

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E
ENGENHARIAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

GABRIELE PASINATO PEGORARO

CACHAÇA BIDEDESTILADA PARA A PRODUÇÃO DE AGUARDENTE
COMPOSTA DE JAMBU

CAXIAS DO SUL

2020

GABRIELE PASINATO PEGORARO

**CACHAÇA BIDEDESTILADA PARA A PRODUÇÃO DE AGUARDENTE
COMPOSTA DE JAMBU**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito para obtenção da aprovação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II de Engenharia Química

Orientador: Prof. Me. Tomás Augusto Polidoro

CAXIAS DO SUL

2020

GABRIELE PASINATO PEGORARO

**CACHAÇA BIDESTILADA PARA A PRODUÇÃO DE AGUARDENTE
COMPOSTA DE JAMBU**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito para obtenção da aprovação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II de Engenharia Química

Aprovado(a) em 16/12/2020

Banca Examinadora

Prof. Me. Tomás Augusto Polidoro
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dra. Junia Capua de Lima Novello
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. Matheus Poletto
Universidade de Caxias do Sul

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais, Cirineu e Leonilce, por todo apoio, suporte e paciência durante as diversas mudanças de cidade e universidade nos últimos anos. Sou grata por tornarem esse momento possível e pelo incentivo em minhas inúmeras ideias. A vocês e meus irmãos, Guilherme e Giordano, toda gratidão pelo auxílio durante todos esses anos.

À Agnaldo Basso, Charles de Santi e todos os envolvidos nas etapas de plantio, colheita e moagem da cana-de-açúcar. À empresa LNF, pelo fornecimento da levedura adequada e à empresa Gigamix por todo o suporte durante o processo produtivo.

À Joseane Bressiani, Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Pelotas, por ser minha mentora e motivadora durante toda a pesquisa e experimentos.

À Camila Pasinato, mestre em Design e Cultura Visual pela IADE - Universidade Europeia, pelo trabalho em criar um visual para a futura marca, capaz de expressar as motivações do projeto.

À Joana Pegoraro, mestre em Ciência Política pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo trabalho de logística para obtenção do jambu.

À todos meus amigos e familiares de Paraí, Caxias do Sul e ao redor do mundo, pelo incentivo, apoio e compreensão durante este período.

À Universidade de Caxias do Sul, por tornar possível a obtenção deste título, além da disponibilidade dos laboratórios para análises realizadas neste trabalho.

À meu orientador Me. Tomas Augusto Polidoro, à coordenadora de TCC, Dra. Janete Eunice Zorzi, por toda paciência e auxílio durante o último ano.

Ao Dr-Ing. Robinson Dudley Cruz, por me inserir no meio da pesquisa acadêmica e despertar meu interesse para tal. E a todos os professores que participaram desta jornada.

Por fim, agradeço à Deus e ao Universo, por todas as oportunidades e bênçãos recebidas, e por todas as pessoas que experienciaram distintas etapas deste caminho comigo.

A todos, meu amor e gratidão!

RESUMO

Bebida com origem vinculada às raízes brasileiras, a cachaça é o destilado mais consumido no país. Elaborada a partir do mosto fermentado de cana-de-açúcar e pode ser produzida em todo território nacional. A Instrução Normativa Nº 13, de 29/06/2005, determina os padrões a serem respeitados pelos produtores para a garantia de um destilado de qualidade. Os congêneres e contaminantes da bebida são oriundos de diversos fatores, desde a colheita da cana até o final da destilação. Além dos cuidados durante o processo produtivo, a bidestilação é uma forma de obtenção de um destilado de qualidade superior e maior aceitação do público. O jambu, *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen, é uma planta utilizada na culinária e medicina alternativa no norte do Brasil. Suas folhas e flores contêm espilantol, composto com diversas funções, como a de analgésico natural. Quando as flores de jambu são infundidas na cachaça, obtém-se um destilado denominado como aguardente composta de jambu, capaz de causar a sensação de formigamento nos lábios e língua. O presente trabalho tem como objetivo apresentar o processo de produção de cachaça bidestilada para a elaboração de aguardente composta de jambu. Para tal, as quantidades de flores de jambu utilizadas foram de 20 e 100 g/L, durante períodos de 7, 15 e 30 dias de infusão, gerando 6 amostras de aguardente. A cachaça bidestilada pura foi direcionada para análises físico-químicas para a quantificação de seus componentes. Determinou-se a concentração de ácidos voláteis, de 20 mg de ácido acético/100 mL de álcool anidro, chumbo com 0,1500 mg Pb/L, 3,270 mg Cu/L de cobre e arsênio abaixo do limite de quantificação de 0,0052 mg As/L. Outros compostos abaixo dos limites de quantificação foram os álcoois superiores, ésteres totais, metanol e hidroximetilfurfural. O destilado apresentou-se com uma graduação alcoólica final de 39,6 % v/v. Todos os teores obtidos estavam de acordo com as exigências da legislação vigente. A quantificação de aldeídos, acroleína e carbamato de etila não pôde ser realizada devido à falta de padrões ou reagentes necessários. O espilantol não pôde ser quantificado em GC-FIS, GC-MS e HPLC, devido ao mesmo infortúnio. Portanto, avaliou-se a quantidade de nitrogênio das amostras, pois o composto é uma N-alquilamida alifática. Entretanto, não foi possível relacionar os dados obtidos com as quantidades de jambu utilizadas e seu tempo de infusão. Estes dois fatores influenciaram na coloração das amostras, aumentando sua intensidade conforme a fração de flores utilizadas e a duração do período em contato com a cachaça. A absorção máxima em UV-vis comprovou esta relação direta, assim como a avaliação sensorial das amostras conduzida pelo autor. As boas práticas adotadas durante o processo produtivo da cachaça permitem a obtenção de uma bebida de padrão elevado, enquadrando-se nas exigências estabelecidas pela Instrução Normativa. Diante disso, constata-se que a cachaça pode ser utilizada para a produção de um destilado capaz de fornecer experiências sensoriais únicas para seus consumidores.

Palavras-chave: Cachaça bidestilada. Jambu. Espilantol.

ABSTRACT

Drink with origins linked to Brazilian roots, cachaça is the most consumed spirit in the country. Made from fermented sugar cane juice, it can be produced in all country. Normative Instruction N^o 13, dated 06/29/2005, determines the standards to be respected by producers in order to guarantee the quality of the spirit. The congeners and contaminants in the drink come from several factors. In addition to care during the production process, bidistillation is a way of obtaining a superior quality spirit and public acceptance. The jambu, *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen, is a plant used in cooking and alternative medicine in northern Brazil. Its leaves and flowers contain spilanthol, composed of several functions, such as natural painkiller. When jambu flowers are infused into cachaça, a spirit called jambu brandy (aguardente composta de jambu) is obtained, capable of causing the tingling sensation on the lips and tongue. This work aims to present the production process of double distilled cachaça for the production of aguardente composta de jambu. For this, the quantities of jambu used were 20 and 100 g/L, during periods of 7, 15 and 30 days of infusion, generating 6 samples of brandy. The pure bidistilled cachaça was directed to physical-chemical analyzes for the quantification of its components. The concentration of volatile acids, 20 mg of acetic acid/100 mL of anhydrous alcohol, lead with 0.1500 mg Pb/L, 3.270 mg Cu/L of copper and arsenic below the quantification limit of 0.0052 was determined mg As/L. Other compounds below the limits of quantification were upper alcohols, total esters, methanol and hydroxymethylfurfural. The spirit presented a final alcoholic strength of 39.6 % v/v. All levels obtained were in accordance with the requirements of current legislation. The quantification of aldehydes, acrolein and ethyl carbamate could not be performed due to the lack of necessary standards or reagents. The spilanthol could not be quantified in GC-FID, GC-MS and HPLC, due to the same misfortune. Therefore, the amount of nitrogen in the samples was evaluated, as the compound is an aliphatic N-alkylamide. However, it was not possible to relate the data obtained with the quantities of jambu used in their infusion time. These two factors influenced the color of the samples, increasing their intensity according to the fraction of flowers used and the length of the period in contact with the cachaça. The maximum absorption in UV-Vis proved this direct relationship, as well as the sensorial evaluation of the samples conducted by the author. The good practices adopted during the production process of cachaça allow to obtain a drink of high standard, meeting the requirements established by the Normative Instruction. Therefore, it appears that cachaça can be used to produce a spirit capable of providing unique sensory experiences for its consumers.

Keywords: Bidistilled cachaça. Jambu. Spilanthol.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do processo de produção de cachaça artesanal	20
Figura 2 – Imagem de uma espécie de <i>Acmella oleracea</i> (L.) R. K. Jansen	29
Figura 3 – Países onde pode-se encontrar <i>Acmella oleracea</i> (L.) R. K. Jansen	30
Figura 4 – Estados brasileiros onde pode-se encontrar <i>Acmella oleracea</i> (L.) R. K. Jansen	31
Figura 5 – Fórmula estrutural do espilantol	31
Figura 6 – Fluxograma da elaboração de aguardente composta de jambu	36
Figura 7 – Alambique de cobre de 20 L	37
Figura 8 – Equipamento utilizado para determinação do grau alcoólico	44
Figura 9 – Transporte da cana-de-açúcar colhida em Paraí - RS	48
Figura 10 – Amostras de cachaça bidestilada e aguardente composta de jambu	49
Figura 11 – Cromatografia líquida de alta eficiência para cachaça bidestilada pura	55
Figura 12 – Cromatografia líquida de alta eficiência para cachaça bidestilada diluída	55
Figura 13 – Cromatografia líquida de alta eficiência para etanol, metanol e HMF	56
Figura 14 – Rótulo proposto para a aguardente composta de jambu - <i>Acmella</i>	68
Figura 15 – Demonstração da aguardente composta de jambu rotulada - <i>Acmella</i>	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidades máximas do componentes do coeficiente de congêneres segundo a Instrução Normativa N ^o 13, de 29/06/2005	16
Tabela 2 – Quantidades máximas de contaminantes orgânicos segundo a Instrução Normativa N ^o 13, de 29/06/2005	17
Tabela 3 – Quantidades máximas de contaminantes inorgânicos segundo a Instrução Normativa N ^o 13, de 29/06/2005	17
Tabela 4 – Ponto de ebulição no estado puro dos principais componentes voláteis do vinho de caldo de cana-de-açúcar	24
Tabela 5 – Percentuais de amostras em desacordo quanto a componentes do coeficiente de congêneres, de acordo com a literatura analisada	26
Tabela 6 – Propriedades do espilantol	32
Tabela 7 – Identificação das amostras de aguardente composta de jambu	38
Tabela 8 – Determinação de nitrogênio total e proteína por Kjeldahl	57
Tabela 9 – Absorbância UV-vis em 228,5 nm	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
As	arsênio
CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	hexano
CH ₃ CH ₂ OH	etanol
CH ₃ CN	acetonitrila
CH ₃ OH	metanol
CO ₂	gás carbônico
Cu	cobre
C ₁₄ H ₂₃ NO	espilantol
C ₂₀ H ₁₄ O ₄	fenolftaleína
C ₆ H ₁₂ O ₆	frutose
C ₈ H ₅ O ₄ K	biftalato de potássio
EDTA	etileno diaminotetracetato dissódico
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i>
GC-FID	<i>Gas Chromatography – Flame Ionization Detector</i>
GC-MS	<i>Gas Chromatography – Mass Spectrometry</i>
HCl	ácido clorídrico
He	hélio
HMF	hidroximetilfurfural
HPLC	<i>High-Performance Liquid Chromatography</i>
H ₂	hidrogênio
H ₂ SO ₄	ácido sulfúrico
H ₃ BO ₃	ácido bórico
IBRAC	Instituto Brasileiro da Cachaça
ICP-OES	<i>Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy</i>
K ₂ S ₂ O ₅	metabissulfito de potássio
LAPA	Laboratório de Análises e Pesquisas em Alimentos
LAPAM	Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais
LBIO	Laboratório de Bioprocessos
LBIOP	Laboratório de Biotecnologia, Produtos Naturais e Sintéticos
MAE	<i>Microwave Assisted Extraction</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MS	Ministério da Saúde

MSDI	<i>Maximised Survey-derived Daily Intake</i>
mTANDI	<i>Modified Theoretical Added Maximum Daily Intake</i>
NaOH	hidróxido de sódio
Na ₃ PO ₄ .12H ₂ O	fosfato trissódico
NH ₃	amônia
(NH ₄) ₂ SO ₄	sulfato de amônio
Pb	chumbo
RS	Rio Grande do Sul
UCS	Universidade de Caxias do Sul
UV	ultravioleta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO GERAL	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	CACHAÇA	15
2.1.1	Contexto histórico	15
2.1.2	Legislação	16
2.1.3	Dados de mercado	18
2.1.4	Características do processo produtivo	19
2.1.5	Composição química e requisitos de qualidade	23
2.1.5.1	Coefficiente de congêneres	23
2.1.5.2	Contaminantes orgânicos	25
2.1.5.3	Contaminantes inorgânicos	27
2.1.5.4	Controle de qualidade	27
2.2	JAMBU	28
2.2.1	Aspectos gerais	28
2.2.2	Espilantol	30
2.3	AGUARDENTE COMPOSTA DE JAMBU	33
2.3.1	Legislação	33
2.3.2	Aguardente composta de jambu	33
3	MATERIAIS E MÉTODOS	35
3.1	MATERIAIS	35
3.1.1	Cana-de-açúcar	35
3.1.2	Jambu	35
3.1.3	Leveduras	35
3.2	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	35
3.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	38
3.3.1	Determinação da acidez volátil	38
3.3.1.1	Padronização da solução titulante	38
3.3.1.2	Determinação de acidez total	39
3.3.1.3	Determinação da acidez fixa	40

3.3.1.4	Determinação de ácidos voláteis	40
3.3.2	Determinação de aldeídos totais	40
3.3.3	Determinação de contaminantes inorgânicos	42
3.3.4	Determinação de ésteres totais	42
3.3.5	Determinação do teor alcoólico	43
3.3.6	Análises cromatográficas	43
3.3.6.1	Cromatografia gasosa com detector de indução de chamas (GC-FID) .	43
3.3.6.2	Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS) .	44
3.3.6.3	Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)	45
3.4	DETERMINAÇÃO DE ESPILANTOL	45
3.4.1	Determinação de nitrogênio total	45
3.4.2	Determinação da absorbância máxima	46
3.4.3	Avaliação sensorial	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1	PRODUÇÃO DA CACHAÇA BIDEUTILADA	48
4.2	OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS DE AGUARDENTE COMPOSTA DE JAMBU	49
4.3	QUANTIFICAÇÃO DA ACIDEZ VOLÁTIL	50
4.4	QUANTIFICAÇÃO DA ALDEÍDOS TOTAIS	50
4.5	QUANTIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES INORGÂNICOS	51
4.6	QUANTIFICAÇÃO DA ÉSTERES TOTAIS	51
4.7	QUANTIFICAÇÃO DO GRAU ALCOÓLICO	52
4.8	QUANTIFICAÇÕES CROMATOGRÁFICAS	53
4.8.1	Cromatografia gasosa com detector de indução de chamas (GC-FID)	53
4.8.2	Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC- MS)	54
4.8.3	Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)	54
4.9	AVALIAÇÃO DE ESPILANTOL	56
4.9.1	Quantificação de nitrogênio	57
4.9.2	Obtenção da absorbância máxima	58
4.9.3	Quantificação sensorial	59
5	CONCLUSÃO	60

6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	62
	REFERÊNCIAS	63
.1	ANEXO A – PROPOSTA DE DESIGN	68

1 INTRODUÇÃO

A cachaça é a segunda bebida alcoólica mais consumida no Brasil, atrás apenas da cerveja. Segundo a Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005, considera-se cachaça o destilado obtido do mosto fermentado da cana-de-açúcar que à temperatura de 20 °C, apresenta graduação alcoólica entre 38 % a 48 % em volume (BRASIL, 2005).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) determina que o destilado deve ser produzido em solo brasileiro, o que pode tornar a bebida um símbolo nacional, conforme proposto por IBRAC (2018). O Instituto Brasileiro da Cachaça (IBRAC), através do Manifesto da Cachaça, busca promover a bebida mundialmente, para que seja reconhecida como genuinamente brasileira. Em 2019, a cachaça recebeu a proteção de Indicação Geográfica, reconhecida pela União Europeia (BRASIL, 2005; BRASIL, 2019).

O jambu, *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen, é uma angiosperma comumente encontrada no estado do Amazonas e Pará. A infusão de suas folhas e flores está vinculada à culinária e medicina local. O fruto é conhecido pela sensação de dormência, ou formigamento nos lábios e língua, por um curto período de tempo. O espilantol, uma N-alquilamida alifática, é a substância responsável por tais efeitos (VILLACHICA *et al.*, 1996).

De acordo com a Instrução Normativa N^o 55, de 31/10/2008, ao adicionar o espilantol extraído do jambu à cachaça, a mesma deve ser denominada como aguardente composta, pois cachaça é o mosto fermentado de cana-de-açúcar e nesse caso será obtido uma aguardente composta a qual terá como base a cachaça (BRASIL, 2005; BRASIL, 2008).

A aguardente composta de jambu é produzida por empresas e apreciadores particulares, entretanto o número de produtores é desconhecido. Mesmo com a comercialização física e *on-line* do produto, quando comparada com o consumo de outros destilados, a aguardente composta de jambu pode ser considerada como pouco difundida no mercado. Portanto, é possível visualizar um empreendimento com potencial econômico a ser explorado.

Pesquisas em plataformas voltadas ao meio acadêmico não resultaram em nenhum trabalho quanto à produção da aguardente composta de jambu, tampouco quanto às análises sensoriais da bebida. De forma que a investigação a ser desenvolvida nesse trabalho pode instigar outros pesquisadores a aprimorarem as técnicas propostas, tanto como explorar o mercado no âmbito financeiro e produtivo da bebida.

1.1 OBJETIVO GERAL

Elaboração de cachaça bidestilada para a produção de aguardente composta de jambu.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O objetivo apresentado é distribuído entre os seguintes objetivos específicos:

- a) avaliar o rendimento da produção de cachaça;
- b) examinar a influência da fatores como temperatura, levedura selecionada e higienização para obtenção de um destilado de qualidade;
- c) quantificar as porcentagens de coeficiente de congêneres, contaminantes orgânicos e inorgânicos no destilado;
- d) avaliar a influência da quantidade de jambu e tempo de infusão nas amostras;
- e) perquirir de metodologias para quantificação de espilantol na aguardente composta de jambu;
- f) elaborar um produto que apresente *flavor* equilibrado e baixas concentrações de contaminantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse Capítulo serão apresentadas informações sobre a cachaça englobando desde o processo produtivo à obtenção de um produto final de qualidade. Posteriormente, será apresentado o jambu (*Acmella oleracea* (J.) R.K. Jansen), sua composição e aplicação. E por fim, os conceitos de aguardente composta, o destilado motivador para o desenvolvimento do proposto trabalho.

2.1 CACHAÇA

2.1.1 Contexto histórico

A história da cachaça está entrelaçada com a colonização do Brasil. A cana-de-açúcar foi trazida ao país pelos portugueses, devido à crescente demanda europeia por açúcar. Seu cultivo mostrou-se muito promissor para a Coroa Portuguesa devido ao solo fértil e clima favorável encontrado no país (TRINDADE, 2006).

Com a implantação de engenhos de açúcar havia um subproduto chamado pelos portugueses de vinho da terra ou vinho da cana, conhecido entre índios e escravos como “cachaza” ou “cagaça”. Esse subproduto era um caldo dados aos animais, que ao fermentar nos cochos de madeira produzia um aroma agradável. O interesse dos escravos fora despertado e estes passaram a consumi-lo, como substituto do Caium, bebida produzida pelos índios (CHAVES, 2017).

As informações referentes ao início do processo de destilação da cachaça são desconhecidas. Porém, a bebida agradou muitos consumidores e diversos engenhos passaram a priorizar a produção de cachaça ante a de açúcar (CHAVES, 2017; SOUZA *et al.*, 2013).

O aumento na produção e consumo da cachaça divergia com os interesses portugueses, que viam o decréscimo na comercialização da bagaceira, destilado obtido a partir do bagaço da uva. Houve então, tentativas da coroa em proibir a produção, consumo e comércio do destilado nacional, que, todavia, foram sem sucesso (SOUZA *et al.*, 2013; TRINDADE, 2006).

Por fim, a cachaça virou uma fonte de renda para a corte, devido à taxaço imposta. A bebida serviu como moeda de troca por escravos, para reerguer Lisboa após o terremoto de 1775 e também para manter as faculdades portuguesas (CHAVES, 2017).

2.1.2 Legislação

A Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005, do MAPA, apresenta o regulamento técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para a cachaça, tanto como para a aguardente de cana-de-açúcar (BRASIL, 2005). Segundo Brasil (2005), cachaça é a denominação exclusiva da aguardente de cana proveniente da destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com teor alcoólico entre 38 % e 48 % em volume, à temperatura de 20 °C, produzida no território brasileiro.

Caso o produto contenha adição de até 6 g/L de açúcar, sua denominação não é alterada. Todavia, caso a quantidade de açúcar adicionada esteja na faixa de 6 g/L a 30 g/L, o produto passa a ser determinado como cachaça adoçada. Existem outras denominações para o produto provenientes de seu processo de envelhecimento. Para uma cachaça ser considerada envelhecida, pelo menos 50 % da bebida deve permanecer por um período não inferior a um ano, em um recipiente de madeira apropriado de capacidade máxima de 700 L (BRASIL, 2005).

A normativa trata da composição química e requisitos de qualidade a serem seguidos pelos produtores. O coeficiente de congêneres é a soma de aldeídos, álcoois superiores, acidez volátil, ésteres totais, furfural + hidroximetilfurfural. Seu teor mínimo é de 200 mg por 100 mL de álcool anidro, não podendo ultrapassar 650 mg/100 mL de álcool anidro. Na Tabela 1 estão descritas as quantidades máximas de cada componente, não havendo determinações para a quantidade mínima dos mesmos (BRASIL, 2005).

Tabela 1 – Quantidades máximas do componentes do coeficiente de congêneres segundo a Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005

Componente	Quantidade máxima
Acidez volátil, expressa em ácido acético	150 mg/100 mL de álcool anidro
Aldeídos totais, expresso em acetaldeído	30 mg/100 mL de álcool anidro
Ésteres totais, expressos em acetato de etila	200 mg/100 mL de álcool anidro
Soma álcoois superiores ¹	360 mg/100 mL de álcool anidro
Soma de Furfural e Hidroximetilfurfural	5 mg/100 mL de álcool anidro

Fonte: Brasil (2005).

Nota: 1 - Álcoois superiores : isobutílico (2-metil-propanol), isoamílicos (2-metil-1-butanol + 3-metil-1-butanol) e n-propílico (1-propanol).

Deve-se cuidar também, os contaminantes que podem estar presentes no destilado.

Esses, são divididos em contaminantes orgânicos e inorgânicos, apresentados na Tabela 2 e Tabela 3, respectivamente. Para ambos os casos, não está estabelecida a quantidade mínima de cada contaminante.

Tabela 2 – Quantidades máximas de contaminantes orgânicos segundo a Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005

Componente	Quantidade máxima	Unidade
Acroleína (2-propenal)	5	mg/100 mL de álcool anidro
Álcool metílico	20	mg/100 mL de álcool anidro
Álcool n-butílico (1-butanol)	3	mg/100 mL de álcool anidro
Álcool sec-butílico (2-butanol)	10	mg/100 mL de álcool anidro
Carbamato de etila	210	µg/ L

Fonte: Brasil (2005).

Tabela 3 – Quantidades máximas de contaminantes inorgânicos segundo a Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005

Componente	Quantidade máxima	Unidade
Arsênio (As)	100	µg / L
Chumbo (Pb)	200	µg / L
Cobre (Cu)	5	mg / L

Fonte: Brasil (2005).

A Instrução Normativa N^o 28, de 08/08/2014, alterou o teor de carbamato de etila máximo permitido. Assim, sua concentração não pode ultrapassar 210 µg/L, enquanto a quantidade máxima anteriormente permitida era de 150 µg/L (BRASIL, 2014).

De acordo com a Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005, a adição de leveduras no processo fermentativo se enquadra como coadjuvantes de processo, entrando e saindo do mesmo, com seu resíduo retido no processo de fabricação (BRASIL, 2005). Segundo Brasil (2009), coadjuvantes são substâncias empregadas com a finalidade de exercer ação transitória em qualquer fase da elaboração da bebida, antes da obtenção do produto final.

2.1.3 Dados de mercado

A cachaça é o destilado mais consumido no Brasil, ocupando a terceira posição no *ranking* mundial, atrás apenas da vodka (Rússia) e do soju (Coréia do Sul). No país existem mais de 40 mil produtores, gerando 600 mil empregos diretos e indiretos (CARVALHO *et al.*, 2018). De acordo com dados apresentados pelo Anuário da Cachaça (2020), o Brasil possui mais de 4000 marcas de cachaças registradas.

Além disso, no ano de 2019 haviam cerca de 900 produtores de cachaça registrados no MAPA, onde os estados com maior número de estabelecimentos são Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo. No mesmo ano, 22 estados brasileiros e o Distrito Federal apresentavam produtores de cachaça registrados, não havendo registros nos estados do Acre, Amapá, Amazonas e Roraima (BRASIL, 2020).

Segundo os dados obtidos por Carvalho *et al.* (2018), no primeiro semestre de 2018 as exportações de cachaça movimentaram quase US\$ 8 bilhões, e as vendas anuais de 2017 alcançaram US\$ 15,8 bilhões. No ano de 2016, conforme dados levantados pelo IBRAC (2016), as exportações da cachaça cresceram 4,62 % em valor e 7,8 % em volume, o que totalizou US\$ 13,93 milhões.

Entretanto, os níveis de exportação são baixos. Há mais de 20 anos, Nascimento *et al.* (1997), citavam que a exportação da bebida equivalia a menos de 1 % do total produzido. Em 2018, os números se repetem e as empresas que compõe a porcentagem de exportadores optam por produtos com conceito artesanal ou orgânico (CARVALHO *et al.*, 2018).

No primeiro semestre de 2018, o Estado de São Paulo contribuiu com 54,17 % das exportações, seguido dos estados de Rio de Janeiro, Paraná, Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, respectivamente. Os demais estados correspondem a cerca de 1 % do total exportado (CARVALHO *et al.*, 2018). Segundo o site ExpoCachaça (2018), a bebida fora exportada para 77 países, onde os cinco principais consumidores são Estados Unidos da América, Alemanha, Paraguai, Portugal e Itália.

No mesmo ano, o IBRAC (2018), lançou o Manifesto da Cachaça com intuito de promover a bebida no mercado nacional e mundial. Assim como o *whisky* escocês, o gin britânico, a tequila mexicana e outras bebidas possuem seu reconhecimento vinculado à um país, o IBRAC, busca consolidar a cachaça como símbolo nacional. No ano seguinte, 2019, a União Europeia reconheceu a genuinidade de alguns produtos nacionais, incluindo a cachaça. Ainda, estimam-se reduções nas taxações aplicadas à bebida o que pode impulsionar o mercado de exportações.

De acordo com os dados apresentados por Viana (2019), embasado em dados obtidos pelo Euromonitor International, a venda de bebidas alcoólicas enquadradas na categoria de spirits (Vodka, *Whisky*, Cachaça, Gin e outros) cresceu 0,22 % de 2017 para 2018. O consumo da categoria foi de mais de 710 milhares de litros em 2018 e estima-se um consumo de cerca de 724 milhares de L para o ano de 2020. O crescimento anual do consumo previsto para a categoria Spirits é de 1,2 % em 2020, chegando a 2,0 % em 2023.

2.1.4 Características do processo produtivo

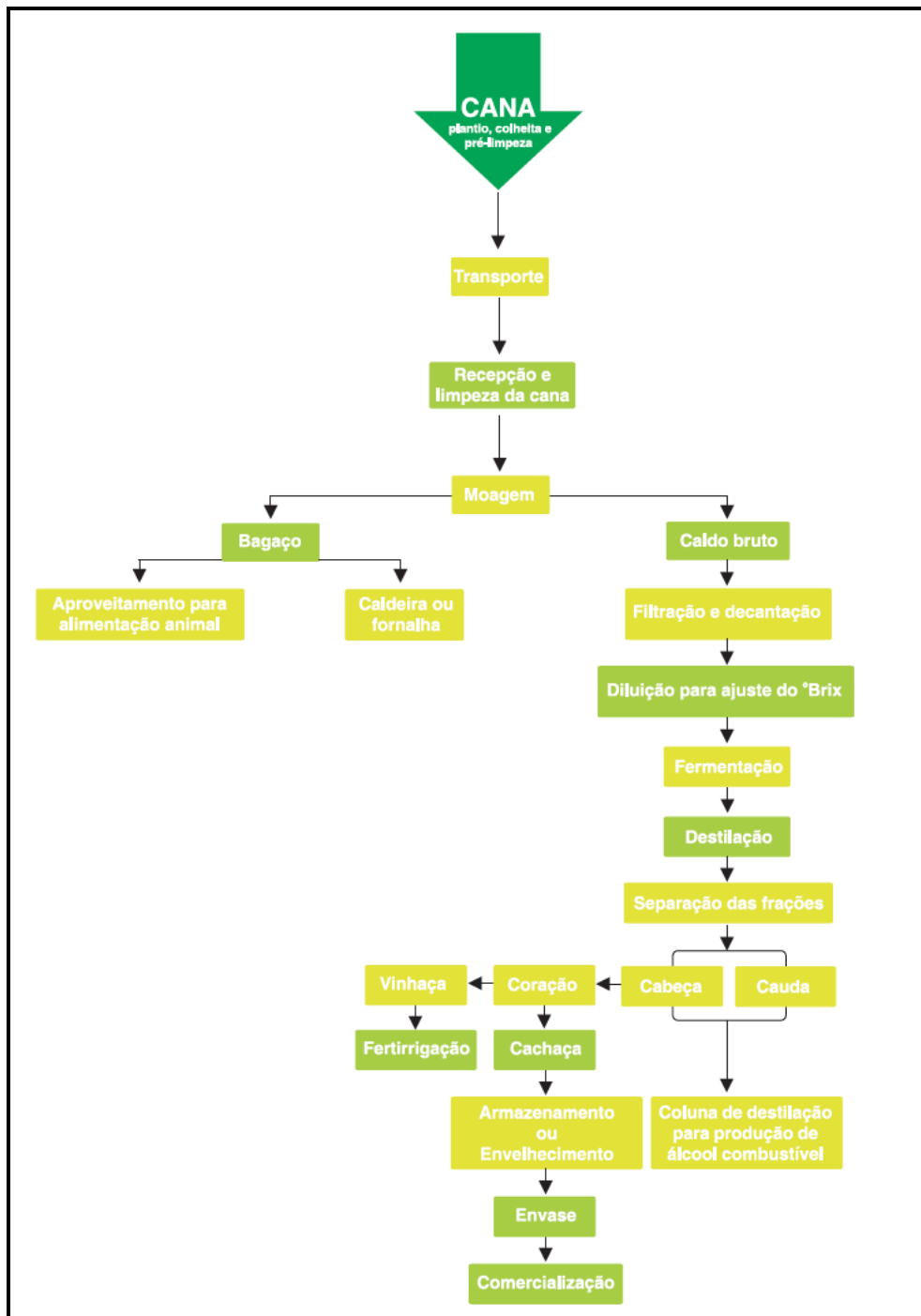
A matéria-prima utilizada na produção da cachaça é a cana-de-açúcar, do gênero *Saccharum*, com mais de 30 distintas espécies catalogadas. Fatores como espécie, modo de cultivo, momento de colheita e clima são capazes de modificar o perfil cromatográfico e sensorial da cachaça (FERNANDES, 2013). A Figura 1 exibe um fluxograma detalhado do processo de produção de cachaça artesanal.

O grau de maturação da cana-de-açúcar está vinculado à contaminação bacteriana, influenciando também as características microbiológicas do caldo. Quando a colheita ocorre no estágio ideal de maturação, seu percentual de sólidos solúveis encontra-se entre 20 e 24 °Brix. Porém a fermentação ótima ocorre com uma concentração de açúcar próxima a 16 °Brix, assim, sendo necessário diluir o caldo. Um caldo muito concentrado pode atingir altas concentrações alcoólicas, interferindo na atividade das leveduras. Por outro lado, um caldo muito diluído apresenta um rendimento inferior e consumo de água e energia superior (CHAVES, 2017; SOUZA *et al.*, 2013).

Souza *et al.* (2013), evidenciam os cuidados fundamentais a serem tomados quanto à água utilizada durante o processo. A mesma deve ser insípida, incolor, inodora, potável e não conter micro-organismos patogênicos. A Portaria N^o 5, de 28/09/2017, do Ministério da Saúde (MS), determina os cuidados necessários com a mesma. Em seu trabalho Serafim (2015), vincula a concentração metálica das amostras analisadas com a água utilizada no processo.

A moagem da cana-de-açúcar deve ser, preferencialmente, realizada durante o mesmo dia de corte da mesma, pois quanto maior sua permanência em ambiente aberto, maiores as probabilidades de multiplicação microbiana. A exposição da cana à luz e calor aumenta a viscosidade do caldo, o que dificulta a decantação do fermento e reduz o rendimento e qualidade do produto devido à ação bacteriana (SOUZA *et al.*, 2013). No subcapítulo 2.1.5. será discorrido sobre os contaminantes provenientes da multiplicação bacteriana.

Figura 1 – Fluxograma do processo de produção de cachaça artesanal



Fonte: Souza *et al.* (2013).

A garapa, produto obtido da moagem da cana-de-açúcar, passa por uma etapa de decantação, seguida de filtração, e pode ser pasteurizada antes de ser levada para a fermentação. Segundo Bortoletto (2020), o breve aquecimento do caldo é eficiente para a remoção de compostos capazes de interferir no rendimento e qualidade da bebida. O processo auxilia na limpeza do caldo, e, ao reduzir as impurezas do meio, contribui-

se para a adaptação e multiplicação da levedura. Todavia, o cuidado com o tempo e temperatura é necessário de modo a evitar a degradação de compostos indesejados e indução da caramelização do caldo.

A pasteurização do caldo de cana é uma etapa opcional que visa melhorar a qualidade do líquido à ser fermentado. O mesmo deve ser resfriado antes de iniciar a fermentação, após acrescentam-se leveduras que aprimorem o rendimento do processo. Conhecido como pé-de-cuba, a presença dos agentes biológicos pode ser pela adição de produtos naturais ou leveduras selecionadas. Estes, devem ser inócuos ativos geneticamente estáveis capazes de resistir à acidez e temperatura do meio (FERNANDES, 2013).

A adição de grandes quantidades de leveduras é capaz de proporcionar um rendimento superior durante a fermentação. A levedura predominante é *Saccharomyces cerevisiae*, porém outras espécies de *Saccharomyces* também podem ser utilizadas. Este micro-organismo auxilia no aumento da produção de álcool durante a fermentação, entretanto pode também aumentar a concentração de contaminantes caso não haja o cuidado e controle necessário. A concentração de açúcares, pH, temperatura, disponibilidade de nutrientes e aeração são outros fatores que podem interferir no processo fermentativo (PORTUGAL *et al.*, 2017; SCHWAN *et al.*, 2001).

Em seu trabalho, Portugal *et al.* (2017) avaliam a influência entre leveduras naturais e comerciais no perfil químico e sensorial da cachaça. Destaca-se a importância da compreensão do uso individual de leveduras nativas, para que as mesmas não se tornem eventuais agentes de deterioração das características do produto. Sugerem-se que ao integrar distintos grupos de leveduras, tanto comerciais como nativas, estas poderão contribuir na complexidade do obtido, fornecendo características únicas ao produto.

Durante o processo de fermentação ocorre a transformação da sacarose em álcool etílico (C_2H_5OH) e gás carbônico (CO_2), como produtos principais. Além disso, originam-se alguns subprodutos como álcoois superiores, ácidos orgânicos, aldeído e éster (FERNANDES, 2013). Segundo Souza *et al.* (2013), mais de 250 compostos distintos são formados durante o processo fermentativo.

Concluída a fermentação, a etapa posterior é a decantação do mosto fermentado, seguida pela destilação. De acordo com Brasil (2005), durante o processo de destilação, é vetada a adição de qualquer substância que possa alterar as características sensoriais próprias do destilados. Deve-se preservar o *flavor* da matéria-prima, assim como o obtido durante a fermentação.

O mosto fermentado pode ser destilado utilizando uma coluna de destilação de aço inoxidável, porém o método tradicional é conduzido em alambiques com coluna de

cobre. A importância do cobre está vinculada a qualidade sensorial do produto, devido as reações ocorridas entre o elemento e os congêneres. O controle da temperatura possui influência na redução ou formação de novos componentes na bebida (CHAVES, 2017; FERNANDES, 2013; SERAFIM, 2015; SOUZA *et al.*, 2013).

Para que o produto final esteja de acordo com a legislação, a destilação é fracionada em três etapas, conhecidas como cortes de “cabeça”, “coração” e “cauda”. A divisão pode ser feita avaliando teor alcoólico do líquido ou por controle de volume. A separação consiste na diferença de temperatura de ebulição dos componentes presentes (ALCARDE *et al.*, 2010).

A primeira fração, “cabeça”, corresponde aos vapores condensados com elevado teor alcoólico, contendo altas proporções de aldeídos, ésteres e metanol. O “coração” é a parte mais pura do destilado, da qual obtém-se a cachaça adequada para consumo e comercialização. Essa fração costuma corresponder a cerca de 80 % do volume do destilado. E a “cauda” contém substâncias indesejadas em maiores concentrações, comumente relacionadas as dores de cabeça e ressaca. A graduação alcoólica desta fração é baixa por conter grande quantidade de água, com isso, alguns produtores optam por não a destilarem (CHAVES, 2017; FERNANDES, 2013; SERAFIM, 2015; SOUZA *et al.*, 2013).

Quando os cortes são incorretamente realizados, a qualidade final da cachaça é negativamente afetada. As porcentagens correspondentes ao corte de “cabeça” e “cauda” variam de acordo com cada autor. Portanto, indica-se ao produtor recorrer à análises laboratoriais para a determinação dos teores apropriados para o corte quanto à graduação alcoólica, ou dos percentuais a serem desprezados durante o corte de cada fração (CHAVES, 2017; FERNANDES, 2013; SERAFIM, 2015; SOUZA *et al.*, 2013).

A qualidade sensorial do destilado pode ser aprimorada durante o envelhecimento, entretanto esta é uma etapa opcional. As interações da bebida com a madeira utilizada na fabricação da dorna de envelhecimento proporcionam um *flavor* diferenciado na cachaça, o que costuma potencializar seu valor comercial. Bortoletto, Correa e Alcarde (2016), avaliam como distintas espécies de madeira, a intensidade da queima das mesmas, além do período de armazenamento, influenciam na composição química e sensorial da cachaça.

Em outro trabalho Bortoletto (2013), estudou como lascas de diferentes madeiras inseridas no destilado são capazes de influenciar no sensorial da bebida. A maceração de distintos fragmentos de carvalho agregou congêneres de maturação, acentuando sabores agradáveis que podem ser erroneamente vinculados ao processo de envelhecimento. No subcapítulo 2.1.2. está determinado a denominação de cachaça envelhecida de acordo com a Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005. Portanto, a adição de lascas agrega

características no perfil químico e sensorial da bebida, porém não se enquadra no processo de envelhecimento (BRASIL, 2005).

Serafim (2015) propõe a certificação da procedência da bebida através de métodos cromatográficos para determinação da composição química, análise da determinação do processo fermentativo (fermento natural x industrial) e a diferenciação de destilação feita por alambique ou coluna. Essas medidas visam o aperfeiçoamento da qualidade sensorial da cachaça, assim como a garantia da conformidade do produto quanto à legislação ao consumidor.

2.1.5 Composição química e requisitos de qualidade

A legislação determina as quantidades máximas dos componentes citados nas Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3, afim de controlar sua influência sobre a bebida, assim como, proteger a saúde do consumidor final. Entretanto, o fato de um destilado enquadrar-se nos requisitos da legislação vigente não é sinônimo de uma cachaça com qualidade sensorial superior (ALCARDE *et al.*, 2010).

De acordo com Alcarde (2017), a destilação auxilia na diminuição de contaminantes e congêneres da bebida, pois durante este processo ocorre a separação dos componentes voláteis. O ponto de ebulição de cada componente é capaz de influenciar a presença dos congêneres ou contaminantes nas distintas frações da bebida.

Todavia, nem sempre o ponto de ebulição de cada componente está vinculado à sua presença nas frações cabeça, coração e cauda. A solubilidade em etanol influencia na capacidade dos compostos em passarem à fase de vapor ou permanecerem na fração líquida. Isso pode ser observado na Tabela 4, a qual apresenta o ponto de ebulição de diferentes componentes voláteis no mosto fermentado de caldo de cana (ALCARDE, 2017).

A seguir são apresentados os principais componentes que comprometem o sensorial do produto, tanto como a saúde pública. Selecionou-se alguns trabalhos da literatura, nos quais distintas amostras de cachaças e aguardentes comercializadas foram avaliadas quanto à sua adequação ou não a legislação vigente.

2.1.5.1 Coeficiente de congêneres

Conforme apresentado na Tabela 1, denominam-se coeficiente de congêneres a soma de álcool isobutílico, isoamílicos e n-propílico, aldeídos, acidez volátil, ésteres totais,

Tabela 4 – Ponto de ebulição no estado puro dos principais componentes voláteis do vinho de caldo de cana-de-açúcar

Composto	Ponto de ebulição (°C)
Aldeído acético	20
Metanol	65
Acetato de etila	77
Etanol	78
Hidroximetilfurfural	115
Ácido acético	118
Álcool isoamílico	130
Furfural	162
Carbamato de etila	183

Fonte: Adaptado de Alcarde (2017).

furfural e hidroximetilfurfural presentes na bebida.

A acidez volátil é causada devido a contaminação bacteriana durante a fermentação por bactérias acéticas, podendo estas, serem provenientes ainda da estocagem da cana. O controle do corte da “cauda”, assim como a dupla destilação podem reduzir significativamente o excesso de ácido acético da bebida (BORTOLETTO; SILVELLO; ALCARDE, 2018; SOUZA *et al.*, 2009). O envelhecimento em barris de madeira também pode contribuir para o aumento da acidez do destilado (MIRANDA *et al.*, 2007).

Os aldeídos apresentam grande influência nas características sensoriais do produto. Os mesmos podem ser formados pela oxidação de aminoácidos, álcoois ou ácidos graxos, ou da contaminação do mosto (BORTOLETTO; SILVELLO; ALCARDE, 2018). Quando o corte da fração “cabeça” não é eficiente, a quantidade de acetaldeído encontra-se em excesso, podendo desencadear sintomas como dores de cabeça, queda de pressão sanguínea, náuseas, entre outros (CARUSO; NAGATO; ALABURDA, 2008; NASCIMENTO *et al.*, 1997).

Assim como os aldeídos, os ésteres são importantes componentes para as características sensoriais do produto. Podem ser formados durante a fermentação, tanto como durante o processo de envelhecimento, por reações de esterificação do etanol com ácido acético. Quando em excesso, junto aos aldeídos, ocasionam sensação de pungência (BORTOLETTO; SILVELLO; ALCARDE, 2018).

Álcoois superiores determinam importantes características aromáticas no desti-

lado, todavia, quando em excesso causam efeitos negativos (CARUSO; NAGATO; ALABURDA, 2008). Sua formação depende de diversos fatores, Bortoletto e Alcarde (2015), citam a importância quanto ao cuidado com as condições da fermentação, mantendo a temperatura entre 28 °C e 32 °C , pH menor ou igual a quatro, a redução do período entre o final da fermentação e início da destilação, escolha da levedura adequada, também como o nível de contaminação bacteriana.

A degradação térmica dos açúcares durante a fermentação produz furfural e hidroximetilfurfural. Estes compostos, quando em excesso, são responsáveis pelo sabor de queimado na bebida (BORTOLETTO; ALCARDE, 2015). Estão presentes majoritariamente na “cauda”, portanto um corte apropriado na fração pode racionalizar a quantidade disponível, assim como cuidados quanto as condições de envelhecimento (BORTOLETTO; SILVELLO; ALCARDE, 2018; SOUZA *et al.*, 2009).

Miranda *et al.* (2007), analisaram 94 amostras de cachaças e aguardentes comerciais provenientes de diversos locais do país. Caruso, Nagato e Alaburda (2008), analisaram 60 amostras de cachaças comercializadas em São Paulo provenientes de 5 estados distintos. Já Souza *et al.* (2009), coletaram 30 amostras de cachaças comercializadas em distintos locais no estado do Rio de Janeiro. O trabalho de Bortoletto e Alcarde (2015), apresenta um range maior, de 268 amostras de cachaças e aguardente de cana-de-açúcar provenientes de diversas regiões nacionais. Ainda, Vilela (2019), avaliou 20 amostras de cachaça produzidas no estado da Paraíba. A Tabela 5 apresenta as porcentagens em desacordo com a legislação vigente obtida em cada um dos cinco trabalhos selecionados (BRASIL, 2005).

2.1.5.2 Contaminantes orgânicos

A acroleína apresenta características mutagênicas, sendo considerado um composto cancerígeno, provocando irritações no trato respiratório. Proveniente de contaminação bacteriana ou desidratação do glicerol, é formada durante o processo fermentativo. Pode ser evitada pelo corte da fração “cabeça” da bebida. (BORTOLETTO; SILVELLO; ALCARDE, 2018; BRASIL, 2005). Souza *et al.* (2009), encontraram 3,3 % das amostras em desacordo com a quantidade máxima permitida.

Produzido durante a fermentação, o metanol é um composto orgânico indesejável. Sua ingestão pode causar dor de cabeça, vômito, além de afetar o sistema respiratório e em altas concentrações pode inclusive levar à óbito (ALCARDE *et al.*, 2010). O composto está concentrado na fração “cabeça”, podendo ser removido através de corte efetivo ou

Tabela 5 – Percentuais de amostras em desacordo quanto a componentes do coeficiente de congêneres, de acordo com a literatura analisada

Componentes do coeficiente de congêneres	Amostras em desacordo
Acidez volátil, expressa em ácido acético	8,5 % ¹ não informado ² 13,3 % ³ 16,4 % ⁴ 20 % ⁵
Aldeídos totais, expresso em acetaldeído	17 % ¹ 52 % ² 0 % ³ 6,3 % ⁴ 0 % ⁵
Ésteres totais, expressos em acetato de etila	6,4 % ¹ 0 % ² 0 % ³ 1,5 % ⁴ 5 % ⁵
Soma de Álcoois superiores	4,25 % ¹ 12 % ² 3,3 % ³ 25,7 % ⁴ 10 % ⁵
Soma de Furfural e Hidroximetilfurfural	não informado ¹ não informado ² 30 % ³ 2,1 % ⁴ 0 % ⁵

Fonte: O Autor (2020).

Nota: 1 - (MIRANDA *et al.*, 2007) ; 2 - (CARUSO; NAGATO; ALABURDA, 2008) ; 3 - (SOUZA *et al.*, 2009) ; 4 - (BORTOLETTO; ALCARDE, 2015) ; 5 - (VILELA, 2019).

também pela bidestilação. Souza *et al.* (2009) e Bortoletto e Alcarde (2015), observaram que poucas das amostras analisadas estão em desacordo com o teor máximo, as quais correspondem a 3,3 % e 2,6 % respectivamente. Em contraste com os resultados encontrados, Machado *et al.* (2016), analisaram 15 amostras comercializadas no Vale do São Francisco e 73,3 % das mesmas apresentavam valores superiores ao permitido.

A contaminação por álcool n-butílico e álcool sec-butílico provém de ação bacteriana. Assim como os álcoois superiores, são comumente ocasionadas pelo longo período entre o final da fermentação e início da destilação. Como sua remoção não pode ser re-

alizada pelos cortes de frações, deve-se evitar essa janela de processo (BORTOLETTO; SILVELLO; ALCARDE, 2018). Bortoletto e Alcarde (2015), observaram que 7,7 % e 12,5 % das amostras extrapolavam os limites permitidos para álcool n-butílico e álcool sec-butílico, respectivamente. Souza *et al.* (2009), citam apenas a contaminação por n-butanol, correspondendo a 10 % dos destilados analisados.

O aspecto de segurança mais importante a ser controlado durante a fermentação é evitar a formação de carbamato de etila. A União Europeia determina o limite de carbamato de etila como 150 µg/L pois o composto é considerado como cancerígeno (EFSA, 2014). Até 2014 a Legislação Brasileira determinava a quantidade máxima também como 150 µg/L e, após a Instrução Normativa N° 28, de 08/08/2014, a quantidade máxima fora alterada para 210 µg/L, o que dificulta a exportação da bebida (BRASIL, 2014). A bidestilação é um método eficiente para reduzir as concentrações do contaminante (BORTOLETTO; SILVELLO; ALCARDE, 2018; MIRANDA *et al.*, 2007). Bortoletto e Alcarde (2015), averiguaram quais amostras estavam em desacordo com a legislação antes e após a determinação de 2014, obtendo respectivamente 46 % e 39 % das amostras acima do permitido.

2.1.5.3 Contaminantes inorgânicos

Assim como as quantidades máximas de carbamato de etila permitidas pela Legislação Brasileira são superiores as permitidas pela União Europeia, as concentrações de cobre também excedem esses valores. Enquanto a quantidade máxima permitida pela União Europeia é de 2 mg/L, o limite nacional é de 5 mg/L (BRASIL, 2005). O cobre é o contaminante inorgânico mais encontrado nas bebidas provenientes da destilação em alambiques de cobre. Boza e Horii (2000), vinculam sua presença à acidez do meio, devido a capacidade do ácido acético em solubilizar o cobre metálico oxidado no alambique. Tanto Miranda *et al.* (2007), como Vilela (2019), encontraram 15 % das amostras analisadas em desacordo com a legislação vigente, enquanto Bortoletto e Alcarde (2015), encontraram 26,2 % exemplares acima do teor máximo permitido.

2.1.5.4 Controle de qualidade

Miranda *et al.* (2007), encontraram 48 % das 94 amostras analisadas em desacordo com a legislação em pelo menos um dos parâmetros avaliados. Caruso, Nagato e Alaburda (2008), encontraram 70 % dos 60 exemplares, Souza *et al.* (2009), 63,3 % de 30 e Bortoletto

e Alcarde (2015), 50,7 % das 268 amostras em não conformidade com as especificações nacionais. Através das referências analisadas e exemplificadas no presente trabalho, é notório que existem deficiências no processo produtivo, as quais refletem diretamente nos números de exportação.

De acordo com Bortoletto e Alcarde (2015), a qualidade da cachaça está vinculada à dois principais fatores, as propriedades sensoriais que agradem os consumidores e a composição química que não represente riscos à saúde dos mesmos. A partir das análises realizadas pelos autores, os mesmos propõem a adoção de boas práticas de fabricação para garantir a qualidade do processo produtivo, logo, incrementando as características do produto final. A Resolução-RDC N^o 216, de 17/09/2004, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), determina o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação a ser seguido pelos estabelecimentos produtores.

Alcarde *et al.* (2010), aplica diferentes metodologias de dupla destilação à cachaça e confirma a eficiência da técnica. Os autores avaliaram a bidestilação empregada na produção de conhaque, uísque e na proporção percentual 10-80-10 utilizada para os cortes de “cabeça”, “coração” e “cauda”, respectivamente. A aceitação sensorial empregando a metodologia de produção de uísque destacou-se dentre as três.

A bidestilação é capaz de reduzir as concentrações de acidez volátil, álcoois superiores, aldeídos, cobre, ésteres e metanol presentes na bebida proveniente da primeira destilação. Conseqüentemente, a qualidade sensorial da cachaça é aperfeiçoada e sua comercialização pode ser impulsionada (ALCARDE *et al.*, 2010).

2.2 JAMBU

2.2.1 Aspectos gerais

Acmella oleracea (L.) R. K. Jansen é a espécie popularmente conhecida como jambu, também possui outras denominações como abecedária, agrião-do-pará, botão-de-ouro, erva-maluca, jambuaçú e nhambu. É uma angiosperma da família *Asteraceae*, possuindo flores repletas de sementes. Possui baixo valor calórico e altas concentrações de ferro, cálcio, fósforo e vitamina C. (GILBERT; FAVORETO, 2010; VILLACHICA *et al.*, 1996).

Por meio da pesquisa realizada para a elaboração do presente trabalho, foram encontrados 14 sinônimos ao nome científico do jambu, sendo eles *Anacyclus pyrethraria* Spreng.; *Bidens fervida* Lam.; *Bidens fixa* Hook.f.; *Bidens fusca* Lam.; *Bidens oleracea*

Cav. ex Steud.; *Cotula pyretharia* L.; *Isocarpha pyrethrarica* (L.) Cass.; *Pyrethrarica dichotoma* Pers. ex Steud.; *Pyrethrum spilanthus* Medik.; *Spilanthes acmella* var. *oleracea* (L.) C.B. Clarke ex Hook.f.; *Spilanthes fusca* Lam.; *Spilanthes oleracea* L.; *Spilanthes oleracea* var. *fusca* (Lam.) DC. e *Spilanthes radicans* Schrad. ex DC (HIND; BIGGS, 2003; POWO, 2020; WFO, 2020). Na Figura 2 observa-se uma imagem de uma planta de jambu.

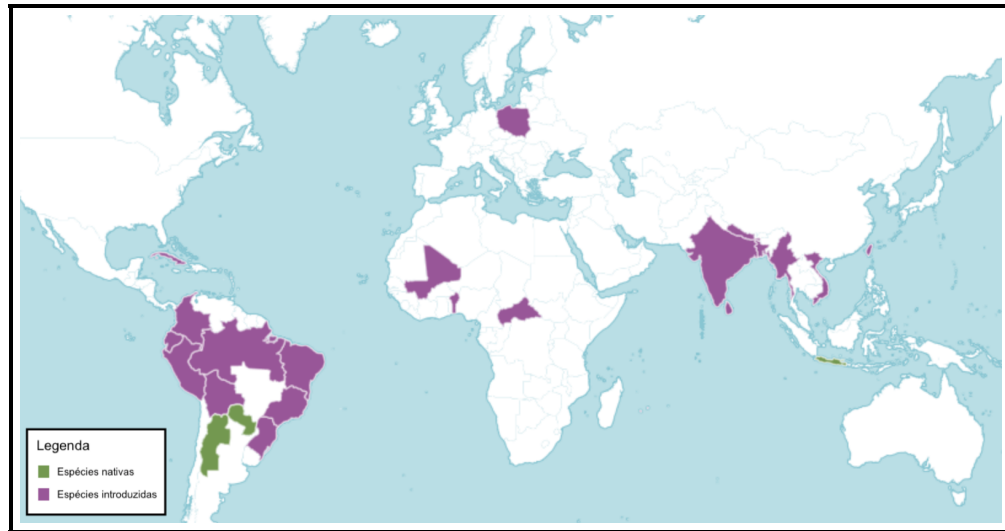
Figura 2 – Imagem de uma espécie de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen



Fonte: O Autor (2020).

Na literatura as informações quanto à origem da planta divergem. Segundo POWO (2020), a espécie é nativa do Brasil à região nordeste da Argentina, do Paraguai e também da Indonésia. Entretanto, a mesma fonte aponta que a espécie foi introduzida ao Brasil. Na Figura 3 pode-se observar os países onde a espécie se encontra. Gilbert e Favoreto (2010), alegam que a planta não é nativa do Brasil, pois sua incidência nas populações selvagens é pequena. Em seu livro, Villachica *et al.* (1996), cita a Amazônia oriental como origem do jambu.

Figura 3 – Países onde pode-se encontrar *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen



Fonte: POWO (2020).

É uma herbácea de crescimento anual, com altura entre 20 cm e 40 cm, a qual se desenvolve bem em climas quentes e úmidos, com alta incidência solar. Nestes locais, pode ser cultivada em qualquer período do ano, porém a produtividade da folhagem é maior quando plantada após o período de chuvas. Em solo nacional, a espécie é cultivada em diversos estados, conforme Figura 4, entretanto é mais difundida no estado do Amazonas e Pará (VILLACHICA *et al.*, 1996; WFO, 2020).

Está presente na culinária paraense, em pratos típicos como “pato no tucupi”, “tacaca”, também acompanhando carnes e molhos. A infusão das folhas participa da medicina tradicional amazônica, utilizada para problemas hepáticos, contra hemorróidas, analgésico para dores de dente e cabeça. Segundo Vásquez, Mendonça e Noda (2014), o uso de plantas medicinais, incluindo o jambu, ainda é adotado em comunidades pertencentes à região metropolitana de Manaus, onde o estudo foi conduzido (STASI; HIRUMA-LIMA, 2002; VILLACHICA *et al.*, 1996).

2.2.2 Espilantol

A herbácea possui uma N-alquilamida alifática conhecida como espilantol [(N-2-Metilpropil)-2,6,8-decatrienamida ou N-isobutil-2E,6Z,8E-decatrienamida)]. O espilantol (C₁₄H₂₃NO), é caracterizado como um líquido viscoso, de coloração amarelo claro. Também conhecida como afinina, a substância já foi identificada em distintas plantas da família *Asteraceae* em diversos países. Sua fórmula estrutural pode ser observada na Figura 5 e maiores informações são apresentadas na Tabela 6 (CAVALCANTI, 2008; GILBERT;

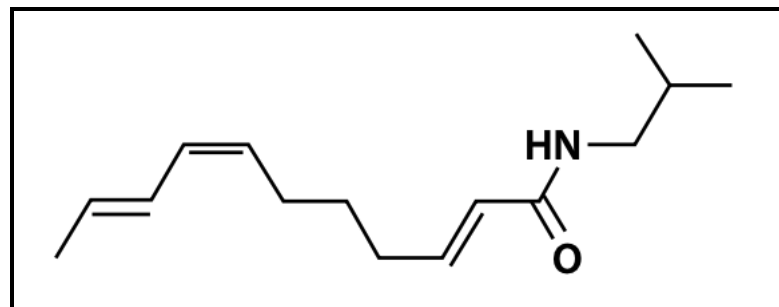
Figura 4 – Estados brasileiros onde pode-se encontrar *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen



Fonte: Flora (2020).

FAVORETO, 2010; SILVEIRA; SANDJO; BIAVATTI, 2018).

Figura 5 – Fórmula estrutural do espilantol



Fonte: Gilbert e Favoreto (2010).

De acordo com o compilado de informações reunidas por Dubey *et al.* (2013), Barbosa *et al.* (2016) e Uthpala e Navaratne (2020), as atividades biológicas desempenhadas pelo espilantol são muito variadas. Foram estudadas em aplicações como analgésico, antinociceptivo, antioxidante, anti-inflamatório, antirugas, antiflatulento, antifúngico, antilarvicida, antimoluscicida, anticonvulsivo, afrodisíaco, agente antimicrobiano, amenzador para dor de dente, auxiliando na penetração de algumas substâncias na pele,

Tabela 6 – Propriedades do espilantol

Propriedade	Valor	Unidade
Absorção máxima	228,5	nm
Ponto de ebulição	165	°C
Ponto de fusão	23	°C
Índice de refração (à 25 °C)	1,5135	-

Fonte: Jacobson *et al.* (1957 apud BARBOSA *et al.*, 2016).

bacteriostático, diurético, inseticida, inibidor da lipase pancreática e também como vaso-relaxante.

Nos trabalhos analisados pelos autores anteriormente citados, a extração do espilantol provém de distintos métodos. Os métodos mais aplicados empregam a extração de espilantol utilizando dióxido de carbono supercrítico, extração através de maceração, Extração Assistida por Micro-ondas (MAE, *Microwave Assisted Extraction*), como também, a extração envolvendo misturas de solventes polares e apolares (BARBOSA *et al.*, 2016; CAVALCANTI, 2008; DUBEY *et al.*, 2013; FRANCA *et al.*, 2016; UTHPALA; NAVARATNE, 2020).

Silveira, Sandjo e Biavatti (2018), realizaram um estudo quanto as patentes produzidas utilizando espilantol, de 1996 à 2016, separando-as em 4 grupos de interesse. O ano de 2007 destaca-se como o ano com maior número de patentes publicadas, enquanto 2014 foi o ano com mais patentes concedidas. Em relação a aplicação de espilantol em cosméticos, citam-se 30 patentes. Outras 30 existem relacionadas às propriedades farmacológicas e 31 tratam de métodos de obtenção do composto. A maior parte das patentes aborda efeitos sensoriais, totalizando 406 patentes envolvendo 95 distintas tecnologias. Considerando que os três primeiros grupos apresentam apenas 91 patentes no total, existe um potencial mercado voltado ao desenvolvimento de novas tecnologias para os mesmos.

A quantidade de espilantol presente na amostra depende de diversos fatores, como espécie, plantio, colheita, parte da planta e método de extração. Franca *et al.* (2016), comparam a extração através de maceração com a MAE, além de diferenciarem a quantidade de espilantol produzida pelas plantas submetidas à distintos ambientes de crescimento (*in vitro*, ambiente com temperatura controlada e campo aberto). A otimização do tempo, rendimento e qualidade provenientes da MAE são superiores aos da maceração, que necessita de uma quantidade maior de matéria-prima para quantificar o produto, além de utilizar solventes que podem sintetizar extratos indesejados. Quanto ao método de plan-

tio, o método de temperatura controlada apresentou maiores concentrações de espilantol quando comparado aos demais.

2.3 AGUARDENTE COMPOSTA DE JAMBU

2.3.1 Legislação

De acordo com a Instrução Normativa N^o 55, de 31/10/2008, do MAPA, denomina-se aguardente composta a bebida com teor alcoólico entre 38 % a 54 % em volume, a 20 °C, resultante da adição na aguardente ou no destilado alcoólico simples de origem agrícola, de substâncias de origem vegetal ou animal (BRASIL, 2008).

Consideram-se como ingredientes básicos o álcool obtido de destilação de origem agrícola e substâncias de origem vegetal ou animal. A adição de água, açúcares ou caramelos são opcionais. Caso utilize-se sacarose, seu limite máximo é de 6 g/L, e a água utilizada no processo deve obedecer a Portaria N^o 5, 28/09/2017, do MS (BRASIL, 2008).

Quanto à composição química, os teores mínimos e máximos de coeficiente de congêneres, contaminantes orgânicos e inorgânicos são iguais aos determinados pela Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005, apresentados na Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3, respectivamente (BRASIL, 2005; BRASIL, 2008).

2.3.2 Aguardente composta de jambu

Ao acrescentar jambu à cachaça, obtém-se uma bebida que deve ser denominada como aguardente composta de jambu. Atualmente, não há registros de legislação vigente quanto aos métodos de extração do espilantol que devem ser adotados para tal uso.

Não foram encontradas instruções normativas, decretos ou portarias nacionais quanto às quantidades de espilantol permitidas na composição da aguardente composta de jambu. Todavia, a Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA, *European Food Safety Authority*) (2015), determina a quantidade máxima de 24 µg/capita/dia de acordo com Ingestão diária máxima (MSDI, *Maximised Survey-derived Daily Intake*), e 670 µg/indivíduo/dia conforme Ingestão diária máxima teoricamente modificada (mTANDI, *Modified Theoretical Added Maximum Daily Intake*). Ambos valores estão, respectivamente, acima e abaixo da determinação de 90 µg/indivíduo/dia para compostos da Classe III - substâncias prioridades para investigação por apresentarem riscos implícitos, no qual enquadra-se o espilantol (CRAMER; FORD; HALL, 1976)

De acordo com pesquisa no Google Shopping (2020), existem 9 marcas disponíveis para adquirir aguardente de jambu através de compras online. Dentre estas empresas, algumas produzem a própria cachaça, enquanto outras terceirizam a obtenção da mesma. A bebida também é produzida por outras empresas ou apreciadores particulares, não listados na busca.

Visto que o mercado de aguardente composta de jambu ainda está no início de seu crescimento, pode-se considerar o momento atual como oportuno para a inserção de um novo produto. A elaboração da própria cachaça para composição da bebida é um diferencial favorável. Além disso, a composição da mesma pode ser determinada através de análises físico-químicas, adequando-se a legislação vigente e fornecendo uma garantia de qualidade ao consumidor final.

Por fim, a aguardente de jambu apresenta um perfil sensorial distinto das aguardentes convencionais, portanto seu consumo não apenas desperta as papilas gustativas do consumidor, como cria uma memória sensorial. As distintas sensações causadas pelo espilantol, vinculado ao *flavor* da bebida, proporcionam uma experiência gastronômica exótica para quem à aprecie.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração da cachaça para produção de aguardente composta de jambu realizou-se no município de Paraí - Rio Grande do Sul (RS). As análises físico-químicas foram conduzidas no Laboratório de Análises e Pesquisas em Alimentos (LAPA), Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais (LAPAM), Laboratório de Bioprocessos (LBIO) e Laboratório de Biotecnologia, Produtos Naturais e Sintéticos (LBIOP) da Universidade de Caxias do Sul (UCS).

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar foi colhida com 21 °Brix e moída por terceiros, no município de Paraí – RS e cordialmente fornecida para a execução deste trabalho. No mesmo dia da colheita e moagem, a garapa, líquido proveniente da moagem da cana, foi transportada para o local de fermentação e destilação.

3.1.2 Jambu

As flores de jambu, provenientes da região do Norte do Brasil, foram adquiridas congeladas a 5 °C, e mantidas nesse estado até seu uso.

3.1.3 Leveduras

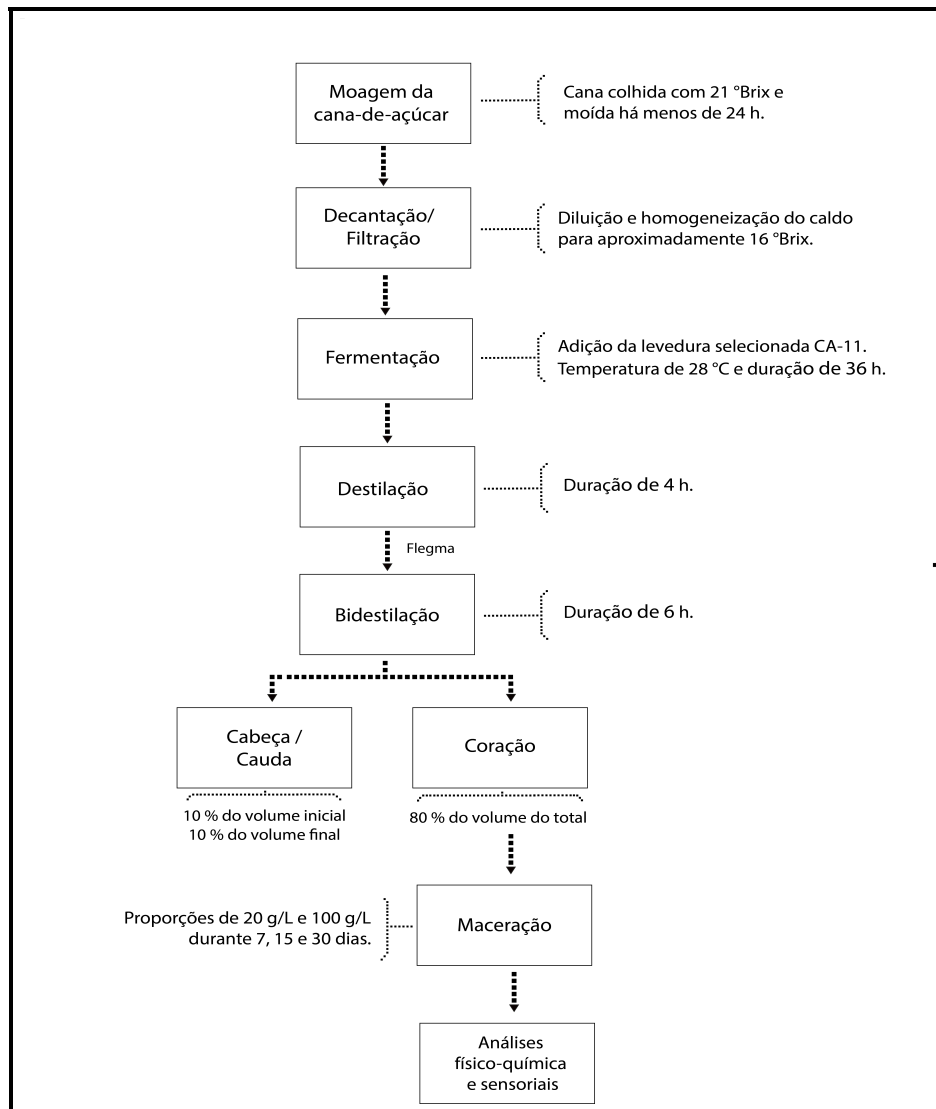
Preparou-se o pé-de-cuba para fermentação da cana-de-açúcar com a adição de leveduras selecionadas. A levedura selecionada LNF CA-11 que foi generosamente fornecida pela empresa LNF de Bento Gonçalves - RS.

3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Embasado nas publicações de Chaves (2017) e Souza *et al.* (2013), determinou-se as especificações do processo produtivo de cachaça, para a composição de aguardente composta de jambu, conforme apresentado na Figura 6.

Após a colheita da cana-de-açúcar a mesma foi higienizada, moída e o caldo-de-cana obtido, diretamente filtrado. Este, foi transportado para o local de fermentação,

Figura 6 – Fluxograma da elaboração de aguardente composta de jambu



Fonte: O Autor (2020).

sendo decantado e novamente filtrado afim de evitar contaminações.

A água utilizada no processo é proveniente de uma nascente local, a qual foi efervescida e resfriada antes de ser acrescida ao processo. O caldo-de-cana foi diluído para 16 °Brix e lentamente adicionado à dorna de fermentação. A temperatura do mosto de fermentação foi mantida à 28 °C, com auxílio de uma resistência e termostato.

Após aproximadamente 36 horas de fermentação, o mosto fermentado foi filtrado e direcionado para um alambique de cobre com volume útil de 20 L, o qual pode ser observado na Figura 7. A destilação foi conduzida utilizando o capacete modelo charentais, com aquecimento elétrico e termostato acoplados.

Durante o processo de destilação inicial não houveram cortes das frações “cabeça”, “coração” e “cauda”, apenas a obtenção de um destilado denominado de flegma. Foram

Figura 7 – Alambique de cobre de 20 L



Fonte: O Autor (2020).

realizados três processos de destilação para obtenção da quantidade necessária de flegma para a bidestilação no mesmo alambique.

Durante a bidestilação, a fração cabeça foi retirada com corte por volume, correspondendo à 10 % do volume total. A fração coração corresponde à 80 % do volume, portanto, os 10 % restantes pertencem a fração cauda. O coração foi diluído com água potável, previamente filtrada e efervescida, para a obtenção de um teor alcóolico de acordo com o estabelecido por Brasil (2005).

Optou-se pela bidestilação, pois segundo Alcarde *et al.* (2010), a mesma é capaz de reduzir as concentrações de acidez volátil, álcoois superiores, aldeídos, cobre, ésteres e metanol encontrados na cachaça obtida durante a primeira destilação. Por conseguinte, obtém-se um produto com maior probabilidade de enquadrar-se na legislação vigente e de qualidade sensorial superior (BRASIL, 2005).

O destilado obtido foi infundido com a flores de jambu em concentrações e períodos distintos. Algumas empresas foram contatadas para informações quanto às proporções de flores de jambu utilizadas e respectivo tempo de infusão, todavia tratam-se de informações confidenciais. Portanto, os teores selecionados pelo Autor do presente trabalho são apresentados na Tabela 7. As amostras foram armazenadas em vidro transparente, vedado, permanecendo em local úmido e escuro durante o período determinado, sendo

então, conduzidas para análises físico-químicas.

Tabela 7 – Identificação das amostras de aguardente composta de jambu

Concentração de flores de jambu [g/L]	Período de infusão [dias]
20	7
20	15
20	30
100	7
100	15
100	30

Fonte: O Autor (2020).

3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005, determina as concentrações mínimas e máximas para diferentes componentes, conforme apresentado no subcapítulo 2.1.2. Com base na legislação vigente, foram determinadas as seguintes análises para quantificação de distintos compostos.

3.3.1 Determinação da acidez volátil

A acidez total pode ser determinada pela titulação de neutralização dos ácidos com solução padronizada. A titulação dos ácidos após evaporação da amostra resulta na acidez fixa. A determinação da acidez volátil é dada pela diferença entre a acidez total e acidez fixa (ZENEON *et al.*, 2008).

3.3.1.1 Padronização da solução titulante

Para a padronização da solução de hidróxido de sódio (NaOH) utilizada, pesou-se biftalato de potássio ($C_8H_5O_4K$) diluindo-o com água destilada previamente aquecida durante 15 s em um micro-ondas, acrescido de fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$). Esta solução foi titulada com NaOH 0,1 M, e com o auxílio da Equação (1) determinou-se a quantidade de NaOH em gramas. Obtido desse valor, com a Equação (2) pode-se determinar a massa

de titulante presente em 1 L e através da Equação (3) determinar a molaridade (M) da solução titulante utilizada. Esse experimento foi realizado em triplicata.

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{MM_{\text{NaOH}} \cdot m_{\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}}}{MM_{\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}}} \quad (1)$$

$$m_{\text{Titulante}} = \frac{m_{\text{NaOH}} \cdot 1000\text{mL}}{V_{\text{Titulante}}} \quad (2)$$

$$M_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{Titulante}}}{MM_{\text{NaOH}}} \quad (3)$$

Sendo:

$m_{\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}}$: massa de biftalato de potássio [g];

m_{NaOH} : massa de hidróxido de sódio [g];

$m_{\text{Titulante}}$: massa do titulante [g];

M_{NaOH} : molaridade de hidróxido de sódio [mol/L];

$MM_{\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}}$: massa molar de biftalato de potássio [g/mol];

MM_{NaOH} : massa molar de hidróxido de sódio [g/mol];

$V_{\text{Titulante}}$: volume do titulante [mL].

3.3.1.2 Determinação de acidez total

Em um béquer de 500 mL adicionou-se 50 mL de amostra de cachaça bidestilada, acrescido de 4 gotas de fenolftaleína. Adicionou-se como titulante uma solução de NaOH previamente padronizada até a obtenção do ponto de viragem. Para determinação da quantidade de ácidos totais utilizou-se a Equação (4) (ZENEBO *et al.*, 2008). Esse experimento foi realizado em triplicata.

$$A_T = \frac{n \cdot M \cdot PM}{10 \cdot V} \quad (4)$$

Sendo:

A_T : ácidos totais [g de ácido acético/100 mL de amostra];
 n : volume da solução hidróxido de sódio utilizado [mL];
 M : molaridade da solução de hidróxido de sódio padronizada [mol/mL];
 PM : peso molecular do ácido acético [g/mol];
 V : volume de amostra [mL].

3.3.1.3 Determinação da acidez fixa

De acordo com o método proposto por Zenebon *et al.* (2008), em uma cápsula de porcelana pipetou-se 50 mL de amostra, evaporando a mesma em banho-maria. Adicionou-se água às paredes da cápsula para lavar o resíduo, seguindo com a evaporação até obter uma amostra seca. À um béquer de 500 mL, transferiu-se o resíduo acrescido de 100 mL de água e 4 gotas de fenolftaleína, para titulação com solução de NaOH, como descrito subcapítulo 3.3.1.2, com auxílio da Equação (4). Esse experimento foi realizado em triplicata.

3.3.1.4 Determinação de ácidos voláteis

Conforme acima citado, a diferença entre a acidez total e acidez fixa resulta na acidez volátil. Esta, pode ser calculada através da Equação (5) (ZENEBOON *et al.*, 2008).

$$A_V = \frac{(A_T - A_F) \cdot 100}{G} \quad (5)$$

Sendo:

A_V : ácidos voláteis [g de ácido acético/100 mL de amostra];
 A_T : ácidos totais [g de ácido acético/100 mL de amostra];
 A_F : ácidos fixos [g de ácido acético/100 mL de amostra];
 G : graduação alcoólica.

3.3.2 Determinação de aldeídos totais

Segundo Zenebon *et al.* (2008), para a determinação de aldeídos totais, é necessário o preparo de algumas soluções distintas.

Para a solução A, pesa-se 15 g de metabissulfito de potássio ($K_2S_2O_5$) dissolvendo-a em um balão volumétrico de 1000 mL com 70 mL de ácido clorídrico (HCl), completando seu volume com água.

A solução B utiliza 200 g de fosfato trissódico ($Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$) e 4,5 g de etileno diaminotetracetato dissódico (EDTA). Os componentes são diluídos em balão volumétrico de 1000 mL com água até completar seu volume.

A solução C é composta por 250 mL de HCl, diluído em um balão volumétrico de 1000 mL com água, até completar o volume do recipiente.

Para a solução D, pesa-se 100 g de ácido bórico (H_3BO_3) e 170 g de NaOH, adicionando-os à um balão volumétrico de 1000 mL, completando seu volume com água.

Além disso, é necessário preparar uma solução de amido a 1 % m/v e uma solução de iodo 0,025 M.

Adicionar 300 mL de água, 10 mL da solução A e 50 mL de cachaça em um erlenmeyer de 500 mL com tampa. A amostra deve ser agitada e permanecer em repouso por 15 min. A esta amostra, acrescentar 10 mL da solução B, agitando-a e repousando-a durante 15 min. Posteriormente, adicionar 10 mL da solução C e 4 mL de uma solução de amido, agitando a amostra. A solução de iodo deve ser acrescida até obter a viragem da solução para a coloração azul. Por fim, a solução D é adicionada, titulando a amostra com a solução de iodo como acima citado. O pH da solução final deve estar próximo de 8,8 a 9,5. Para quantificação de aldeídos, expressos em mg de acetaldeído por 100 mL, utilizou-se a Equação (6) (ZENE BON *et al.*, 2008).

$$A = \frac{n \cdot M \cdot PM \cdot 100}{V} \quad (6)$$

Sendo:

A: aldeídos [mg de acetaldeído/100 mL da amostra];

n: volume da solução de iodo utilizado [mL];

M: molaridade da solução de iodo [mol/mL];

PM: peso molecular do acetaldeído [g/mol];

V: volume de amostra [mL].

A legislação determina a concentração de aldeídos expressa em mg por 100 mL de álcool anidro, para obtenção desse dado, utiliza-se a Equação (7) (BRASIL, 2005;

ZENEON *et al.*, 2008).

$$A_T = \frac{A \cdot 100}{G} \quad (7)$$

Sendo:

A_T : aldeídos totais [mg/100 mL de álcool anidro];

A: aldeídos [mg de acetaldeído/100 mL da amostra];

G: graduação alcoólica.

3.3.3 Determinação de contaminantes inorgânicos

A concentração de arsênio (As), chumbo (Pb) e cobre (Cu) presentes na cachaça bidestilada foram determinadas no LAPAM. Transferiu-se 50 mL da amostra para um béquer, evaporado-a em banho-maria até atingir o volume de 10 mL. Após arrefecida, transferiu-se o concentrado para um balão volumétrico de 50 mL, completando-o com água milli-Q. A leitura das amostras foi realizada através de espectrometria de emissão óptica com plasma (ICP-OES, *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy*), modelo ICAP 7000 da marca TermoScientific. Para tal, utilizou-se o método 3120 do Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater, 23 edição.

3.3.4 Determinação de ésteres totais

A quantificação de ésteres presentes na cachaça bidestilada é realizada pela saponificação dos ésteres com NaOH. Em um erlenmeyer de 500 mL pipetou-se 100 mL de cachaça, 0,5 mL de fenolftaleína e neutralizou-se a amostra com solução de NaOH 0,1 N. Um excesso de 10 mL de solução de NaOH foi acrescentado à amostra. Adaptou-se um condensador de refluxo ao frasco, em uma chapa elétrica. O refluxo ocorreu durante 1 h. A solução foi rapidamente resfriada e adicionou-se 10 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,1 N. O excesso de H_2SO_4 deve ser titulado com solução de NaOH, até atingir uma coloração rósea. Para determinação de ésteres utilizou-se a Equação (8) (ZENEON *et al.*, 2008). Esse experimento foi realizado em triplicata.

$$E = \frac{(B - C) \cdot N \cdot PM \cdot 100}{V} \quad (8)$$

Sendo:

E: ésteres [mg de acetato de etila/100 mL da amostra];

B: volume de solução de hidróxido de sódio adicionado [mL];

C: volume de ácido sulfúrico adicionado [mL];

N: normalidade das soluções [N];

V: volume da amostra usado na titulação [mL];

PM: peso molecular do acetato de etila [g/mol].

A legislação determina a quantidade de ésteres expressa em mg por 100 mL de álcool anidro, para obtenção desse dado, utilizou-se a Equação (9) (BRASIL, 2005; ZENEBON *et al.*, 2008).

$$E_T = \frac{E \cdot 100}{G} \quad (9)$$

Sendo:

E_T : ésteres totais [mg/100 mL de álcool anidro];

E: ésteres [mg de acetato de etila/100 mL da amostra];

G: graduação alcoólica.

3.3.5 Determinação do teor alcoólico

A determinação do grau alcoólico da cachaça bidestilada realizou-se com auxílio de uma balança eletrônica hidrostática, modelo DensiMat acoplado ao AlcoMat, ambos da marca Gilbertini. O equipamento realiza o cálculo de determinação do grau alcoólico considerando a temperatura da amostra, pois cada valor de densidade relativa corresponde a certa porcentagem alcoólica, à 20 °C (% v/v). A Figura 8 exibe o equipamento utilizado.

3.3.6 Análises cromatográficas

3.3.6.1 Cromatografia gasosa com detector de indução de chamas (GC-FID)

A análise em cromatografia gasosa com detector de indução de chamas (GC-FID, *Gas Chromatography – Flame Ionization Detector*) foi realizada em um cromatógrafo gasoso acoplado Hewlett Packard 6890 Series, equipado com software HP Chemstation. Utilizou-se uma coluna capilar de sílica fundida HP-Innowax (30 m x 320 µm) 0,50 µm espessura de filme (Hewlett Packard, Palo Alto, USA). A temperatura inicial da coluna

Figura 8 – Equipamento utilizado para determinação do grau alcoólico



Fonte: O Autor (2020).

foi de 40 °C, mantendo durante 5 min, elevada para 90 °C a 8 °C/min, mantendo durante 2 min, de 90 a 180 °C a 7 °C/min, e por fim chegando a 230 °C, mantendo 2 min. A temperatura utilizada no injetor foi 220 °C, em modo splitless com detector de ionização de chama com temperatura de 220 °C. O hidrogênio (H₂) foi utilizado como gás de arraste com pressão de 35.7 kPa e volume injetado de 1 µL.

As amostras de cachaça bidestilada, diluídas em hexano (CH₃(CH₂)₄CH₃) para extração líquido-líquido, foram injetadas no equipamento seguindo a metodologia citada, a qual é empregada no LBIOP para análises em vinhos.

3.3.6.2 Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS)

A análise em cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS, *Gas Chromatography – Mass Spectrometry*) foi realizada em um cromatógrafo gasoso acoplado ao detector seletivo de massas Hewlett Packard 6890/MSD5973, equipado com software HP Chemstation. Utilizou-se uma coluna capilar de sílica fundida HP-5 (30 m x 250 µm) 0,50 µm espessura de filme (Hewlett Packard, Palo Alto, USA). Todos os testes foram realizados utilizando o modo splitless, fluxo de 1,2 mL/min, interface de 280 °C e hélio (He) como gás de arraste, apresentando uma pressão de 47.6 kPa.

As amostras de aguardente composta de jambu passaram por extração líquido-

líquido, diluídas em hexano. Outros solventes também foram testados, porém, os mesmos não foram eficazes na separação de fases. Além da extração líquido-líquido com hexano, outra amostra foi evaporada e seu conteúdo restante ressuspensionado com o solvente. Em todos os casos, o volume injetado corresponde a 1L

As condições utilizadas foram adaptadas do trabalho de Peçanha (2017), onde a temperatura inicial foi 110 °C/min, acrescida de 6 °C até 280 °C e mantendo por 5 min. Também, de acordo com o trabalho de Borges *et al.* (2014), utilizou-se uma temperatura de forno inicial de 60 a 280 °C à 7 °C/min . As temperaturas do injetor, detector de quadrupolo e da linha de transferência foram de 280 °C.

Além disso, de acordo com um método já utilizado pelo LBIOP para análises de vinho, iniciou-se uma corrida com a temperatura de aquecimento de 40 °C, mantendo durante 5 min, até 90 °C a 8 °C/min, mantendo durante 2 min, de 90 °C a 180 °C a 7 °C/min, permanecendo por 2 min.

3.3.6.3 Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)

A cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC, *High-Performance Liquid Chromatography*) foi utilizada para determinação de álcoois superiores, etanol (CH₃CH₂OH), hidroximetilfurfural (HMF) e metanol (CH₃OH), de acordo com metodologia analítica padrão do LBIOP da UCS (dados não publicados). Utilizou-se um HPLC em fase reversa (Agilent Technology 9100), com coluna Aminex HPX-87H (BioRad), fase móvel de H₂SO₄ 0,05 mmol/L, fluxo de 0,5 mL/min, a 60 °C, com detector índice de refração e volume de injeção de 5 µL.

Utilizou-se uma amostra de cachaça bidestilada pura e uma amostra diluída 10x em água Milli-Q, ambas filtradas em membranas com poros de 0,22 µm de diâmetro, além dos padrões necessários, previamente filtrados. Esse experimento foi realizado em duplicata.

3.4 DETERMINAÇÃO DE ESPILANTOL

3.4.1 Determinação de nitrogênio total

Produtos de origem animal ou vegetal podem ter seu teor de nitrogênio determinado pelo método de Kjeldahl. Para tal, utilizou-se a metodologia ISO 1871 de 01/09/2009. As análises foram realizadas no LAPA da UCS, visando quantificar o nitro-

gênio presente nas amostras de cachaça pura e aguardente composta de jambu, uma vez que, o espilantol possui nitrogênio em sua composição.

Uma quantidade de H_2SO_4 concentrado, na presença de catalisadores, foi consumida para a conversão de nitrogênio em sulfato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Adicionou-se excesso de NaOH ao condensado resfriado para liberar amônia (NH_3). Esta, foi destilada com excesso de solução de H_3BO_3 e posteriormente titulada com uma solução padrão de H_2SO_4 . O teor de nitrogênio foi calculado a partir da quantidade de amônia produzida, e seu conteúdo expresso em fração mássica pode ser determinado pela Equação (10) (ISO, 2009).

$$\frac{(V_1 - V_0) \cdot C_t \cdot 14 \cdot 100}{m \cdot 1000} \quad (10)$$

Sendo:

C_t : título de ácido sulfúrico [mol/L];

m : massa da amostra utilizada [g];

V_0 : volume de ácido sulfúrico utilizado na titulação do branco [mL];

V_1 : volume de ácido sulfúrico utilizado na titulação do ensaio [mL].

3.4.2 Determinação da absorbância máxima

As distintas colorações das amostras podem ser relacionadas à liberação de espilantol nas mesmas. Portanto, mensurou-se a quantidade de luz absorvida pelas amostras, para relacioná-la à concentração do composto no meio. Conforme apresentado na Tabela 6, absorbância máxima do espilantol é examinada em 228,5 nm, encontrada na região ultravioleta (UV) do espectro.

A absorbância das amostras de cachaça bidestilada e aguardente composta de jambu foram quantificadas com auxílio do equipamento Spectramax 190 Microplate Reader, da empresa Molecular Devices, ideal para leituras em UV-Vis. A água destilada será considerada como a amostra neutra, para comparativo sobre as demais.

3.4.3 Avaliação sensorial

O autor deste trabalho optou por provar todas as amostras de aguardente composta de jambu, visando avaliar as diferenças provenientes do tempo e quantidade de

jambu infusionada. Como as amostras tendem a amortecer a boca e língua, deve-se aguardar 10 min entre a gustação de cada uma. Ainda, é importante consumir alimentos durante o processo. A avaliação visa relacionar a quantidade de espilantol extraída com as sensações fornecidas pela bebida, ordenando as amostras conforme a intensidade sensorial.

As amostras foram distribuídas de forma aleatória e transferidas para recipientes de vidro âmbar, de forma que a coloração de cada uma não pudesse ser visualizada. Como as mesmas possuem diferentes colorações que podem ser vinculadas à presença de espilantol na bebida, é importante desconhecer a tonalidade do líquido para que não houvessem pré julgamentos quanto as sensações provenientes de cada uma.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRODUÇÃO DA CACHAÇA BIDESTILADA

Após acompanhar a colheita e moagem da cana-de-açúcar, conforme exibido na Figura 9, iniciou-se os cuidados para o processo fermentativo. Como as amostras foram produzidas durante o inverno, e a temperatura ambiente aproximava-se de 5 °C, tornou-se necessário utilizar aquecimento externo para a fermentação, mantendo o mosto a 28 °C.

Figura 9 – Transporte da cana-de-açúcar colhida em Paraí - RS



Fonte: O Autor (2020).

Apesar do uso da levedura adequada e controle de temperatura do caldo, o processo fermentativo durou cerca de 36 h, apresentando uma duração superior à recomendada por Chaves (2017) e Souza *et al.* (2013).

A produção de cachaça ocorreu em semanas distintas para a realização de todas as etapas, totalizando cerca de 50 horas para cada processo produtivo. A destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar durou cerca de 4 h, obtendo-se aproximadamente 5 L de destilado em cada processo. O processo de destilação foi conduzido com aquecimento lento para reduzir a formação de carbamato de etila, assim como possíveis contaminações (BORTOLETTO; ALCARDE, 2015).

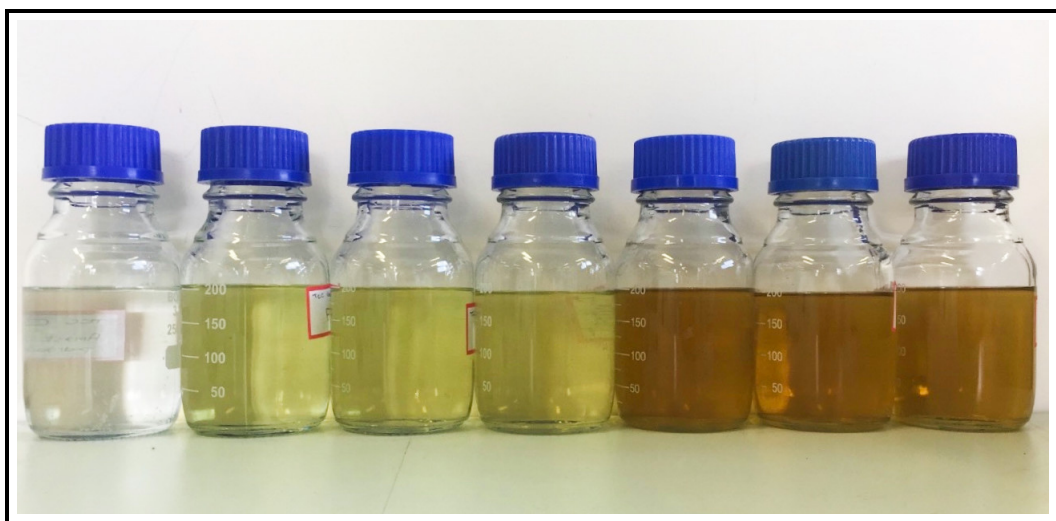
A destilação do 20 L de mosto fermentado de cana-de-açúcar forneceu um rendimento médio de 5 L, com graduação alcoólica de aproximadamente 40 % (v/v). O flegma obtido após as três destilações do mosto fermentado de cana-de-açúcar foi conduzido para a bidestilação, que ocorreu em aproximadamente 6 h, os quais, os cortes de frações foram realizados conforme o proposto por Alcarde (2017). A fração coração da cachaça bidestilada, apresentou um teor alcoólico final de aproximadamente 60 % v/v, sendo diluída com água potável, previamente filtrada e efervescida, para 40 % v/v.

O líquido obtido apresentou sabor e aromas agradáveis, característicos da cana-de-açúcar, sem notas de acidez. Seu aspecto visual não continha traços de turbidez, provavelmente devido ao corte adequado da fração cauda. A bidestilação foi responsável pelo *flavor* equilibrado, não ocasionando a sensação de ardência na garganta, provocada pelos componentes da fração cabeça (FURTADO, 1995; ROTA; FARIA, 2009).

4.2 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS DE AGUARDENTE COMPOSTA DE JAMBU

Após produzida a cachaça bidestilada e realizada a infusão do jambu na mesma, durante os períodos determinados no subcapítulo 3.2., obtiveram-se amostras de aguardente composta de jambu com distintas colorações. A Figura 10 exibe a amostra de cachaça bidestilada pura e as amostras de aguardente.

Figura 10 – Amostras de cachaça bidestilada e aguardente composta de jambu



Fonte: O Autor (2020).

Nota: A: Cachaça bidestilada pura; B: 20 g/L de jambu durante 30 dias; C: 20 g/L de jambu durante 15 dias; D: 20 g/L de jambu durante 7 dias; E: 100 g/L de jambu durante 30 dias; F: 100 g/L de jambu durante 15 dias; G: 100 g/L de jambu durante 7 dias.

Segundo Franca *et al.* (2016), a extração por maceração exige maior quantidade da espécie, quando comparada à outros métodos, como a MAE. Neste caso, o solvente utilizado foi a própria cachaça, e tem-se ciência de que a mesma é capaz de extrair outros compostos além do espilantol. Assim, optou-se por utilizar quantidades distintas de jambu para avaliar seu rendimento.

4.3 QUANTIFICAÇÃO DA ACIDEZ VOLÁTIL

Para determinação da acidez total e acidez fixa, a padronização da base titulante foi necessária. Com auxílio da Equação (3) obteve-se uma solução de NaOH de 0,096 M. Os teores de acidez foram calculados através da Equação (4), resultando em 15 mg de ácido acético/100 mL amostra para acidez total e 2,3 mg de ácido acético/100 mL amostra de acidez fixa. Com base nos resultados obtidos, pode-se determinar a acidez volátil da amostra utilizando a Equação (5), resultando em 20 mg de ácido acético/100 mL de álcool anidro.

A acidez volátil é oriunda de diversos fatores, portanto não é possível determinar sua procedência exata. Essa, pode ser advinda da higienização da matéria-prima e material utilizado, longos períodos de estocagem da cana antes da moagem, permanência prolongada do caldo antes da fermentação e duração da mesma. A contaminação bacteriana pode ocorrer em qualquer uma das etapas citadas (MIRANDA *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2009).

Além disso, o corte inadequado das frações cabeça e cauda está relacionado ao aumento da acidez da amostra. De acordo com Furtado (1995), a fração cabeça possui acidez fixa em maior quantidade, enquanto, a fração cauda apresenta valores de acidez total e volátil mais elevada.

O valor obtido para acidez volátil da cachaça deste trabalho é inferior ao valor máximo determinado na legislação vigente, de 150 mg/100 mL de álcool anidro. A cachaça bidestilada apresentou uma acidez volátil que corresponde à menos de 14 % do limite estabelecido. Os cortes realizados na bidestilação são responsáveis por reduzirem a acidez da cachaça (BORTOLETTO, 2016; BRASIL, 2005; SOUZA *et al.*, 2009).

4.4 QUANTIFICAÇÃO DA ALDEÍDOS TOTAIS

De acordo com o proposto no item 3.3.2., para a determinação de aldeídos totais deve-se preparar distintas soluções. Devido a disponibilidade dos reagentes necessários,

essa quantificação não pode ser realizada e desta forma, os valores de aldeídos totais são desconhecidos.

4.5 QUANTIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES INORGÂNICOS

A cachaça bidestilada analisada apresentou resultados satisfatórios quanto as concentrações de contaminantes inorgânicos, de forma que todos (As, Pb e Cu) apresentaram-se abaixo do teor máximo presente na legislação.

O limite de quantificação do método para As é de 0,0052 mg As/L e sua quantidade presente na amostra apresentou um valor inferior a esse limite. O valor máximo de As de acordo com a Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005, do MAPA, é de 100 µg/L (BRASIL, 2005).

A quantidade de Pb total foi de 150 µg Pb/L e a quantidade de Cu total foi de 3,270 mg Cu/L. Os limites preconizados pela legislação são de 200 µg/L e 5 mg/L, respectivamente (BRASIL, 2005). O valor encontrado para o cobre pode estar relacionado ao material do alambique e ao fato de que o mesmo foi utilizado pelas primeiras vezes especialmente para o preparo das amostras do presente trabalho.

De acordo com Boza e Horii (2000), a maior concentração de cobre nas amostras provém da fração cauda, de forma que a qualidade da bebida pode ser beneficiada pelo corte adequado da fração. No subítem 2.1.5.3. citam-se trabalhos onde a presença de Cu nas amostras é estudada, e em todos os casos, houveram amostras em desacordo com a legislação.

Vilela (2019) também avaliou a presença de As e Pb em cachaças e observou que nenhuma amostra ultrapassou os limites permitidos para ambos os contaminantes. Além disso, conforme Serafim (2015), a água utilizada no processo está diretamente relacionada à concentração metálica das amostras, evidenciando a importância dos cuidados com tal, presentes na Portaria N^o 5, de 28/09/2017, do MS (BRASIL, 2017).

4.6 QUANTIFICAÇÃO DA ÉSTERES TOTAIS

Conforme o método proposto no ítem 3.3.4., após decorrido 1 h no sistema de refluxo, adicionou-se 10 mL H₂SO₄ às amostras, entretanto, não houve alteração na coloração das mesmas. A amostra no sistema de refluxo apresentava uma coloração rosa marcante, devido ao excesso de base que foi adicionado. Posteriormente, ao acrescentar H₂SO₄, a solução deveria tornar-se incolor para que pudesse ser titulada com NaOH para

realização dos cálculos.

Nenhuma das três amostras alterou sua tonalidade para incolor com a adição de 10 mL de H₂SO₄. Tornou-se nítida a variação de coloração apenas ao acrescentar uma quantidade de ácido superior à proposta pelo método.

Em seu trabalho Nascimento, Cardoso e Franco (2009), comparam duas técnicas de determinação de ésteres em cachaça. O autor utiliza GC-FID, assim como a titulação dos ésteres totais após sua hidrólise em meio alcalino, denominado como método volumétrico. Esse método se assemelha ao proposto por Zenebon *et al.* (2008), o qual foi adotado para este trabalho, entretanto, a diferença está na etapa de refluxo.

Zenebon *et al.* (2008), não determina a temperatura de aquecimento e utilizou o sistema de refluxo durante 1 h, enquanto Nascimento, Cardoso e Franco (2009), trabalharam com refluxo durante 2 h e temperatura de aproximadamente 60 °C. Os autores analisaram 23 amostras e não há registros de espécime na qual o método volumétrico não apresentou resultados.

Sendo assim, é possível determinar que a quantificação de ésteres totais não pode ser realizada devido à sua baixa concentração na amostra. Propõe-se a adoção de outros métodos para futura determinação do composto.

4.7 QUANTIFICAÇÃO DO GRAU ALCOÓLICO

De acordo com a Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005, cachaça deve possuir graduação alcoólica entre 38 % a 48 % v/v, enquanto a aguardente pode apresentar teor alcoólico entre 38 % a 54 %, em volume, à temperatura de 20 °C (BRASIL, 2005).

O destilado mensurado estava a 22 °C, apresentando uma densidade de 0,94905. Com a correção da densidade à temperatura de 20 °C, obteve-se uma densidade de relativa de 0,95035, o que resultou em uma graduação alcoólica de 39,60 % v/v. O valor encontrado está adequado tanto para cachaças, como para aguardentes.

O trabalho de Miranda *et al.* (2007) observou que 9,6 % das amostras apresentaram teor alcoólico irregular, as quais variaram de 34,24 a 50,29 % em v/v. Bortoletto e Alcarde (2015), encontraram 12,3 % das amostras com teor alcoólico superior à 48 % (v/v), todavia, nenhuma das amostras excedia os 54 % permitido para aguardentes. Segundo Vilela (2019), 25 % das cachaças analisadas apresentaram graduação alcoólica exatamente no limite de 38 % (v/v).

O estudo conduzido por Caruso, Nagato e Alaburda (2008), constatou que 17% das amostras analisadas possuíam graduação alcoólica inferior à quantidade mínima exi-

gida pela legislação. Enquanto, Souza *et al.* (2009), encontraram 30 %, Bortoletto e Alcarde (2015), 4,9 % e Vilela (2019), 10 % das amostras abaixo do teor alcoólico mínimo.

Além disso, Souza *et al.* (2009), observaram que apenas uma das amostras analisadas apresentava a graduação alcoólica igual à informada no rótulo do produto. Os autores alegam que um dos principais motivos para as discrepâncias entre os valores fornecidos nos rótulos e as quantidades medidas, é advinda da temperatura da amostra quando mensurada sua densidade, pois a legislação determinada que os valores informados devem ser obtidos à 20 °C.

4.8 QUANTIFICAÇÕES CROMATOGRÁFICAS

4.8.1 Cromatografia gasosa com detector de indução de chamas (GC-FID)

De acordo com Bortoletto (2016), os teores de aldeídos totais, ésteres totais, álcoois superiores e metanol podem ser determinados através de GC-FID. A autora propõe a elaboração de curvas analíticas de 5 pontos, nas seguintes concentrações:

- a) Acetaldeído (aldeídos totais) – de 5 a 25 mg/100 mL de álcool anidro;
- b) Acetato de etila (ésteres totais) – de 5 a 150 mg/100 mL de álcool anidro;
- c) Álcool isoamílico (álcoois superiores) – de 50 a 300 mg/100 mL de álcool anidro;
- d) Iso-butanol (álcoois superiores) – de 2 a 20 mg/100 mL de álcool anidro;
- e) 1-propanol (álcoois superiores) - de 30 a 150 mg/100 mL de álcool anidro;
- f) Metanol – de 1 a 10 mg/100 mL de álcool anidro.

Conforme Fernandes (2013), os teores de 1-butanol e 2-butanol também podem ser determinados através do mesmo equipamento.

Entretanto, devido as limitações empregadas durante o período da pandemia, padrões e métodos existentes, não foi possível realizar as análises acima propostas. O método empregado pelo LBIOP não resultou em nenhum pico para as amostras de cachaça bidestilada pura. Esse resultado pode ser advindo da escolha incorreta do solvente, o que pode acarretar em uma extração indevida, a qual não forneceu nenhum pico para análise e construção das curvas analíticas.

4.8.2 Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS)

Fernandes (2013), propõe a determinação de carbamato de etila utilizando GC-MS. Todavia, conforme os métodos apresentados no item 3.3.6.2., buscou-se quantificar o espilantol contido nas amostras e demais componentes presentes, que pudessem ser identificados com o auxílio da biblioteca do equipamento.

Contudo, nenhuma das tentativas resultou em qualquer pico. Supõe-se que o problema originou-se através da extração das amostras, conforme apresentado no subcapítulo item 4.8.1. Por não haver detecção de nenhum pico correspondente aos componentes da cachaça original, necessitou-se buscar outros métodos para avaliar as composições de contaminantes.

4.8.3 Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)

Amostras de cachaça bidestilada pura e cachaça diluída em 10x foram analisadas em HPLC. Optou-se pela análise de uma amostra diluída, pois, se porventura, a amostra pura superasse os limites máximos de medição do equipamento, seria possível os quantificar os componentes pela amostra diluída.

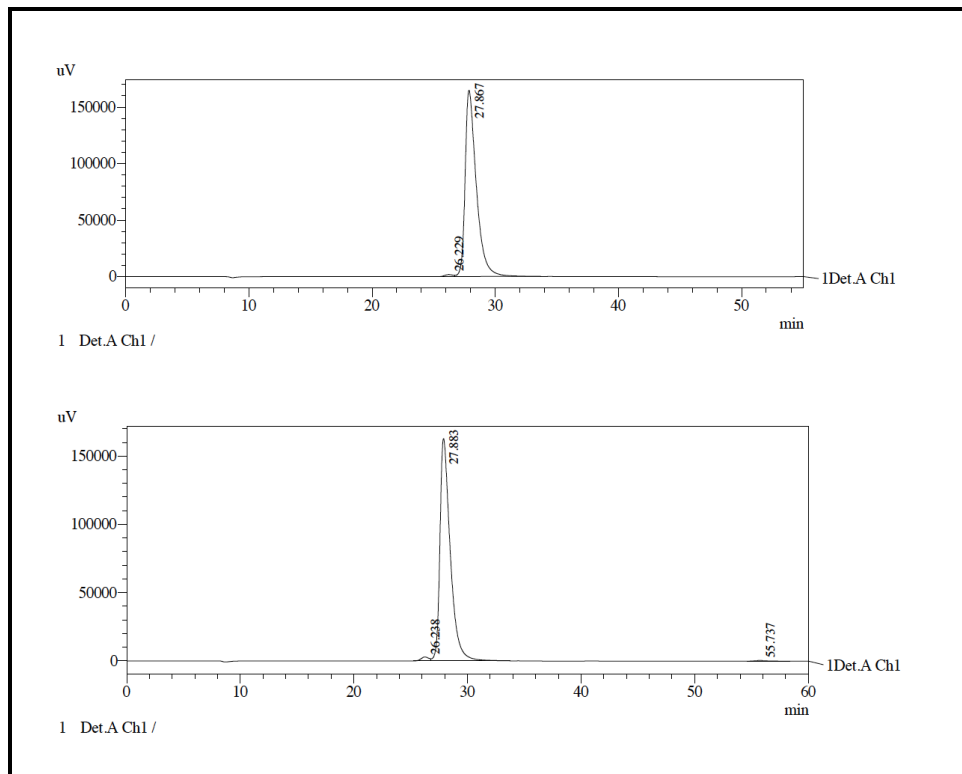
Os resultados obtidos para a amostra de cachaça bidestilada pura e diluída podem ser observados na Figura 11 e Figura 12, respectivamente. Para comparativo, foram, juntamente, analisadas amostras de etanol, metanol e HMF, tais resultados são exibidos na Figura 13.

Pode-se perceber mais picos Figura 13 (C) de HMF, pois a amostra padrão utilizada possuía frutose ($C_6H_{12}O_6$), correspondente ao primeiro pico, HMF apresentada no segundo pico e acetonitrila (CH_3CN), utilizada para limpeza da seringa de injeção, presente no terceiro pico.

A curva analítica do etanol não foi construída, pois o mesmo já havia sido quantificado no subitem 4.7. Por não haverem picos para os álcoois superiores, metanol e HMF, apesar da adoção do método adequado, consultou-se o manual do equipamento para verificar as alternativas propostas para os casos onde os picos não são exibidos. Estas, tampouco resultaram em mudanças na leitura do equipamento (AGILENT, 2005).

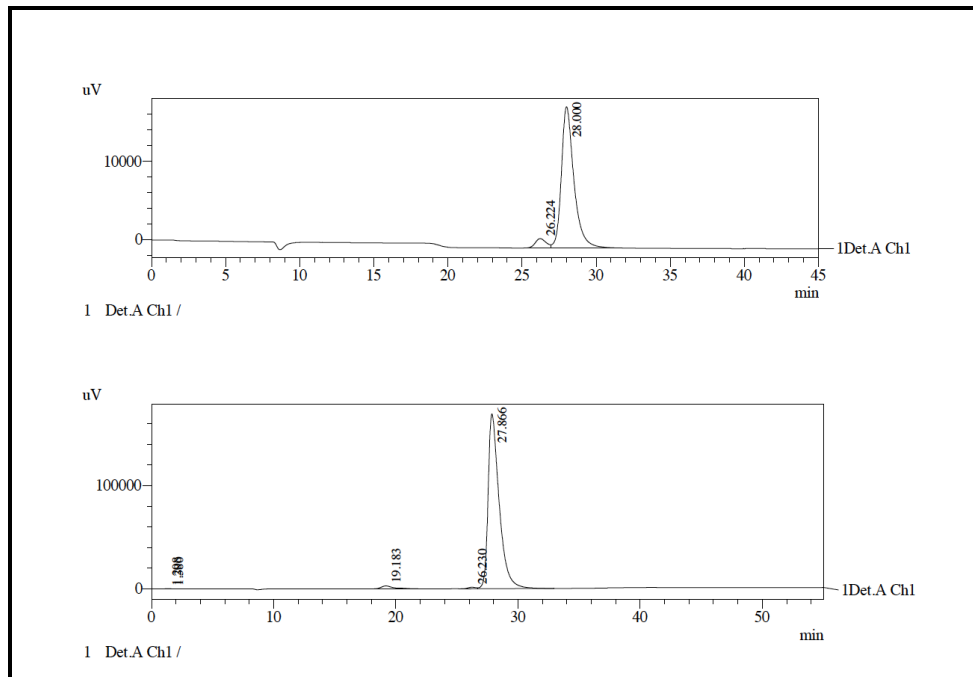
Portanto, entende-se que a quantidade dos componente presente na amostra encontra-se abaixo da curva de calibração, a qual possui o menor ponto com concentração, de 0,5 g/L. A quantificação mínima dos compostos é desconhecida, pois método não foi validado e, portanto, o limite de detecção não foi determinado. A baixa concen-

Figura 11 – Cromatografia líquida de alta eficiência para cachaça bidestilada pura



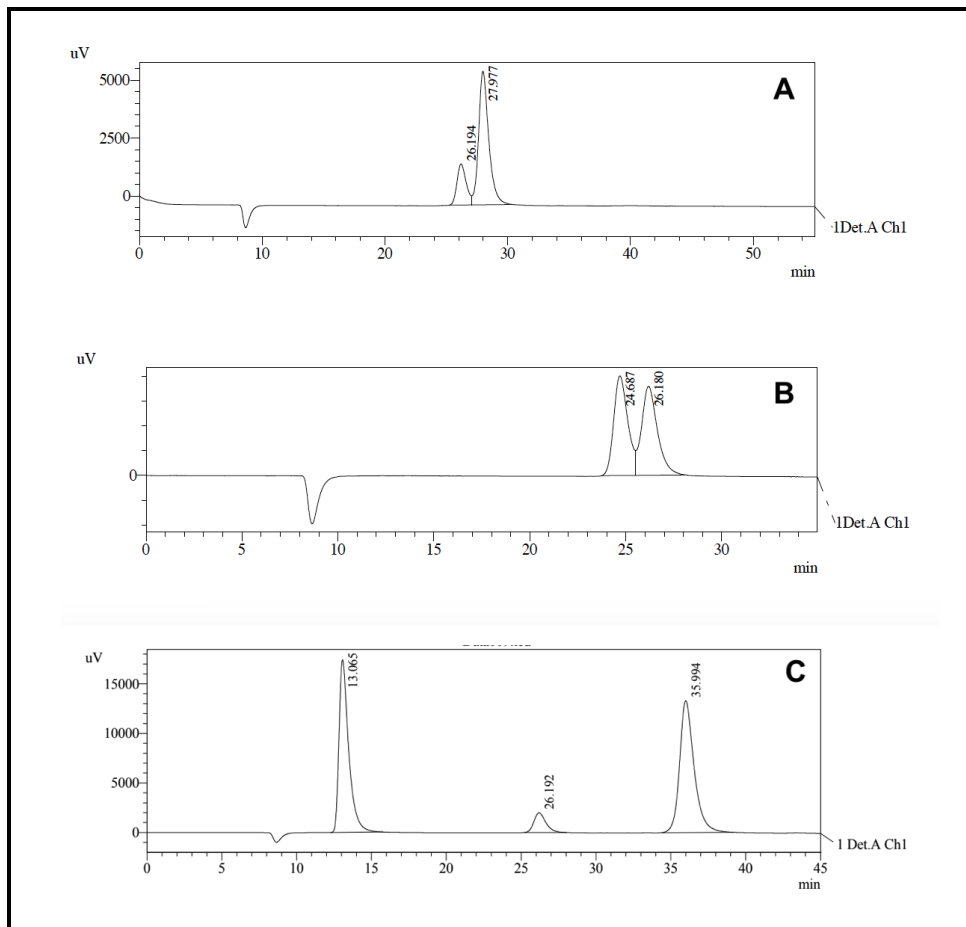
Fonte: O Autor (2020).

Figura 12 – Cromatografia líquida de alta eficiência para cachaça bidestilada diluída



Fonte: O Autor (2020).

Figura 13 – Cromatografia líquida de alta eficiência para etanol, metanol e HMF



Fonte: O Autor (2020).

Nota: A: Etanol 10 g/L; B: Metanol 10 g/L; C: HMF 10 g/L.

tração destes componentes comprova a importância da bidestilação para a qualidade do produto final (ALCARDE *et al.*, 2010).

A acroleína presente na cachaça, assim como a quantificação de espilantol nas amostras de aguardente, poderiam ser determinadas por HPLC. Entretanto, para a determinação dos diferentes teores é necessário construir uma curva analítica, referente à cada substância pura, relacionando-a com o pico referente a cada amostra analisada. Por não haverem padrões disponíveis, estes componentes não puderam ser quantificados neste trabalho (FERNANDES, 2013; FRANCA *et al.*, 2016).

4.9 AVALIAÇÃO DE ESPILANTOL

Tendo conhecimento de que o método de extração de espilantol do jambu influencia em sua concentração no meio, o autor do presente trabalho optou somente pela adoção do método de infusão. Todavia, sabe-se que o contato direto das flores com a cachaça

acaba por extrair outros compostos concomitantes (FRANCA *et al.*, 2016).

Segundo Franca *et al.* (2016), a forma de plantio e colheita de jambu também são capazes de alterar a concentração de espilantol obtida. No presente trabalho, as flores de jambu foram adquiridas do mesmo fornecedor, entretanto, o mesmo não possuía maiores informações quanto às técnicas de plantio e colheita utilizada.

Não tendo acesso à padrões de espilantol para sua determinação cromatográfica, o mesmo não pode ser quantificado. Portanto, buscou-se novos métodos para avaliar e relacionar a presença do composto nas amostras.

4.9.1 Quantificação de nitrogênio

Considerando que espilantol é uma N-alquilamida alifática, as amostras de cachaça pura e aguardente composta de jambu foram submetidas à ensaios físico-químicos para a determinação de nitrogênio total e proteína por Kjeldahl. Os resultados adquiridos podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 – Determinação de nitrogênio total e proteína por Kjeldahl

Amostra	Nitrogênio (%)
Cachaça pura	0,09
Jambu 20 g/L - 30 dias	0,13
Jambu 20 g/L - 15 dias	0,04
Jambu 20 g/L - 7 dias	0,04
Jambu 100 g/L - 30 dias	0,07
Jambu 100 g/L - 15 dias	0,13
Jambu 100 g/L - 7 dias	0,04

Fonte: O Autor (2020).

Avaliando estes valores, determina-se que não existe relação direta entre a quantidade de nitrogênio presente nas amostras e a quantidade de flores de jambu e tempo de infusão. A amostra de cachaça bidestilada pura apresentou uma quantidade de nitrogênio superior à grande maioria das amostras com jambu. Ainda, a quantidade de flores de jambu e o tempo de infusão tampouco resultaram em dados que se relacionem. Foram imperceptíveis as relações entre as espécimes avaliadas, seja diretamente ou inversamente.

4.9.2 Obtenção da absorbância máxima

Silva *et al.* (2012), analisaram 93 amostras de cachaça envelhecida e 51 amostras de cachaças comerciais, variando as faixas de absorbância de 220 nm à 400 nm. Os extratos de madeira na cachaça podem ser observados em todo o range avaliado, porém, compostos aromáticos são observados na região do ultravioleta, de aproximadamente 220 nm.

Bernardes (2015), avaliou 109 amostras de cachaça envelhecida utilizando duas bandas de comprimentos de onda máximos em 200 nm e entre 250 e 300 nm, associando esses valores à absorção do grupo benzeno e grupo hidroxila. Desta forma, esta proposta foi adotada para a associar a presença do espilantol à certo comprimento de onda.

De acordo com as informações da Tabela 6, o comprimento de onda máximo do espilantol é dado em 228,5 nm. Portanto, mediu-se a absorção máxima para todas as amostras contendo aguardente composta de jambu, assim como, para a amostra de cachaça bidestilada pura e uma amostra de água destilada para comparação. Os valores encontrados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Absorbância UV-vis em 228,5 nm

Amostra	Absorbância
Água destilada	0,158
Cachaça pura	0,749
Jambu 20 g/L - 30 dias	3,483
Jambu 20 g/L - 15 dias	3,476
Jambu 20 g/L - 7 dias	3,451
Jambu 100 g/L - 30 dias	3,534
Jambu 100 g/L - 15 dias	3,527
Jambu 100 g/L - 7 dias	3,514

Fonte: O Autor (2020).

Através deste método foi possível avaliar que a quantidade de jambu adicionada, assim como seu tempo de infusão, é diretamente proporcional aos valores de absorbância para o comprimento de onda do espilantol. A cachaça pura apresentou valores significativamente inferiores às demais amostras, de forma que se pode criar uma relação direta entre

a quantidade de jambu presente na amostra e o tempo em que as flores ficam expostas à cachaça.

4.9.3 Quantificação sensorial

Visto que é escassa a literatura sobre a produção de aguardente composta de jambu. E, que os poucos trabalhos encontrados utilizam HPLC ou GC-MS para quantificar o epilantol, necessitou-se buscar novas maneiras para determinar a presença do composto nas amostras, utilizando os recursos disponíveis.

Visando gerar uma memória sensorial para as sensações provenientes da infusão do jambu, realizou-se a degustação das amostras produzidas. Devido as normas estabelecidas pela UCS, somente o autor do presente trabalho participou de tal processo. Buscou-se criar uma relação entre a sensação de formigamento/amortecimento com a quantidade de flores utilizada e seu tempo de infusão.

As amostras foram ordenadas pela qual apresentou uma sensação mais leve até a amostra que deixou a boca dormente por um período mais longo, e com maior intensidade. Desta forma, a ordem crescente das mesmas é:

- a) Jambu 20 g/L - 7 dias;
- b) Jambu 20 g/L - 15 dias
- c) Jambu 20 g/L - 30 dias;
- d) Jambu 100 g/L - 7 dias;
- e) Jambu 100 g/L - 15 dias;
- f) Jambu 100 g/L - 30 dias.

Assim como a relação de absorção citada no subitem 4.9.2., esta avaliação também constatou que a quantidade de flores adicionada e seu período em contato com a cachaça influenciam na acentuação das sensações de amortecimento. Todavia, cada indivíduo possui uma memória sensorial distinta, de forma que estes resultados podem variar conforme o degustador. Indica-se uma futura análise sensorial com um painel treinado para uma amostragem confiável dos resultados.

5 CONCLUSÃO

Através do presente trabalho pode-se verificar a importância das boas práticas de fabricação para a elaboração de uma cachaça de qualidade. A colheita da cana com alto teor de açúcares acarreta em um rendimento superior do caldo, pois o mesmo deve ter seu °Brix diluído. Os cuidados com higienização, temperatura controlada e o uso da levedura adequada são essenciais para o sucesso da fermentação.

O volume de flegma obtido a partir da primeira destilação estava dentro da quantidade citada na literatura, assim como sua graduação alcoólica. O mesmo ocorreu para a cachaça bidestilada, a qual apresentou teor alcoólico de 70 % v/v, posteriormente diluído para 39,6 % v/v. A bidestilação lenta proporciona cortes mais adequados das frações cabeça e cauda, gerando uma fração coração com baixas concentrações de contaminantes orgânicos, inorgânicos e coeficiente de congêneres.

A cachaça bidestilada produzida apresentou concentrações de congêneres e contaminantes abaixo dos teores exigidos pela Instrução Normativa N^o 13, de 29/06/2005. Obtendo-se ácidos voláteis com 20 mg de ácido acético/100 mL de álcool anidro, 0,1500 mg Pb/L de chumbo, 3,270 mg Cu/L de cobre e arsênio abaixo do limite de quantificação de 0,0052 mg As/L.

Além disso, outros compostos mensurados abaixo dos limites de quantificação foram os álcoois superiores, ésteres totais, hidroximetilfurfural e metanol. Todos os cuidados adotados na escolha das matérias-primas e durante o processo produtivo do destilado, resultaram em uma cachaça de coloração apropriada, com sabor e aroma agradáveis.

A extração de espilantol do jambu através da infusão da planta na cachaça não pode ser quantificada em teores de espilantol devido à inexistência de amostra padrão. A quantificação de nitrogênio nos espécimes de cachaça pura e de aguardente composta de jambu não resultou em dados que pudessem apresentar correlação alguma.

Todavia, percebe-se que a infusão de distintas quantidades de jambu no destilado, assim como o tempo de maceração, influencia na coloração das amostras. A relação direta entre quantidade e tempo pode ser comprovada pela medição da absorção máxima dos espécimes.

Amostras com maior quantidade de jambu, por períodos superiores, apresentam colorações mais intensas que as demais. Além disso, é possível relacionar a tonalidade de cada uma, com a expressividade sentida pelo formigamento nos lábios e língua.

A obtenção de cachaça de qualidade é de suma importância para a produção de um destilado de maior valor agregado e potencial aceitação do público. Por fim, conclui-se

que os experimentos realizados são passos iniciais para a produção de aguardente composta de jambu. O destilado é capaz de promover experiências sensoriais distintas das demais bebidas, o que tende a agregar seu potencial para futuros estudos e investimentos.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como passos futuros para obtenção do êxito na pesquisa do presente trabalho, sugere-se:

- a) comparativo nas quantidades de contaminantes da cachaça flegma e bidestilada;
- b) estudos de solventes e extração para análise cromatográfica da cachaça bidestilada;
- c) determinação dos teores de aldeídos, acroleína e carbamato de etila presentes na cachaça bidestilada;
- d) quantificação de coeficiente de congêneres, contaminantes orgânicos e inorgânicos de acordo com as exigências do MAPA para futuro registro de produto;
- e) aquisição de padrão de espilantol para cromatografia;
- f) quantificação de espilantol por métodos cromatográficos;
- g) utilização de flores de jambu frescas para comparação com as amostras obtidas com flores de jambu congelado;
- h) análise sensorial de amostras de aguardente composta de jambu por um painel treinado para avaliar a aceitação de cada uma.

REFERÊNCIAS

- AGILENT, T. *Data Acquisition with LC Control: Operation manual*. 6. ed. Walnut Creek, CA, USA: Varian, Inc., 2005.
- ALCARDE, A. R. *Cachaça: ciência, tecnologia e arte*. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2017.
- ALCARDE, A. R. *et al.* Perfil físico-químico de aguardente de cana-de-açúcar produzida por metodologias de dupla destilação em alambique simples. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, Piracicaba, v. 20, n. 3, p. 499–506, jul./set. 2010.
- BARBOSA, A. F. *et al.* Spilanthol: occurrence, extraction, chemistry and biological activities. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 26, n. 1, p. 128–133, Jan./Feb. 2016.
- BERNARDES, C. D. *Métodos analíticos para cachaças utilizando técnicas espectrométricas, cromatográficas e quimiométricas*. 2015. 144 f. Tese (Doutorado em Ciências - Química) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- BORGES, L. d. S. *et al.* Perfil cromatográfico do óleo essencial de jambu identificados por cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas. *Revista Cultivando o Saber*, Cascavel, PR, p. 254–266, 2014.
- BORTOLETTO, A. M. *Composição química de cachaça maturada com lascas tostadas de madeira de carvalho proveniente de diferentes florestas francesas*. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) — Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- BORTOLETTO, A. M. *Influência da madeira na qualidade química e sensorial da aguardente de cana envelhecida*. 2016. 231 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) — Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.
- BORTOLETTO, A. M. Curso online de produção e qualidade da cachaça (bpf). *Laboratório de Tecnologia e Qualidade de Bebidas (LTQB), ESALQ, USP*, Piracicaba, Maio 2020.
- BORTOLETTO, A. M.; ALCARDE, A. R. Assessment of chemical quality of brazilian sugar cane spirits and cachaças. *Food Control*, Piracicaba, v. 54, p. 1–6, Jan. 2015.
- BORTOLETTO, A. M.; CORREA, A. C.; ALCARDE, A. R. Aging practices influence chemical and sensory quality of cachaça. *Food research international*, Piracicaba, v. 86, p. 46–53, May 2016.
- BORTOLETTO, A. M.; SILVELLO, G. C.; ALCARDE, A. R. Good manufacturing practices, hazard analysis and critical control point plan proposal for distilleries of cachaça. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 75, n. 5, p. 432–443, May 2018.

BOZA, Y.; HORII, J. Influência do grau alcoólico e da acidez do destilado sobre o teor de cobre na aguardente. *Food Science and Technology*, Campinas, v. 20, n. 3, p. 279–284, set./dez. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria N^o 5, de 28 de Setembro de 2017*. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa N^o 13, de 29 de Junho de 2005*. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa N^o 55, de 31 de Outubro de 2008*. Brasília, DF, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Decreto n^o 6.871, de 04 de junho de 2009*: Regulamenta a Lei n^o 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. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa N^o 28, de 8 de Agosto de 2014*. Brasília, DF, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *A cachaça no Brasil: Dados de registro de cachaças e aguardentes*. 2. ed. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. *Acordo de Associação Mercosul-União Europeia de 4 de Julho de 2019*: Resumo informativo elaborado pelo Governo Brasileiro. Brasília, DF, 2019. Disponível em: http://www.itamaraty.gov.br/images/2019/2019_07_03_-_Resumo_Acordo_Mercosul_UE.pdf. Acesso em: 23 abr. 2020.

CARUSO, M. S. F.; NAGATO, L. A. F.; ALABURDA, J. Avaliação do teor alcoólico e componentes secundários de cachaças. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 67, n. 1, p. 28–33, mar. 2008.

CARVALHO, C. d. *et al.* *Anuário brasileiro da cana-de-açúcar 2018*. Santa Cruz do Sul - RS: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018.

CAVALCANTI, V. M. S. *Extração de espilantol de Spilanthes acmella var oleraceae com dióxido de carbono supercrítico*. 2008. 144 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

CHAVES, J. B. P. *Cachaça: Produção artesanal de qualidade*. 1. ed. Viçosa - MG: CPT, 2017.

CRAMER, G. M.; FORD, R. A.; HALL, R. L. Estimation of toxic hazard: a decision tree approach. *Food and Cosmetics Toxicology*, [S.I.], v. 16, n. 3, p. 255–276, Oct. 1976.

DUBEY, S. *et al.* Phytochemistry, pharmacology and toxicology of *Spilanthes acmella*: a review. *Advances in Pharmacological Sciences*, [S.I.], v. 2013, Sept. 2013.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. *Technical Report: Evaluation of monitoring data on levels of ethyl carbamate in the years 2010–2012*, EFSA EN-578. Parma, Italy, 2014. 22 p.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. *Scientific Opinion on Flavouring Group Evaluation 303, Revision 1 (FGE. 303Rev1): Spilanthal from chemical group 30*, EFSA EN-3995. Parma, Italy, 2015. 28 p.

EXPOCACHAÇA. Números da cachaça. 2018. Disponível em: <http://www.expocachaca.com.br/numeros-da-cachaca/>. Acesso em: 3 maio 2020.

FERNANDES, O. W. B. *Avaliação da composição físico-química da cachaça de alambique obtida de cinco cultivares de cana-de-açúcar colhidas em três épocas de maturação*. 2013. 132 f. Tese (Doutorado em m Ciências Biológicas) — Universidade de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

FLORA, D. B. Flora do brasil 2020 em construção. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*, v. 5, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 05 maio 2020.

FRANCA, J. V. *et al.* Distinct growth and extractive methods of *Acmella oleracea* (L.) rk jansen rising different concentrations of spilanthal: An important bioactive compound in human dietary. *Food Research International*, Rio de Janeiro, v. 89, p. 781–789, Sept. 2016.

FURTADO, S. M. B. *Avaliação sensorial descritiva de aguardente de cana (Saccharum officinarum L.): influência da composição em suas características sensoriais e correlação entre as medidas sensoriais e físico-químicas*. 1995. 99 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) — Universidade de Campinas, Campinas, 1995.

GILBERT, B.; FAVORETO, R. *Acmella oleracea* (L.) rk jansen (asteraceae) jambu. *Revista Fitos*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, mar. 2010.

GOOGLESHOPPING. Pesquisa por aguardente de jambu. 2020. Disponível em: https://www.google.com/search?tbm=shop&hl=pt-BR&source=hp&biw=&bih=&q=aguardente+de+jambu&oq=aguardente+de+jambu&gs_l=products-cc.3...1154.3279.0.3733.19.9.0.3.3.0.352.1063.0j1j1j2.4.0...0...1ac.1.34.products-cc..14.5.1068.kIHIGq_5UA0. Acesso em: 23 abr. 2020.

HIND, N.; BIGGS, N. 460 - *Acmella oleracea*: Compositae. *Curtis's Botanical Magazine*, [S.I.], v. 20, n. 1, p. 31–39, Feb. 2003.

IBRAC. Ibrac celebra crescimento das exportações de cachaça em 2016. 2016. Disponível em: <http://www.ibrac.net/index.php/noticias/cachaca-na-midia/509-ibrac-celebra-crescimento-das-exportacoes-de-cachaca-em-2016>. Acesso em: 31 mar. 2020.

IBRAC. Manifesto da cachaça: Valorizar a cachaça é investir no brasil. Instituto Brasileiro da Cachaça, 2018. Disponível em: <http://www.ibrac.net/images/>

[Informativos_newsletter/manifesto_da_cachaca_set_2018-compressed.pdf](#). Acesso em: 23 abr. 2020.

ISO, I. S. Iso 1871: Food and feed products — general guidelines for the determination of nitrogen by the kjeldahl method. *International Standard*, 2009.

MACHADO, T. *et al.* Determinação do teor de metanol em cachaças comerciais por cromatografia líquida de alta eficiência. In: . CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. **Anais** [...]. Gramado: CBCTA, 2016. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/313.pdf>. Acesso em: 20 maio 2020.

MIRANDA, M. B. d. *et al.* Qualidade química de cachaças e de aguardentes brasileiras. *Food Science and Technology*, Piracicaba, v. 27, n. 4, p. 897–901, out./dez. 2007.

NASCIMENTO, E. S.; CARDOSO, D. R.; FRANCO, D. W. Comparação de técnicas de determinação de ésteres em cachaça. *Química Nova*, São Paulo, v. 32, n. 9, p. 2323–2327, nov. 2009.

NASCIMENTO, R. F. *et al.* Qualitative and quantitative high-performance liquid chromatographic analysis of aldehydes in brazilian sugar cane spirits and other distilled alcoholic beverages. *Journal of Chromatography A*, [S.I.], v. 782, n. 1, p. 13–23, Apr. 1997.

PASINATO, C. Acmella: Deusa do jambu. *Um Araçá*, 1 Design gráfico, dez. 2020.

PEÇANHA, D. A. *Deficiência de nutrientes minerais em Acmella Oleraceas: teores minerais, sintomas visuais, espilantol e compostos fenólicos*. 2017. 81 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) — Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos de Goytacazes, 2017.

PORTUGAL, C. B. *et al.* How native yeasts may influence the chemical profile of the brazilian spirit, cachaça? *Food research international*, [S.I.], v. 91, p. 18–25, Nov. 2017.

POWO. *Plants of the World Online*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew, 2020. Disponível em: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:914778-1>. Acesso em: 05 maio 2020.

ROTA, M. B.; FARIA, J. B. Efeito do processo de bidestilação na qualidade sensorial da cachaça. *Alimentos e Nutricao (Brazilian Journal of Food and Nutrition)*, Araraquara - Sao Paulo, v. 20, n. 1, p. 121–128, jan./mar. 2009.

SCHWAN, R. F. *et al.* Microbiology and physiology of cachaça (aguardente) fermentations. *Antonie van Leeuwenhoek*, [S.I.], v. 79, n. 1, p. 89–96, Oct. 2001.

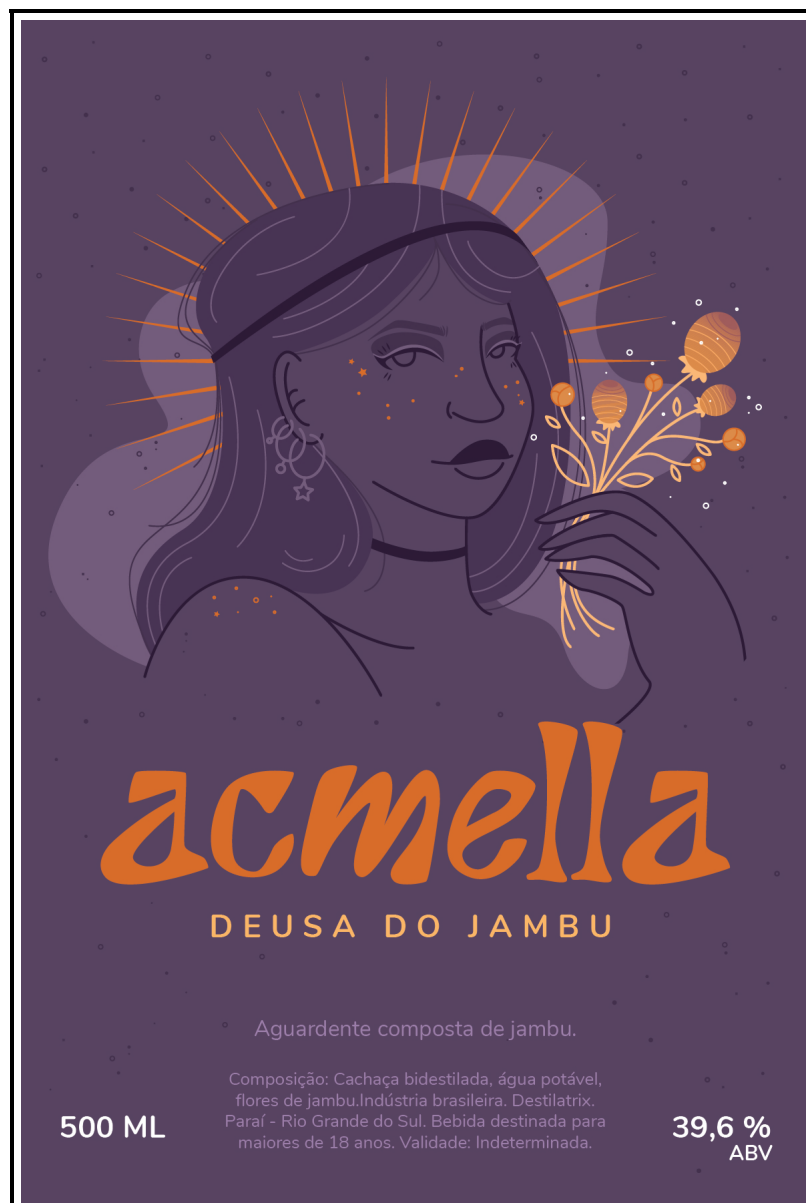
SERAFIM, F. A. T. *Contribuição para a tipificação da aguardente de cana-de-açúcar utilizando análise química*. 2015. 155 f. Tese (Doutorado em Química Analítica e Inorgânica) — Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

- SILVA, A. A. da *et al.* Multivariate analyses of uv-vis absorption spectral data from cachaça wood extracts: a model to classify aged brazilian cachaças according to the wood species used. *Analytical Methods*, [S.I.], v. 4, n. 3, p. 642–646, Dec. 2012.
- SILVEIRA, N.; SANDJO, L. P.; BIAVATTI, M. W. Spilanthol-containing products: A patent review (1996-2016). *Trends in Food Science & Technology*, Florianópolis, v. 74, p. 107–111, Apr. 2018.
- SOUZA, L. de *et al.* *Produção de Cachaça de Qualidade*. 1. ed. Piracicaba - SP: Casa do Produtor Rural - ESALQ - USP, 2013.
- SOUZA, L. de *et al.* Teores de compostos orgânicos em cachaças produzidas na região norte fluminense-rio de janeiro. *Química Nova*, São Paulo, v. 32, p. 2304–2309, nov. 2009.
- STASI, L. C. D.; HIRUMA-LIMA, C. A. *Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica*. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2002. 459–460 p.
- TRINDADE, A. G. *Cachaça: um amor brasileiro*. São Paulo: Melhoramentos, 2006.
- UTHPALA, T.; NAVARATNE, S. *Acmella oleracea* plant; identification, applications and use as an emerging food source: Review. *Food Reviews International*, [S.I.], p. 1–16, Jan. 2020.
- VÁSQUEZ, S. P. F.; MENDONÇA, M. S. d.; NODA, S. d. N. Etnobotânica de plantas medicinais em comunidades ribeirinhas do município de Manacapuru, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 44, n. 4, p. 457–472, dez. 2014.
- VIANA, F. L. E. Bebidas alcoólicas. *Caderno Setorial ETENE*, Fortaleza, n. 78, Ano IV, Maio 2019.
- VILELA, A. F. *Estudo da produção e da qualidade das cachaças paraibanas de acordo com o programa nacional de certificação da cachaça*. 2019. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) — Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019.
- VILLACHICA, H. *et al.* *Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia*. Lima - Peru: Tratado de Cooperacion Amazonica, Secretaria Pro-Tempore Lima, 1996. v. 44.
- WFO. *Acmella oleracea* (L.) R.K.Jansen. *World Flora Online*, 2020. Disponível em: <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000043646>. Acesso em: 05 maio 2020.
- ZENEBO, O. *et al.* *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 411–445 p.

.1 ANEXO A – PROPOSTA DE DESIGN

A designer Camila Pasinato, inspirada na natureza e nas propriedades do jambu, desenvolveu a personificação da planta em forma de deusa. Com traços femininos e indígenas, a deusa recebe o nome científico do jambu sendo assim *Acmella*, a Deusa do Jambu. Para intensificar o ar místico e o poder da planta, foram aplicados tons de lilás e dourado que remetem à um sentimento mais esotérico, misterioso e mágico. A proposta de design para o rótulo pode ser observada na Figura 14 e o mesmo, aplicado na garrafa, na Figura 15.

Figura 14 – Rótulo proposto para a aguardente composta de jambu - *Acmella*



Fonte: Pasinato (2020).

Figura 15 – Demonstração da aguardente composta de jambu rotulada - *Acmella*



Fonte: Pasinato (2020).

O autor do presente trabalho deseja criar um produto com base nos conhecimentos e resultados adquiridos durante a pesquisa aqui apresentada. O produto deverá possuir registro no MAPA, onde se fará necessária a realização de análises e adequações para acatar a todos os padrões preconizados pela legislação vigente.