (Figura 15), feita de inox e é adotada em empresas médias e de grande capacidade. Essas colunas de destilação são alimentadas continuamente com vinho pela parte superior e vapor pela inferior, obtendo-se, também continuamente, o destilado na parte superior da coluna e o resíduo na inferior (FARIA, 2000).

A coluna de destilação possui o diâmetro e a altura baseada na sua produtividade horária, é equipada internamente com bandejas que contém chaminés, calotas e sifões. Inicialmente o vinho da cana é introduzido de maneira contínuo na parte superior da coluna, esse vai descendo de bandeja em bandeja, nessas ocorre a vaporização do álcool e dos demais voláteis, devido ao aquecimento do sistema pelo vapor de água. Na base da coluna retira-se o vinhoto, resíduo praticamente isento de álcool e no topo os vapores contendo álcool e as demais substâncias voláteis, que são separadas através de um condensador, ou podem sofrer ainda uma condensação parcial e retornar ao interior da coluna (RIBEIRO; BLUMER; HORII, 1999).

Os vapores que não se condensaram inicialmente, podem ser liquefeitos por um condensador auxiliar e os destilados alcoólicos obtidos são resfriados e coletados. Em seguida o destilado obtido pode ser diluído em água, adoçado e filtrado, antes de ser engarrafado

(MAPA, 2021). É possível se obter etanol de alto e baixo grau 90 – 96°GL e 35 – 65°GL, respectivamente, de acordo com o tipo de aparelho e finalidade. Este tipo de aparelho de destilação cada vez mais utilizado está diretamente ligado à demanda de cada empresa, no que diz respeito a quão intensa é a venda de seu produto, no caso da cachaça, no mercado regional ou que atenda o mercado nacional.

**Figura 15** - Coluna de destilação.



**Fonte:** Adaptado de Stupiello, (1992).

## 2.6 CACHAÇA E SEUS COMPOSTOS

Na produção da cachaça, os principais componentes são a água e o álcool, mas alguns outros são produzidos e estão agregados ao destilado, que são os chamados componentes secundários. Eles apresentam-se em baixas concentrações e são formados principalmente na etapa de fermentação do mosto, sendo selecionados na etapa de destilação. Tais componentes são pertencentes a classes funcionais dos ácidos, ésteres, aldeídos e álcoois, apresentando também contaminações, a exemplo da presença de cobre. A quantidade destes compostos secundários é fiscalizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, com base na legislação que estabelece estes padrões de identidade e qualidade do destilado.

### **2.6.1 Acidez Volátil**

Um dos subprodutos do processo de produção da cachaça é o ácido acético, que é o componente mais importante da fração ácida da cachaça. Segundo Miranda (2005), ele define o nível de acidez da cachaça. A ardência provocada na garganta, ou quando sentimos o odor do destilado, o que causa desconforto para muitos, pode ser causada por um nível elevado de ácido acético.

Apesar da acidez volátil, determinada em níveis de ácido acético, contribuir para o aroma e o sabor das bebidas alcoólicas destiladas, não é o único fator que determina a qualidade da cachaça. Sabe-se que a fermentação alcoólica contaminada com bactérias acéticas pode aumentar o teor de ácidos voláteis. A acidez volátil pode ser controlada em vários níveis na produção da cachaça como, por exemplo, na fermentação do mosto em alambiques bem higienizados e na utilização de culturas de leveduras homogêneas. Os teores de acidez volátil da cachaça dependem também de fatores como o controle adequado do tempo e da temperatura durante o processo de fermentação.

De acordo com Brasil (2021), a acidez volátil na cachaça não pode ultrapassar 130 mg de ácido acético/100 mL de álcool anidro, e a aguardente não pode ultrapassar 150 mg de ácido acético/100 mL de álcool anidro.

### **2.6.2 Teor alcoólico**

O teor alcoólico é uma propriedade muito importante para a cachaça. Segundo a legislação vigente, esse deve obedecer aos limites máximos e mínimos, respectivamente entre 38 e 54%, para ser considerada aguardente, e 38 e 48% para ser considerada cachaça – denominação brasileira (BRASIL, 2021). Segundo Marinho, Rodrigues e Siqueira (2009), define-se a graduação alcoólica da cachaça pela percentagem volumétrica de álcool presente na bebida. O teor alcoólico está interligado à quantidade de água proveniente da destilação, podendo ser corrigida facilmente para adequar a padronização. Logo, é essencial a verificação desse teor alcoólico para distinguir o que é cachaça e o que é aguardente, verificando os limites dentre eles, podendo destacar-se também a veracidade do indicado no rótulo da bebida, o que a caracteriza como bebida autorizada para consumo.

### **2.6.3 Álcoois superiores**

Os álcoois superiores são aqueles compostos responsáveis diretamente pelo odor da bebida, considerando que estejam em baixas quantidades, garantindo sua melhor qualidade

sensorial. Nobrega (1994) afirma que a presença de pequenas quantidades de álcoois superiores em bebidas alcóolicas melhora a sua palatabilidade. Porém, em excesso, tem efeito inverso, o que correlacionam ao mal-estar (dor de cabeça, náuseas, fraqueza muscular entre outros).

Segundo Venturini Filho, (2010), os álcoois superiores são compostos com mais de dois átomos de carbono, que podem ser formados através da degradação de alguns aminoácidos e sua concentração tende a aumentar quando o processo fermentativo é lento devido à baixa atividade das leveduras. Outras variáveis afetam a produção e aumento dos teores desses compostos em bebidas como o pH do mosto, níveis de inoculação, temperatura da fermentação, armazenamento da cana-de-açúcar e outros. Os principais álcoois superiores encontrados na cachaça são os álcoois isoamílico (2-metilbutanol-1), amílico (pentanol-1), isobutílico (2-metilpropanol-1) e propílico (propanol-1).

Os limites estabelecidos segundo a Portaria em vigor apresentam um limite de 360 mg/100 mL de álcool anidro (BRASIL, 2021).

#### **2.6.4 Aldeídos**

Os aldeídos são formados nos estágios iniciais da fermentação alcoólica, através da ação das leveduras, no decorrer e mais precisamente ao final da fermentação tende a desaparecer pela oxidação a ácido acético, formado principalmente durante a aeração excessiva do mosto fermentado. São compostos voláteis responsáveis pelo sensorial da cachaça, sendo muitas vezes com aspecto enjoativo e, conseqüentemente, indesejável ao consumidor. O principal aldeído formado em quase sua totalidade é o acetaldeído, que em níveis elevados pode desde ocasionar uma dor de cabeça, ressaca no outro dia, ou até mesmo pode levar a sérios problemas relacionados com o sistema nervoso central.

Sua presença é detectada a nível de leigo no assunto, quando a cachaça é ingerida, e na hora da degustação sente-se um incômodo nas fossas nasais, chegando até mesmo a fazer o degustador chorar.

De acordo com a portaria em vigor, os limites estabelecidos para os aldeídos em cachaça são de 30 mg de acetaldeído/100 mL de álcool anidro.

#### **2.6.5 Ésteres**

Os ésteres são aqueles responsáveis pelo característico aroma agradável e suave que a cachaça adquire, chegando a se assemelhar a aromas de frutas. Esse aroma agradável deve-se

quando na bebida contém pequenas quantidades, pois em níveis extrapolados e acima do permitido pela legislação ela confere um sabor a bebida com toques enjoativos.

Quase que em sua totalidade o principal éster produzido na etapa de fermentação oriundo da reação de esterificação entre um ácido e um álcool é o acetato de etila.

Os limites estabelecidos pela Portaria N° 339, de 28 de junho de 2021, para os ésteres em cachaça é de 150 mg/100 mL (BRASIL, 2021).

### 3 METODOLOGIA

Devido a pandemia da covid-19, não foi possível executar as análises no laboratório de Química Analítica vinculado ao Departamento de Química e Física (DQF), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, uma vez que suas atividades presenciais estavam suspensas, já que o seu Protocolo de funcionamento, baseado nas diretrizes estabelecidas no plano de biossegurança da UFPB, ainda não se encontrava em execução. Diante desse fato, as análises foram realizadas no laboratório pertencente a uma empresa de bebidas, situado na cidade de Campina Grande, na Paraíba. Essas foram supervisionadas pela Química e responsável técnica pela empresa e realizadas no período de junho de 2020 a julho de 2020.

#### 3.1 AMOSTRAGEM

As amostras de cachaças foram compradas em distribuidoras de bebidas localizadas na cidade de Areia. Essas foram de 3 marcas diferentes, as quais são amplamente produzidas e comercializadas no município.

Para cada marca de cachaça comprou-se 03 unidades de um mesmo lote, com volume de 980 mL, totalizando 2940 mL para cada unidade amostral.

A divulgação do nome das empresas produtoras de cada cachaça, como também o nome de cada marca, não é revelada no trabalho, visando suas integridades. Por isso as amostras das cachaças foram identificadas como **C1** para a 1ª cachaça, **C2** para a 2ª cachaça e **C3** para a 3ª cachaça, e todas as análises foram feitas em triplicata.

As amostras foram mantidas fora do alcance da luz, dentro de caixas de papelão, com a finalidade de manter e preservar os seus componentes. Foram identificadas e conduzidas ao laboratório em temperatura ambiente, em torno de 25°C até a análise ser iniciada.

#### 3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS CACHAÇAS

Para a quantificação do teor alcoólico e da presença dos compostos secundários (acidez volátil, álcoois superiores, aldeídos e ésteres) todas as amostras de cachaças passaram por determinações físico-químicas, com o objetivo de verificar se essas atendem a exigência de níveis aceitáveis, segundo a Portaria N° 339, de 28 de junho de 2021.

### **3.2.1 Quantificação de Teor Alcoólico**

O grau alcoólico real foi determinado pelo método densimétrico, descrito na NBR 5992 (ABNT, 2002), que baseia-se na avaliação de densidade relativa, através da leitura direta da densidade ou em °G, utilizando um alcoômetro centesimal (Alcoômetro de Gay Lussac), que se destina à determinação do grau alcoólico ou da força real das misturas de água e álcool, indicando somente a concentração do álcool em volume. As determinações do alcoômetro são exatas somente para esta mistura, à temperatura de 20 °C, na qual o instrumento foi graduado.

### **3.2.2 Quantificação de Acidez Volátil**

Para a determinação da acidez volátil utilizou-se o método 223, descrito por Lutz (2008), no qual a quantificação é realizada pela diferença entre a acidez total e a acidez fixa da cachaça, podendo assim o resultado obtido ser expresso em mg de ácido acético por 100 mL de álcool anidro.

### **3.2.3 Quantificação de Álcoois Superiores**

Para determinar a quantidade de álcoois superiores presente nas amostras de cachaça foram realizadas medidas espectrofotométricas na região do espectro visível, com comprimento de onda de 540 nm, descrita em Volpe (2013). O princípio deste método baseia-se na reação dos álcoois superiores em presença de ácido sulfúrico concentrado com p-dimetilaminobenzaldeído, formando compostos cuja intensidade de coloração é lida neste comprimento de onda. Os resultados obtidos foram expressos em mg por 100 mL de álcool anidro.

### **3.2.4 Quantificação de Aldeídos**

Os aldeídos nas amostras foram quantificados utilizando-se o método 225, descrito pelo Lutz (2008). Esse método é conhecido como iodimétrico e baseia-se na reação de bissulfito com aldeídos da cachaça, formando bissulfiticos, sendo o excesso titulado com solução de iodo na presença de amido. Os resultados foram expressos em mg de aldeído acético por 100 mL de álcool anidro.

### 3.2.5 Quantificação de Ésteres

A determinação de ésteres nas amostras de cachaças foi obtida seguindo o método 224, descrito por Lutz (2008), o qual descreve a saponificação dos ésteres com hidróxido de sódio. Os resultados obtidos são expressos em mg de acetato de etila por 100 mL de álcool anidro.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos dizem respeito a quantificação do teor alcoólico e dos compostos secundários presentes em cachaças que são produzidas, engarrafadas e comercializadas no município de Areia, na Paraíba.

Deve-se levar em conta que fatores do processo de produção, desde o plantio e escolha da variedade de cana-de-açúcar, transporte, manuseio, moagem, fermentação, destilação, influenciam diretamente nos índices de alguns compostos, o que ocasionalmente poderá ser correlacionado.

### 4.1 DADOS OBTIDOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas para as amostras de cachaças foram realizadas em triplicata, em seguida calculou-se sua média e desvio padrão. Esses resultados estão demonstrados na Tabela 4.

**Tabela 1** - Média  $\pm$  Desvio padrão dos resultados obtidos das análises físico-químicas das amostras de cachaça.

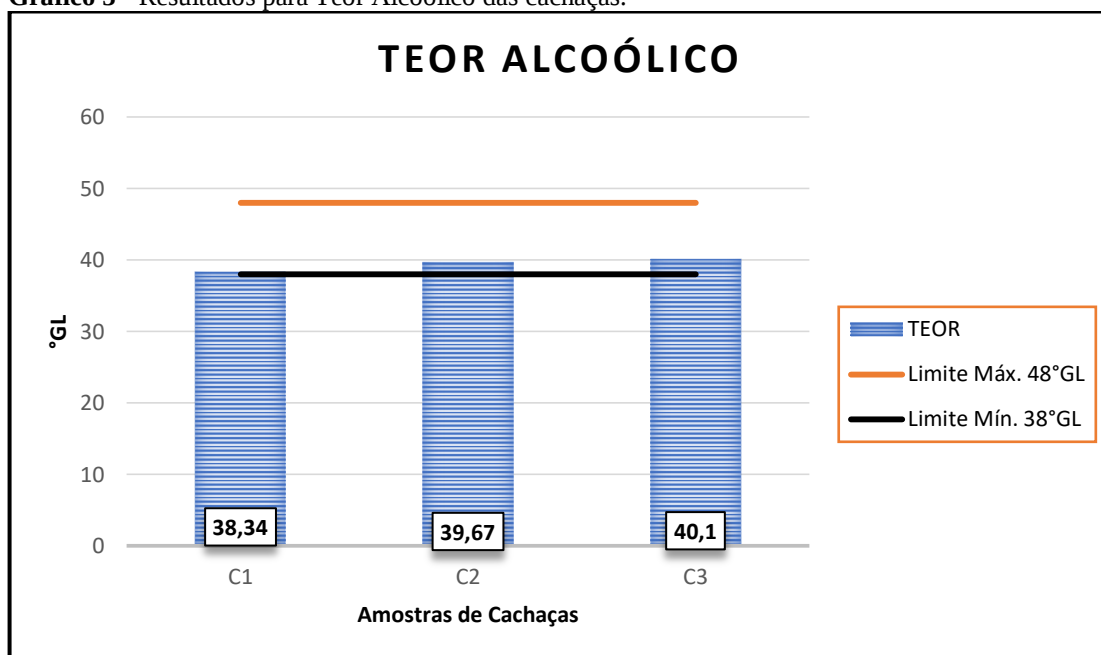
| Amostra | Teor Alcoólico (°GL) | Acidez Volátil (mg ácido acético.100 mL <sup>-1</sup> álcool anidro) | Aldeídos (mg.100 mL <sup>-1</sup> álcool anidro) | Álcoois superiores (mg.100 mL <sup>-1</sup> álcool anidro) | Ésteres (mg.100 mL <sup>-1</sup> álcool anidro) |
|---------|----------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| C1      | 38,34 $\pm$ 0,01     | 58,87 $\pm$ 0,01                                                     | 8,46 $\pm$ 0,06                                  | 153,13 $\pm$ 0,06                                          | 28,36 $\pm$ 0,02                                |
| C2      | 39,67 $\pm$ 0,20     | 123,43 $\pm$ 0,40                                                    | 25,20 $\pm$ 0,10                                 | 128,17 $\pm$ 0,12                                          | 32,53 $\pm$ 0,02                                |
| C3      | 40,10 $\pm$ 0,10     | 65,27 $\pm$ 0,21                                                     | 15,07 $\pm$ 0,06                                 | 200,17 $\pm$ 0,06                                          | 45,85 $\pm$ 0,01                                |

Fonte: Elaboração própria, 2022.

De acordo com os resultados obtidos, na Tabela 4, foi possível observar variações dos compostos secundários, nas diferentes amostras.

#### 4.1.1 Análise dos resultados para teor alcoólico

Os valores de teor alcoólico obtidos estão demonstrados no Gráfico 3.

**Gráfico 3** - Resultados para Teor Alcoólico das cachaças.

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Baseado no exposto no Gráfico 3, pode-se afirmar que todas as amostras analisadas estão dentro dos níveis aceitáveis exigidos pela legislação atual para a nomeação de “cachaça”, que esta deve estar entre 38 °GL e 48 °GL.

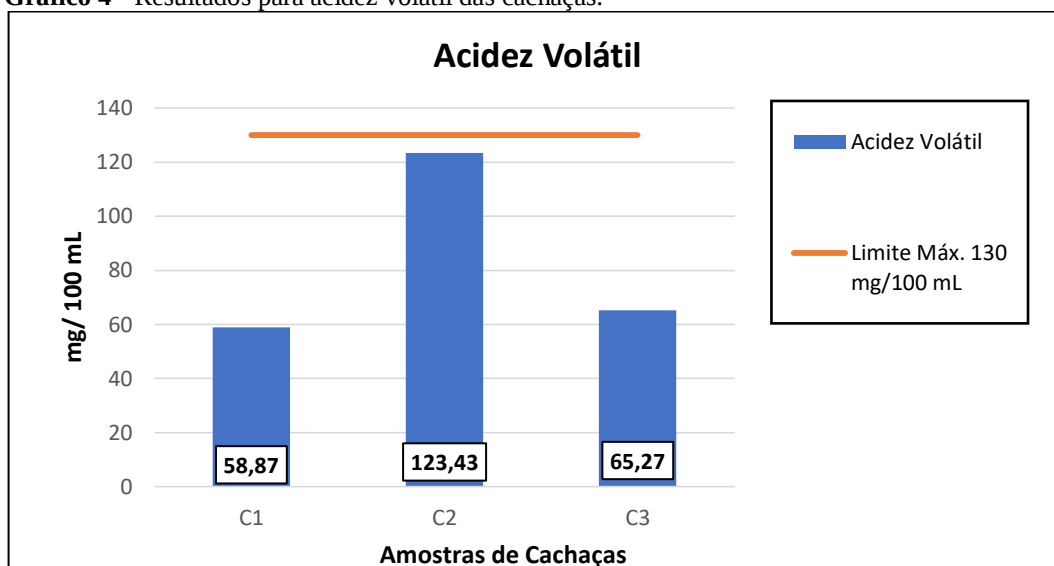
Os rótulos estampados nas garrafas que são comercializadas nos mercados da cidade descreviam a seguinte ordem: a amostra de cachaça **C1** estampava em seu rótulo o teor alcoólico de 38 °GL, a amostra **C2** estampava em seu rótulo um teor de 39 °GL e, por fim, a amostra de cachaça **C3** estampava em seu rótulo o maior dentre as amostras de cachaças que era de 40 °GL. Importante denotar que todas as amostras também descreviam o termo “cachaça” em seu rótulo.

Através dos dados obtidos, pode-se constatar que todas as amostras de cachaça analisadas estiveram dentro do limite estabelecido para a sua nomeação como cachaça, confirmando também a veracidade do teor alcoólico informado em seus respectivos rótulos.

O teor alcoólico está interligado com a quantidade de água arrastada pelo processo de destilação, segundo Marinho, Rodrigues e Siqueira (2009). A correção do teor pode ser facilmente efetuada de maneira que os produtores utilizam adição de água potável para diminuir °GL e álcool neutro ou pinga forte para seu aumento.

#### 4.1.2 Análise dos resultados para acidez volátil

O Gráfico 4 apresenta os resultados obtidos para acidez volátil das amostras de cachaça comercializadas no município de Areia.

**Gráfico 4** - Resultados para acidez volátil das cachaças.

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Como pode-se observar através do Gráfico 4, todas as amostras estiveram dentro do limite estabelecido. Porém é visível que a amostra **C2** continha um nível mais elevado de acidez volátil que as demais amostras.

Para Miranda *et al.* (2008), quanto menor for o nível de acidez volátil, melhor são as características sensoriais da cachaça e, como consequência, melhor sua aceitação no mercado consumidor. Logo, de acordo com o apresentado, a amostra de cachaça com melhor aceitação provavelmente seja a C1, uma vez que essa teve o menor nível de acidez volátil dentre as analisadas (58,87 mg/100 mL).

Não se sabe ao certo qual modelo de destilação utilizado na produção das cachaças analisadas. No entanto, Nascimento *et al.* (1998) declaram em seu trabalho que não existe alterações expressivas para os níveis de acidez volátil em correlação com o material que é escolhido para a destilação, seja ele em alambiques de cobre ou mesmo colunas industriais de aço inox.

Um aumento nos níveis de acidez pode comprometer a qualidade do produto, no caso a cachaça, pois essa alta pode acarretar um sabor e aroma desagradável para o produto. Alguns motivos prováveis dos níveis mais altos de acidez são: processos de má fermentação, falta de higiene nas etapas de produção e manuseio inadequado da matéria-prima (cana-de-açúcar). Fatores estes que estão dentro de um programa denominado Boas Práticas de Fabricação (BPF), que deve ser seguido por todos os produtores dos destilados em suas indústrias, o que traz como efeito a garantia de um produto de maior qualidade, com níveis dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

Existem algumas soluções para corrigir os níveis de acidez volátil quando ela estiver perto ou acima do limite exigido, como a bidestilação, que é o processo em que se efetua uma nova destilação da bebida, com a finalidade de reduzir não só a acidez volátil, mas, também, outros compostos secundários que por ventura estejam em níveis altos. Todavia, o uso deste método para correção do nível de acidez pode ocasionar uma elevação do teor alcoólico. Para Novaes (1997), essa técnica deve ser realizada por alguém que tenha conhecimento, além disso é necessário observar outras variáveis.

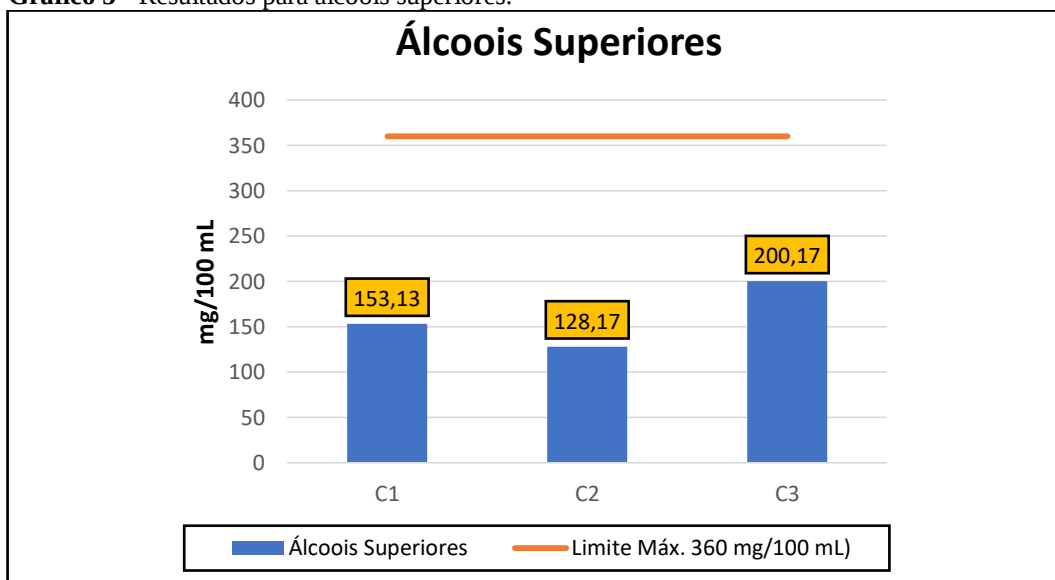
O uso do método de bidestilação da cachaça para a redução do nível de acidez volátil pode ser exemplificado como eficiente através do trabalho desenvolvido por Alcarde *et al.*; (2009), no qual, após a primeira destilação, a concentração de ácido acético foi de 237,02 mg/100 mL álcool anidro. Ao realizar a segunda destilação, a concentração ficou em 43,08 mg/100 mL álcool anidro, ou seja, uma redução de 82% no nível de acidez da bebida.

Outro método utilizado pelos produtores para a redução da acidez é a adição de álcool neutro, ou pela mistura de quantidades proporcionais de água e álcool comum, sempre analisando um possível aumento do teor alcoólico.

#### 4.1.3 Análise dos resultados para álcoois superiores

As concentrações de álcoois superiores presentes nas amostras de cachaça estão descritas no Gráfico 5, evidenciando uma faixa limite de 360 mg/100 mL de álcool anidro.

**Gráfico 3** - Resultados para álcoois superiores.



**Fonte:** Elaboração própria, 2022.

Como pode-se perceber no Gráfico 5, os resultados obtidos das concentrações de álcoois superiores estiveram dentro do limite estabelecido, variando entre 128,17 a 200,17 mg/100 mL de álcool anidro.

Observou-se que a amostra **C2** foi a que apresentou menor concentração. Essa baixa concentração, de acordo com Vilela *et al.* (2007), está relacionada aos cuidados desde o momento do corte da cana, passando por fatores como o tempo de estocagem, moagem e fermentação. A amostra **C3** apresentou maior concentração, porém dentro do limite estabelecido, o que não compromete grosseiramente a qualidade do produto. No entanto, em níveis acima do estabelecido, pode resultar em um gosto e aroma enjoativos. Os níveis elevados de álcoois superiores podem ser resultantes de quando o fermento apresenta uma viabilidade muito baixa, o que ocasiona um aumento no processo fermentativo.

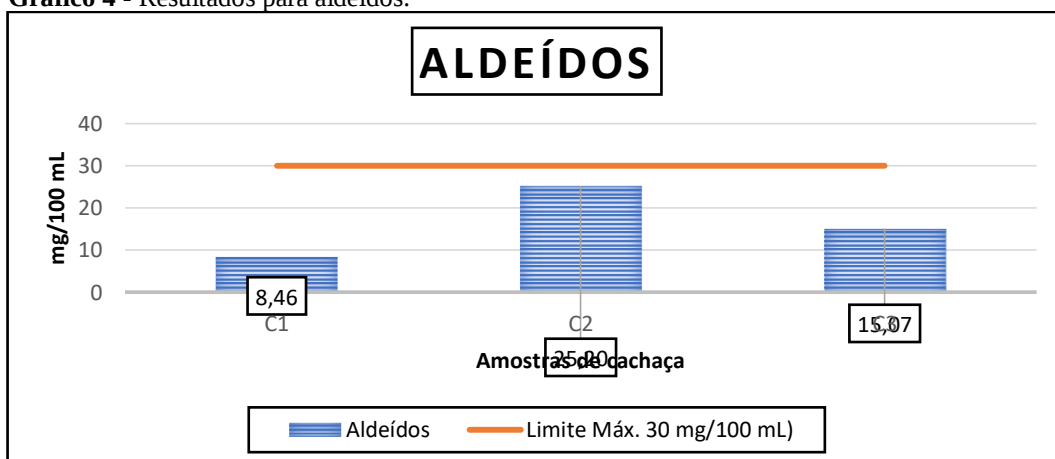
Sabe-se que os álcoois superiores de maior interesse na cachaça conhecidos como óleo fúsel da cachaça, são: Isoamílico (soma dos álcoois 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol), isobutílico (2-metil-1-propanol) e n-propílico (1-propanol) (VENTURINI FILHO, 2010).

#### 4.1.4 Análise dos resultados para aldeídos

Os níveis de aldeídos presentes em amostras de cachaça garantem a ela um aroma peculiar e característico, porém quando em concentrações elevadas acima do estabelecido pela legislação atual, que é de 30 mg de acetaldeído/100 mL de álcool anidro, influencia negativamente trazendo um odor desagradável e podendo causar ressaca e dor de cabeça ao consumidor, como afirma Souza (2006).

As concentrações de aldeídos estão descritas no Gráfico 6, onde é possível observar uma variação de concentração entre 8,46 e 25,20 mg de acetaldeído/100 mL de álcool anidro.

Gráfico 4 - Resultados para aldeídos.



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Pode-se constatar no Gráfico 6 que a menor quantidade de aldeídos foi obtida na amostra **C1**, com 8,46 mg de acetaldeído/100 mL de álcool anidro, o que pode ser resultante de boas práticas de fabricação no estabelecimento que produz a cachaça, abrangendo todas as áreas de processo da empresa e, conseqüentemente, um cuidado e foco na obtenção de um produto de qualidade.

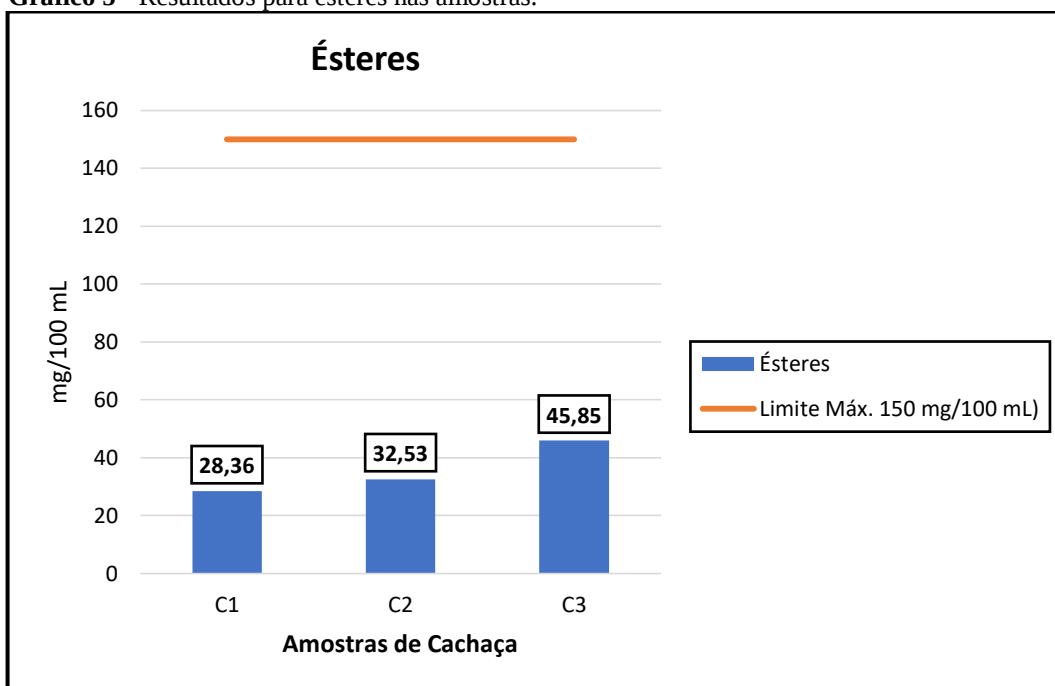
Já a amostra **C2** obteve nível aproximado ao limite estabelecido, com 25,20 mg de acetaldeído/100 mL de álcool anidro. Provavelmente esse valor esteja ligado a equívocos durante o processo de fabricação, ou a indicação de uma possível oxidação espontânea ou até mesmo resultado de atividade de bactérias contaminantes no mosto. Como também existem outras variáveis que podem afetar o nível de concentração de aldeídos na bebida, a exemplo, temperatura da fermentação, separação incorreta das frações da cachaça na hora da destilação, pH do meio.

Um método eficaz, como já mencionado neste trabalho, seria a efetuação de uma nova destilação da bebida, ou seja, uma Bidestilação. No entanto, é crucial os cuidados no controle dos parâmetros da sala de fermentação para a obtenção de um destilado com níveis aceitáveis de aldeídos presentes na bebida.

Outro fator que pode ser descrito como influenciador nos níveis de aldeídos na cachaça é o modo utilizado para se destilar a bebida. Como destacam Pereira *et al.* (2003) as cachaças industriais apresentam baixas concentrações em relação às artesanais devido a maneira da destilação, ou seja, a forma contínua e as variáveis de trabalho da coluna, como: altura da torre, temperatura e pressão de trabalho, fazem com que a concentração de aldeídos seja menor em relação ao método de destilação em alambique de cobre.

#### **4.1.5 Análise dos resultados para Ésteres**

As concentrações de ésteres obtidas nas amostras de cachaça estão apresentadas no Gráfico 7 e expressas em mg de acetato de etila por 100 mL de álcool anidro.

**Gráfico 5** - Resultados para ésteres nas amostras.

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Observou-se através do Gráfico 7 que a amostra **C3** apresentou maior concentração, com 45,85 mg de acetato de etila por 100 mL de álcool anidro, dentro do limite estabelecido que é de 150 mg/100 mL de álcool anidro, o que constata que a amostra contém unicamente 30% de um total para se atingir o limite estabelecido, de acordo com Maia; Pereira; Schwbe (1994). Os ésteres são desejáveis na cachaça pois favorecem o seu aroma. A amostra **C1** foi a que menor apresentou concentração de ésteres, com 28,36 mg de acetato de etila por 100 mL de álcool anidro, porém, dentro do limite estabelecido.

Uma das variáveis para um aumento ou diminuição dos níveis de ésteres em cachaça é o tempo que a bebida existe, ou envelhecimento da bebida. Segundo Moraes (2004), a concentração de ésteres tende ser maior com o tempo de envelhecimento da bebida, ou seja, as amostras obtidas poderiam ser recém-distiladas, o que influencia na concentração do composto, como também a variação das concentrações de uma amostra para outra seja resultante de diferentes períodos de produção.

Outro fator que pode estar agregado aos diferentes níveis de concentrações de aldeídos presentes nas amostras é a etapa de destilação, correlacionando o material utilizado seja ele Inox ou cobre. Como afirma Cardoso, Lima-Neto e Franco (2003), que enfatizou que o material que constitui o equipamento de destilação influencia diretamente na quantificação de ésteres da bebida. Esses autores perceberam que a bebida oriunda de destilação via destilador de aço inox

apresentava valores superiores aos do destilador em cobre, obtendo 108 mg/L para inox e 6,7 mg/L para o cobre.

De modo geral, as amostras de cachaças aqui estudadas tendem a apresentar aromas atrativos o que fazem com que elas sejam aceitas pelo público consumidor.

## 5 CONCLUSÕES

Através desta pesquisa foi possível constatar que todas as amostras de cachaça estiveram dentro do limite estabelecido pela Portaria N° 339, de 28 de junho de 2021, que regulamenta os padrões de qualidade da cachaça e aguardente. Porém, a amostra **C2** apresentou nível mais elevado em acidez volátil, chegando a próximo do limite estabelecido pela legislação atual, obtendo também concentração de aldeídos mais elevados que as demais amostras. Em contrapartida, as amostras **C1** e **C3** obtiveram concentrações aproximadas entre elas, sempre abaixo do limite estabelecido das concentrações de componentes secundários. Essa variação da concentração de algum composto pode ser explicada pelo tipo de destilação utilizada, seja ela em alambique de cobre ou coluna de destilação em aço inox, por fatores na etapa de produção, como o cuidado da cana-de-açúcar, o tempo de espera para se iniciar o processo de moagem, entre outros fatores.

Destaca-se a importância de se efetuar tais tipos de análises, visando buscar melhorias nas técnicas de produção da cachaça ou até mesmo tentar corrigir possíveis alterações que impactem sensorialmente o produto final e que venham a comprometer a saúde de seus consumidores, pois diante de um mercado ascendente em volta dessa bebida na Capital Paraibana da Cachaça, é crucial oferecer um destilado de qualidade ao consumidor e garantir que ele esteja levando uma bebida com os mais altos padrões de qualidade, tanto em seu produto quanto em sua produção.

Baseado nos resultados, não se pode nomear entre as amostras uma bebida melhor que a outra em sua forma sensorial, pois esta tarefa cabe inteiramente a profissionais treinados e que possam detectar pequenas e minuciosas diferenças na bebida, podendo correlacionar com as concentrações presentes.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5992:** Álcool etílico e suas misturas com água - Determinação da massa específica e do teor alcoólico – Método do densímetro de vidro. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ALCARDE, André Ricardo. **Cachaça:** ciência, tecnologia e arte. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 2017.

ALCARDE, André Ricardo; SOUZA, Paula Araújo de; BOSQUEIRO, Ângelo César; BELLUCO, André. Eduardo de Souza. Perfil físico-químico de aguardentes de cana-de-açúcar produzidas por metodologias de dupla destilação em alambiques simples. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 20, n. 3, p. 499-506, jul./set. 2009.

ALMEIDA, Antônio Augusto de. **Brejo Paraibano:** contribuição para o inventário do patrimônio cultural. João Pessoa: Museu do Brejo Paraibano, 1994.

ALMEIDA, Horácio de. **Brejo de Areia:** memórias de um município. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1958.

ALMEIDA, João; DIAS, Leandro. **Os segredos da Cachaça.** v. 1. São Paulo: Alaúde, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 339, de 28/06/2021.** Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021.

CABRAL, Gabriel Junqueira; KREMER, Humberto; TROSSINI, Thiago. **Cachaça.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2006. Disponível em: [http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc\\_eng\\_bioq/trabalhos\\_grad/trabalhos\\_grad\\_2006-1/cachaca.doc](http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad/trabalhos_grad_2006-1/cachaca.doc). Acesso em: 8 mai. 2021.

CAETANO, Antonio Filipe Pereira. **Entre a sombra e o sol:** a Revolta da Cachaça, a freguesia de São Gonçalo do Amarante e a crise política fluminense (Rio de Janeiro, 1640-1667). 2003. Dissertação (Mestrado em História Social) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2003

CARDOSO, Daniel R.; LIMA-NETO, Benedito S.; FRANCO, Douglas W. Influência do material do destilador na composição química das aguardentes de cana. Parte II. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 165-169, 2003.

CARDOSO, Maria das Graças. **Produção de Aguardente de Cana.** Lavras-MG, UFLA, 3. ed., 2013.

CASCUDO, Luis da Camara. **Prelúdio da Cachaça.** Belo Horizonte: Itatiaia, 1986.

CASTRO, Sebastião Beltrão de; ANDRADE, Samara Alvachian C. **Engenharia e tecnologia açucareira.** Recife: Escola de Engenharia de Pernambuco, 2006.

CAVALCANTE, Messias S. **Todos os nomes da cachaça.** São Paulo: Sá Editora, 2011.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Brasília, DF, v. 9, n. 1, abril 2022.

CTC – Centro de Tecnologia Canavieira. **Curso de Operação de Moendas**. 1999. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/clamcle/moenda>. Acesso em: 22 abr. 2022.

CURTO, José Carlos. **Álcool e Escravos: o comércio luso-brasileiro do álcool em Mpinda, Luanda e Benguela durante o tráfico atlântico de escravos (C.1480-1830) e o seu impacto nas sociedades da África Central Ocidental**. Lisboa: Vulgata, 2002.

DANTAS, Leiliam. Estratégias de desenvolvimento local nos engenhos de cana-de-açúcar: o caso do Brejo Paraibano. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., Ouro Preto, 2003. **Anais...** Ouro Preto: ABEPRO, 2003. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR0111\\_0713.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0111_0713.pdf). Acesso em: 10 abr. 2022.

DARÉ, Raul Marcel. **Avaliação de coeficientes de rendimento e modelagem do processo fermentativo de produção de etanol**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

FARIA, João Bosco. **Determinação dos compostos responsáveis pelo defeito sensorial das aguardentes de cana (*Saccharum ssp*) destiladas na ausência de cobre**. 2000. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2000.

FEIJÓ, Atenéia; MACIEL, Engels. **Cachaça artesanal: do alambique à mesa**. Rio de Janeiro: Senac, 2002.

GOOGLE EARTH. **Versão 7.3.4.8573**. 2022. Nota (Areia-PB). Disponível em: <https://earth.google.com/web/search/Areia,+PB>. Acesso em: 13 jun. 2022.

LIMA, Urgel. Almeida; AQUARONE, Eugênio; BORZANI, Walter. **Biotecnologia industrial – Processos Fermentativos e Enzimáticos**. cap. 1, v. 3, São Paulo: Edgard Blucher, SP, 2001.

LUTZ, Instituto Adolfo. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: ANVISA, 2008.

MAIA, André B.; PEREIRA, Ana R.; SCHWBE, Willian K. **Segundo curso de tecnologia para produção de aguardente de qualidade**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG e Fundação Cristiano Otoni. 1994, 65p.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **A cachaça no Brasil: dados de registro de cachaças e aguardentes ano 2021**. Brasília: MAPA, 2021.

MARINHO, Aline Viana; RODRIGUES, Janaína Pereira de Macedo; SIQUEIRA, Maria Isabel Dantas. Avaliação da acidez volátil, teor alcoólico e de cobre em cachaças artesanais. **Estudos**, Goiânia, v. 36, n. 1/2, p. 75-93, jan./fev. 2009.

MATSUOKA, Sizuo; BRESSIANI, Jose Antonio; MACCHERONI, Walter; FOUTO, Ivo. Bioenergia da cana. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool**, v. 2, p. 487-517, 2012.

MATTOS, Anibal R. **Açúcar e álcool no Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1942.

MIRANDA, Mariana Branco. **Avaliação Físico-Química de Cachaças Comerciais e Estudo da Influência da Irradiação Sobre a Qualidade da Bebida em Tonéis de Carvalho**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MIRANDA, Mariana Branco; MARTINS, Nilo Gustavo Souza; BELLUCO, André Eduardo de Souza; HORRI, Jorge; ALCARDE, André Ricardo. Perfil físico-químico de aguardente durante envelhecimento em tonéis de carvalho. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 28, supl., p. 84-89, dez. 2008.

MORAES, Joyce S. **Estudo comparativo das características químicas e sensoriais do rum e da cachaça**. 2004. Dissertação (Mestrado em Farmácia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Araraquara, 2004.

NASCIMENTO, Joselito do. **A cultura da cana-de-açúcar e a (Re) Produção do Espaço Agrário do Município de Areia/PB**. 2007. Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2007.

NASCIMENTO, Ronaldo F.; CARDOSO, Daniel R.; LIMA NETO, Benedito S.; FRANCO, Douglas W. Influência do material do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar. **Química Nova**, Araraquara, v. 21, n. 6, p. 735-39, jan. 1998.

NOBREGA, Ian Carneiro da Cunha. **Características de qualidade em aguardentes de cana comerciais e comparação entre dois processos de fermentação**. 1994. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos), Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

NOGUEIRA, Andressa Milene Parente; VENTURI FILHO, Waldemar Gastoni. **Aguardente de cana**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2005. 71 p.

NOVAES, Fernando Valadares. Em nome da qualidade da aguardente de cana. **O Engarrafador Moderno**, São Paulo, v. 7, n. 49, p. 68-73, mar. 1997.

PARAÍBA TOTAL. **Produção de cana-de-açúcar na Paraíba deve superar previsão**. Paraíba, 4, agosto 2014. Disponível em: <https://www.paraibatotal.com.br/2014/08/04/38624-producao-de-cana-de-acucar-na-paraiba-deve-superar-previsao/>. Acesso em: 13 jun. 2022.

PARAÍBAJA - **Eleita a melhor do mundo, Boa do Brejo está entre as cachaças mais saudáveis do Brasil**. João Pessoa, 9, abr., 2022. Disponível em: <https://paraibaja.com.br/eleita-a-melhor-do-mundo-boado-brejo-esta-entre-as-cachacas-mais-saudaveis-do-brasil/>. Acesso em: 13 jun. 2022.

PEISINO, Genofa. **Avaliação de Leveduras industriais em diferentes condições de Fermentação Alcoólica**. 1986. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia, Escola Superior de Agricultura, São Paulo, 1986.

PEREIRA, Norma Eliane; CARDOSO, Maria Graças; AZEVEDO, Sebastião Márcio; MORAIS, Augusto Ramalho; FERNANDES, Welington; AGUIAR, Priscila Mendes. Compostos secundários em cachaças produzidas no estado de Minas Gerais. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 27, n. 5, p.1068-1075, set./out. 2003.

PINHEIRO, Sandra Helena de Mesquita. **Avaliação sensorial das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique**. 2010. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

RIBEIRO, Paulo Roberto. **A usina de açúcar e sua automação**. 2003.

RIPOLI, Tomaz. Caetano Cannavam; RIPOLI, Marco. Lorenzo Cunali. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. 2.ed. Piracicaba: Sem editora, 2005. 302 p.

RODRIGUES, Juliana da Rocha; AGUIAR, Mônica. Regina Marques Palermo de; MARIA, Luiz. Claudio de Santa; SANTOS, Zilma Almado Mendonça. Uma abordagem alternativa para o ensino da função álcool. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 12, p. 20-23, 2000.

ROTA, Michelle Boesso. **Efeito da Bidestillação na Qualidade Sensorial da Cachaça**. 2008. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2008.

SANTOS, Lucas. M. T. dos. **Sacarose**. Todo Estudo. 2021. Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/química/sacarose>. Acesso em: 13 mai. 2022.

SEBRAE. **Cachaça Artesanal – relatório completo**. São Paulo, 2008. 154p

SEBRAE. **Fábrica de aguardente de cana-de-açúcar**. Vitória, 1999. 28p.

SILVA, João Eduardo Azevedo Ramos da. **Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

SONEGO, Jorge Luiz Silveira. **Estudo da produção de etanol de sacarose por fermentação extrativa utilizando arraste com dióxido de carbono**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

SOUZA, Maria Djiliah Camargo Alvarenga. **Identificação, quantificação e comparação das substâncias químicas responsáveis pelos aromas da cachaça de alambique e do rum comercial tratados pelo processo de irradiação**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Instituto de pesquisas energéticas e nucleares (IPEN). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SOUZA, Rodnei Aparecido. HENRIQUE, Rodrigo. Sebastião; SILVA, Maria Teresa Pedrosa. Perfil sensorial de cachaças industriais produzidas no sudeste do Brasil safra 2008/2009. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v.4, n.1, p.97-108, 2013.

STECKELBERG, Cláudia. **Caracterização de leveduras de processos de fermentação alcoólica utilizando atributos de composição celular e características cinéticas**. 2001. 202 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

STUPIELLO, José Paulo. Destilação do Vinho. In: MUTTON, M.J.R; MUTTON, M.A. **Aguardente de cana** – Produção e qualidade. Jaboticabal: FUNEP, 1992.p.67-78.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. v. 1. São Paulo: Blucher, 2010.

VIANA, Edilson Jardim. **Diagnóstico da Cadeia Produtiva e Avaliação Físico-Química de Cachaças do Estado da Bahia**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itaperinga, 2016.

VILELA, Fernando José; CARDOSO, Maria Graças; MASSON José; ANJOS, Jeancarlo Pereira. Determinação das composições físico-químicas de cachaças do sul de Minas Gerais e suas misturas. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1089-1094, jul./ago. 2007.

VITTI, Godofredo Cesar; MAZZA, Jairo Antônio. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar**. Piracicaba: POTAFOS, 2002. p. 16

VOLPE, Thaisa Carvalho. **Avaliação das características físico-químicas da cachaça industrial e artesanal comercializadas no centro norte paranaense**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

ZACARRONI, Lidiany Mendonça; CARDOSO, Maria Graça; SACZK, Adelir Aparecida; SANTIAGO, Wilder D.; ANJOS, Jeancarlos Pereira; MASSON, José; DUARTE, Felipe C.; NELSON, David Lee, Caracterização e quantificação de contaminantes em aguardentes de cana. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, p. 320-324, 2011.