



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS - DCH CAMPUS IX  
COLEGIADO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MAURÍCIO DAMACENO DO PRADO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS CACHAÇAS  
ARTESANAIS PRODUZIDAS NO MUNICÍPIO DE CRISTOPOLIS-BA.**

BARREIRAS - BA

2022

MAURÍCIO DAMACENO DO PRADO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS CACHAÇAS  
ARTESANAIS PRODUZIDAS NO MUNICÍPIO DE CRISTOPOLIS-BA**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia  
– Campus IX pré-requisito para a obtenção do grau de  
Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Sandra Eliza Guimarães  
Coorientador: Dr. Enoc Lima do Rego

BARREIRAS – BA

2022

FICHA CATALOGRÁFICA  
Sistema de Bibliotecas da UNEB

P896a Prado, Maurício Damaceno

Avaliação das Características Físico-Químicas das Cachaças Artesanais Produzidas no Município de Cristópolis / Maurício Damaceno Prado. - Barreiras, 2022.

54 fls : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Sandra Eliza Guimarães.

Coorientador(a): Prof. Dr. Enoc Lima do Rego.

Inclui Referências

TCC (Graduação - Ciências Biológicas) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Humanas. Campus IX. 2022.

1.Aguardente de Cana.. 2.Alambique.. 3.Análise Físico-química..  
4.Legislação da Cachaça.. 5.Níveis de Contaminação..

CDD: 544

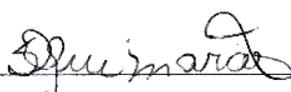
**MAURÍCIO DAMACENO DO PRADO**

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS CACHAÇAS  
ARTESANAIS PRODUZIDAS NO MUNICÍPIO DE CRISTOPOLIS-BA**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia como um dos pré-requisitos para a obtenção do Grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

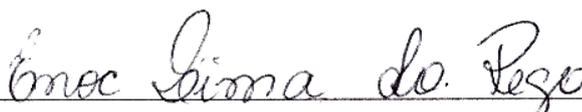
Aprovado em: 02 de Dezembro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**



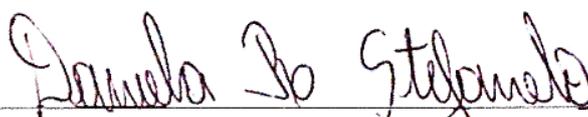
---

Orientador (a): Dr. Sandra Eliza Guimarães  
Universidade Federal de Lavras



---

Coorientador: Dr. Enoc Lima do Rego  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano



---

Avaliador (a): Dr. Daniela Rossato Stefanelo  
Universidade de Brasília

## DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a você familiar ou amigo, que de alguma forma contribuiu nessa caminhada, e em especial dedico (*in memoriam*) à minha avó Maria Damaceno.

## AGRADECIMENTOS

Primeiro quero agradecer a Deus pela permissão de poder ter chegado até aqui, foram muitas lutas e livramentos desde ir e voltar de ônibus todos os dias para universidade, como também conseguir superar tantas dificuldades durante o curso.

Quero agradecer primeiramente à minha mãe pelo incentivo para fazer a inscrição do vestibular e estudar, pois sem sua insistência e suas cobranças eu não estaria terminando esse curso de nível superior, à minha família e a minha namorada, agradeço a todos vocês por sempre confiar e me apoiar nos momentos difíceis onde pensei em desistir e vocês não deixaram que isso acontecesse.

E não poderia deixar de agradecer aos meus amigos de turma por tudo que vivemos durante esses quatro anos, eu era o mais novo da turma e vocês me acolheram e cuidaram de mim como se eu fosse um filho pra vocês, cada conselho me fez ter a maturidade que tenho hoje, eu vivi os melhores anos da minha vida junto com vocês foram muitos momentos felizes e difíceis juntos, decidi não citar nomes por que eu iria ter que citar todo mundo, fiz amizade com todos não tive desavenças serias com ninguém até hoje, tive os colegas de estudos e os de diversão também e quero levar pra vida, agradeço a vocês por cada momento, vai ficar nas lembranças para sempre.

Agradeço a todos os professores pelos conhecimentos transmitidos e pela parceria durante toda trajetória, em especial à minha orientadora Professora Sandra Eliza Guimarães que além de professora sempre foi uma amiga de todos da turma, ao professor coorientador Enoc Lima, além dos Colegas Adrielle, Felipe e Leticia pelo apoio na realização das análises da pesquisa, obrigado a todos, a ajuda de vocês foi de extrema importância.

**Muito obrigado!!**

## RESUMO

A cachaça é considerada um produto nacional brasileiro, surgiu no século XVI originária de alambique de cobre com teor alcoólico de 38 a 48% de álcool (em volume, a 20°C) e a cada ano a bebida tem conquistado mais espaço no mercado nacional e internacional. O objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação química de cachaças artesanais produzidas no município de Cristópolis-BA onde foram analisadas amostras de 12 alambiques diferentes. A cachaça representa uma das principais rendas para muitas famílias do município, desde os donos de alambique, até os vendedores às margens da BR-242. As análises aconteceram através de quantificações físico-químicas tendo como manual os métodos do instituto Adolf Lutz. Foram analisados os parâmetros de acidez volátil, grau alcoólico, e teor de cobre. Os resultados apresentaram 8 amostras com acidez volátil acima de 130,0 mg/100mL novo limite permitido para cachaça, portaria 339 de junho de 2021. Com esse novo parâmetro, apenas 4 bebidas se caracterizam como cachaça, A1, A5, A7, A9, e o valor médio entre as amostras que se enquadram para cachaça foi de 117,72 mg/L/100mL. O alto valor na acidez volátil encontrado em 8 amostras interfere diretamente na qualidade da bebida, aroma, sabor, entre outros componentes sensoriais. Para o parâmetro de grau alcoólico as bebidas apresentaram uma média de 45% em °GL, apenas uma amostra apresentou valor acima do limite exigido para ser caracterizado como cachaça, com 49% de álcool (em volume, a 20°C), sendo caracterizada como uma aguardente de cana, bebida com graduação alcoólica de 38 a 54% de álcool em volume a temperatura de 20°C. As cachaças se encontram nos padrões determinados pela legislação para o teor de cobre, o valor máximo permitido é 5mg/L<sup>-1</sup> a média das amostras foi de 3,07 mg/L<sup>-1</sup>. A quantidade de cobre por mg/L<sup>1</sup> nas bebidas tem sido muito cobrado pela legislação nacional, devido à altas concentrações do metal causar inúmeras doenças aos consumidores. Com os resultados, as cachaças artesanais produzidas no Município de Cristópolis-BA encontram-se dentro dos padrões exigidos pela Instrução Normativa N°13, de 29 de junho de 2005 para dois parâmetros estudados, grau alcoólico e teor de cobre. Os teores de acidez volátil necessitam de uma atenção maior durante a fermentação já que apenas 50% das amostras analisadas estão em conformidade com a instrução normativa que regulamenta a cachaça.

**Palavras chave: Aguardente de cana. Alambique. Análise físico-química. Legislação da Cachaça. Níveis de contaminação.**

## ABSTRACT

Cachaça is considered a Brazilian national product, it emerged in the XVI century from a copper alembic with an alcohol content of 38 to 48% alcohol (by volume, at 20°C) and each year the drink has conquered more space in the national and international market. The objective of this work was to carry out a chemical evaluation of artisanal cachaças produced in the city of Cristópolis-BA, where samples from 12 different alembic were analyzed. Cachaça represents one of the main sources of income for many families in the municipality, from the alembic owners to the vendors along the BR-242 road. The analyzes took place through physical-chemical quantifications using the methods of the Adolf Lutz Institute as a manual. The parameters of volatile acidity, alcoholic degree, and copper content were analyzed. The results showed 8 samples with volatile acidity above 130.0 mg/100mL new limit allowed for cachaça, ordinance 339 of June 2021. With this new parameter, only 4 drinks are characterized as cachaça, A1, A5, A7, A9, and the average value among the samples that fit for cachaça was 117.72 mg/L/100mL. The high value of volatile acidity found in 8 samples directly interferes with the quality of the drink, aroma, flavor, among other sensory components. For the alcoholic degree parameter, the drinks presented an average of 45% in °GL, only one sample presented a value above the required limit to be characterized cachaça, with 49% alcohol (in volume, at 20°C), being characterized as a brandy sugar cane, beverage with an alcoholic strength of 38 to 54% alcohol by volume at a temperature of 20°C. The cachaças meet the standards determined by legislation for copper content, the maximum value allowed is 5mg/L<sup>-1</sup> the average of the samples was 3.07 mg/L<sup>-1</sup>. The amount of copper per mg/L<sup>-1</sup> in beverages has been heavily charged by national legislation, due to high concentrations of the metal causing numerous diseases to consumers. With the results, the artisanal cachaças produced in the city of Cristópolis-BA are within the standards required by Normative Instruction No. 13, of June 29, 2005 for two studied parameters, alcoholic degree and copper content. Volatile acidity levels need greater attention during fermentation since only 50% of the analyzed samples comply with the normative instruction that regulates cachaça.

**Keywords: Cane brandy. Alembic. Physical-chemical analysis. Cachaça legislation.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma geral de produção da cachaça .....	20
Figura 2 - Análise de Acidez total .....	30
Figura 3 - Amostras em Banho Maria .....	31
Figura 4 - Análise de Acidez fixa.....	32
Figura 5 – Amostra em análise .....	33
Figura 6 - Análise de Grau Alcoólico com alcoômetro flutuante.....	35
Figura 7 - Visualização do grau indicado pelo Alcoômetro.....	35
Figura 8 - Preparação das amostras para análise .....	36
Figura 9 - Dissecção das amostras até a secura .....	37
Figura 10 - Análise de cobre .....	37
Figura 11 - Acompanhamento dos resultados através do leitor.....	38
Figura 12 Valores de Acidez Volátil nas diferentes amostras analisadas. ....	40
Figura 13 - Valores de Grau alcoólico nas diferentes amostras analisadas.....	42
Figura 14 - Valores de Cobre nas diferentes amostras analisadas.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos para a aguardente de cana-de-açúcar e cachaça, portaria nº 339, de 28 de junho de 2021. ....	26
Tabela 2 – Resultados das determinações físico-químicas de acidez volátil, grau alcóolico, e cobre das cachaças analisadas.....	39

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivo Específico</b> .....	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
<b>3.1 Contexto histórico Cristópolis</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2 Contexto histórico cachaça</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2 Matéria prima cachaça</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3 Produção da cachaça artesanal</b> .....	<b>19</b>
3.3.1 Colheita e Moagem.....	21
3.3.2 Fermentação.....	21
3.3.3 Destilação .....	22
3.3.4 Armazenamento e envelhecimento.....	24
<b>3.4 Legislação</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5 Cachaça e seus compostos</b> .....	<b>26</b>
3.5.1 Acidez Volátil.....	27
3.5.2 Grau alcoólico.....	27
3.5.3 Cobre .....	28
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	29
<b>4.1 Coleta das amostras</b> .....	<b>29</b>
<b>4.2 Métodos analíticos conforme normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. - 4ª edição digital cap.IX bebidas fermento-destiladas (Adolfo Lutz 2008)</b> .....	<b>30</b>
4.2.1 Acidez Total .....	30
4.2.2 Acidez Fixa;.....	31
4.3.3 Acidez volátil; .....	34
4.3.4 Determinação da Graduação Alcoólica; .....	34
4.3.5 Determinação do Teor de cobre; .....	36
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	39
<b>5.1 Acidez volátil</b> .....	<b>40</b>
<b>5.2 Grau alcoólico;</b> .....	<b>41</b>
<b>5.3 Determinação do teor de cobre;</b> .....	<b>43</b>

<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	45
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	46
<b>APÊNDICE</b> .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

A cachaça surgiu por volta do século XVI como uma bebida não muito apreciada e de baixo status para a sociedade daquela época por ser consumida apenas por escravos. Segundo Venturini (2010), a produção de cachaça no Brasil teve início aproximadamente em meados de 1538-1545 e fez tanto sucesso ao longo dos anos, que tornou-se a bebida simbólica entre os brasileiro, mais popular que o samba e futebol.

A partir daí, o Brasil vem se destacando na produção do destilado, igualmente o vinho na Itália, o uísque na Escócia e a cerveja na Alemanha. Atualmente a bebida é a segunda mais consumida no país, perdendo apenas para a cerveja (FRANÇA; SÁ; FIORINI, 2011).

A cachaça brasileira hoje é exportada e consumida em mais de 60 países, distribuídos entre todos os continentes. Em 2021 foram exportados 7,22 milhões de litros de cachaça (representando 0,876% do total produzido), que resultaram num faturamento de US\$ 13,17 milhões, um crescimento de quase 38,39% em valor e 29,52% em volume em 2021 (SEBRAE, 2022).

Esses números são reflexo de produtores informais que não agregam valor ao produto para que possa ser comercializado no mercado internacional. Além disso para a bebida ser aceita em outros países ela passa por rígidos testes de padrões de qualidade, principalmente de metais como cobre e alguns componentes químicos (IBRAC, 2019).

Segundo a Lei Nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas, tem-se que cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana-de-açúcar produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38 a 48% em volume, a 20°C (BRASIL, 1994). Caso a bebida não se enquadre neste padrão, não poderá ser comercializada como cachaça e receberá então a denominação de aguardente de cana (MAPA DA CACHAÇA, 2021).

Para que o destilado seja reconhecido como aguardente de cana, deverá atender aos parâmetros instituídos pelo Decreto Nº 2314, de 4 de setembro de 1997, que regulamenta a padronização e classificação de bebidas. Aguardente de cana, bebida com 38 a 54% em volume a 20°C obtida do destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar ou pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, podendo ser adicionado 6 mg/L de açúcares expressos em sacarose (BRASIL, 1997).

Atualmente, as definições legais de cachaça e aguardente sofreram algumas alterações com a portaria Nº 339, de 28 de Junho de 2021. Essas mudanças vinham sendo cobradas há muito tempo pois elas trazem novas normas de produção e comércio e com isso a bebida se torna mais competitiva no mercado nacional e internacional com outros destilados como Uísque e Conhaque (BRASIL, 2021).

A cachaça é um produto de representação nacional e se faz presente em diversos aspectos da sociedade brasileira. Faz parte da gastronomia, comemorações, economia e da tradição do povo brasileiro. Devido à importância da produção de aguardente de cana para o município de Cristópolis (BA) é importante analisar se o produto dessa região está dentro dos padrões de qualidade exigidos pelas normas nacionais. Inúmeras substâncias tóxicas podem ser formadas durante o processo de destilação e armazenamento da bebida, o que pode gerar danos à saúde.

Este trabalho de conclusão de curso teve por objetivo analisar parâmetros de qualidade de cachaças produzidas no Município de Cristópolis, visto que a região não possui trabalhos científicos voltados para análise dos padrões de qualidade da cachaça.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

- Analisar a qualidade das cachaças produzidas no município de Cristópolis-Ba e comparar com os padrões exigidos pela legislação brasileira.

### 2.2 Objetivo Específico

- Avaliar a Acidez volátil, Grau alcoólico, e Teor de cobre, das cachaças produzidas no município de Cristópolis-Ba.
- Verificar a correlação dos dados coletados com o determinado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Identificar e quantificar as amostras que se enquadram nos parâmetros de cachaça e aguardente.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Contexto histórico Cristópolis

Cristópolis é um município do Estado da Bahia fundado em 19 de julho de 1962, possui uma extensão territorial de 1.043 km, com coordenadas GPS 12°12'36S e 44°24'59W latitude e longitude, em uma elevação de 767.00 metros acima do nível do mar. Situado em uma região privilegiada centralizada e de fácil acesso, sua população está estimada em a 14500 habitantes, onde toda sua extensão é dividida pela BR-242 ou Rodovia Milton Santos, ligando a região do extremo oeste baiano até a capital de Salvador e aos principais portos do Estado e de toda Região Nordeste do Brasil (SAI 2022).

O Município de Cristópolis possui um clima tropical sazonal e sua vegetação é típica de cerrado, com temperatura média de 23.4 °C, destaca-se pelo clima quente durante o dia e ameno a noite, com estação chuvosa durante os meses de novembro a março e o restante dos meses em estação seca (SAI 2022).

As condições climáticas, topografia plana, e extensas áreas de terras com amplo potencial para cultivo de grãos, são favoráveis ao desenvolvimento de agricultura, utilizando-se de água subterrânea na irrigação (vide Aquífero Urucua). A pecuária de corte é muito forte na região já que existe pastagem favorável a criação de gado bovino, assim como a comercialização de cachaça artesanal (SAI 2022).

A produção de cachaça artesanal vem se tornando um ponto forte na economia do município de Cristópolis, teve início há mais de 90 anos e tem crescido a cada ano. Um breve levantamento feito na região identificou que possuem aproximadamente 50 produtores informais em todo município, e a produção anual incluindo todos produtores pode alcançar a média de um milhão de litros por ano/safra, visto que inúmeras famílias em vários povoados fazem uso dessa prática (Informação pessoal).

Em conversas com alguns produtores, eles demonstraram interesse e vontade em melhorar o produto da região, criar associações, montar uma estrutura com maior padrão de qualidade e com isso aumentar ainda mais o reconhecimento da bebida tanto no Estado da Bahia como nacionalmente

A cachaça artesanal de Cristópolis é vendida no município, cidades circunvizinhas como Barreiras, Ibotirama, Riachão das Neves e até em outros estados do Brasil, como

Distrito Federal, Goiânia, Tocantins, Salvador, recebendo bastante reconhecimento pelo seu sabor e aroma de cana na bebida (Informação pessoal)

Os povoados com o maior número de produtores são, Cantinho, Cerquinha, Limoeiro, São João e Mata do Cedro. O povoado de Cantinho se destaca com o maior número de alambiques e produção de cachaça, que é favorecido pela BR-242 que liga Salvador ao Distrito federal, a BR-242 divide todo povoado e o território do município ligando, tornando assim o produto de fácil acesso para viajantes e caminhoneiros que passam pelo local frequentemente e apreciam a bebida (Informação pessoal)

### **3.2 Contexto histórico cachaça**

A cachaça produto nacional brasileiro sofreu muito preconceito na época da escravidão, por ser uma bebida consumida por escravos, ao longo dos anos foi ganhando reconhecimento e espaço no mercado nacional. Mas de acordo com informações existentes, não se pode definir ao certo se o surgimento desse destilado aconteceu de modo proposital ou acidental (OSHIRO; MACCARI, 2005). Entretanto, a descoberta ocorreu entre os anos 1538-1545, logo após o início da produção de açúcar de cana. Onde sabe-se que foi a primeira bebida destilada produzida na América Latina e no Brasil (ABRABE, 2019).

O sucesso da bebida fez com que o governo português tentasse inúmeras vezes proibir a produção nacional, pois a venda estava refletindo na redução da comercialização do vinho português. Entretanto, tal tarefa demonstrou-se quase impossível, pois quem se beneficiava do comércio de escravos reagiu contra (CÂMARA, 2004; BOLLO; SCHRADER, 2012). Para não gerar conflitos com os comerciantes de escravos o governo português então resolveu cobrar taxas sobre a bebida e permitiu a produção (ABRANTES, 2012).

No dia 21 de dezembro de 2001, o ex-presidente da república, Fernando Henrique Cardoso, assinou o Decreto N° 4.062, que reconhece exclusividade do uso da cachaça por parte do Brasil (BRASIL, 2001). Medida que impõe patente sobre o nome, preservando o produto, além de proteger a identidade da cachaça no país (PINHEIRO, 2010).

O Brasil vem se destacando com a cultura da cachaça, assim como o vinho na Itália, a cerveja na Alemanha e o uísque na Escócia. A bebida é tão importante para a cultura brasileira que foi elevada ao posto de bebida símbolo nacional, com o sucesso

internacional, tornou-se o terceiro destilado mais consumido no mundo, ficando atrás apenas da Vodka e do Soju (FRANÇA et al., 2011).

Há décadas a cachaça se encontra em destaque na história do Brasil, tendo acompanhado todas as alterações ocorridas em cinco séculos de história, sendo empregada como bebida oficial nos momentos marcantes. A cachaça chegou a um nível tão importante na sociedade, que foi a bebida escolhida por D. Pedro I para brindar a Independência do Brasil e, pelo ex-presidente Fernando Henrique Cardoso, nas comemorações dos 500 anos de descobrimento (SEBRAE, 2008).

### **3.2 Matéria prima cachaça**

A cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil por Martim Afonso de Sousa em sua expedição (1530-1532), dando início a um negócio bem-sucedido que se tornaria uma das principais fontes de renda do país. O primeiro engenho da colônia “Engenho do governador” foi montado no centro da ilha de São Vicente, região do atual estado de São Paulo (RODRIGUES E ROSS 2020).

A cana-de-açúcar foi descrita primeiramente por Linneu, em 1753, que lhe denominou genericamente de *Saccharum* (Szmrecsányi, 1979, p. 110). Por ser uma planta de clima tropical, a faixa principal de sua distribuição geográfica está entre as latitudes 35° Norte e 35° Sul, sendo o Brasil seu maior produtor, seguido pela Índia e pela China, segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO (2012, p. 174).

A cana-de-açúcar *Saccharum spp.*, uma poácea do tipo C4 com, apresenta uma alta taxa fotossintética na captação de CO<sub>2</sub> da atmosfera. Adapta-se a grandes variedades de temperatura, intensidade luminosa e escassez de água, principalmente por necessitar de grande quantidade de água para o seu suprimento hídrico (SEGATO et al., 2006).

A cana cresce em forma de touceiras, constituídas por uma parte aérea e outra subterrânea. Da parte aérea fazem parte os colmos, as folhas e as flores. A parte subterrânea é constituída pelas raízes e pelos rizomas, de onde sai uma nova touceira após o corte da cana (Szmrecsányi, 1979, p. 110-111). O colmo é considerado a parte principal da cana, pois dele extrai-se o caldo, de onde se inicia a produção do açúcar e do álcool.

Desde o século XVI a cana-de-açúcar é uma importante cultura para a economia do Brasil. Trazida pelos portugueses, o plantio da cana começou no litoral brasileiro, principalmente pelo tipo de solo que é encontrado nessa região (CroplifeBrasil 2021).

O Brasil é o país com a maior produção de cana-de-açúcar no mundo, os números ultrapassam a casa dos 7 milhões de hectares plantado. Isso gera em média uma produção de 480 milhões de toneladas de cana, colocando o país na liderança mundial em tecnologia de produção de etanol. A matéria-prima além de ser utilizada na produção de açúcar e álcool, existem outros subprodutos e resíduos gerados que são utilizados para cogeração de energia elétrica, fertilizantes para lavouras e fabricação de ração animal (Embrapa 2021)

Além da produção de etanol e açúcar os pontos mais fortes dessa cultura no país, a cana-de-açúcar é importante para produção de alimentos, bioenergia, bioplástico, e cachaça, uma bebida que vem ganhando mercado e reconhecimento tanto nacional quanto internacionalmente a cada ano (CroplifeBrasil 2021).

A fabricação da cachaça tem como base a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) de origem asiática, cultivada em regiões tropicais, com diversas variedades disponíveis para utilização. O plantio da cana-de-açúcar pode ser feito em duas épocas do ano, entre os meses de outubro-novembro (nesta estação não é recomendada, plantada somente se existir necessidade de matéria-prima) e entre janeiro e março que é o período propício ao cultivo da planta (Oliveira, 2010).

A composição química da cana-de-açúcar é muito variável quantitativamente, porém qualitativamente ela é semelhante em todas as variedades, a riqueza em sacarose varia de 13% até 18% (ANDRADE, 2006). Segundo Marques (2007), as canas cultivadas no Brasil possuem em média o teor de 12,5% de fibra, com concentrações variando de 9,0 a 15,0%, ou seja, com elevado grau de dispersão.

O teor de açúcares redutores nessa planta é de 1% e o de sacarose em torno de 14%. Recomenda-se que não se faça a colheita dos talhões da matéria-prima com menos de 14% de açúcares (18° Brix) (LIMA, 2001 apud DUARTE, 2003).

Sendo assim, pela influência das condições climáticas de temperatura, a precipitação, brotação, desenvolvimento do sistema radicular e estabilização do sistema radicular na cultura são mais rápidos. Outro motivo importante a ser considerado na escolha da estação para o plantio, é que a cultura pode sofrer com a infestação por pragas

e doenças, que resultam em menor produtividade, interferindo na qualidade da matéria-prima e consequente na qualidade da cachaça (MUTTON e MUTTON, 2010).

### **3.3 Produção da cachaça artesanal**

A cachaça conhecida também como aguardente de cana é uma das bebidas destiladas mais desejadas e consumidas no país, sendo obtida através da fermentação do caldo de cana, e suas denominações variam de acordo com a região do país. A produção anual é de aproximadamente 1,6 bilhões de litros dos quais 90% são derivados da produção industrial e 10% da cachaça de alambique artesanal (SEBRAE, 2017). Entretanto, quando se considera o mercado informal do destilado estima-se que a produção pode alcançar aproximadamente 2,0 bilhões de litros/ano.

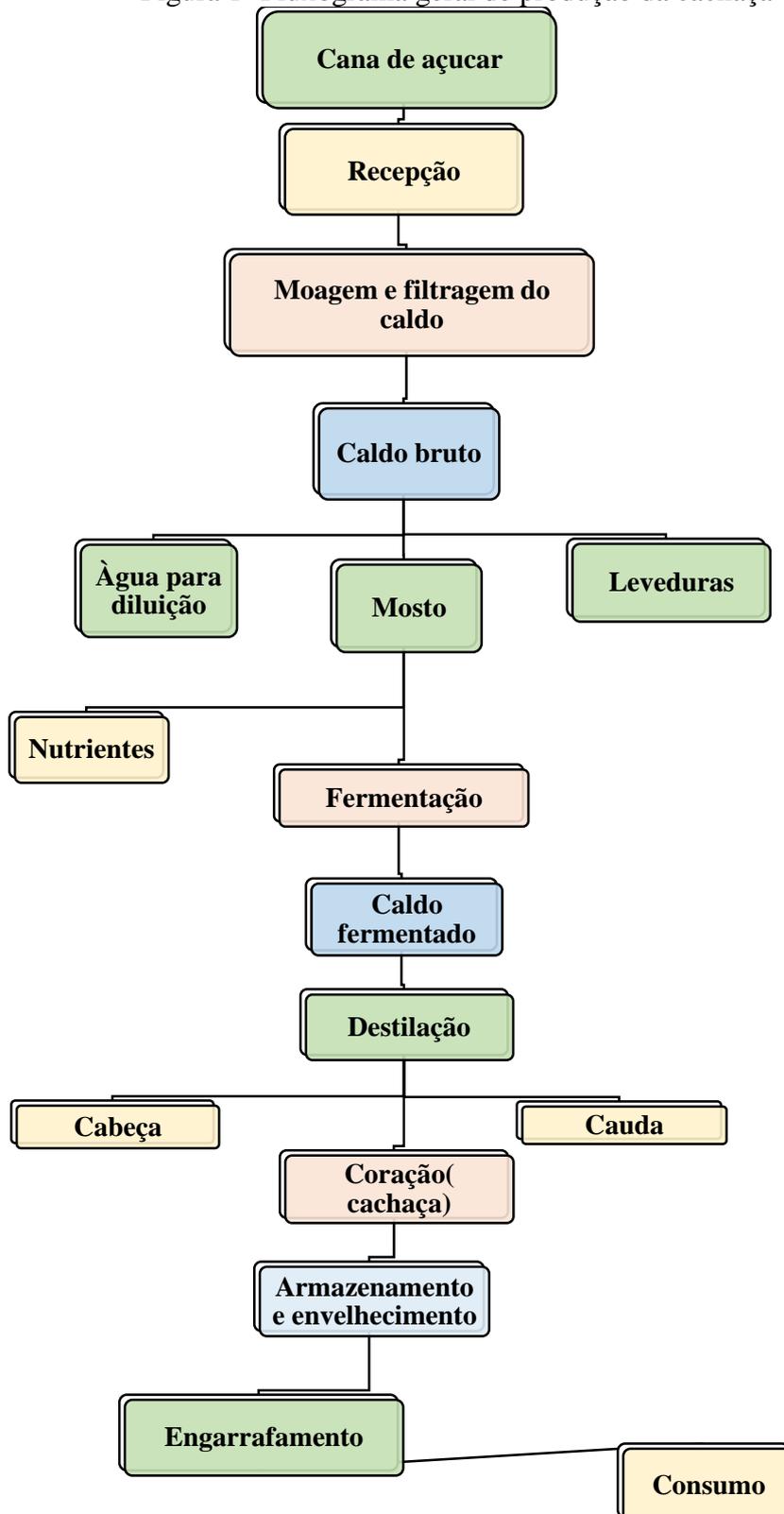
Esses números estão representados por uma estimativa com mais de 4 mil marcas de diferentes aguardentes/cachaças no país, e de aproximadamente 40 mil produtores predominantemente distribuídos por nove estados, Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Paraíba, Santa Catarina, Paraná, Goiás, (IBRAC, 2019). Além disso, o Brasil consome praticamente toda a produção de cachaça cerca de 98% da bebida, enquanto apenas 2% é exportado, (2,5 milhões de litros), e no mercado exterior os principais compradores são, Alemanha, Paraguai, Itália, Uruguai e Portugal (Embrapa 2021).

A fabricação do destilado pode ser feito em dois processos, aguardente industrial, a bebida é destilada em colunas de aço inox conhecidos como aparelhos contínuos; consiste em uma destilação sistemática, por torres ou colunas de destilação, sendo utilizado por empresas produtoras de médio e grande porte, com uma média de produção entre 10.000 e 100.000 litros/dia.

Já as cachaças de alambique são destiladas em alambiques de cobre em baixa escala de produção, produzindo em média entre 100 e 1.000 litros/dia, podendo chegar a um máximo de até 2.400 litros. Esse processo de destilação pode ser realizada em alambiques de um, dois ou três corpos (RECHE e FRANCO, 2009; DIAS, 2013)

No processo artesanal, a destilação é feita em alambiques de cobre e a fermentação é conduzida utilizando as leveduras naturalmente presentes no caldo de cana (SAKAI, 2005;2007). A cachaça passa por cinco etapas básicas de produção: a colheita, moagem da cana de açúcar, a fermentação, destilação e o envelhecimento, exibidos na (figura 1).

Figura 1- Fluxograma geral de produção da cachaça



Fonte: (Sales, 2001)

### 3.3.1 Colheita e Moagem

A cana-de-açúcar deve ser colhida no momento em que se encontra perfeitamente madura para iniciar a produção da bebida e desde que não tenha sido queimada no processo de limpeza do canavial, pois isso afeta a qualidade do produto final (CANUTO, 2013). Após colher, tem que ser limpa para reduzir as impurezas, a cana é cortada a mão, sem a queima das folhas.

Depois da colheita e limpeza da cana, ela passa pela moenda, que pode ser movida por motores a combustível ou elétrico, para a extração do seu caldo. O caldo obtido precisa ser filtrado, para não conter nenhum material sólido, que posteriormente possa comprometer a bebida (CANUTO, 2013).

Nesse processo, a extração do caldo da cana é feita por pressão mecânica nos rolos da moenda. Para se evitar contaminações e deteriorações, a cana deve ser moída em um prazo máximo de 24 a 36 horas após a colheita (AMPAQ, 2010). O caldo obtido é filtrado e decantado para, em seguida, ser preparado com a adição de nutrientes e levado às dornas de fermentação (ALCARDE, 2005-2007).

### 3.3.2 Fermentação

Nessa etapa, o açúcar e outros 248 componentes se convertem em álcoois, responsáveis pelo aroma e sabor final da bebida. Durante a fermentação, o açúcar e outros constituintes do mosto são metabolizados pelas leveduras, organismos capazes de produzir etanol, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e diversos outros compostos secundários tais como: ácidos carboxílicos, metanol, ésteres, aldeídos e álcoois superiores que contribuem para a determinação das propriedades organolépticas da cachaça (BADOTTI, 2005).

A levedura *Saccharomyces cerevisiae*, integrante do complexo *Saccharomyces sensu stricto*, é o principal micro-organismo utilizado na atualidade nos processos de fermentação alcoólica industriais de alimentos e bebidas (KURTZMAN, 2011; SICARD & LEGRAS, 2011; BORNEMAN & PRETORIUS, 2015)

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* têm sido utilizada por milhares de anos pela humanidade em processos de produção de alimentos e bebidas devido à sua capacidade fermentativa vigorosa, o que a torna um micro-organismo de grande

importância econômica e cultural (LEGRAS et al., 2007; SICARD & LEGRAS, 2011; LITI, 2015).

É importante ressaltar que, se existe hoje um mercado para cachaça no Brasil e no mundo isso se deve leveduras *S. cerevisiae* pois sem elas seria impossível produzir bebidas alcoólicas fermentadas com o nível de qualidade e aceitação que temos hoje, já que a fermentação é o processo mais importante da produção e são as leveduras que proporcionam um produto suave, com aroma agradável e de qualidade.

Para que ocorra a fermentação de forma ideal é necessário analisar a concentração dos açúcares Brix, pH, e temperatura do caldo clarificado que devem estar entre 14° e 16° Brix, se estiver acima de 16° é necessário diluir o caldo de cana com água potável para garantir a estabilidade do fermento ao longo de todo o período de fermentação, se não for feita a diluição do caldo pode acarretar danos a fermentação, deixando o processo lento e frequentemente acarretando perda na qualidade do produto final. Sendo que após estes ajustes, é denominado mosto. O mosto é colocado para fermentar na presença de leveduras (“pé-de-cuba”) (SCHWAN, et al., 2013).

A fermentação é considerada uma etapa crítica do processo, a utilização de leveduras selecionadas facilita a sua condução. Schwan et al (2001) demonstraram que as bactérias comumente encontradas durante o processo fermentativo são denominadas bactérias lácticas, principalmente as espécies *Lactobacillus plantarum* e *L. casei*. Após finalizar a fermentação, o mosto fermentado, também conhecido como vinho é submetido à destilação para separação, seleção e concentração dos componentes voláteis (SCHWAN, 2006).

### 3.3.3 Destilação

A destilação é um processo onde o vinho passa por uma purificação com a principal finalidade de separar os componentes voláteis presentes através de um aquecimento do líquido e consequente condensação dos vapores formados. Ao longo do processo de destilação, ocorrem várias reações químicas, como hidrólise, esterificação e acetilação, que são estimuladas pelo calor. Dependendo da forma que a destilação é conduzida, inúmeros compostos podem ser carregados pelo vapor diretamente para a bebida, influenciando assim a produção e a qualidade da cachaça (CARDOSO, 2013).

O vinho produzido é composto principalmente por água (com concentração entre 89 e 94% v/v), etanol (5 a 8% v/v) e demais compostos secundários (menos de 1 % v/v) em sua fração volátil. Já a fração não volátil ou fixa é composta por extratos do mosto, componentes sólidos em suspensão derivados da decomposição de leveduras, bactérias e substâncias não solúveis encontrados no próprio mosto como o bagacilho, pequenas frações de bagaço adquiridas durante o processo de moagem (NOGUEIRA, VENTURINO FILHO, 2005).

Para atender às exigências legais que determinam a cachaça como uma bebida com graduação alcoólica entre 38 e 48% em volume, o vinho deve ser destilado com o objetivo de aumentar o teor alcoólico (AMPAQ, 2010). O processo consiste em ferver o vinho produzindo vapores que são condensados por resfriamento, resultando na formação de grande quantidade de etanol (SORATTO et al., 2007).

Os alambiques utilizados na produção artesanal são feitos de cobre um elemento químico que é encontrado na natureza em formato sólido, esse metal é utilizado por apresentar determinadas características vantajosas, como maleabilidade (propriedades mecânicas que facilitam a moldagem deste metal); boa condução térmica (o calor recebido em um ponto se dissipa rapidamente por toda a superfície); resistência à corrosão (ocasionada pelo fogo e pelo vinho) e melhora sensorial da bebida (reações favoráveis no componente do vinho são catalisadas) (CARDOSO, 2013).

Quando não acontece higienização de forma adequada do alambique, as bebidas produzidas podem apresentar níveis elevados do metal; a contaminação por cobre acontece nas partes descendentes do alambique, onde o maior responsável pela contaminação da bebida é a serpentina assim, o correto é utilizar serpentina de inox pois ela reduz significativamente os níveis de cobre presentes na cachaça (MAIA, CAMPELO, 2006).

Ao aquecer o fermentado em alambiques é possível separar o destilado em três subfrações sequenciais: cabeça, coração e cauda. A cabeça mais conhecido como cabeçalho com graduação maior de 60° GL com compostos inorgânicos como etanol, metanol, acetaldeído, acetato de etila e metila, coloração forte; o coração que é a cachaça com graduação entre 38 a 60° GL coloração límpida com aroma e sabor típicos da cachaça; e a cauda, nome popular agua fraca com 10 a 38° GL possuindo compostos fenólicos e ácidos orgânicos com sabor e aroma muito fraco de cachaça (FURBINO, 2013).

O resíduo decorrente da destilação conhecido como vinhoto ou vinhaça e tiborna no município da pesquisa, possui baixo teor de etanol e alto teor de água, pode ser reaproveitado na fertilização do solo como água, alimentação animal e como repositor de minerais (SERAFIM et al., 2012; DIAS, 2013).

### 3.3.4 Armazenamento e envelhecimento

Após destilação, a bebida não se encontra na forma ideal de ser previamente consumida, porque ela apresenta um padrão irregular, sendo necessário um período de aproximadamente três meses de descanso para completar sua qualidade, necessitando ser armazenada em madeira recipientes de vidro ou dornas de aço inoxidável, em local arejado e protegido evitando exposição a altas temperaturas (CARDOSO, 2013).

O envelhecimento vem se tornando uma prática muito comum entre os produtores, que tem como principal objetivo agregar valor ao seu produto, tornando-o mais competitivo no mercado a cachaça pode ser armazenada ou envelhecida em tonéis de madeira. Portanto o envelhecimento não é uma etapa obrigatória do processo; porém, apresenta uma importante etapa na produção de bebidas destiladas, agregando valor econômico e influenciando na qualidade, pois altera acentuadamente a composição química, aroma, sabor e cor.

Uma prática que vem se tornando comum entre os produtores é o envelhecimento da cachaça, o objetivo principal desse processo é agregar valor ao seu produto, tornando-o mais valorizado e competitivo no mercado (ANJOS et al., 2011). Existem vários métodos para armazenar e envelhecer cachaças, e o mais utilizado são os tonéis de madeira. O envelhecimento não é uma etapa obrigatória no processo, porém, proporciona uma importante etapa na produção de bebidas destiladas, influenciando a qualidade e agregando valor econômico, pois altera ativamente a composição química, sabor, aroma e cor (CATÃO et al., 2011).

O armazenamento/envelhecimento é responsável por melhorias nas características organolépticas da cachaça, tornando seu sabor mais agradável e suave. Durante o envelhecimento, são incorporadas à bebida substâncias oriundas da madeira, observando-se também uma redução no teor alcoólico da mesma (ABREU-LIMA, 2005).

As principais reações que ocorrem no processo de armazenamento da aguardente de cana são reações entre os compostos secundários provenientes da destilação, extração

direta dos componentes da madeira, decomposição de macromoléculas da madeira (celulose, hemicelulose) e lignina) e a subsequente incorporação destes compostos à bebida. Além dessas, podem ocorrer também, reações entre os compostos da madeira e os compostos originais do destilado (MORI et al., 2006).

Entretanto, os resultados podem variar de acordo com o tipo de madeira utilizado e as substâncias químicas presentes, tendo potencial de tornar uma cachaça agradável sensorialmente, mais suave, diferenciada no mercado, expressiva de uma bebida recém destilada e que proporciona um gosto intenso e seco (ALCARDE, SOUZA E BLLUCCO 2010).

### **3.4 Legislação**

A qualidade da cachaça pode ser influenciada por diversos fatores, como matéria-prima, fermentação, destilação, envelhecimento, etc. A necessidade de um produto competitivo e que atenda às novas exigências do mercado tem atraído investimentos para o setor de cachaça buscando estimular a qualidade e a elitização do consumo (SCHWAN et al., 2006).

De acordo com a legislação brasileira, decreto n.4851, de 02/10/2003, Art. 92 o termo cachaça refere-se à “denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38 a 48% em volume a 20°C, obtida pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares” (BRASIL, 2005). Os aspectos gerais de sua qualidade e de seu controle, associados à sua importância, exigem a realização de análises físico-químicas para designação da cachaça de boa qualidade (CARDOSO, 2006).

De acordo com a Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005 os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQs) para a aguardente de cana-de-açúcar e cachaça, foram estabelecidos pela legislação brasileira para regulamentar a produção (BRASIL, 2005).

Com a criação da portaria nº 339, de 28 de junho de 2021 a aguardente de cana e cachaça passam a ter alguns padrões de qualidade diferentes uma da outra, são eles Acidez Volátil, Grau alcoólico, Estéreis totais, e coeficiente de congêneres (BRASIL 2021).

Além disso outra alteração importante foi o reconhecimento da cachaça de alambique artesanal, que passou a ser reconhecida como Cachaça de Alambique, quando for produzida exclusivamente e em sua totalidade em alambique de cobre (BRASIL 2021).

Os parâmetros da portaria nº 339, de 28 de junho de 2021 que estabelece novos padrões de regulamentação da cachaça e aguardente de cana estão ilustrados na (tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos para a aguardente de cana-de-açúcar e cachaça, portaria nº 339, de 28 de junho de 2021.

<b>Componente</b>	<b>Aguardente</b>	<b>Cachaça</b>
Graduação alcoólica, expressa em %, em v/v, a 20 °C	38,0 – 54,0	38,0 – 48,0
Acidez volátil, expressa em ácido acético, em mg/100 mL de álcool anidro	150,0	130,0
Ésteres totais, expresso em acetato de etila, em mg/100 mL de álcool anidro	200,0	150,0
Aldeídos totais, em acetaldeído, em mg/100 mL de álcool anidro	30,0	30,0
Soma de Furfural e Hidroximetilfurfural, em mg/100 mL de álcool anidro	5,0	5,0
Álcoois superiores, em mg/100 mL de álcool anidro	360,0	360,0
Coefficiente de congêneres, em mg/100 mL de álcool anidro (Min/Max)	200,0 – 650,0	180,0 – 500
Sacarose, em açúcar refinado, invertido em glicose em g L <sup>-1</sup>	6,0 – 30,0	6,0 – 30,0
Acroleína (2-propenal), em mg/100 mL de álcool anidro	5,0	5,0
Álcool metílico (metanol), em mg/100 mL de álcool anidro	20,0	20,0
Carbamato de etila, em µg/L	210,0	210,0
Cobre, em mg/L <sup>-1</sup>	5,0	5,0
Chumbo, em µg L <sup>-1</sup>	20,0	20,0

Fonte: Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

### 3.5 Cachaça e seus compostos

A cachaça possui um importante papel econômico e social, mas pesquisadores envolvidos com a produção da bebida destacam que ainda é muito insuficiente os estudo sobre a mesma. Entretanto, as crescentes exigências do mercado tem feito crescer a preocupação com a qualidade da cachaça (CARDELLO; FARIA, 1998).

Os componentes principais da cachaça são água e álcool, porém, apresenta baixas concentrações de outros componentes secundários, que se formam principalmente durante a fermentação alcoólica e são selecionados pelo processo de destilação. Tais componentes pertencem às classes funcionais dos ácidos, ésteres, álcoois e aldeídos. A cachaça pode apresentar também contaminações, como por exemplo, a presença de cobre (VENTURINI, 2010; CARAZZA et al., 2001; MAIA, 1994).

Para uma cachaça de boa qualidade, esta não deve possuir em sua composição concentrações de substâncias fora do permitido pela legislação. Assim sendo, a bebida deve ser submetida a controle de qualidade por meio de análises físico-químicas para evitar que esses compostos influenciem negativamente nas características sensoriais da aguardente e na saúde do consumidor (ISIQUE; LIMA NETO; FRACO, 2002).

### 3.5.1 Acidez Volátil

Dentre os produtos secundários, o ácido acético é o componente mais importante da fração ácida das aguardentes, sendo expresso em acidez volátil (MIRANDA, 2005).

Segundo Cardoso (2001), a acidez depende de fatores como o controle da matéria-prima, condução da destilação e principalmente do processo de fermentação, onde se deve levar em consideração à predominância da levedura, tempo, pureza do meio, temperatura e manejo do mosto, a fim de evitar a proliferação de bactérias acéticas, que aumentam a acidez da bebida e diminuem o rendimento da produção.

A acidez é um parâmetro que reflete fortemente na qualidade da aguardente/cachaça devido ao seu importante papel nas características sensoriais, como sabor e aroma da bebida (BORGES, 2011). O excesso pode promover um sabor indesejado e ligeiramente agressivo para o paladar do consumidor, depreciando a qualidade (CHERUBIN, 1998).

### 3.5.2 Grau alcoólico

A graduação alcoólica é um componente essencial para a produção de uma cachaça de qualidade, visto que ela precisa estar de acordo com os padrões impostos pela legislação para que seja considerado um produto apto para consumo, por isso o teor alcoólico deve obedecer aos padrões entre 38 a 54% do volume à temperatura de 20°C

para aguardentes, e 38 a 48% do volume à temperatura de 20°C para cachaça (BRASIL, 2021).

### 3.5.3 Cobre

O alambique de cobre tem uma participação positiva na cachaça, pois este metal contribui para a eliminação de determinados odores desagradáveis na bebida que são causados por compostos sulfurados, observados em aguardentes destiladas com outros metais (FRANÇA; SÁ; FIORINI, 2011). Contudo, concentrações elevadas do cobre na cachaça são indesejáveis (SARGENTELLI; MAURO; MASSABNI, 1996).

Uma das causas que leva a cachaça a apresentar teores acima do permitido é a falta de higienização do alambique, resultando na oxidação do cobre, que forma o azinhavre, composto responsável pela contaminação da bebida. O azinhavre ou zinabre é o carbonato básico de cobre que fica localizado na superfície do metal, sendo posteriormente solubilizado pelos vapores ácidos produzidos na etapa de destilação do vinho, levando a contaminação por íons de cobre (CARDOSO, 2001).

De acordo com Sargentelli, Mauro e Massabi (1996), o excesso de cobre na bebida pode causar ao consumidor a associação de várias doenças, como a epilepsia, artrite reumatoide, melanoma, degeneração hepato-lenticular ou doença de Wilson, bem como à perda do paladar.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Coleta das amostras

Foram coletadas 12 amostras de cachaças de diferentes produtores do município de Cristópolis-BA localizados nos povoados de Cantinho, Limoeiro e Cerquinha, o maior número de coletas ocorreu no povoado de Cantinho por concentrar a maior parte dos produtores, Cerquinha vem em segundo lugar e em terceiro Limoeiro que perdeu um grande número de produtores que pararam de produzir a bebida, devido os filhos se mudarem pra outra cidade e não dar continuidade a profissão dos pais.

As coletas foram feitas com o consentimento dos produtores, mas a exposição dos dados acerca das amostras será de forma anônima com o intuito de não causar prejuízos a nenhum colaborador, sendo identificadas por ordem alfanumérica.

Para a realização desse primeiro trabalho na região de Cristópolis foram selecionados 12 produtores, os mesmos foram selecionados por serem caracterizados como produtores de grande porte no município.

As amostras adquiridas para análise são puras, ou seja, sem nenhum tipo de mistura com raízes de plantas ou corante, e foram coletadas durante a safra entre os dias 1 a 6 de maio de 2022 diretamente do estoque dos produtores, período onde os mesmos não produzem a bebida por não possuírem matéria-prima para produção.

A coleta foi feita utilizando-se frascos de plástico transparente com tampa vedável de 480mL bem resistentes, virgens, não recicláveis para não correr o risco de causar alteração nas amostras. Logo após a coleta foram envolvidas com papel alumínio para evitar exposição a luz solar, já que a luz causa alteração nos componentes físico-químicos da cachaça.

As amostras foram identificadas como cachaça A 1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11 e A12, (produzidas em alambique de cobre, com utilização da cana-de-açúcar como matéria-prima. Após identificadas, as amostras foram armazenadas em temperatura ambiente no laboratório de biologia da Universidade do Estado da Bahia campus IX, sendo que no período de junho de 2022 a outubro de 2022 foram realizadas as análises físico-químicas segundo normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

As amostras foram processadas nos laboratórios da UNEB e UFOB, passaram por testes de qualidade obedecendo aos padrões de análises, todos os ajustes de protocolos que foram feitos obedeceram as normas vigentes para que não houvesse alterações nos resultados.

Os métodos de avaliação seguiram as seguintes características: Acidez total, Acidez fixa, Acidez Volátil por diferença, Graduação Alcoólica e Teor de cobre. Os procedimentos analíticos utilizados estão descritos a seguir.

#### **4.2 Métodos analíticos conforme normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. - 4ª edição digital cap.IX bebidas fermento-destiladas (ADOLFO LUTZ 2008)**

##### 4.2.1 Acidez Total

A Acidez Total foi determinada pela da titulação e neutralização dos ácidos com solução padronizada de álcali, tendo como indicador a solução de fenolftaleína, onde foram utilizados 50 mL da amostra de cachaça em um Erlenmeyer de 500 mL (Figura 2).

Figura 2 - Análise de Acidez total



Fonte: Arquivo da pesquisa 2022

Adicionou-se 0,5 mL de fenolftaleína e o conteúdo titulado com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N até coloração rósea. Após, foram anotados os valores de

hidróxido de sódio gastos em cada titulação e por meio da equação 1, em que o resultado de acidez total era expresso em g de ácido acético por 100 mL de amostra.

$$\frac{n * M * f * PM}{10 * V}$$

Sendo que:

- n é volume gasto na titulação da solução de hidróxido de sódio, em mL
- M é molaridade da solução de hidróxido de sódio
- f é fator de correção da solução de hidróxido de sódio PM é peso molecular do ácido acético (60 g)
- V é volume tomado da amostra, em mL

#### 4.2.2 Acidez Fixa;

Os teores de acidez fixa foram obtidos através da evaporação da amostra seguida de uma titulação dos ácidos residuais com álcali. Pipetou-se 50 mL da amostra em uma cápsula de porcelana e evaporou-se o conteúdo em banho-maria a 100°C até quase total secura, adicionando água cuidadosamente pelas paredes da cápsula lavando o resíduo (figura 3). Após, transferiu-se o resíduo para um Erlenmeyer com 100 mL de água e o conteúdo era titulado com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N e posteriormente os valores obtidos da titulação foram aplicados na equação 2 (figuras 4 e 5):

$$\frac{n * M * f * PM}{10 * V}$$



Fonte: Arquivo da pesquisa 2022.

Em que:

- $n$  é o volume gasto na titulação da solução de hidróxido de sódio, em mL
- $M$  é a molaridade da solução de hidróxido de sódio
- $f$  é o fator de correção da solução de hidróxido de sódio
- $PM$  é o peso molecular do ácido acético (60g)  $V$  é o volume tomado da amostra, em mL

Figura 4 - Análise de Acidez fixa



Fonte: Arquivo da pesquisa 2022.

Figura 5 – Amostra em análise



Fonte: Arquivo da pesquisa 2022.

#### 4.3.3 Acidez volátil;

A determinação da acidez volátil foi realizada pelo do cálculo por diferença entre a acidez total e a acidez fixa, pela equação 3. O resultado foi expresso em mg de ácido acético por 100 mL de álcool anidro.

$At - Af =$  ácidos voláteis, em g de ácido acético por 100 mL de amostra .

No qual:

- $At$  é a concentração de ácidos totais
- $Af$  é a concentração de ácidos fixos

Para se obter o teor de acidez volátil presente em 100 mL de álcool anidro precisou-se usar da equação 4:

$$\frac{Av * 100}{G}$$

Em que:

- $Av$  são os ácidos voláteis expressos em g por 100 mL de amostra
- $G$  é a graduação alcoólica

#### 4.3.4 Determinação da Graduação Alcoólica;

Para a análise de grau alcoólico foi utilizado um alcoômetro da marca alla Brasil com leitura sob o menisco com temperatura a  $20^{\circ}=68^{\circ}\text{F}$  e uma proveta de 50 mL, como o teste de grau alcoólico é simples, não envolveu outros componentes (figura 6) visualização dos resultados (figura 7).

A porcentagem em volume de etanol foi determinada pelo método alcoométrico de acordo com a NBR 13920 (1997), que se baseia na correlação entre a densidade da mistura hidroalcoólica e seu teor alcoólico. Os resultados foram expressos em °GL.Gay Lussac (°GL = % vol): Unidade que determina a quantidade em mililitros de álcool absoluto contida em 100 mililitros de uma mistura hidro alcoólica.

Figura 6 - Análise de Grau Alcoólico com alcoômetro flutuante



Fonte: Arquivo da pesquisa 2022.

Figura 7 - Visualização do grau indicado pelo Alcoômetro



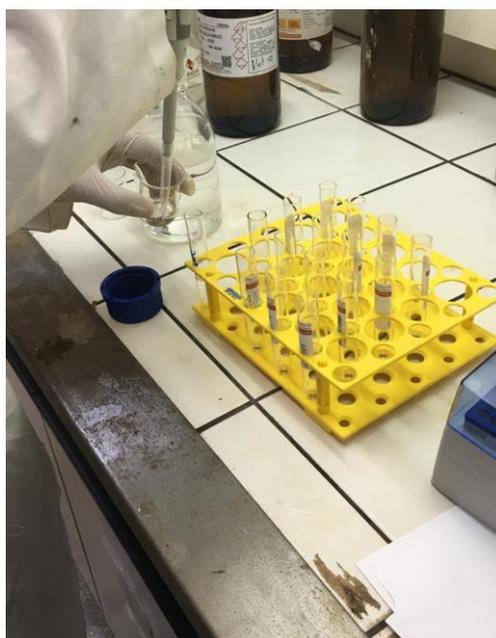
Fonte: Arquivo da pesquisa 2022

#### 4.3.5 Determinação do Teor de cobre;

Para a realização da análise de cobre colocou-se 10mL de amostra de cachaça acidificada em 10% de HNO<sub>3</sub> (Ácido Nítrico) 1mL (figura 8), para aquecer até a secura total e suspender em 2mL de água ultrapura (figura 9). A faixa de concentração da curva de calibração foi de 0,8 a 8 mg/L.

Em seguida as leituras foram realizadas em um espectrofotômetro de emissão atômica de plasma induzido por micro-ondas (MP-AES), modelo 4210 da Agilent Technologies (Melbourne, Austrália) (figura 10), com a seleção dos elementos gerais, os resultados foram observados através do monitor (figura 11)

Figura 8 - Preparação das amostras para análise

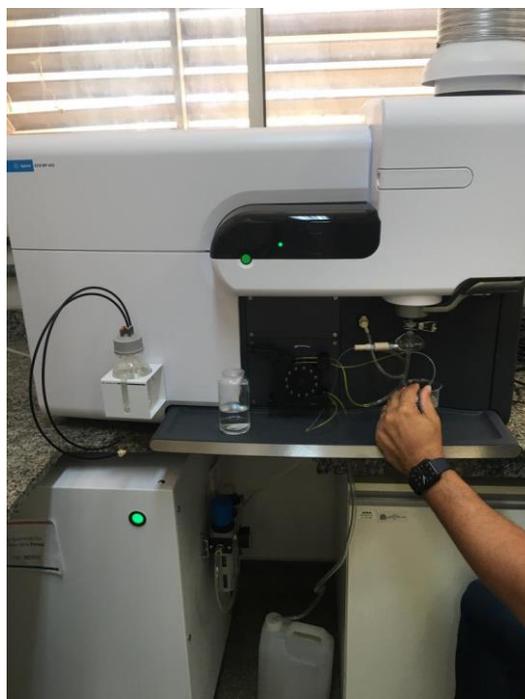


Fonte: Arquivo da pesquisa 2022.

Figura 9 - Dissecação das amostras até a secura

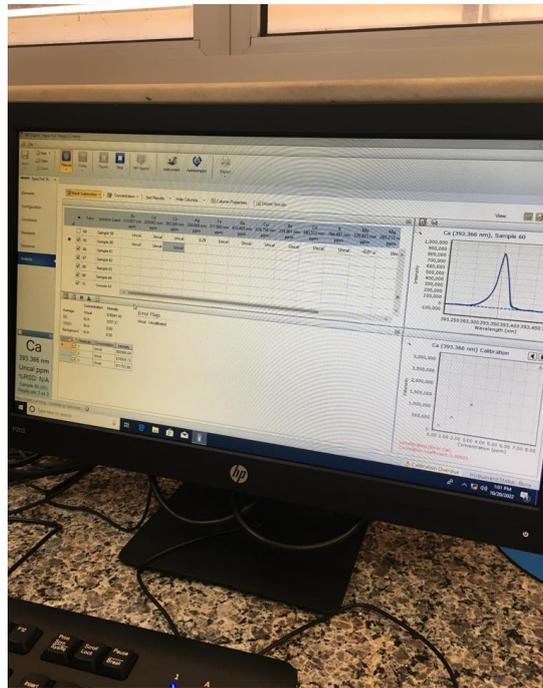


Figura 10 - Análise de cobre



Fonte: Arquivo da pesquisa 2022.

Figura 11 - Acompanhamento dos resultados através do leitor



Fonte: Arquivo da pesquisa 2022.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho basearam-se em doze amostras de cachaças da região de Cristópolis todas de alambiques artesanais. As bebidas foram coletadas no mês de maio, fim do período da entre safra na região.

Os resultados das análises físico-químicas foram tabulados e analisados, empregando planilha eletrônica no programa Microsoft Excel e os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das determinações físico-químicas de acidez volátil, grau alcoólico, e cobre das cachaças analisadas.

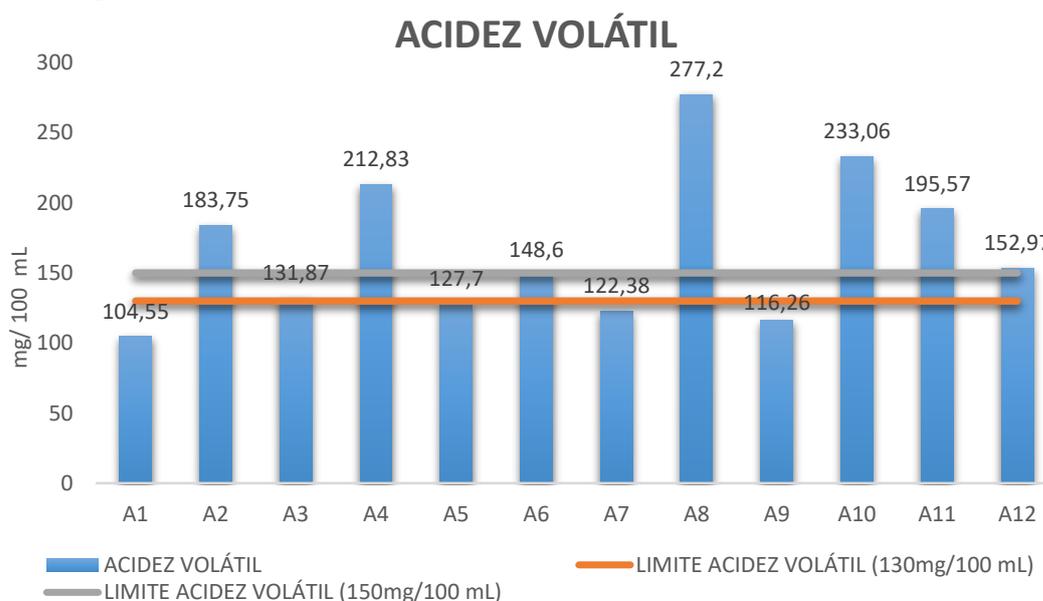
<b>Código Da amostra</b>	<b>Acidez volátil (mg ácido acético.100 mL<sup>-1</sup> álcool anidro)</b>	<b>Grau alcoólico (°GL)</b>	<b>Cobre (mg.L<sup>-1</sup>)</b>
A1	104,55	46%	3,19
A2	183,75	48%	2,11
A3	131,87	49%	3,44
A4	212,83	46%	3,72
A5	127,7	46%	2,4
A6	148,6	42%	2,88
A7	122,38	45%	3,44
A8	277,2	43%	3,02
A9	116,26	46%	2,59
A10	233,06	45%	3,26
A11	195,57	42%	4,26
A12	152,97	40%	2,6

Fonte: Arquivo da pesquisa 2022

## 5.1 Acidez volátil

Os resultados obtidos para acidez volátil das amostras de cachaças analisadas no município de Cristópolis estão expressos em mg de ácido acético por 100 mL de álcool anidro, exibidos no Gráfico 1.

Figura 12 - Valores de Acidez Volátil nas diferentes amostras analisadas



Fonte: Elaborado pelo o autor, 2022.

Para acidez volátil, o limite estabelecido pela legislação para bebida alcoólica sofreu uma pequena diferenciação entre cachaça e aguardente, antes era apenas um padrão para ambos, na nova portaria Nº 339, de junho de 2021 a cachaça passa a ter o padrão de 130,0 mg de ácido acético / 100 mL de álcool anidro, e a aguardente continua com os mesmos valores de 150,0 mg de ácido acético / 100 mL de álcool anidro (BRASIL 2021).

Com a nova portaria que exige a acidez volátil em 130,0 mg/L para ser considerada cachaça, das 12 amostras analisadas apenas 4 se encontram dentro das normas, com um valor médio de 117,72 mg/ L de acidez por 100 ml.

O padrão para ser considerada uma aguardente de cana continua sendo 150 mg/L, e das 12 amostras analisadas contando com as quatro que podem ser consideradas cachaças, apenas 6 se encontram de acordo com a legislação com uma média de 125,22 mg/L de álcool anidro. Isso significa que 50% das amostras se encontram fora dos padrões exigidos pela lei, e a amostra 8 apresentou um valor bastante expressivo, apresentando 277,2 de acidez volátil. Este valor muito acima do limite permitido não causa danos à

saúde do consumidor, promover apenas um sabor indesejado e ligeiramente agressivo (CHERUBIN, 1998).

O ácido acético é um parâmetro fundamental de referência para a qualidade sensorial da bebida. Segundo Silva e Nobregá (2001), a acidez volátil de cachaças de diversas procedências já estudadas apresentam média entorno de 61 a 90 mg ácido acético/100 mL de álcool anidro. Miranda et al. (2008), afirmou em seu estudo que quanto menores os valores de acidez melhores serão as características sensoriais da aguardente e maior será sua aceitação pelos consumidores. Portanto, as cachaças artesanais aqui analisadas poderiam ser sensorialmente mais agradáveis.

Segundo Lima e Nobrega (2004), o aumento da acidez é decorrente de motivos como, má higienização do local de trabalho, má fermentação com provável aumento de bactérias no processo, além da qualidade da matéria prima. Conseqüentemente, se estes cuidados forem tomados durante o processo de produção, os resultados entre aguardentes e a determinação da acidez volátil serão melhores.

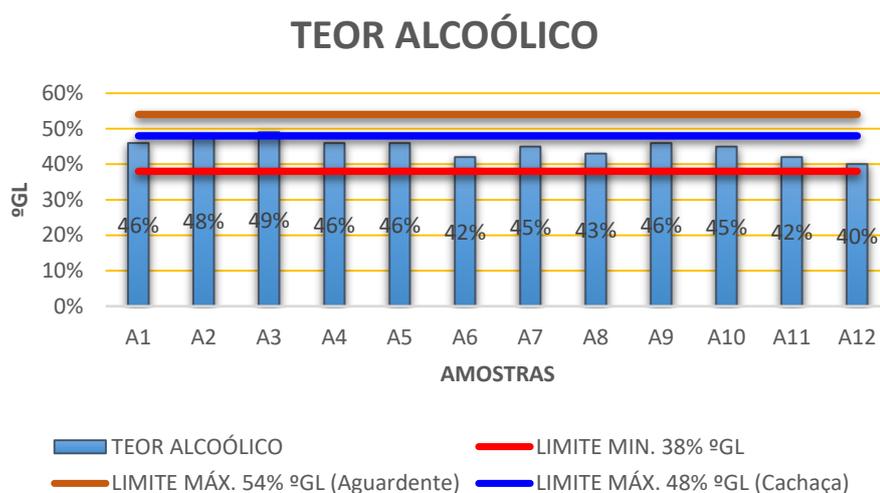
Desta forma, uma alta acidez contribui de forma negativa para o aroma e o sabor da bebida, tornando-a desagradável. Segundo Silva (2003), a solução para enquadrar a bebida dentro dos padrões para acidez volátil baseia-se no controle da produção, que consisti em processo de prevenção.

O controle deve ser feito desde a matéria-prima até a etapa de destilação, ou seja, manusear a cana de forma correta; manutenção da temperatura entre 26- 35°C na fermentação; utilização de locais e equipamentos em adequadas condições de higiene; realização da destilação imediatamente após o mosto atingir aproximadamente 0°Brix; cuidados com as dornas (limpeza, transbordamento); utilização de leveduras apropriadas, homogêneas e com boa viabilidade Segundo (SILVA, 2003; LIMA; NOBREGA, 2004).

## **5.2 Grau alcoólico;**

Os resultados obtidos para o grau alcoólico das amostras analisadas expresso em °GL (Gay Lussac) estão apresentados na figura 13.

Figura 13 - Valores de Grau alcoólico nas diferentes amostras analisadas.



Fonte: Elaborado pelo o autor, 2022

De acordo com dados obtidos verificou-se o teor alcoólico das amostras de cachaças a 20°C, foi identificado que 99% das amostras apresentaram-se em conformidade entre o teor alcoólico das bebidas e o valor exigido pela legislação 38% a 48% para ser caracterizado como cachaça. O teor médio das 12 amostras foi de 45 °GL o mesmo resultado encontrado no trabalho feito por Labanca et al. (2006), com 71 amostras de cachaças, o teor médio foi 45,6%, e no estudo de Borges (2011), com 11 amostras observou-se 42,71°GL. Gay Lussac (°GL = % vol.): Unidade que determina a quantidade em mililitros de álcool absoluto contida em 100 mililitros de uma mistura hidro alcoólica.

Das 12 amostras analisadas apenas a amostra 3 apresentou teor acima de 48% de álcool que é o máximo permitido pela instrução normativa que rege a bebida, apresentando um teor de 49% de álcool, sendo caracterizada como uma aguardente de cana, com padrões que variam de 38 a 54%. França, Sá e Fiorini (2011) afirmam que, cachaça com baixa ou alta graduação, resulta na formação de um produto turbido e com qualidade depreciada.

Segundo Marinho, Rodrigues e Siqueira (2009), o teor alcoólico da aguardente esta interligado a quantidade de água arrastada pelo processo de destilação, e pode ser corrigido facilmente para que a padronização da graduação alcoólica do produto final seja correta. A correção pode ser feita conforme a necessidade, tanto para mais ou para menos.

Concluindo, as cachaças artesanais produzidas no município de Cristópolis encontram-se dentro dos padrões de qualidade exigidos em relação ao teor alcoólico, esse

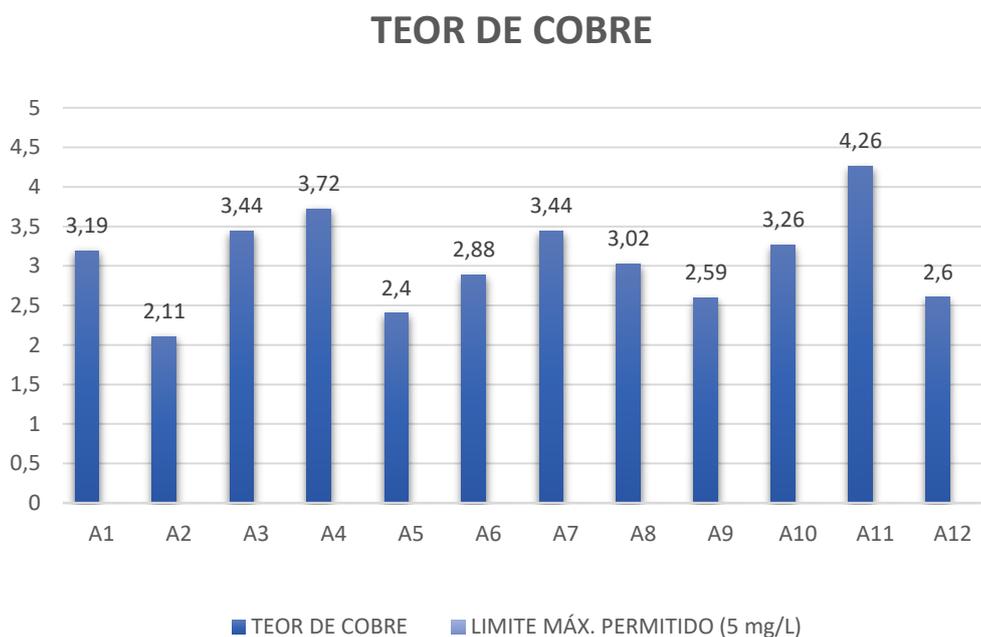
resultado é animador pois são bebidas que nunca passaram por um teste de qualidade, e muitos produtores não possuem conhecimento em relação a padrões de produção.

### 5.3 Determinação do teor de cobre;

Os resultados obtidos para os teores de cobre nas amostras analisadas expresso em mg por litro, variaram entre 2,11 a 4,26 mg/L<sup>-1</sup>sendo observado o valor médio de 3,07 mg.L<sup>-1</sup>.

Dentre os constituintes inorgânicos, o cobre assume grande importância na qualidade final do produto, devido alto grau de risco a saúde humana em caso de teores acima do permitido. O teor máximo permitido é de 5 mg.L<sup>-1</sup> de aguardente, conforme a legislação do MAPA. Os dados da avaliação estão apresentados na figura 14.

Figura 14 - Valores de Cobre nas diferentes amostras analisadas.



Fonte: Elaborado pelo o autor, 2022

As cachaças encontram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação MAPA, com o teor máximo de 4,26 mg.L<sup>-1</sup>, isso significa que os produtores da região se preocupam com a higiene dos alambiques, possivelmente realizam lavagem dos alambiques e serpentina, evitando oxidação do cobre, isso diminui a contaminação por

cobre nas cachaças. Segundo Sargentelli et al., 1996 uma assepsia criteriosa dos alambiques após o término diário do procedimento de alambicagem, quando bem feito, tende a reduzir consideravelmente os problemas de presença de cobre nas aguardentes

No estudo realizado por Borges (2011), 11 cachaças foram analisadas e duas estiveram em desconformidade com a legislação. No trabalho realizado por Azevedo et al. (2003), de 45 amostras de cachaças avaliadas, apenas 6,7% tiveram teores de cobre acima do valor permitido. Isso é resultante da cobrança do mercado por produtos de qualidade, forçando produtores independente do porte a aumentar a preocupação sobre higiene em seus destiladores, que é o fator principal para evitar contaminação com cobre.

## 6 CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos nesse estudo, as cachaças artesanais produzidas no município de Cristópolis Estado da Bahia, estão parcialmente de acordo com os padrões de identidade e qualidade regulamentada pela Instrução Normativa Nº13, de 29 de junho de 2005.

A avaliação dos parâmetros de acidez volátil, grau alcoólico e teor de cobre, demonstrou que 50% das 12 cachaças analisadas, estão com valores de acidez volátil acima do limite permitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, as demais análises realizadas estavam dentro dos parâmetros estabelecidos.

Das 12 amostras analisadas quatro podem ser consideradas como Cachaça, A1, A5, A7, A9, e duas como aguardente de cana, A3, A6. As seis amostras que apresentaram acidez volátil acima do permitido tanto para cachaça quanto aguardente, foram A2, A4, A8, A10, A11, A12.

A fase fermentativa das cachaças artesanais produzidas no município de Cristópolis merece uma atenção especial, pois é nesse momento que ocorre a formação de compostos secundários que afetam diretamente a qualidade do produto final, uma cachaça com altos níveis de acidez volátil, acaba influenciando a qualidade da bebida, como também aroma e sabor.

O município de Cristópolis é uma região promissora na produção de cachaça, necessitando de um apoio governamental aos produtores, além disso fica aberta a realização de novos estudos.

## REFERÊNCIAS

- ABRABE. Associação Brasileira de Bebidas. **A cachaça e suas combinações 2019** Disponível em: <https://www.abrabe.org.br/noticia/a-cachaca-e-suas-combinacoes/>. Acesso em: 20 out. 2022.
- ABRANTES, Antônio. **Cachaça**. Disponível em: <<http://inventabrasilnet.t5.com.br/cachaca.htm> > Acesso em: 09 de ago. 2022
- ABREU-LIMA, T. L.; MAIA, A. B. R. A.; OLIVEIRA, E. S. **Efeitos sensoriais da adição de extratos de diferentes madeiras à cachaça**. B. CEPPA, Curitiba, v.23, n. 2, p. 347-360, 2005.
- ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A.; BELLUCO, A. E. S. **Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.30, p.226-232, 2010.
- AMPAQ - Associação Mineira dos Produtores de Cachaça de Qualidade. Disponível em [http://www.ampaq.com.br/arquivos/etapas\\_para\\_producao.pdf](http://www.ampaq.com.br/arquivos/etapas_para_producao.pdf). Acesso em: 06 de out. 2022
- ANDRADE, L. A. B. Cultura da cana-de-açúcar. In: CARDOSO, M. G. **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. 2. Ed. Lavouras UFLA, 2006. P. 2-29
- ANJOS, J. P. et al. **Identification of ethyl carbamate during the aging of cachaca in an oak barrel (Quercus sp) and a glass vessel**. Química Nova, São Paulo, v. 34, n. 5 p. 874-878, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13920: **Aguardente de cana - Determinação do teor alcoólico**. Rio de Janeiro, 1997.
- AZEVEDO, Sebastião M.; CARDOSO, Maria G.; PEREIRA, Norma E.; RIBEIRO, Cleusa F. S.; SILVA, Vanisse F.; AGUIAR, Fábio C. **Levantamento da contaminação por cobre nas aguardentes de cana-de-açúcar produzidas em Minas Gerais**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras. v. 27, n. 3, p. 618-624, maio/jun. 2003.
- BADOTI Fernanda. **Caracterização de populações de leveduras associadas à produção de cachaça artesanal e estudos bioquímicos de metabolismo de sacarose por linhagens de Saccharomyces cerevisiae 2005**. Dissertação (mestrado) – UFSC, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos.
- BOLLO, Ricardo H. G.; SCHRADER, Willian W. **Histórico da cachaça da ilha de Santa Catarina primórdios: pirataria e navegação à vela**. Disponível em . Acesso em: 05 jun. 2020.
- BORGES, Carlos A. **Avaliação da qualidade de cachaças do estado da Bahia**. 2011. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

BORNEMAN, A. R.; PRETORIUS, I. S. **Genomic insights into the *Saccharomyces sensu stricto* complex**. *Genetics*, v. 199, p. 281–291, Fev. 2015.

BRASIL. Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994. **Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Intersetorial de Bebidas e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 15 jul. 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 2314, de 4 de setembro de 1997. **Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 4 set. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto no. 4851 de 02 de outubro de 2003**. Publicado no Diário Oficial da União de 03/10/2003, Brasília, seção 1, p.6. Diário Oficial da República federativa do Brasil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18918.htm#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20padroniza%C3%A7%C3%A3o%2C%20a,Art.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18918.htm#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20padroniza%C3%A7%C3%A3o%2C%20a,Art.)

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 28, de 8 de agosto de 2014**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 ago. 2014, Seção 1.

BRASIL. **Portaria nº 339, de 28 de junho de 2021**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-339-de-28-de-junho-de-2021-328538616>. Acesso em: 19/10/2022

CAMARA, Marcelo. **Cachaça Prazer Brasileiro**. Rio de Janeiro: Mauad, 2004

CANUTO, M. H. **Influência de alguns parâmetros na produção de cachaça: linhagem de levedura, temperatura de fermentação e corte do destilado**. 2013. 103 f. Tese

CARAZZA, Fernando; CARDEAL, Zenilda L.; CARVALHO, Ciomara R.; NONATO, Eliana A.; SILVA, Fernando C. A headspace solid-phase microextraction method for the determination of some secondary compounds of Brazilian sugar cane spirits by chromatography. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 49, n. 8, p. 3533-3539, jul. 2001.

CARDELLO, Helena M. A. B; FARIA, João. B. **Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho** (*Quercus alba* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v.18, n.2, p.169-175, maio/jul. 1998

CARDOSO, Maria G. Análises físico-químicas de aguardente. In: \_\_\_\_\_. **Produção artesanal de aguardente**. Lavras, UFLA/FAEPE, p. 61-73, 2000.

CARDOSO, M. G. **Análises físico-químicas de aguardente**. In: \_\_\_\_\_. **Produção de aguardente de cana**. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. p. 203- 232.

CARDOSO, M. G. **Análises físico-químicas de aguardente**. In: Produção de aguardente de cana. 3. ed. rev. e ampl. Lavras: Editora UFLA, 2013.

CATÃO, C. G. et al. **Qualidade da madeira de cinco espécies florestais para o envelhecimento da cachaça**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 15, n. 7, jul. 2011.

CHERUBIN, Rudimar A. **Efeitos da adição de benzoato de sódio na fermentação alcoólica para produção de aguardente de cana-de-açúcar (Saccharum spp)**. Piracicaba, 1998. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CROPLIFEBRASIL. **Cana-de-açúcar: mais de 500 anos sendo uma importante cultura para a economia brasileira**. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/conceitos/cana-de-acucar-mais-de-500-anos-sendo-uma-importante-cultura-para-a-economia-brasileira>. Acesso em: 10 de out. de 2022.

Decreto nº 4.062, de 21 de dezembro de 2001. **Define expressões “cachaça” e “cachaça do Brasil” como indicações geográficas e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 jan. 2001 Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 29 jun. 2005.

DIAS, S. M. B. C. **O processo da destilação**. In: CARDOSO, M. G. Produção de aguardente de cana. 3 ed. Lavras: Editora UFLA, 2013. p. 104-150.

EMBRAPA. **Cultivo/Cana Embrapa**, atualizado 21 de jan. de 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana>. Acesso em: 16 de out. de 2022.

FAO. Crop yield response to water. Italy: FAO, 2012.

FRANÇA, N. SÁ, O. R; FIORINI, J. E. **Avaliação da qualidade da cachaça artesanal produzidas no município de Passos (MG)**. Ciência et Praxis v. 4, n. 7, 2011

FURBINO, Z. **Pequenos agricultores mineiros fabricam etanol para abastecer veículos próprios**. Out de 2013. Disponível em: Acesso: 07 de junho de 2018.

IBRAC Instituto Brasileiro da Cachaça. **Mercado externo**. Disponível em: [http://www.ibrac.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=47&Itemid=4](http://www.ibrac.net/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=4)>. Acesso em: 05/05/2022.

ISIQUE, Willian D.; LIMA NETO, Benedito S.; FRACO, Douglas W. Qualidade da cachaça, uma opinião para discussão. **Engarrafador Moderno**, Brasil, v. 98, n.4, p. 92-97, dez. 2002.

KURTZMAN, C. P. **Discussion of Teleomorphic and Anamorphic Ascomycetous Yeasts and Yeast-like Taxa.** In.: KURTZMAN, C. P.; FELL, J. W.; BOEKHOUT, T. *The Yeasts a Taxonomic Study*. 5ª ed. Elsevier, v. 2, p. 293–307, 2011.

LEGRAS, J-L.; MERDINOGLU, D.; CORNUET, J-M.; KARST, F. Bread, beer and wine: *Saccharomyces cerevisiae* diversity reflects human history. **Molecular Ecology**, v. 16, p. 2091–2102, 2007.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W. **Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos.** São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LIMA, Ana K. S.; NOBREGA, Ian C. C. **Avaliação de parâmetros de qualidade em aguardentes de cana produzidas no Estado da Paraíba.** Boletim CEPPA, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 79-103, 2004.

LITI, G. **The natural history of model organisms: The fascinating and secret wild life of the budding yeast *S. cerevisiae*.** eLife, v. 4, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7554/eLife.05835>

MAIA, André B. Componentes secundários da aguardente. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 12, n. 2, p. 29-39, set./out. 1994.

MAIA, A. B. R. A.; CAMPELO, E. A. P. **Tecnologia da cachaça de alambique.** Belo Horizonte: Sebrae/MG/Sindbebedas, 2006. 129 p.

MARINHO, Aline V.; RODRIGUES, Janaína P. de M.; SIQUEIRA, Maria I. D. **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.

MARQUES, T.A. **Apostila de Análises Tecnológicas Usinas e Destilarias.** Presidente Prudente, 2007. 51p.

MAPA DA CACHAÇA. **Afinal, o que é cachaça?** Disponível em: <<https://www.mapadacachaca.com.br/artigos/afinal-o-que-e-cachaca/>> Acesso em: 08 de agosto. 2022.

MIRANDA, Mariana B. **Avaliação Físico-Química de Cachaças Comerciais e Estudo da Influência da Irradiação Sobre a Qualidade da Bebida em Tonéis de Carvalho.** 2005. 196 f. Tese (Mestrado em Ciências e Tecnologia de alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MIRANDA, Mariana B.; MARTINS, Nilo G. S.; BELLUCO, André E. S.; HORRI, Jorge; ALCARDE, André R. **Perfil físico-químico de aguardente durante envelhecimento em tonéis de carvalho.** Ciênc. Tecnol. Alim. Campinas, v. 28, supl., p. 84-89, dez. 2008.

MORI, F. A. et al. **Influência da qualidade da madeira no envelhecimento da aguardente.** In: CARDOSO, M. G. *Produção de aguardente de cana*. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. p. 243-27

MUTTON, M. J. R; MUTTON, M. A. **Aguardente de cana**. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). *Bebidas alcólicas: ciência e tecnologia*. São Paulo: Editora Blucher, 2010. 461 p.

MUTTON, M. J. R. **Avaliação da fermentação etanólica do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) tratadas com maturadores químicos**. 1998. 178 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINO FILHO, W. G. **Aguardente de cana**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2005.

OLIVEIRA, A. M. L. **O processo de produção da cachaça artesanal e sua importância comercial**. 2010. 55 f. Monografia (Especialização em Microbiologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

OSHIRO, C. R.; MACCARI Junior A. **Cachaças do Paraná: de gole em gole da cana ao copo**. 1. ed. SEBRAE-PR, 2005.104 p

PINHEIRO, Sandra H. M. **Avaliação sensorial das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique**. 2010. 129 f. Tese (Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – Minas Gerais, 2010.

RECHE, R. V.; FRANCO, D. W. **Distinção entre cachaças destiladas em alambiques e em colunas usando quimiometria**. *Química Nova*, São Paulo, v. 32, p. 332-336, 2009.

RODRIGUES, Gelze Serrat de Souza Campos; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **A trajetória da cana-de-açúcar no Brasil: perspectivas geográfica, histórica e ambiental**. Edufu, 2020.

SAI. Prefeitura Municipal de Cristópolis. Secretaria de Cultura. **Dados sobre geografia**. Cristópolis, 2022. Disponível em: <https://sai.io.org.br/ba/cristopolis/site/dadosmunicipais>

SAKAI, R.H. **Cana-de-açúcar-Cachaça. Agência de Informação Embrapa**. 2005-2007 Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em 11 de out. 2022

SALES, A.C. **Registro de estabelecimento, equipamentos para produção e controle de operação da fábrica de aguardente**. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). *Produção de aguardente de cana-de-açúcar*. Lavras: Editora UFLA, 2001. cap. 2 p.51-112.

SARGETELLI, Vagner; MAURO, Antônio E.; MASSABNI, Antônio C. **Aspectos do metabolismo do cobre no homem**. *Química Nova*, Araraquara SP, v. 19, n. 3, p. 290-293, dez. 1996.

SEBRAE-MG. **Certificação da cachaça**. In: *Informativos do SEBRAE*. Belo Horizonte, ano III, 10 jun. 2008. Disponível em:

<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/08EF03D0C42761248325763F0062D66F/\\$File/NT0004292E.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/08EF03D0C42761248325763F0062D66F/$File/NT0004292E.pdf). Acesso em: 25 de novembro. 2018.

SEBRAE. **Cachaça artesanal**. Brasília, 2017. (Série Estudos Mercadológicos).

Disponível em:

<[http://bis.sebrae.com.br/GestorRepositorio/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/444c2683e8debad2d7f38f49e848f449/\\$File/4248.pdf](http://bis.sebrae.com.br/GestorRepositorio/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/444c2683e8debad2d7f38f49e848f449/$File/4248.pdf)>.

SEBRAE. **Produção de cachaça no Brasil ainda tem muito potencial econômico**, 01 de abril. De 2022. Disponível em:

<<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/producao-de-cachaca-no-brasil-aindatemuitopotencialneconomico,578ed967936ef710VgnVCM100000d701210aRCRD>>

SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, SP: ND-LIVROCERES, 2006

SERAFIM, F. A. T. et al. **Comparação do perfil químico entre cachaças de um mesmo vinho destiladas em alambiques e em colunas**. Química Nova, v. 35, n. 7, p. 1412- 1416, 2012.

SICARD, D.; LEGRAS, J-L. **Bread, beer and wine: Yeast domestication in the Saccharomyces sensu stricto complex**. C. R. Biologies, n. 334, p. 229–236, 2011.

SILVA, Paulo H. A.; NOBREGÁ, I. C. C. **Physical – chemical characterization of commercial brands of brazilian sugar cane spirit**. MBAA technical Quarterly, v. 38, n. 3, p 163-166, jan./fev. 2001.

SILVA, Carol L. C. **Seleção de linhagens de Saccaromyces cerevisiae flocculantes e linhagens não produtoras de H<sub>2</sub>S e sua influência na qualidade da cachaça**. 2003. 99 f. Tese (Mestre em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

SORATTO, Alexandre Nixon; VARVAKIS, Gregorio and HORII, Jorge. **A certificação agregando valor à cachaça do Brasil**. Ciênc. Tecnol. Aliment. [online]. 2007, vol.27, n.4 [cited 2016-04-05], pp.681-687. Available from: 52 .ISSN 1678-457X. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000400002>.

SICARD, D.; LEGRAS, J-L. **Bread, beer and wine: Yeast domestication in the Saccharomyces sensu stricto complex**. C. R. Biologies, n. 334, p. 229–236, 2011.

SCHWAN, R. F.; CASTRO, H. A. **Fermentação**. In CARDOSO, M. G. (Ed.). Produção de aguardente de cana-de-açúcar. Lavras: UFLA, 2001. p. 113- 127.

SCHWAN, R. F. et al. **Fermentação**. In: CARDOSO, M. G. Produção de aguardente de cana-de-açúcar. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. p. 102-103.

SCHWAN, R. F.; DIAS, D. R.; DIAS, W. R. **Fermentação**. In: CARDOSO, M. G. Produção de aguardente de cana. 3, ed. amp. E rev. Lavras: Editora UFLA, 2013. P.80-101.0

SZMRECSÁNYI, T. **O planejamento da agroindústria canaveira do Brasil (1930-1975)**. Campinas: Hucitec, 1979.

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

## APÊNDICE



### TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Título da

Pesquisa: .....

Nome do Pesquisador: .....

Nome da Orientadora: .....

1. **Natureza da pesquisa:** o sra (sr.) está sendo convidada (o) a participar desta pesquisa que tem como finalidade, avaliar a qualidade das cachaças artesanais produzidas no Município de Cristópolis.
2. **Participantes da pesquisa:** Serão analisadas 12 amostras de cachaças de diferentes Produtores no Município.
3. **Envolvimento na pesquisa:** Ao participar deste estudo a sra (sr) permitirá que o pesquisador analise os padrões de Acidez Volátil, teor alcoólico e teor de cobre da bebida. A sra (sr.) tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para a sra (sr.).
4. **Riscos e desconforto:** A participação nesta pesquisa não traz complicações legais. (Como por exemplo divulgação do nome do produtor em caso da bebida não se adequar aos padrões exigidos pela legislação). Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.
5. **Confidencialidade:** Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e a orientadora terão conhecimento dos dados.

6. **Benefícios:** Ao participar desta pesquisa a sra (sr.) não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre a qualidade do seu produto, para que você possa se aperfeiçoar e melhorar ainda mais a sua produção, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa traga maior visibilidade para a bebida da região e conseqüentemente investimentos do governo para aperfeiçoamento das oficinas, para isso o pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, o item que segue.

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

---

Assinatura do Pesquisador

---

Assinatura do Orientador

Cristópolis, \_\_\_\_ de Maio de 2022