



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA SUCROALCOOLEIRA



SANDRYELLE LUCIANA BEZERRA MONTEIRO

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE RUM DESTILADO EM ALAMBIQUE

JOÃO PESSOA

2025

SANDRYELLE LUCIANA BEZERRA MONTEIRO

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE RUM DESTILADO EM ALAMBIQUE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Produção Sucroalcooleira.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Teixeira Leite

JOÃO PESSOA

2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M775p Monteiro, Sandryelle Luciana Bezerra.
Produção e caracterização de rum destilado em
alambique / Sandryelle Luciana Bezerra Monteiro. - João
Pessoa, 2025.
34 f. : il.

Orientação: Marcelo Teixeira Leite.
TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Rum. 2. Melaço. 3. Alambique de cobre. I. Leite,
Marcelo Teixeira. II. Título.

UFPB/CTDR

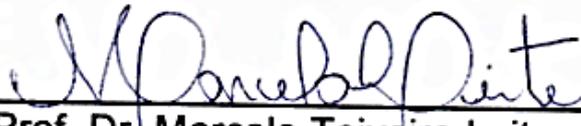
CDU 663.543

SANDRYELLE LUCIANA BEZERRA MONTEIRO

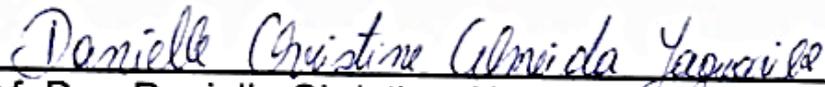
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE RUM DESTILADO EM ALAMBIQUE

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em 25 de abril de 2025, como requisito para a conclusão do curso de Tecnologia em Produção Sucoalcooleira da Universidade Federal da Paraíba.

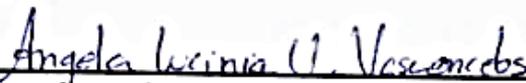
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcelo Teixeira Leite - Orientador
Universidade Federal da Paraíba



Prof. Dra. Danielle Christine Almeida Jaguaribe
Universidade Federal da Paraíba



Prof. Dra. Angela Lucinia Urtiga Vasconcelos
Universidade Federal da Paraíba

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, Fábiana, e ao meu padrasto, Laerti, por serem meus maiores incentivadores e por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a Jesus Cristo e a Nossa Senhora, por estarem comigo em todos os momentos da minha vida. Pela sabedoria diante das incertezas e pela fé que me sustentou nas maiores dificuldades. Em cada passo dessa jornada, senti o cuidado, a proteção e o amor que vêm do alto, guiando-me com esperança e força.

À minha mãe, Fábria, e ao meu padrasto, Laerti, por serem fonte de inspiração, por confiarem em meu potencial, pelo apoio incondicional que foi essencial ao longo da minha trajetória, pelos ensinamentos e por estarem ao meu lado nas decisões mais desafiadoras, sempre me encorajando a seguir em frente, mesmo diante das dificuldades. Agradeço a todos os familiares que, de alguma forma, me apoiaram e me desejaram coisas boas ao longo da minha jornada. Ao meu noivo João Victor, que chegou a pouco tempo em minha vida e me estendeu seu apoio durante essa reta final do curso, me ajudando a seguir em frente com muito amor e paciência.

Agradeço ao meu orientador, Professor Dr. Marcelo Teixeira Leite, por toda a orientação, pelo apoio constante e pela paciência ao longo dessa trajetória. Sua ajuda foi fundamental em muitos momentos, e sou muito grata por ter contado com sua orientação. Às professoras Laís Campos, Márcia César, Márcia Pontieri e Solange Vasconcelos, meu sincero agradecimento pelo acolhimento, pelo apoio constante e pela orientação atenta desde os primeiros passos no curso. Meu carinho e reconhecimento a todos os professores do Departamento de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira, que contribuíram de forma inestimável para minha formação. Muito obrigada, de coração, por acreditarem no meu potencial e fazerem parte da realização desse sonho.

Agradeço de coração a todas as amigas que fiz, tanto as que construí durante a graduação quanto as que venho cultivando ao longo da minha vida. Cada um de vocês foi essencial em minha caminhada, oferecendo apoio, companheirismo e momentos de alegria. Sou grata por cada conversa, por cada risada, e pelos momentos compartilhados que tornaram essa trajetória ainda mais especial. Que Deus continue a abençoar e fortalecer essas amigas, sempre.

à Usina Japungu por todo o conhecimento compartilhado durante o estágio e pela experiência vivida durante a safra 2024/2025. A todos do Laboratório Industrial, Estação de Tratamento de Água e Destilaria, sou grata pelas oportunidades e pelos

aprendizados compartilhados. Por fim, agradeço à Universidade Federal da Paraíba, ao Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional e ao Departamento de Tecnologia e Produção Sucroalcooleira, pelas experiências e pelas oportunidades que me proporcionaram. A todos que fizeram parte dessa caminhada, muito obrigada de coração.

RESUMO

O mercado global de rum foi avaliado em US\$ 15 bilhões em 2020, e deverá atingir US\$ 21,5 bilhões em 2025 a uma taxa de crescimento anual composta de 5,5% durante o período. Esta expectativa de crescimento é devido ao aumento global da demanda por rum de alta qualidade e sabor intenso (Market Data Forecast, 2020). O mercado de rum no Brasil acompanha a tendência global, registrando um expressivo crescimento no consumo nos últimos anos, impulsionado por um público que busca produtos com perfis de sabor mais sofisticados e diferenciados (Businesscoot, 2020). Desse modo, o rum destilado em alambique de cobre destaca-se por seu sabor mais encorpado e complexo em comparação ao rum produzido em colunas de destilação, conquistando uma posição de destaque no mercado. Esse cenário motivou a realização deste estudo, que teve como objetivo estudar a produção e caracterização do rum destilado em alambique de cobre, em conformidade com a legislação brasileira vigente. A matéria prima utilizada foi o melaço de cana, produzido por uma destilaria local. A fermentação foi realizada em sistema de batelada alimentada, utilizando a levedura CA-11, uma cepa comercial da *Saccharomyces cerevisiae*. O vinho resultante da fermentação foi destilado em alambique de cobre e o rum foi produzindo diluindo-se a fração coração do destilado a 40 °GL. As análises físico-químicas realizadas comprovaram que o rum produzido atende aos requisitos estabelecidos pela legislação, evidenciando parâmetros adequados que garantem sua conformidade e qualidade. Além disso, o produto obtido apresentou aroma e sabor característicos de bebidas de excelência, demonstrando que os processos adotados foram eficazes na obtenção de um destilado bem elaborado.

Palavras-chave: Rum, melaço, alambique de cobre.

ABSTRACT

The global rum market was valued at USD 15 billion in 2020 and is projected to reach USD 21.5 billion by 2025, with a compound annual growth rate (CAGR) of 5.5% during the period. This expected growth is driven by the rising global demand for high-quality rum with intense flavor (Market Data Forecast, 2020). The rum market in Brazil follows this global trend, registering significant growth in consumption in recent years, fueled by consumers seeking products with more sophisticated and distinctive flavor profiles (Businesscoot, 2020). In this context, pot still rum stands out due to its fuller and more complex flavor compared to column-distilled rum, securing a prominent position in the market. This scenario motivated the execution of this study, which aimed to analyze the production and characterization of pot still rum in compliance with Brazilian regulations. The raw material used was sugarcane molasses sourced from a local distillery. Fermentation was carried out in a fed-batch system using CA-11 yeast, a commercial strain of *Saccharomyces cerevisiae*. The resulting ferment was distilled in a copper pot still, and the rum was produced by diluting the heart fraction of the distillate to 40% ABV. Physicochemical analyses confirmed that the rum produced meets the regulatory requirements, presenting appropriate parameters that ensure its compliance and quality. Additionally, the final product exhibited the characteristic aroma and flavor of premium spirits, demonstrating the effectiveness of the adopted processes in obtaining a well-crafted distillate.

Keywords: rum, molasses, copper still.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Equipamentos de destilação. (A) Alambique, (B) Coluna de destilação....	19
Figura 2: (A) Linhagem da levedura utilizada no processo; (B) levedura em hidratação.....	22
Figura 3: Esquema de fermentação em batelada alimentada.	22
Figura 4: Alambique para destilação do rum.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição típica de melaço de cana-de-açúcar.	16
Tabela 2 - Parâmetros analíticos do rum.	19
Tabela 3 - Parâmetros de controle de qualidade do melaço.	25
Tabela 4 - Concentração de açúcares em função do tempo de fermentação.	26
Tabela 5 - Resultados das análises físico-químicas do rum.	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 JUSTIFICATIVA	12
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 INTRODUÇÃO	14
4.2 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA: PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE DO RUM	14
4.3 O MELAÇO COMO MATÉRIA PRIMA PARA A FABRICAÇÃO DO RUM	15
4.4 O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO RUM	17
4.5 CONTROLE DE QUALIDADE DO RUM.....	19
5 MATERIAIS E MÉTODOS	21
5.1 MATÉRIA PRIMA	21
5.2 CLARIFICAÇÃO DO MELAÇO	21
5.4 MOSTO DE FERMENTAÇÃO	21
5.5 FERMENTO	21
5.6 FERMENTAÇÃO	22
5.7 DESTILAÇÃO.....	23
5.8 AJUSTE DO TEOR ALCOÓLICO	24
5.8 ARMAZENAMENTO	24
5.9 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	24
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6.1 MELAÇO.....	25
6.2 MOSTO	25
6.3 FERMENTAÇÃO	25
6.4 DESTILAÇÃO.....	26
6.5 PRODUÇÃO DO RUM	27
6.6 ARMAZENAMENTO.....	27
6.7 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	27
6.8 GRADUAÇÃO ALCOÓLICA	27
6.9 CONGÊNERES E CONTAMINANTES.....	27
7 CONCLUSÃO	28
8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

O rum é um destilado alcoólico obtido a partir da cana de açúcar. É a segunda bebida destilada mais consumida no mundo, com 1,6 bilhão de litros por ano, ficando atrás apenas da vodca, com 4,5 bilhões de litros (Market Data Forecast, 2020). Dependendo do país onde é produzido, o rum pode ser obtido a partir do caldo da cana, do melaço ou de uma mistura destes, além de possuir uma diversidade de classificações referentes a cor, sabor e tempo de envelhecimento. Quanto ao método de destilação, o rum se divide em duas categorias: rum de alambique, quando destilado em alambiques de cobre, e rum de coluna, quando destilado em colunas de destilação (Fernández, 2016). A destilação em alambique de cobre fornece uma bebida com aroma e sabor mais intensos, enquanto a destilação em coluna proporciona uma bebida com aroma e sabor mais suaves.

O mercado global de rum foi avaliado em US\$ 15 bilhões em 2020, e deverá atingir US\$ 21,5 bilhões em 2025 a uma taxa de crescimento anual composta de 5,5% durante o período. Esta expectativa de crescimento é devido ao aumento global da demanda por rum de alta qualidade e sabor intenso (Market Data Forecast, 2020). O aumento do consumo de rum já está consolidado em vários países do mundo. Índia e Estados Unidos registram um forte crescimento do mercado de rum tipo *premium* (Grand View Research, 2023). Outros mercados, como China, Japão, Filipinas e Austrália também devem ter um impacto significativo no crescimento do mercado devido à grande base de consumidores e à demanda por rum de qualidade, com sabor mais encorpado (Market Data Forecast, 2020).

O mercado de rum no Brasil mostra-se alinhado à tendência global, com um notório aumento do consumo nos últimos anos. Este aumento se deve a um grupo crescente de consumidores que buscam produtos de uma categoria superior, com perfil de sabor marcante e diferenciado (Businesscoot, 2020). Neste contexto, o rum de alambique, por possuir um sabor mais rico do que o rum produzido utilizando colunas de destilação, deverá ocupar uma posição de destaque no mercado.

2 JUSTIFICATIVA

O consumo de rum vem aumentando em várias regiões do mundo, e este aumento se deve principalmente à crescente demanda por produtos do segmento *premium*, que proporcionam uma experiência de sabores mais sofisticados. Esta tendência está se consolidando também no Brasil, onde já existem consumidores que buscam por um rum de qualidade superior, com perfil de sabor diferenciado. Neste sentido, o rum de alambique vem ocupando posição de destaque no mercado, devido ao seu sabor e aroma mais encorpados.

O mercado brasileiro de rum é predominantemente composto pelo rum de coluna, com destaque para as marcas Montilla e Bacardi. Assim sendo, o crescente interesse do consumidor pelo rum de alambique e a baixa oferta desse produto no mercado interno representam uma oportunidade de geração de receita para os pequenos e médios produtores de cachaça e aguardente em todo o país, que utilizam a destilação em alambiques de cobre na fabricação dos seus produtos. Os equipamentos já instalados e a experiência adquirida na fabricação de cachaça e aguardente favorecem sobremaneira a produção do rum de alambique por parte desses produtores.

Outro fator importante é que a fabricação do rum pode contribuir para otimizar o funcionamento e o aproveitamento da capacidade produtiva de um engenho que já produz cachaça e/ou aguardente. A cana de açúcar, matéria prima da cachaça e aguardente, deteriora rapidamente e não pode ser estocada. Portanto, a produção dessas bebidas ocorre apenas no período da safra da cana-de-açúcar, subutilizando o maquinário e aumentando os custos de manutenção. A fabricação de rum, além de aumentar o portfólio de produtos e o faturamento da empresa, possibilita que o engenho funcione praticamente o ano todo, pois o melaço, matéria-prima do rum, pode ser estocado por longos períodos. Assim, é possível produzir cachaça durante a safra, e rum no período de entressafra da cana.

Assim, o estudo da fabricação do rum, além de contribuir para o conhecimento técnico e científico, também valoriza a economia e o desenvolvimento sustentável de regiões produtoras de cana-de-açúcar, como o Nordeste brasileiro. A sinergia entre rum, cachaça e aguardente otimiza a produção e aumenta a sustentabilidade econômica dos engenhos, o que fortalece ainda mais esta proposta.

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é produzir e caracterizar o rum destilado em alambique de cobre, em conformidade com a legislação brasileira vigente, a partir do preparo do fermento, realização da fermentação, destilação e armazenamento.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o melaço de cana que será utilizado como matéria prima para a fabricação do rum;
- Produzir o rum por meio do preparo do fermento, fermentação, destilação e ajuste do teor alcoólico;
- Realizar análises físico-químicas do rum produzido, de acordo com os parâmetros e metodologias descritos na legislação;
- Armazenar em carvalho americano.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO RUM

O rum é um destilado alcoólico derivado da cana-de-açúcar. É produzido em várias regiões de clima subtropical do mundo, onde a cana-de-açúcar é cultivada. Embora os rums mais conhecidos sejam dos países caribenhos, o rum também é produzido na Austrália, Fiji, Índia, Indonésia, Maurícia, Reunião, Sri Lanka e outros países (Buglass, 2011).

A origem etimológica da palavra “rum” é incerta. Alguns autores sugerem que o termo deriva de "*Saccharum*", o gênero da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Outra possibilidade é que tenha origem na palavra "*rumbustion*", gíria britânica para "grande tumulto ou alvoroço". Uma origem mais provável é "*rumbullion*", um termo usado para descrever uma bebida fervida a partir de talos de cana-de-açúcar. Entretanto, ambos os termos foram relatados pela primeira vez aproximadamente na mesma época do surgimento da palavra “rum”, o que torna difícil o consenso sobre a sua origem (Lieberman, 2010).

O rum é uma bebida cuja definição e classificação apresentam grande diversidade, variando conforme o país ou região do mundo na qual é produzido. Em relação à matéria-prima, sua fabricação pode ser feita a partir do caldo de cana, do melaço proveniente das indústrias de açúcar ou de uma combinação destes. No Brasil, o rum é produzido a partir do melaço. Já nos territórios ultramarinos franceses, há distinções específicas: o rum é chamado de "agrícola" quando produzido a partir do caldo de cana e "industrial" quando elaborado com melaço (Fernández, 2016).

Da mesma forma, os critérios utilizados para classificar o rum como “branco”, “dourado”, “escuro”, “leve”, “pesado” etc. variam de acordo com o local de fabricação. Essas classificações estão diretamente relacionadas ao método de destilação, ao tempo de envelhecimento e à cor do produto, que pode resultar tanto do envelhecimento em barris de madeira quanto da adição de corantes, ou ainda da combinação de ambos (Murtagh, 2003).

4.2 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA: PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE DO RUM

No Brasil, os padrões de identidade e qualidade do rum são estabelecidos pelo Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Segundo esta legislação, o rum é definido como a bebida com graduação alcoólica de trinta e cinco a cinquenta e quatro por

cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida do destilado alcoólico simples de melação, ou da mistura dos destilados de caldo de cana-de-açúcar e de melação, envelhecidos total ou parcialmente em recipiente de carvalho ou madeira equivalente, conservando suas características sensoriais peculiares. O produto pode ser adicionado de açúcares até uma quantidade máxima de seis gramas por litro e é permitido o uso de caramelo para correção da cor. O coeficiente de congêneres¹ não poderá ser inferior a quarenta e nem superior a quinhentos miligramas por cem mililitros de álcool anidro. O rum poderá denominar-se:

I - Rum leve ou *light* rum quando o coeficiente de congêneres da bebida for inferior a duzentos miligramas por cem mililitros em álcool anidro;

II - Rum pesado ou *heavy* rum quando o coeficiente de congêneres da bebida for de duzentos a quinhentos miligramas por cem mililitros em álcool anidro, obtido exclusivamente do melação; e

III - Rum envelhecido ou rum velho é a bebida que tenha sido envelhecida, em sua totalidade, por período mínimo de dois anos.

4.3 O MELAÇO COMO MATÉRIA PRIMA PARA A FABRICAÇÃO DO RUM

O melação é um subproduto formado na etapa de cristalização da sacarose, durante o processo de fabricação do açúcar de cana ou beterraba. Trata-se de um líquido viscoso, de coloração marrom escura, com aroma intenso e agradável. A palavra melação vem do latim "*mellaceus*", que significa "como mel". Esta origem etimológica ajuda a compreender as características sensoriais deste produto, que tem em comum com o mel a sua doçura, viscosidade e intensidade aromática (Olbrich, 2006).

O melação, além possuir em sua composição açúcares fermentáveis como sacarose, glicose e frutose, contém diversos nutrientes, como vitaminas do complexo B e minerais, incluindo ferro, cálcio, potássio e magnésio. Essa composição o torna um insumo amplamente utilizado na elaboração de mostos em fermentações industriais, que resultam em biocombustíveis como etanol e biogás, bebidas alcoólicas como o rum e ácidos orgânicos, como o ácido cítrico (Lemnar, 2021).

¹ Soma das concentrações de substâncias formadas durante a fabricação da bebida. São elas: acidez volátil, aldeídos, ésteres totais, álcoois superiores, furfural e hidroximetilfurfural.

A composição física e química do melaço é influenciada por diversos fatores, incluindo a variedade e o grau de maturação da cana-de-açúcar, as condições edafoclimáticas e a tecnologia utilizada na fabricação do açúcar (Baikow, 1982). Portanto, não é possível estabelecer uma composição única para o melaço, e sim valores médios ou intervalos de valores típicos para cada constituinte deste produto, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Composição típica de melaço de cana-de-açúcar.

Constituinte	Valor médio ou intervalo
Umidade (%)	17-25
pH	2,5-5,5
Cinzas (% m/m)	10-16
° Brix	79,5-89,5
Gomas (% m/m)	6
Substâncias coloidais (% m/m)	9,2
Nitrogênio total (% m/m)	0,36-1,97
Açúcares (% m/m)	
Sacarose	30-57
Glicose	5-13
Frutose	4-10
Não fermentáveis	5,1
Minerais (mg.L⁻¹)	
Sódio	1600
Fósforo	600
Potássio	27200
Enxofre	3800
Cálcio	10600
Magnésio	4200
Cobre	17
Ferro	150-1170
Manganês	53
Zinco	19

Vitaminas (mg.L⁻¹)	
Tiamina (B1)	2-10
Riboflavina (B2)	1-6
Piridoxina (B6)	1-10
Nicotinamida	1-25
Ácido pantotênico	2-25
Ácido fólico	10-50
Biotina	0,1-2
Ácidos orgânicos (% m/m)	
Ácido acético	0,2-1
Ácido aconítico	0,05-0,8
Ácido láctico	0,05
Ácido cítrico	0,05

Fonte: Mangwanda et al., 2021.

Existem outras substâncias, obtidas como subprodutos de alguns processos industriais, que também recebem a denominação de melaço, como por exemplo o melaço de soja, proveniente do processo de extração da proteína de soja; o melaço de amido, gerado na produção de glicose a partir do amido; e o melaço cítrico, subproduto resultante da extração de sucos cítricos (Curtin, 1983). Neste trabalho, escolheu-se o melaço de cana como matéria prima para a fabricação do rum. Portanto, aqui o termo “melaço” será empregado exclusivamente para designar o subproduto da fabricação do açúcar de cana.

4.4 O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO RUM

A fabricação do rum compreende as etapas de clarificação do melaço, elaboração do mosto, fermentação, destilação e por fim o armazenamento do produto.

A clarificação tem como objetivo remover gomas, ceras e substâncias coloidais presentes no melaço, as quais interferem nas etapas de fermentação e destilação. Esse processo é realizado com o uso de agentes de floculação, em um pH entre 5,0 e 5,5, a 80 °C, seguido de filtração ou centrifugação. O melaço clarificado é, então, diluído para um °Brix de 14-16, que é a faixa de concentração de açúcares ideal para a etapa de fermentação. O mosto de fermentação é elaborado pelo melaço clarificado

e diluído, suplementado com nutrientes como sulfato de amônio, vitaminas, minerais, fubá e farelo de arroz, dentre outros (Mangwanda, 2021).

A partir da etapa de fermentação, a produção do rum segue um processo semelhante ao das outras bebidas derivadas da cana-de-açúcar, a aguardente e a cachaça. A fermentação é realizada com o emprego da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que realiza a conversão dos açúcares presentes no mosto em etanol, resultando em um vinho de cana. Vários outros compostos são formados em menores quantidades, tais como ácidos orgânicos, metanol, ésteres, aldeídos e álcoois superiores. Tais compostos contribuem para a formação do aroma e do sabor da bebida.

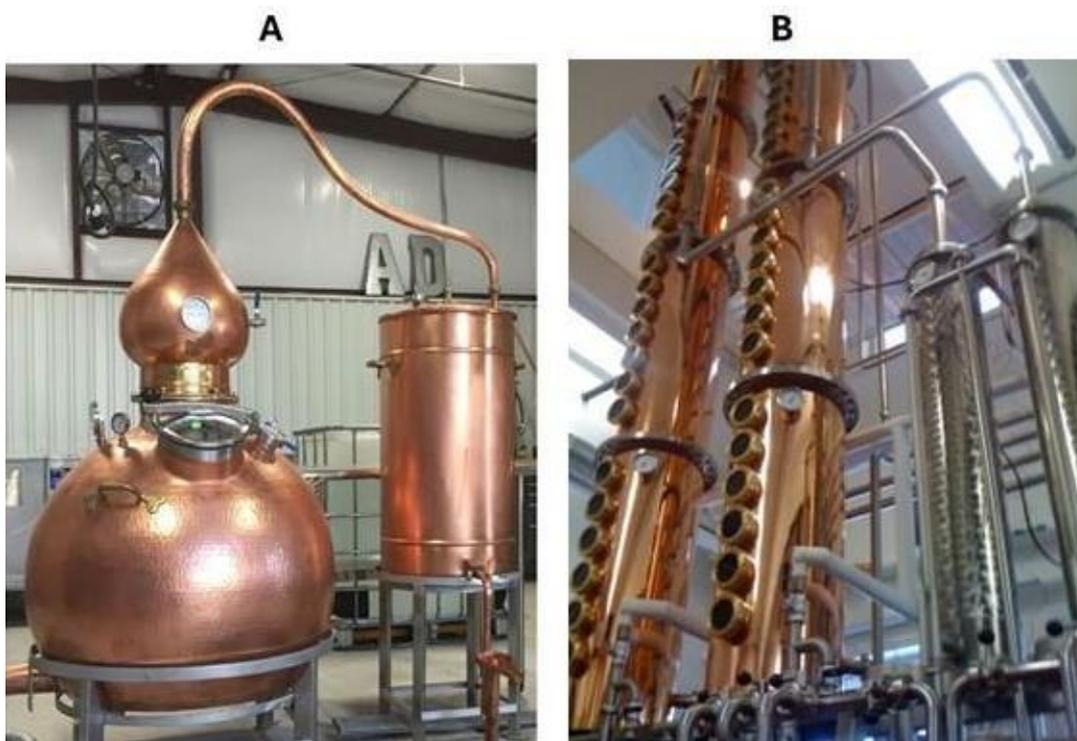
Após a fermentação, o vinho é então destilado, obtendo-se o rum. A destilação pode ser realizada de forma descontínua, utilizando alambiques de cobre, ou de forma contínua, por meio de colunas de destilação (Figura 1). Geralmente, pequenos produtores optam por alambiques, enquanto destilarias de médio e grande porte utilizam colunas.

Na destilação em alambiques, o destilado é coletado e separado em três frações distintas. A primeira fração é denominada de “cabeça”, que corresponde aos primeiros vapores condensados e contém altas concentrações de álcool, geralmente acima de 60% (v/v). O volume dessa fração representa de 1,0% a 2,0% do volume do vinho, ou aproximadamente 10% do volume total destilado. Na sequência, destila-se a fração chamada de “coração”, que corresponde em média a 16% do volume do vinho, ou a 80% do volume total destilado. Esta é a fração que dará origem ao rum. Por fim, destila-se a fração denominada “cauda” ou “água fraca”, que corresponde aproximadamente a 3,0% do volume total do vinho, ou a 10% do volume do destilado. As frações “cabeça” e “cauda” não devem ser usadas no processo de produção do rum, por apresentarem compostos indesejáveis que depreciam a qualidade do produto. No entanto, estas frações podem ser misturadas e novamente destiladas em uma coluna, para a fabricação de álcool combustível (Souza *et al.*, 2013).

Na destilação do rum realizada em coluna, não ocorre a separação sequencial do destilado em frações. A alimentação da coluna com vinho, a separação dos componentes mais voláteis, como o metanol, e menos voláteis, como os álcoois superiores, e a retirada do destilado acontecem simultaneamente e durante todo o processo.

O produto obtido na etapa de destilação é diluído até alcançar a concentração alcoólica determinada pelo fabricante. Após esse ajuste, o líquido pode ser submetido à maturação, sendo armazenado por um período de 2 a 4 meses em recipientes inertes, como os de aço inoxidável, ou pode seguir para o processo de envelhecimento, onde permanece por no mínimo um ano em barris de madeira, adquirindo características únicas de sabor e aroma.

Figura 1: Equipamentos de destilação. (A) Alambique, (B) Coluna de destilação.



Fonte: CARL Distilleries, 2024.

4.5 CONTROLE DE QUALIDADE DO RUM

Os parâmetros analíticos de controle de qualidade do rum se encontram na Instrução Normativa nº 15, de 31 de março de 2011 do MAPA. Essa legislação traz, além da graduação alcoólica, os limites permitidos de diversas substâncias eventualmente presentes no rum, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros analíticos do rum.

Parâmetro	Limite mínimo	Limite máximo	Classificação
Graduação alcoólica, em %, em v/v, a 20 °C	35	54	-

Acidez volátil, em ácido acético, em mg/100 mL de álcool anidro	-	150	-
Álcool superior (somatório de álcool n-propílico, álcool iso-butílico e álcool iso amílicos), em mg/100 mL de álcool anidro	-	260	-
Aldeídos, em aldeído acético, em mg/100 mL de álcool anidro	-	20	-
Coeficiente de congêneres, em mg/100 mL de álcool anidro	40	200	Rum leve
Coeficiente de congêneres, em mg/100 mL de álcool anidro	>200	500	Rum pesado
Ésteres, em acetato de etila, em mg/100 mL de álcool anidro	-	200	-
Somatório de furfural e hidroximetilfurfural, em mg/100 mL de álcool anidro	-	5	-
Teor de açúcar, em g/L	-	6	-
Edulcorantes	Ausência		-
Contaminantes	Limite mínimo	Limite máximo	Classificação
Álcool metílico, em mg/100 mL de álcool anidro	-	200	-
Cobre, em mg/kg	-	5	-
Chumbo, em mg/kg	-	0,20	-
Arsênio total, em mg/kg	-	0,10	-
Cádmio, em mg/kg	-	0,02	-
Estanho, em mg/kg, para bebidas enlatadas	-	150	

Fonte: Decreto nº 6.871/2009, I.N. Mapa nº 15/2011

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba.

5.1 MATÉRIA PRIMA

A matéria prima utilizada para a fabricação do rum foi o melaço, gentilmente doado pela Usina Japungu, localizada em Santa Rita - Paraíba. A caracterização físico-química do melaço foi realizada através das análises de Brix, Pol, Pureza e Açúcares Redutores Totais (ART), conforme a metodologia descrita no Anexo I.

5.2 CLARIFICAÇÃO DO MELAÇO

Um teste preliminar de clarificação foi conduzido utilizando uma adaptação do método empregado pelas indústrias sucroalcooleiras, o qual envolve o uso de leite de cal como agente coagulante, seguido de aquecimento e posterior sedimentação. No entanto, como não foi identificada a precipitação de nenhuma impureza após o tratamento, optou-se por descartar a etapa de clarificação neste estudo.

5.4 MOSTO DE FERMENTAÇÃO

O mosto consistiu em oito litros de melaço diluído a 16° Brix e suplementado com quarenta gramas (5g/L) de fubá de milho. Para minimizar a contaminação bacteriana durante a fermentação, o pH foi ajustado para valores entre 4,0 e 4,5 por meio da adição de ácido cítrico.

5.5 FERMENTO

Para a elaboração do fermento, foi utilizada a levedura selecionada CA11, uma linhagem comercial de *Saccharomyces cerevisiae*.

Em fermentações alcoólicas industriais, é comum empregar um volume de fermento equivalente a 10-20% do volume total do mosto. No presente estudo, foi adotado um litro de fermento, correspondendo a 12,5% do volume do mosto.

Inicialmente, oito gramas de fermento foram hidratados em 250 mL de água por 15 minutos. Posteriormente, foram adicionados 250 mL de melaço diluído e suplementado, conforme especificado no item 5.2. Assim que o Brix dessa mistura foi reduzido à metade, foram incorporados mais 500 mL de melaço. Quando o Brix da nova mistura atingiu 4%, o fermento foi transferido para a dorna de fermentação.

A levedura utilizada na preparação do fermento e o seu processo de hidratação, estão ilustrados na Figura 2.

Figura 2: (A) Linhagem da levedura utilizada no processo; (B) levedura em hidratação.

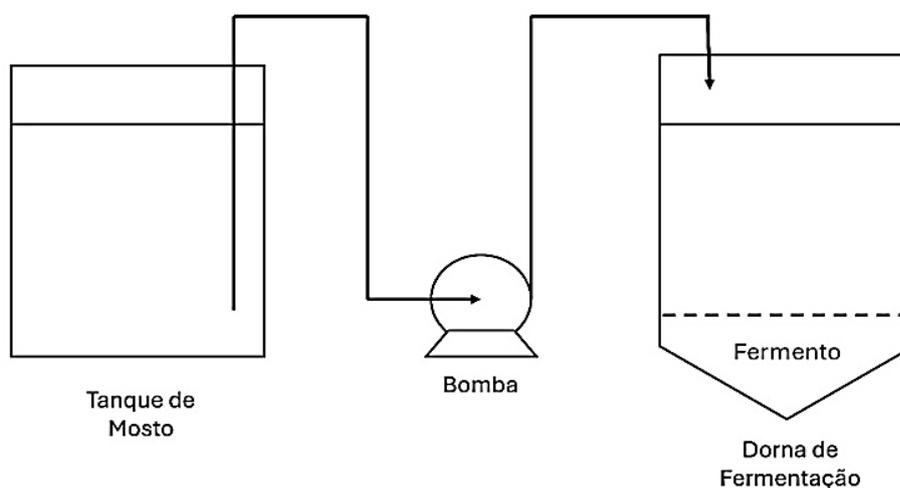


Fonte: De autoria própria.

5.6 FERMENTAÇÃO

A fermentação foi conduzida em um sistema de batelada alimentada, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Esquema de fermentação em batelada alimentada.



Fonte: De autoria própria.

O processo se iniciou com a introdução do fermento na dorna, que foi então preenchida com o mosto de fermentação, preparado conforme descrito no item 5.3. A bomba foi configurada para realizar o enchimento da dorna em um período de cinco horas, tempo comumente adotado em destilarias. Após o término do enchimento, a bomba foi desligada, e a evolução da fermentação foi monitorada por meio da medição do Brix do meio fermentativo, em intervalos de doze horas, utilizando um sacarímetro

de Brix. A fermentação foi considerada concluída quando o Brix do mosto se manteve constante entre duas medições consecutivas.

5.7 DESTILAÇÃO

A destilação foi realizada em um alambique de cobre com um volume útil de oito litros, equipado com deflegmador (Figura 4). A separação das frações do destilado (cabeça, coração e cauda) foi realizada de acordo com o volume estimado do destilado, calculado de acordo com a metodologia relatada por Chaves (2007):

$$V_{dest} = V_{vinho} * (Brix_{mosto} - 2)/100 \quad (1)$$

Onde:

V_{dest} = Volume estimado de destilado, em litros;

V_{vinho} = Volume de vinho, em litros;

$Brix_{mosto}$ = Brix do mosto, medido antes da fermentação.

De acordo com este método, as frações cabeça e cauda correspondem, cada uma, a dez por cento e a fração coração, a oitenta por cento do volume de destilado.

Figura 4: Alambique para destilação do rum.



Fonte: De autoria própria.

5.8 AJUSTE DO TEOR ALCOÓLICO

De acordo com a legislação vigente, o rum pode possuir uma graduação alcoólica variando de 35 a 54 °GL. Neste projeto, optou-se por produzir uma bebida com 40 °GL, por este ser um valor bastante comum nos runs disponíveis no mercado.

Para se obter o rum com a graduação alcoólica desejada, a fração coração do destilado foi diluída com um volume de água calculado pela equação de diluições de solução (Brown *et al.*, 2005), como descrito a seguir:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2 \quad (2)$$

Onde:

C_1 = Teor alcoólico da fração coração;

V_1 = Volume da fração coração;

C_2 = Teor alcoólico desejado para o rum ($C_2 = 40$ °GL);

V_2 = Volume da aguardente com teor alcoólico C_2 ;

5.8 ARMAZENAMENTO

O rum foi armazenado por quarenta dias em barril de carvalho americano, para adquirir características sensoriais próprias de bebidas envelhecidas.

5.9 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Após o armazenamento, o controle de qualidade do rum foi realizado através da quantificação dos seguintes parâmetros analíticos (Brasil, 2009; MAPA, 2011):

- Teor alcoólico;
- Acidez volátil;
- Álcool superior;
- Aldeídos;
- Ésteres totais;
- Furfural e hidroximetilfurfural;
- Coeficiente de congêneres;
- Metanol;

O teor alcoólico foi medido com a utilização de um alcoômetro. Os demais parâmetros foram quantificados através de cromatografia em fase gasosa.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 MELAÇO

O resultado das análises do controle de qualidade do melaço é exibido na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros de controle de qualidade do melaço.

Parâmetro	% (m/m)
Brix	77,5
Pol	44,34
ART	63,55
Pureza	71,52

Os resultados de todos os parâmetros estão dentro dos intervalos característicos dos melaços considerados de boa qualidade.

6.2 MOSTO

Para se obter o mosto na concentração Brix desejada, 1.500 mL de melaço foram diluídos em 6,5 L de água. Estas proporções foram calculadas através de um balanço de massa, utilizando como bases de cálculo o Brix do melaço (Tabela 1) e o volume e o Brix pretendidos para o mosto. Após a diluição do melaço e a suplementação com quarenta gramas de fubá, foram obtidos oito litros de mosto com concentração 16 °Brix e pH inicial de 5,64. Para reduzir o crescimento de bactérias contaminantes, ácido cítrico foi incorporado gradualmente até que o pH do mosto fosse ajustado para a faixa de 4,0 a 4,5. Ao final da adição de 10 gramas de ácido cítrico, o pH foi estabilizado em 4,38 e, portanto, considerado adequado para a fermentação.

6.3 FERMENTAÇÃO

A fermentação foi realizada em um sistema de batelada alimentada, como ilustrado na Figura 3.

Inicialmente, foi colocado um litro de fermento na dorna. Em seguida, a bomba foi ligada, e iniciou-se a contagem do tempo de fermentação. A vazão da bomba foi programada para adicionar os oito litros de mosto à dorna ao longo de um período de cinco horas. A evolução da fermentação foi acompanhada por meio da medição da

concentração de açúcares do meio de fermentação, em intervalos de doze horas, utilizando um sacarímetro Brix.

Os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Concentração de açúcares em função do tempo de fermentação.

Tempo de fermentação (h)	Brix (%)
0	16
12	14,5
24	12
36	9
48	6
60	3
72	3

A fermentação alcoólica é considerada concluída quando todo o açúcar fermentável é consumido, fazendo com que o valor do Brix atinja zero. No entanto, melaços podem conter diferentes percentuais de açúcares não fermentáveis, conforme apresentado na Tabela 1. Conseqüentemente, ao término da fermentação desses melaços, o Brix não será igual a zero. Dessa forma, considera-se que a fermentação terminou quando o valor do Brix se mantém estável por um longo período.

Neste estudo, como não foi observada redução do Brix entre 60 e 72 horas, a fermentação foi considerada finalizada após 72 horas, e o vinho resultante seguiu para a etapa de destilação.

6.4 DESTILAÇÃO

Inicialmente, calculou-se o volume estimado do destilado, de acordo com a metodologia descrita no item 4.5:

$$V_{\text{dest}} = V_{\text{vinho}} * (\text{Brix}_{\text{mosto}} - 2)/100$$

$$V_{\text{dest}} = 8,0 * \frac{(16 - 2)}{100} = 1,12 \text{ litros ou } 1220 \text{ mL}$$

De acordo com este método, as frações “cabeça” e “cauda” correspondem a 10% cada, enquanto a fração “coração” representa 80% do volume do destilado. Portanto, durante o processo de destilação, os primeiros 122 mL coletados foram classificados como fração “cabeça” e descartados. Em seguida, os 976 mL

subsequentes foram considerados como fração “coração” e devidamente armazenados. A destilação foi interrompida após essa etapa, uma vez que a fração “cauda” não tinha aplicabilidade neste estudo.

O teor alcoólico da fração “coração” foi medido com um alcoômetro de Gay-Lussac, e o resultado foi de 45 °GL.

6.5 PRODUÇÃO DO RUM

Para se obter o rum com a graduação alcoólica de 40 °GL, a fração coração foi diluída com um volume de água calculado pela equação de diluições de solução (Brown *et al.*, 2005), como descrito no item 5.7. Partindo de 976 mL de uma fração coração com teor alcoólico de 45 °GL, foram adicionados 122 mL de água, desse modo obtendo-se 1098 mL de rum a 40 °GL.

6.6 ARMAZENAMENTO

O rum produzido foi armazenado durante quarenta dias em um barril de carvalho americano. O período de armazenamento foi limitado pelo período disponível para a conclusão deste estudo. Como resultado, obteve-se uma bebida com coloração dourada e aroma característico de bebidas envelhecidas. Contudo, de acordo com a legislação brasileira, a denominação “envelhecida” só pode ser utilizada para o rum que permaneça armazenado em barris de madeira por, no mínimo, dois anos. Para períodos inferiores a dois anos, a expressão correta é “armazenado”. Assim, o produto obtido neste estudo corresponde a um rum armazenado em barril de carvalho.

6.7 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Após o período de armazenamento, foram realizadas análises físico-químicas no rum, conforme descrito no item 5.8.

6.8 GRADUAÇÃO ALCOÓLICA

A graduação alcoólica (% em volume) foi determinada inicialmente através da medição da densidade da amostra, com o uso de um picnômetro. Em seguida, foi realizada a conversão da densidade relativa a 20°C em teor alcoólico, utilizando uma tabela de conversão, conforme o método oficial do Instituto Adolfo Lutz (2008).

6.9 CONGÊNERES E CONTAMINANTES

A quantificação dos congêneres (acidez volátil, aldeídos, ésteres, álcoois superiores, furfural e hidroximetilfurfural) e do contaminante metanol, foram realizadas em um cromatógrafo a gás da marca Shimadzu, modelo QP-2010 Pro, com detector de

ionização de chama (GC-FID), coluna capilar Stabilwax-DA e sistema de injeção automática de amostra de 1,0 microlitro. Os resultados são exibidos na Tabela 5.

Todos os parâmetros analisados estão em conformidade com a Instrução Normativa do Mapa nº 15/2011.

Tabela 5 - Resultados das análises físico-químicas do rum.

Parâmetro	Valor	Limite mínimo	Limite máximo
Gradação alcoólica, em %, em v/v, a 20 °C	39,1	35	54
Acidez volátil, em ácido acético, em mg/100 mL de álcool anidro	10,6	-	150
Álcool superior (somatório de álcool n-propílico, álcool iso-butílico e álcool iso amílicos), em mg/100 mL de álcool anidro	96,2	-	260
Aldeídos, em aldeído acético, em mg/100 mL de álcool anidro	17,6	-	20
Ésteres, em acetato de etila, em mg/100 mL de álcool anidro	25,4	-	200
Somatório de furfural e hidroximetilfurfural, em mg/100 mL de álcool anidro	-	-	5
Coeficiente de congêneres, em mg/100 mL de álcool anidro	149,8	40	500
Álcool metílico, em mg/100 mL de álcool anidro	3,04	-	200

7 CONCLUSÃO

Este estudo atingiu plenamente seus objetivos, permitindo uma análise da produção e caracterização do rum destilado em alambique de cobre, conforme a legislação brasileira vigente. A caracterização do melaço utilizado forneceu informações essenciais sobre sua composição e qualidade, assegurando a sua adequação para ser utilizado como matéria-prima.

As análises físico-químicas realizadas comprovaram que o rum produzido atende aos requisitos estabelecidos pela legislação, evidenciando parâmetros

adequados que garantem sua conformidade e qualidade. Além disso, o produto obtido apresentou aroma e sabor característicos de bebidas de excelência, demonstrando que os processos adotados foram eficazes na obtenção de um destilado bem elaborado.

8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No sentido de contribuir para a melhoria e aprofundamento dos resultados obtidos neste estudo, são feitas as seguintes sugestões:

- Efetuar um estudo sobre a influência do tempo de armazenamento do rum em barris de carvalho, sobre os seus parâmetros físico-químicos;
- Realizar análises para monitorar as variações nos atributos sensoriais ao longo do período de armazenamento, utilizando um painel de provadores em laboratório específico para esta finalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIKOW, V. E. Manufacture and refining raw cane sugar, 2ª edition. Elsevier Scientific Publishing Company, 1982.

BRASÍLIA, DF. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, número 106, seção 1, p. 20, publicado em 05 de junho de 2009.

BRASÍLIA, DF. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 15, de 31 de março de 2011. Estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas destiladas que especifica, comercializadas em todo o território nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, número 63, seção 1, p. 04, publicado em 01 de abril de 2009.

BROWN, T.L., LEMAY, H. E. J., BURSTEN, B. E. Química – A Ciência Central, 9ª edição, Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2005.

BUGLASS, ALAN J. Handbook of Alcoholic Beverages: Technical, Analytical and Nutritional Aspects. John Wiley & Sons, Ltd, 2011. 1185 p.

BUSINESSCOOT Estudos e Informações Setoriais. O Mercado do Rum – Brasil. 38 p. 2020.

CARL DISTILLERIES. Disponível em <http://preview.brewing-distilling.com/page2/page13/page13.html>. Acesso em 18 de abril de 2024.

CHAVES, José Benício Paes; LIMA, Francisca Zenaide; LOPES, José Dermeval Saraiva. Cachaça – Produção Artesanal de Qualidade. Viçosa-MG, CPT, 2007. 350p.

CURTIN, L. V. Molasses in animal nutrition. National Feed Ingredients Association. West Des Moines, Iowa. 1983.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. Tendências globais de consumo 2019. Disponível em: <https://go.euromonitor.com/white-paper-ec-201910-Tendencias-Globais-de-Consumo-2019.html>. Acesso em: 16 out. 2023.

FERNÁNDEZ, Emílio Hechavarría. In: VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni (Coord.). *Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016. 557 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos Físico-químicos para análise de alimentos*. 1 ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LEMNARO, J., VIKAS, K., JASLEEN, K., SATISH, K., HARMINDER, S. (2021). Composition, valorization and therapeutical potential of molasses: a critical review, *Environmental Technology Reviews*, 10:1, 131-142.

LIBERMAN, Anatoly. The Rum History of the Word “Rum”. Oxford University Press’s. 20 out. 2010. Disponível em: <https://blog.oup.com/2010/10/rum/>. Acesso em 02 fev. 2025.

MANGWANDA, T.; JOHNSON, J.B.; MANI, J.S.; JACKSON, S.; CHANDRA, S.; MCKEOWN, T.; WHITE, S.; NAIKER, M. Processes, Challenges and Optimisation of Rum Production from Molasses—A Contemporary Review. *Fermentation* 2021, 7, 21.

MURTAGH, J.E. Feedstocks, fermentation and distillation for production of heavy and light rums. In *The Alcohol Textbook*, 4th ed.; Kelsall, D., Jacques, K., Lyons, T., Eds.; Nottingham University Press: Nottingham, UK, 2003; pp. 243–255.

OLBRICH, H. *The molasses*. Berlin, Germany: Biotechnologie-Kempe GmbH, 2006.

STATISTA MARKET INSIGHTS. Spirits - worldwide. Disponível em: <https://www.statista.com/outlook/cmo/alcoholic-drinks/spirits/worldwide>. Acesso em: 16 out. 2023.

ANEXO I

Metodologias de análise do melaço

Determinação do BRIX:

Pesar 50g de melaço e 200g de água. Homogeneizar a mistura e realizar a leitura utilizando uma proveta e um densímetro. Aplicar o resultado na fórmula a seguir:

$$\text{BRIX} = \text{resultado obtido} * 5$$

Determinação da POL:

Pesar 26,0g de melaço, dissolver com um pouco de água destilada e transferir a mistura para um balão de 200mL. Completar o volume com água destilada. Colocar a amostra em um sacarímetro e efetuar a leitura sacarimétrica.

Aplicar o resultado na fórmula abaixo:

$$\text{POL} = \text{leitura sacarimétrica} * 2$$

Determinação dos Açúcares Redutores Totais - ART (método EYNON-LANE)

Pesar 2g de melaço. Dissolver com um pouco de água destilada e passar a mistura para um balão de 500mL. Adicionar 10mL de HCL 1:1 e colocar por 15 minutos em banho-maria. Retirar do banho-maria e resfriar o balão. Adicionar 3 gotas de fenolftaleína e titular com NaOH 20% até a cor levemente vermelha. Completar o volume com água destilada. Em seguida encher a bureta com essa solução, no REDUTEC colocar os 5mL da solução Fehling, 50mL de água destilada e deixar essa solução ferver. Adicionar 2 gotas do azul de metileno à 1%. Titular com a solução que está na bureta até uma cor vermelho tijolo e anotar os mL gastos. Aplicar o resultado na fórmula:

$$\text{ART}(\%) = \frac{D * 0,05 * 100}{Vg}$$

D= diluição da amostra

F= fator de fehling

V.g= volume gasto na titulação