

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOS ALIMENTOS**

Karine Ines Bolson Moro

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE
FRUTAS A BASE DE POLPA DE BANANA (*Musa sp.*) E DE SUCO DE
ABACAXI (*Ananas comusus* (L) MERRIL)**

**Santa Maria, RS
2016**

Karine Ines Bolson Moro

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE FRUTAS A
BASE DE POLPA DE BANANA (*Musa* sp.) E DE SUCO DE ABACAXI (*Ananas
comusus* (L) MERRIL)**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

Orientadora: Prof. ^a Dra. Neidi Garcia Penna

**Santa Maria, RS
2016**

BOLSON MORO, KARINE INES
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE
FRUTAS A BASE DE POLPA DE BANANA (Musa sp.) E DE SUCO DE
ABACAXI (Ananas comusus (L) Merrill) / KARINE INES BOLSON
MORO.-2016.

87 p.; 30cm

Orientadora: NEIDI GARCIA PENNA
Coorientadora: CLÁUDIA KAEHLER SAUTTER
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2016

1. AGUARDENTE DE FRUTAS 2. BANANA 3. ABACAXI 4.
FERMENTAÇÃO 5. COMPOSTOS VOLÁTEIS I. GARCIA PENNA, NEIDI
II. KAEHLER SAUTTER, CLÁUDIA III. Título.

Karine Ines Bolson Moro

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE FRUTAS A
BASE DE POLPA DE BANANA (*Musa* sp.) E DE SUCO DE ABACAXI (*Ananas
comusus* (L) MERRIL)**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

Aprovado em 10 de março de 2016:

Neidi Garcia Penna, Dra. (UFSM)
(Presidente/ Orientador)

Claudia Severo da Rosa, Dra. (UFSM)

Silvana Maria Michelin Bertagnolli, Dra. (Unifra)

**Santa Maria, RS
2016**

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Admir e Mareli, por serem o meu porto seguro.

As minhas irmãs, Quelí e Mariane, por tornarem meus dias ainda mais completos.

E ao meu namorado, Frederico Hickmann, por estar sempre presente em minha vida.

Obrigada por todo amor e carinho que vocês dedicam a mim!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por colocar pessoas tão especiais em meu caminho.

A minha orientadora Prof.^a Dra. Neidi Garcia Penna, pela orientação ao longo destes dois anos, por dividir comigo o seu conhecimento, obrigada por ter confiado em mim e ter acreditado na minha capacidade.

A minha co-orientadora Prof.^a Dra. Claudia Kaehler Sautter, por ter sido a idealizadora deste projeto, e ter aberto as portas para que ele se tornasse realidade. Obrigada pelo conhecimento compartilhado.

Aos meus pais, Admir e Mareli, pelo amor, compreensão nas ausências, pelo incentivo aos meus estudos e por me guiarem em todos os momentos da minha vida.

As minhas irmãs Queli e Mariane, por completarem a minha vida, e serem simplesmente as melhores irmãs do mundo. Um abraço especial aos meus cunhados Jaime e Gustavo, obrigada por fazerem parte da nossa família.

Ao meu namorado, Frederico Hickmann, por toda ajuda, mesmo estando longe sempre estive ao meu lado, sempre estive presente nas conquistas e nos momentos de fragilidade. Obrigada, a você todo o meu amor!

Ao meu primo, amigo e irmão Anderson, por ser o meu guia, por ser uma peça fundamental durante toda a minha formação. Obrigada por abrir as portas da UFSM para mim e por me acolher. A você minha admiração.

Aos meus familiares, mas em especial a tia Geneci, um ser de luz que me guiou do início ao fim, que estive comigo, mesmo não estando mais entre nós.

A minha grande companheira Simone Trindade, que é tão merecedora deste título quanto eu, pois sem você minha querida, nada teria sido possível. Obrigada por me ajudar em cada passo deste projeto.

A minha amiga, companheira e colega, Angela S. Rodrigues obrigada pela amizade e incentivo, só tenho que agradecer a Deus por ter colocado um anjo em meu caminho.

Tiffany e Jamila, minhas queridas, obrigada pela amizade, pelo companheirismo e por toda ajuda e apoio que vocês sempre me deram.

Aos meus amigos que fizeram a diferença nestes dois anos, Angela, Augusto, Camila, Fernanda, Franciele, Jamila, Marcelo, Maritiele, Naiéli e Thaianne obrigada pela família linda que construímos. #TP

Aos companheiros de laboratórios por terem me recebido tão bem, Carine, Cristiane, Eduarda, Fernanda, Juciane, Rodrigo, Tamires e Taísa obrigada pelos ensinamentos compartilhados e pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Carlos, Magé, Marialene, Marta, Moises e Rosangela, o meu muito obrigada por terem me auxiliado durante todo o período de análises.

A equipe de professores do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (PPGCTA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pela contribuição na minha formação.

Ao Laboratório Nacional Agropecuário (LANAGRO) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) de Porto Alegre/ RS, o meu obrigado em especial à Carolina Zanchet Guerra, pela atenção e disponibilidade.

Ao Laboratório de Ecologia Vegetal (Labeflo) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pelo comprometimento e atenção nas análises. Obrigada Rudi Witschoreck, pela contribuição.

Ao Laboratório de Análise de Solos (LAS) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pela atenção nas análises de Cobre. Obrigada, Darines Britzke, pela contribuição.

Ao Laboratório 106 do Núcleo de Tecnologia de Alimentos (NTA), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pela disponibilidade de equipamentos. Obrigada Prof. Cristiano R. Menezes, Thaianne, Augusto e Graciele pela contribuição.

A Maria Salete, proprietária da agroindústria Delícias da Terra, pelo fornecimento da matéria-prima, e pelo carinho.

A CAPES, pelo apoio financeiro através da bolsa de estudos.

A todos, mesmo não sendo citados, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

*“Aprender é a única coisa que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende”*

Leonardo da Vinci

RESUMO

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE FRUTAS A BASE DE POLPA DE BANANA (*Musa sp.*) E DE SUCO DE ABACAXI (*Ananas comusus* (L) MERRIL)

AUTORA: Karine Ines Bolson Moro
ORIENTADORA: Neidi Garcia Penna

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, condição que faz do setor de fruticultura uma das principais atividades econômicas geradora de emprego e renda além de proporcionar o desenvolvimento rural. Porém, parte dessa produção é desperdiçada todos os anos, e o elevado índice de perdas na comercialização de frutas faz com que apenas uma parcela chegue à mesa do consumidor. Sendo assim, a industrialização pode representar uma opção no aproveitamento de excedentes de produção e de frutos fora dos padrões de qualidade para consumo *in natura*. Na produção de aguardente de frutas, um dos problemas encontrados, é a grande formação de álcoois superiores e metanol, sendo que as condições do mosto e de temperaturas de fermentação podem estar contribuindo para a formação destes compostos. Fundamentado em tais informações, este trabalho teve como objetivo utilizar a polpa de banana em seu último estágio de maturação e o suco do abacaxi na elaboração de aguardente de frutas como alternativa de aproveitamento, evitando desperdícios, agregando valor e contribuindo para o desenvolvimento de um produto de alto valor agregado. Foram produzidas aguardentes de banana da cultivar Prata e aguardente de suco de abacaxi da cultivar Pérola combinado com polpa de banana na proporção de 2:1 (v/p). Os caldos fermentativos passaram pelo processo de hidrólise enzimática, visando o aumento da estabilidade do suco, onde adicionou-se a enzima poligalacturonase, na concentração de 170 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de caldo. Após 2 horas de ação enzimática, os caldos foram centrifugados a 12.000 $\times g$ durante 5 minutos. Os caldos foram inoculados com *Saccharomyces cerevisiae* (FX5) e o processo fermentativo deu-se a uma temperatura de 16 ± 1 °C. Os caldos fermentados foram destilados em destilador de cobre e as aguardentes produzidas armazenadas em frascos âmbar, onde permaneceram em descanso durante 30 e 60 dias. Os compostos voláteis foram determinados em cromatógrafo gasoso, com detector de ionização em chama - CG/FID. Dentre as aguardentes produzidas os melhores resultados foram obtidos na aguardente de banana com suco de abacaxi. As duas aguardentes produzidas apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira para aguardente de frutas, com exceção apenas no teor de metanol, possivelmente devido à degradação da pectina presente na polpa de banana. Evidenciando assim, que as condições do mosto e a temperatura de fermentação estão diretamente ligados aos teores de álcoois superiores presentes nas bebidas. Os teores variaram de 298,12 a 197,11 mg 100 mL⁻¹ de álcool anidro (AA) para a aguardente de banana durante os 30 e 60 dias de descanso, respectivamente. E para aguardente de banana e abacaxi os teores variaram de 282,66 a 268,14 mg 100 mL⁻¹ de AA no período de 30 e 60 dias, respectivamente. Portanto, é comprovada a viabilidade da utilização de frutas para a produção de aguardentes, contribuindo para o crescimento de agroindústrias e agregando valor aos produtos, porém mais estudos devem ser realizados para diminuir o alto teor de metanol encontrado.

Palavras-chave: aguardente de frutas, banana, abacaxi, fermentação, compostos voláteis.

ABSTRACT

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF FRUIT BRANDY USING BANANA (*Musa sp.*) PULP AND PINEAPPLE (*Ananas Comusus (L) MERRIL*) JUICE

AUTHOR: Karine Ines Bolson Moro

ADVISOR: Neidi Garcia Penna

Brazil is the third biggest fruit producer in the world, condition that make the orcharding sector one of the most important economic activities, and generating of employment income, and providing rural development. However, part of this production is wasted every year increasing thereby the fruit waste rates a reason that just part of the production arrives to the consumer. Therefore, the industrialization represents an option of the utilization of the surplus of production of fruits and the non standard to consume *in natura* as well. The production of fruit brandy has found some problems because of the high level of higher alcohols formation and methanol during the fermentation. The fermentation broth conditions and the fermentation temperature may be contributing to the formation of these compounds. Grounded on such information this research aimed use the banana on its last stage of maturation, use its pulp, and use pineapple juice in the elaboration of fruit brandy as option of utilization avoiding this waste, aggregating value and contributing to the local development of a high value product. In this study was produced a banana (cv. Prata) brandy with banana pulp and banana (cv. Prata) pulp with pineapple (cv. Perola) juice brandy in a proportion of 2:1 (v/w) respectively. The fermentation broths were passed per the enzymatic hydrolyze process and also was added the polygalacturonase enzyme at a concentration of $170 \mu\text{g mL}^{-1}$ of broth. After two hours of enzymatic action the broths were centrifuged at $12.000 \times g$ during five minutes. The broths were inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* (FX5) and the fermentation process occurred at a 16 ± 1 °C temperature. The fermented broths were distilled using a copper distiller and the produced brandies were stored in amber flasks and kept resting during 30 and 60 days. The volatile compounds were determined with a gas chromatograph with ionization detector in flame – CG/FID. In between the produced brandies the best results were accomplished with the banana with pineapple juice brandy. Both produced brandies kept the standards of the Brazilian law of fruit brandies except just of the methanol level likely, because of the pectin degradation contained at the banana pulp. Evidencing that the fermentation broth conditions and the fermentation temperature are linked with the levels of the higher alcohols contained in the beverages. The higher alcohols levels varied from 298.12 to 197.11 mg 100 mL^{-1} of anhydrous alcohol (AA) for banana brandy during 30 and 60 days of rest respectively. The mix of banana pulp with pineapple brandy higher alcohols levels varied from 282.66 to 268.14 mg 100 mL^{-1} of AA during the 30 and 60 days of rest respectively. Therefore, it is proven the feasibility of fruit use to produce brandies and contributing to the developing of the agribusiness, and aggregating value to the products but more studies are required to decrease the high level of methanol found in this study.

Key Words: Fruit brandy, banana, pineapple, fermentation, volatile compounds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escala de maturação de <i>Von Loesecke</i>	24
Figura 2 - Estrutura química da cadeia de pectina.....	25
Figura 3 - Classificação dos estádios de maturação do abacaxi Pérola.....	28
Figura 4 - Fluxograma do processamento das aguardentes de frutas.....	31
Figura 5 - Fluxograma de produção das aguardentes de banana e de banana e abacaxi.....	43
Figura 6 - Bananas (<i>Musa</i> sp.) da variedade Prata, em estágio de maturação 7, conforme a Escala de Maturação de Von Loesecke.....	44
Figura 7 - Abacaxis (<i>A. comusus</i>), em estágio de maturação “d”, conforme a classificação de estágio de maturação do abacaxi Pérola.....	45
Figura 8 - Recipientes de fermentação, contendo o caldo de banana e o caldo de banana e abacaxi.....	47
Figura 9 - Destilador simples de cobre.....	48
Figura 10 - Evolução do conteúdo de açúcar durante a fermentação do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi.....	61
Figura 11 - Teor de alcoóis superiores encontrados na aguardente de banana (T1) e na aguardente de banana e abacaxi (T2) após 30 e 60 dias de descanso.....	71
Figura 12 - Teores de alcoóis superiores totais encontrados na literatura para aguardente de frutas.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química de algumas cultivares de banana (g 100 g ⁻¹ de polpa).....	23
Tabela 2 - Composição química do abacaxi (cv. Pérola) (g 100 g ⁻¹ do fruto).....	27
Tabela 3 - Limites permitidos conforme a legislação vigente para aguardente de cana e para aguardente de frutas.....	30
Tabela 4 - Condições do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi, frente a temperatura de fermentação e o inóculo utilizado.....	37
Tabela 5 - Características físico-químicas da polpa de banana (cv. Prata) e do suco de abacaxi (cv. Pérola).....	52
Tabela 6 - Composição química das polpas de banana (cv. Prata) e de abacaxi (cv. Pérola) .	54
Tabela 7 - Composição mineral da polpa de banana (cv. Prata) e da polpa de abacaxi (cv. Pérola), expresso em mg 100 g ⁻¹ de massa seca.....	56
Tabela 8 - Dados referentes aos rendimentos de banana da cultivar Prata.....	57
Tabela 9 - Dados referentes às pesagens e rendimentos de abacaxi do cv. Pérola.....	57
Tabela 10 – Condições do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi.....	58
Tabela 11 - Características físico-químicas do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi após hidrólise enzimática e centrifugação.....	60
Tabela 12 - Características físico-químicas do fermentado de banana e do fermentado de banana e abacaxi.....	62
Tabela 13 - Concentração dos principais constituintes da fração “cabeça” da aguardente de banana e da aguardente de banana e abacaxi após 30 dias de repouso.....	63
Tabela 14 - Médias das análises químicas realizadas na fração “coração” da aguardente de banana e da aguardente de banana e abacaxi após 30 e 60 dias de repouso.....	66
Tabela 15 - Teores médios de metanol encontrados nas aguardentes produzidas e em aguardentes de frutas encontradas na literatura.....	69
Tabela 16 - Concentração dos principais constituintes da fração “cauda” da aguardente de banana e da aguardente de banana e abacaxi após 30 dias de repouso.....	74

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE PARA AGUARDENTE DE FRUTAS (BRASIL, 2008).	86
ANEXO B - PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE PARA AGUARDENTE DE CANA E PARA CACHAÇA (BRASIL, 2005).	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
µg	Micrograma
°Brix	Graus Brix
°C	Graus Celsius
°GL	Graus Gay Lussac
AA	Álcool Anidro
ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ART	Açúcares Redutores Totais
ATT	Acidez Total Titulável
CB	Caldo de Banana
CBA	Caldo de Banana e Abacaxi
CEAGESP	Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo
CEPA	Centro de Socioeconômica e Planejamento Agrícola
CG	Cromatografia Gasosa
CO ₂	Gás Carbônico
cv.	Cultivar
FID	Detector de Ionização em Chama
g	Gramma
×g	G-força - gravidade
H ₂ O	Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAF	Instituto Brasileiro de Frutas
kcal	Quilocaloria
kJ	Quilojoule
L	Litro
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
mg	Miligramma
mg L ⁻¹ AA	Miligramas por litro de álcool anidro (álcool absoluto)
mg L ⁻¹	Miligramma por litro
NaOH	Hidróxido de Sódio
PE	Ponto de Ebulição
pH	Potencial Hidrogeniônico
ppm	Partes por Milhão
SEAB	Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento
SST	Sólidos Solúveis Totais
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
v/p	Volume/ peso
v/v	Volume/ volume
p/p	Peso/ peso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	20
2.1	OBJETIVO GERAL	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1	BANANA (<i>Musa</i> sp.)	21
3.1.1	Características gerais, produção e importância econômica	21
3.1.2	Composição Química	23
3.1.3	Pectina	25
3.2	ABACAXI (<i>A. comosus</i>)	26
3.2.1	Características gerais, produção e importância econômica	26
3.2.2	Composição Química	27
3.3	BEBIDAS ALCOÓLICAS	29
3.4	AGUARDENTE DE FRUTAS	29
3.4.1	Fermentação	31
3.4.2	Destilação	32
3.5	COMPOSTOS VOLÁTEIS	33
3.6	CONTAMINANTES	35
3.7	FATORES QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DE AGUARDENTES	35
4	MATERIAIS E MÉTODOS	37
4.1	MATÉRIAS-PRIMAS	37
4.2	LOCAL DO ESTUDO	37
4.3	CONDUÇÃO DO ESTUDO	37
4.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS	38
4.4.1	Potencial hidrogeniônico (pH)	38
4.4.2	Sólidos solúveis totais (SST)	39
4.4.3	Acidez total titulável (ATT)	39
4.5	CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS FRUTOS	39
4.5.1	Pré-secagem	39
4.5.2	Umidade	39
4.5.3	Resíduo mineral fixo (Cinzas)	40
4.5.4	Composição de minerais	40
4.5.5	Proteínas	41

4.5.6	Extrato etéreo (Lipídios)	41
4.5.7	Fibra alimentar total, insolúvel e solúvel	42
4.5.8	Carboidratos	43
4.6	PRODUÇÃO DAS AGUARDENTES	43
4.6.1	Seleção, limpeza e rendimento das matérias primas	44
4.6.2	Preparação do suco de abacaxi	46
4.6.3	Escaldamento e despulpamento.....	46
4.6.4	Hidrólise enzimática da polpa de banana	46
4.6.5	Fermentação.....	47
4.6.6	Destilação.....	48
4.6.7	Armazenamento.....	49
4.7	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS NAS BEBIDAS OBTIDAS	49
4.7.1	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	49
4.7.2	Sólidos Solúveis Totais (SST)	49
4.7.3	Determinação do teor de açúcares redutores.....	49
4.7.4	Determinação de densidade e da graduação alcoólica	50
4.7.5	Determinação de acidez total, volátil e fixa.....	50
4.7.6	Determinação de álcoois superiores, ésteres, metanol e aldeídos.....	50
4.7.7	Determinação de cobre.....	51
4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	51
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E RENDIMENTO DOS FRUTOS	52
4.2	PRODUÇÃO DAS AGUARDENTES	58
4.2.1	Avaliação das condições de fermentação, caracterização físico-química e rendimento do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi.....	58
4.2.2	Características físico-químicas dos caldos de banana e de banana e abacaxi antes e após a fermentação	60
4.3	ANÁLISES DOS CONSTITUINTES DA AGUARDENTE DE BANANA E DA AGUARDENTE DE BANANA E ABACAXI.....	63
4.3.1	Fração “cabeça”.....	63
4.3.2	Fração “coração”.....	65
4.3.3	Fração “cauda”.....	73
5	CONCLUSÕES.....	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	ANEXOS	85

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, condição que faz do setor de fruticultura uma das principais atividades econômicas geradora de emprego e renda além de proporcionar o desenvolvimento rural. Infelizmente, parte dessa produção de frutas é desperdiçada todos os anos, contribuindo para o problema social da falta de alimentos e renda de muitas famílias brasileiras. Dentre as causas de desperdício estão as exigências estabelecidas pelo mercado do produto, isso porque, antes de serem direcionadas aos varejistas, as frutas passam por um processo de seleção, onde as que estiverem fora do padrão exigidos pelos consumidores, são descartadas gerando um excedente de produção (PARENTE, 2014).

O elevado índice de perdas na comercialização de frutas no Brasil faz com que apenas uma parcela chegue à mesa do consumidor. A industrialização pode representar uma opção no aproveitamento de excedentes de produção e de frutos fora dos padrões de qualidade para o consumo *in natura*, embora sem o comprometimento da qualidade da polpa, promovendo aumento da vida de prateleira e agregação de valor ao produto. Entretanto, atualmente, pequena parte das frutas produzidas no Brasil é utilizada no processo industrial (PEROSA et al., 2009).

A matéria-prima utilizada na produção de aguardente no Brasil é quase totalmente a base de cana-de-açúcar, mas outras matérias-primas podem ser utilizadas (CARDOSO, 2001). De acordo com Silva et al., (2009), a cachaça é a segunda bebida alcoólica mais consumida pelos brasileiros. Apesar da fabricação e o consumo de aguardente de fruta ou *brandy* serem bastantes populares em vários países, no Brasil, a matéria-prima destinada à sua fabricação é quase totalmente constituída pela cana-de-açúcar (PARENTE, 2014). Sendo recentes os estudos voltados para aguardentes elaboradas pela fermentação de diferentes frutas, como por exemplo, figo da índia (ROCHA, 2008); manga (SILVA et al., 2011); banana (ALVARENGA, 2011), jabuticaba (ASQUIERI; SILVA e CÂNDIDO, 2009), e açaí (OLIVEIRA et al., 2012a).

A legislação brasileira define aguardente de fruta como a bebida com graduação alcoólica de 36 a 54% em volume, a 20 °C, obtida de destilado alcoólico simples de fruta, ou pela destilação de mosto fermentado de fruta. A destilação deverá ser efetuada de forma que o destilado tenha o aroma e o sabor dos elementos naturais voláteis contidos no mosto

fermentado, derivados do processo fermentativo ou formados durante a destilação (BRASIL, 2008).

Teoricamente, qualquer fruto ou vegetal que contenha açúcar e outros nutrientes para as leveduras pode servir como substrato para uma fermentação alcoólica. Pelo processo de fermentação de frutas pode-se obter bebidas alcoólicas como os fermentados (vinhos) e as aguardentes. A partir dos fermentados de frutas, por meio de destilação se obtêm as aguardentes de frutas sendo necessária a adaptação do processo de produção de acordo com a matéria-prima (ALVARENGA et al., 2013). A qualidade de uma bebida destilada é proveniente dos procedimentos adotados em cada processo, começando pela escolha da matéria-prima, passando pelo beneficiamento, fermentação, destilação e armazenamento do produto obtido (GUIMARÃES FILHO, 2003).

Na produção de aguardente de frutas em geral, um dos problemas encontrados, é a grande formação de álcoois superiores e metanol durante a fermentação, conforme pode se observar em alguns trabalhos realizados utilizando frutas como banana, manga, laranja, goiaba e uva para a produção de aguardentes (GUIMARÃES FILHO, 2003; SILVA, 2004; CLETON e MUTTON, 2004; LOPES, 2005; ALVARENGA, 2006; LARA, 2007; ALVES et al., 2008; SILVA et al., 2009). Alguns fatores podem favorecer a formação excessiva de tais compostos. A aeração durante a fermentação favorece a formação de álcoois superiores. O mesmo efeito pode advir da presença de materiais porosos no mosto, que funcionam como fonte de oxigênio. Durante a fermentação do mosto de frutas, ocorre a formação de uma camada espessa e porosa na superfície, possibilitando o acesso de oxigênio do ar ao mosto. Temperatura alta de fermentação (acima de 29 °C) também causa o aumento de álcoois superiores na produção de aguardentes além de diminuir o rendimento (AMORIM, 1996; MAIA, 2006). Outro aspecto relevante a ser considerado em aguardentes de frutas é o teor de metanol, pois a elevada concentração de pectina nas frutas favorece a sua formação (GUIMARÃES FILHO, 2003).

As bananas, frutos comestíveis do gênero *Musa* sp., são cultivadas na maioria dos países tropicais (ALVES, 1999). A banana é uma fruta frágil, que exige grandes cuidados na colheita e no manejo pós-colheita. As perdas, que podem chegar a 40% da produção, ocorrem desde a fase de cultivo até o manuseio da fruta na residência do consumidor (LICHTENBERG, 1999). No Brasil, a utilização da banana como matéria-prima para a produção de aguardente é uma opção que pode contribuir para reduzir as perdas da fruta e aumentar a renda dos produtores. Para a produção de cachaça, os produtores possuem

instalações de utilização intermitente, devido à sazonalidade de safra da cana-de-açúcar. As aguardentes de banana e outras frutas podem ser produzidas na entressafra da cana, nessas instalações, aproveitando parte das estruturas e tecnologia produtivas já existentes (ALVARENGA, 2011).

A industrialização da banana pode representar uma opção no aproveitamento de excedentes de produção e de frutos fora dos padrões de qualidade para o consumo *in natura*, a industrialização da fruta também promove o aumento da vida-de-prateleira e agregação de valor ao produto. Entretanto, atualmente, menos de 2% da banana produzida no Brasil são utilizados no processo industrial (SILVA et al., 2009).

O abacaxi ou ananás, nomes utilizados tanto para a fruta como para a planta, pertence à família *Bromeliaceae* e gênero *Ananas* (GIACOMELLI e PY, 1981). Está entre as frutas tropicais mais populares, devido ao seu sabor e aroma característico. O fruto maduro apresenta em média 16,2% de sólidos solúveis totais, 0,35% de ácido cítrico, 5,06% de açúcares redutores, 15% de açúcares totais e pH de 4,15, variando de acordo com a variedade e o estágio de maturação (BLEINROTH, 1978). O elevado teor de açúcar do abacaxi consiste em uma característica favorável para aplicação em processos biotecnológicos, como por exemplo, na fermentação alcoólica.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Utilizar a polpa de banana em seu último estágio de maturação e o suco do abacaxi em estágio de maturação próprio para o consumo, na elaboração de aguardente de fruta como opção de aproveitamento, evitando desperdícios, agregando valor e contribuindo para o desenvolvimento de um produto de alto valor comercial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as características físico-químicas, a composição centesimal e o teor de minerais das polpas de banana e de abacaxi.
- Desenvolver aguardente de polpa banana e aguardente de polpa de banana combinada com suco de abacaxi.
- Estudar diferentes rendimentos de caldos, leveduras e condições de fermentação para redução dos álcoois superiores e metanol.
- Determinar os constituintes químicos como álcoois superiores, aldeídos, ésteres e metanol e a composição físico-química das bebidas obtidas e confrontar com a legislação vigente.
- Verificar os teores de cobre nas bebidas obtidas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 BANANA (*Musa* sp.)

A banana é a fruta fresca de maior consumo no mundo. Suas características sensoriais, o valor nutricional e a ampla disponibilidade em diversos países do mundo durante o ano todo, contribuem para sua popularidade (LICHTENBERG, 1999).

A banana (*Musa* sp.) é um fruto originário do sudeste asiático e existem indícios do seu cultivo desde 5000 a. C. ou até mesmo 8000 a. C. Nos séculos XV e XVI, colonizadores portugueses iniciaram o cultivo sistemático de bananais nas ilhas atlânticas, no Brasil e na costa ocidental africana. No entanto, Pedro Alvares Cabral relatou que os índios já consumiam banana, quando chegaram ao Brasil. A fruta possui grande importância econômica nos países tropicais além de ser muito apreciada pelo sabor, facilidade de consumo, baixo custo e também por ser fonte de energia, vitaminas e minerais. A banana é uma cultura perene que é cultivada e colhida durante o ano todo (CEAGESP, 2014.)

3.1.1 Características gerais, produção e importância econômica

Originária do sudeste da Ásia, a banana, ocupa lugar de destaque no universo de vegetais úteis ao homem (MEDINA et al., 1985). A maioria das variedades existentes (diplóide, triplóide e tetraplóide) são descendentes de dois ancestrais, *M. acuminata* e *M. balbisiana* (DENHAM, HABERLE e LENTFER, 2004; OSUJI et al., 1997). A banana é produzida na maioria dos países tropicais. Ela é o quarto produto alimentar mais produzido no mundo, depois do arroz, trigo e milho, sendo cultivada em 130 países (IBRAF, 2014), sendo em vários países a principal fonte de arrecadação e de geração de emprego e renda para parte expressiva da população. Nas últimas três décadas, essa cultura tem apresentado um aumento significativo (122%) no volume produzido, relata o Centro de Socioeconômica e Planejamento Agrícola – CEPA (2009).

A bananeira é da família das musáceas, é cultivada em todos os estados brasileiros, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior (CEAGESP, 2014). A produção mundial de banana no ano de 2011 foi de aproximadamente 118 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2013). Conforme a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - SEAB (2015) no Brasil a banana é a segunda fruta em volume produzido com 6,9 milhões de toneladas colhidas,

correspondentes a 16,5% do volume das frutas. São Paulo é o principal produtor, com 1,3 milhões de toneladas colhidas, seguido da Bahia, com 1,2 milhões de toneladas, e Minas Gerais, que produziu 654,5 mil toneladas. Os três estados participam de 19,7%, 18,0% e 9,5%, respectivamente, do volume de banana produzidos em 2013.

As peculiaridades de aroma e sabor fazem da banana uma fruta muito apreciada pela grande maioria da população, desde as classes mais baixas até às de grande poder aquisitivo. Ela é consumida tanto na forma *in natura* quanto como de seus produtos processados (EMBRAPA, 2007; CANO et al., 1997). Os frutos quando amadurecidos são potenciais fontes de carboidratos, principalmente açúcares, polissacarídeos e fibra alimentar (ADÃO e GLÓRIA, 2005).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2009, a safra de frutas foi de 15,74 milhões de toneladas e a perda média foi estimada em 28%, que corresponde a mais de 4,4 milhões de toneladas. As perdas pós-colheita são consideradas como o principal agravante da bananicultura, atingindo volumes expressivos (GODOY, 2010). O elevado índice de perdas desde a produção até a comercialização de banana no Brasil faz com que apenas uma parcela, entre 50 a 60% da produção, chegue à mesa do consumidor (MASCARENHAS, 1999).

No Brasil já existe produção comercial da aguardente de banana. Entretanto, o processo ainda não é padronizado, o que acarreta dificuldades no controle da qualidade da bebida (LARA, 2007). A crescente demanda por produtos de qualidade e o imenso potencial de exportação que representa a aguardente, particularmente demonstrada nos últimos anos, tem colocado de forma clara a necessidade de se estabelecer padrões de qualidade bem definidos, bem como meios efetivos de controlar todo o processo de produção dessa bebida (ALVARENGA, 2011).

Do ponto de vista comercial, as variedades Prata, Pacovan, Maçã, Ouro, Nanica, Nanicão e Da Terra, dominam o mercado interno (BAHIA, 1996). De acordo com Adão e Glória (2005), a banana “Prata” (*Musa* sp.) constitui uma variedade comestível sendo apreciada pelo conteúdo de açúcares, oligossacarídeos e compostos bioativos. É necessário realizar estudos na busca de processos adequados para transformar esta fruta perecível em produtos mais longevos (AURORE; PARFAIT; FAHRASMANE, 2009). A geração de novos produtos proporciona valor agregado ao cultivo, diminuindo as perdas pós-colheita e facilita a diversificação da oferta de produtos alimentícios (GARCÍA, 2014).

3.1.2 Composição Química

A composição e o valor nutricional de bananas podem ser influenciados pelo local de cultivo, condições climáticas, tratamentos culturais, nutrição, manejo de pragas e doenças, colheita e variedade utilizada (GODOY, 2010). O aroma de banana é destacado pelos compostos acetato de isoamila, butirato de isoamila, isobutirato de isoamila e isovalerato de isoamila (NASCIMENTO JUNIOR, 2008). A composição química de algumas variedades de bananas está descrita na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química de algumas cultivares de banana (g 100 g⁻¹ de polpa).

Composição	Banana da Terra	Banana Maçã	Banana Nanica	Banana Ouro	Banana Pacova	Banana Prata
Umidade	63,9	75,2	73,8	68,2	77,7	71,9
Energia (kcal)	128	87	92	112	78	98
Energia (kJ)	536	363	383	470	326	411
Proteína	1,4	1,8	1,4	1,5	1,2	1,3
Lipídeos	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Colesterol (mg)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Carboidrato	33,7	22,3	23,8	29,3	20,3	26,0
Fibra Alimentar	1,5	2,6	1,9	2,0	2,0	2,0
Cinzas	0,8	0,6	0,8	0,8	0,7	0,8
Cálcio (mg)	4,0	3,0	3,0	3,0	5,0	8,0
Magnésio (mg)	24,0	2,0	28,0	28,0	30,0	26,0

NA: não aplicável.

FONTE: Adaptado de TACO (2011).

Entre os componentes químicos mais importantes da banana estão cerca de 25% de carboidratos totais. Lipídeos e proteínas correspondem a menos de 1% cada, os principais minerais são potássio, magnésio e fósforo. As vitaminas mais importantes são a tiamina (vitamina B₁) e a riboflavina (vitamina B₂) (LARA, 2007). A banana verde contém cerca de 17,5 a 25,9% de amido que durante o amadurecimento do fruto é transformado em açúcares solúveis, estando presentes na banana a sacarose, glicose e frutose. Há um decréscimo dos carboidratos totais durante o amadurecimento, devido à utilização de parte da glicose na respiração (SALDANHA, 1986).

Figura 1 - Escala de maturação de *Von Loesecke*.



FONTE: CEAGESP (2014).

Para produção da aguardente, a banana deve apresentar um estágio de maturação avançado, que lhe confere um alto teor de açúcares fermentescíveis. Segundo Guimarães Filho (2003), o estágio de cor 6 corresponde à banana com excelente qualidade de consumo, porém para a produção da aguardente, o mais indicado é o estágio 7.

A coloração da casca é um bom indicador do estágio de maturação e esta pode ser classificada por diferentes indicadores. A Escala de Maturação de *Von Loesecke* descreve indicadores que variam de um a sete conforme a Figura 1.

Dentre as frutas disponíveis no Brasil que podem ser utilizadas na elaboração de bebidas fermento-destiladas (aguardentes), a banana se destaca devido a sua abundância e concentração relativamente elevada de açúcares fermentescíveis. Para a elaboração de aguardente, as bananas utilizadas devem estar em estágio avançado de maturação, pois assim serão desenvolvidas todas as características de aroma e sabor e as frutas terão a maior quantidade de açúcar possível (ALVARENGA, 2011).

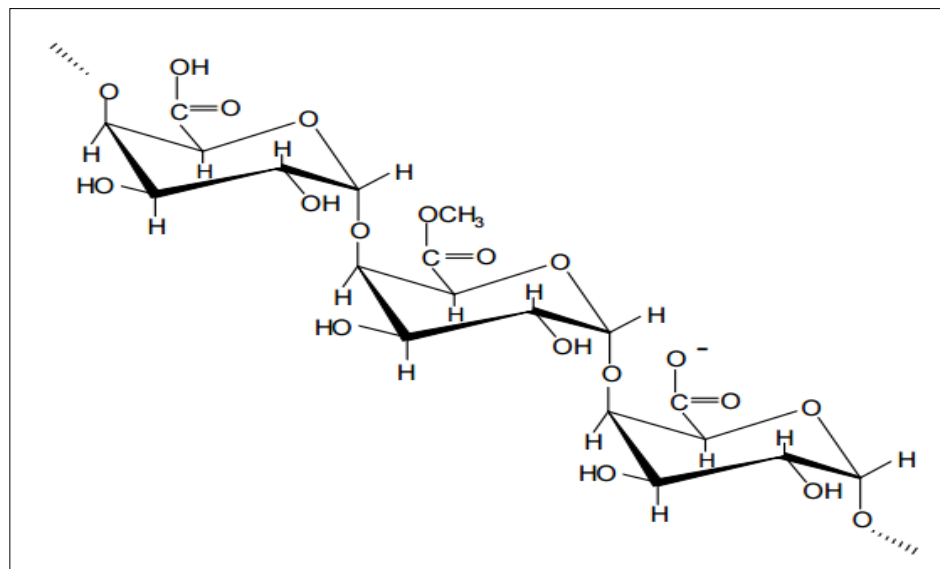
A banana é colhida antes do início do amadurecimento, a maturação é atingida após o pico respiratório climatérico. O critério para a colheita da banana leva em conta o número de dias do lançamento da inflorescência até o desenvolvimento fisiológico dos frutos. A colheita requer cuidados especiais para não provocar danos que possam prejudicar a aparência e a qualidade da fruta (LARA, 2007).

3.1.3 Pectina

As substâncias pécnicas são complexos coloidais de polissacarídeos ácidos, com ramificações de ácidos galacturônicos unidos por ligações glicosídicas α -1-4. A cadeia lateral da pectina consiste em L-ramnose, arabinose, galactose e xilose. Os grupos carboxil de ácidos galacturônicos são parcialmente esterificados pelo grupo metil (LARA, 2007).

A pectina se forma pela decomposição da protopectina em função da ação de enzimas pectinolíticas. A pectina é um polímero formado por várias moléculas de ácido galacturônico (GUIMARÃES FILHO, 2003). A estrutura química da cadeia de pectina está apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura química da cadeia de pectina.



FONTE: BRANDÃO E ANDRADE (1999).

As substâncias pécnicas são responsáveis por 0,5 – 4,0% do peso úmido de frutas e vegetais. As composições em tecido úmido de substâncias pécnicas em bananas equivalem a 0,7 – 1,2%. No complexo polimérico da pectina, pelo menos 75% dos grupos carboxílicos das unidades galacturonatos estão esterificadas com o metanol (LARA, 2007).

3.2 ABACAXI (*A. comosus*)

O abacaxi ou ananás, nomes utilizados tanto para a fruta como para a planta, pertence à família *Bromeliaceae* gênero *Ananas*. Esse gênero é vastamente distribuído nas regiões tropicais por intermédio da espécie *A. comosus*, a qual abrange todos as cultivares plantadas de abacaxi (GIACOMELLI, 1981).

3.2.1 Características gerais, produção e importância econômica

Nativo da América do Sul, o abacaxizeiro é uma planta monocotiledônea perene, pertencente à família *Bromeliaceae*. Nos últimos anos tem-se destacado no agronegócio de frutas tropicais como um fruto de alta importância socioeconômica gerando rendas em todos os eixos da cadeia produtiva. Seu cultivo vem se expandindo mundialmente, principalmente pelo seu sabor, aroma e características físico-químicas (GARCÍA, 2014).

As variedades de abacaxi mais conhecidas podem ser classificadas em cinco grupos distintos: Cayenne, Spanish, Queen, Pérola e Perolera, de acordo com um conjunto de caracteres comuns, relativos ao porte da planta, forma do fruto e características morfológicas das folhas (EPSTEIN, 1999).

O Brasil destaca-se pela produção de duas principais cultivares, a cultivar Pérola e a cultivar Smooth ou Havaino. Ambas cultivares são usadas na indústria, no entanto, a cultivar Havaiano é a mais apta para o processamento industrial (REINHARDT et al., 2002).

A cultivar Pérola caracteriza-se por ter longitude de aproximadamente 20,5 cm, um diâmetro em torno de 10,6 cm e seu peso varia de 1,4 a 1,8 kg (REINHARDT et al., 2002). De acordo com os dados do IBGE, em 2014 a estimativa de produção brasileira foi de 1.713.515 mil frutos de abacaxi, e na safra de 2015, de 1.744.892 mil frutos, produção 1,83% maior que a safra de 2014. Tais informações mostram a grande importância econômica dessa cultura para o Brasil, que tem praticamente toda produção dirigida para o mercado interno de frutas frescas (REINHARDT, SOUZA e CABRAL, 2000).

Atualmente, o Brasil é considerado o segundo maior produtor de abacaxi no mundo, mas mesmo sendo uns dos países líderes na produção, não é uns dos maiores exportadores mundiais, o que leva a crer que a oferta é praticamente absorvida pelo mercado doméstico (FOASTAT, 2013). O abacaxi contribui com 7,8% do volume total da fruticultura brasileira,

com 3,3 milhões de toneladas, sendo os estados do Minas Gerais, Paraíba e o Pará os principais produtores e participam com 46% da produção nacional (SEAB, 2015).

Parente (2014), ao produzir aguardente de abacaxi do cultivar Pérola obteve uma bebida com características físico-químicas dentro dos parâmetros exigidos pela legislação vigente, exceto o teor de cobre. Caracterizando o uso de abacaxi como matéria-prima para a elaboração de aguardente, sendo uma alternativa para o aproveitamento do excedente de safra.

3.2.2 Composição Química

O abacaxi apresenta significativa variação em sua composição química, de acordo com a época em que é produzido, diminuindo a homogeneidade na composição química de suas diversas partes (BLEINROTH, 1978). A composição química da polpa congelada e da polpa *in natura* do abacaxi da variedade Pérola estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição química do abacaxi (cv. Pérola) (g 100 g⁻¹ do fruto).

Composição	Abacaxi, polpa congelada	Abacaxi, polpa <i>in natura</i>
Umidade	91,3	85,5
Energia (kcal)	31,0	NA
Energia (kJ)	128,0	NA
Proteína	0,5	NA
Lipídeos	0,1	NA
Colesterol (mg)	NA	NA
Carboidrato	7,8	13,18
Fibra Alimentar	0,3	NA
Cinzas	0,3	0,31*
Cálcio (mg)	14,0	NA
Magnésio (mg)	10,0	NA
Vitamina C (mg Kg ⁻¹)	NA	287,20
Sólidos Solúveis (°Brix)	NA	13,56
pH (25 °C)	NA	3,06

NA: não aplicável.

* percentagem (%).

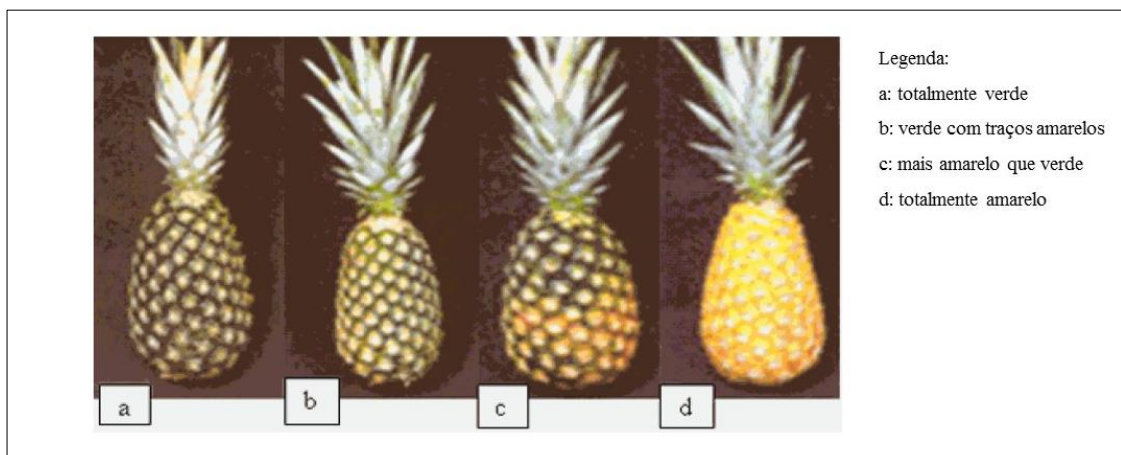
FONTE: Adaptado de TACO (2011) e PARENTE (2014).

O abacaxi recém-colhido contém: 80-85% de água, 12-15% de açúcares, 0,6% de ácidos, 0,4% de proteínas, 0,5% de cinzas, 0,1% de gordura, alguma fibra e várias vitaminas, principalmente A e C (SALUNKHE e DESAI, 1984).

A cultivar Pérola apresenta um conteúdo aproximado de sólidos solúveis totais de 14,8 °Brix, acidez total titulável de 0,58 (% de ácido cítrico), o pH varia entre 3,86-4,38 e umidade de aproximadamente 86,05% (CORDENUNSI et al., 2010; PEDREIRA; NAVES e NASCIMENTO, 2008; PEREIRA et al., 2009).

O abacaxi caracteriza o seu amadurecimento pela perda da cor verde devido a decomposição da clorofila através de transformação no pH, ativação da clorofilase e presença de sistemas oxidantes e o destaque dos carotenóides que são pigmentos de cor amarela a laranja (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A classificação do estágio de maturação do abacaxi da cultivar Pérola pode ser observada na Figura 3.

Figura 3 - Classificação dos estádios de maturação do abacaxi Pérola.



FONTE: CEAGESP (2014).

O abacaxi deve ser colhido no seu completo estágio de desenvolvimento fisiológico. Antes disto, o fruto não amadurece em consequência da sua pequena reserva amilácea, que o torna uma fruta não climatérica. Por outro lado, a colheita de frutos totalmente maduros reduz sua vida útil, dificultando o seu manuseio e transporte, devido à baixa resistência física, o que ocasiona perdas quantitativas e qualitativas (THÉ et al., 2010).

3.3 BEBIDAS ALCOÓLICAS

As bebidas alcoólicas são classificadas segundo a legislação brasileira em: fermentadas (cerveja e vinho), por misturas (licor, amargo e aperitivo, aguardentes compostas e bebidas mistas), destiladas (cachaça, rum, uísque e conhaque) e destilado-retificadas (vodca e gim) (AQUARONE, BORZANI e SCHMIDELL, 2001). Portanto, as aguardentes de frutas são bebidas alcoólicas fermento-destiladas (ALVARENGA, 2011).

As bebidas fermento-destiladas, têm como principal característica o teor alcoólico superior ao de bebidas fermentadas (ALVARENGA, 2011). No processo de fermentação alcoólica, os açúcares contidos nos mostos fermentados são decompostos em álcool etílico e dióxido de carbono, principalmente. Além destes, normalmente há formação de pequenas quantidades de outros componentes, os quais recebem a denominação de produtos secundários da fermentação alcoólica, tais como ácidos carboxílicos, metanol, ésteres, aldeídos e álcoois superiores (CANCELIER et al., 2013). São esses compostos secundários, também chamados compostos voláteis ou congêneres, que diferenciam e definem as características das diversas bebidas fermento-destiladas, sendo, portanto, os determinantes de sua qualidade (ALVARENGA, 2011).

3.4 AGUARDENTE DE FRUTAS

A utilização de sucos de frutas para elaboração de bebidas alcoólicas é uma forma de aproveitamento destas frutas com o intuito de evitar o desperdício quando não se tem um consumo imediato, agregando valor às bebidas regionais. A partir dos fermentados de frutas, por meio de destilação, se obtêm as aguardentes de frutas, sendo necessário à adaptação do processo de produção de acordo com a matéria-prima (ASQUIERI, SILVA e CÂNDIDO, 2009).

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2008), aguardente de fruta é a bebida com graduação alcoólica de 36 a 54% em volume, a 20 °C, obtida de destilado alcoólico simples de fruta, ou pela destilação de mosto fermentado de fruta. A destilação deve ser efetuada de forma que o destilado preserve o aroma e sabor dos elementos naturais voláteis contidos no mosto fermentado, derivados dos processos de fermentação ou formados durante a destilação. O coeficiente de congêneres não pode ser inferior a 200 nem superior a 650 mg 100 mL⁻¹ de etanol anidro.

Os álcoois superiores e os ésteres são os dois grupos de compostos responsáveis pelo aroma deste tipo de bebida (GARCIA-LLOBODANIN, 2008). Na Tabela 3 estão apresentados os limites estabelecidos pela legislação brasileira para aguardente de cana e para aguardente de frutas.

Tabela 3 - Limites permitidos conforme a legislação vigente para aguardente de cana e para aguardente de frutas.

Parâmetros	Aguardente de Cana (BRASIL, 2005)	Aguardente de Frutas (BRASIL, 2008)
Teor Alcoólico °GL a 20 °C	38 a 54	36 a 54
Cobre*	5	5
Ésteres**	200	250
Aldeídos**	30	30
Furfural**	5	5
Metanol**	20	20
Acidez volátil***	150	100
Álcoois Superiores**	360	360

* Expresso em mg L⁻¹.

** Expresso em mg de ácido acético 100 mL⁻¹ de álcool anidro.

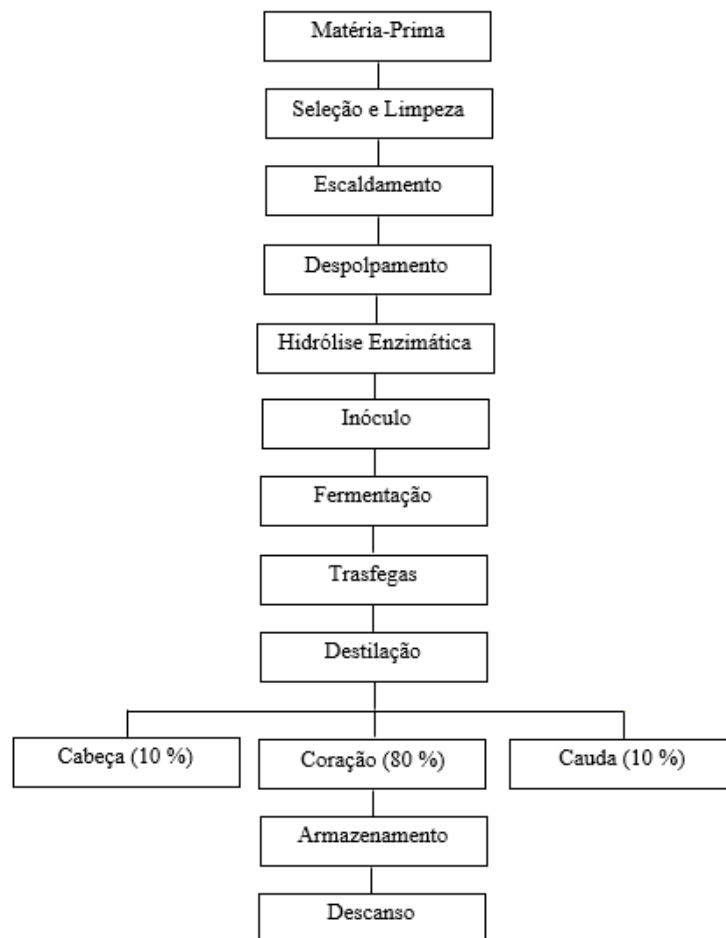
*** Expresso em mL 100 mL⁻¹ de álcool anidro.

As aguardentes de banana produzidas por Alvarenga (2011) apresentaram a maioria dos compostos dentro dos limites exigidos pela legislação, com exceção dos álcoois superiores, metanol e do teor de cobre. Os teores de ésteres em acetato de etila encontrados nas aguardentes de banana ficaram dentro dos limites exigidos pela legislação brasileira. Em aguardentes de banana produzidas por Silva (2004), e Guimarães Filho (2003), os teores de ésteres obtidos foram variando de 14 a 48,7 mg de acetato de etila por 100 mL AA. Lara (2007) encontrou 28,2 mg de acetaldeído por 100 mL de AA em aguardente de banana prata. Guimarães Filho (2003), encontrou 37 mg de acetaldeído por 100 mL de AA para aguardente de banana nanica, teores acima do limite máximo estabelecido pela legislação que é de 30 mg de acetaldeído por 100 mL de AA (BRASIL, 2005; BRASIL, 2008). Em aguardente de abacaxi, Parente (2014), encontrou 15,6 mg de acetaldeído 100 mL⁻¹ de AA na aguardente de abacaxi recém destilada e 17,58 mg de acetaldeído 100 mL⁻¹ de AA após 90 dias de descanso. Segundo Guimarães Filho (2003), a alta concentração de acetaldeído nas bebidas fermentadas está associada à alta quantidade de álcoois superiores produzidos na fermentação, pois os aldeídos são considerados intermediários na formação dos álcoois superiores. Valores de

aldeídos muito elevados também indicam má separação das frações na destilação o que afeta a qualidade da aguardente.

Os processos de produção de aguardente de frutas encontrados na literatura são bastante semelhantes, onde a adaptação dos processos é feita de acordo com a matéria-prima utilizada, sendo suas etapas apresentadas na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma do processamento das aguardentes de frutas.



Fonte: Adaptado de ALVARENGA (2011) e PARENTE (2014).

De acordo com Alvarenga (2011), o preparo do caldo, a fermentação e a destilação destacam-se como as etapas mais importantes do processamento.

3.4.1 Fermentação

Assim, como na produção de aguardente de cana-de-açúcar, a fermentação é uma das principais etapas na obtenção da aguardente de fruta. Durante a fermentação, o açúcar e

outros substratos presentes no mosto são transformados em etanol e CO₂ e uma infinidade de outros compostos pelas leveduras presentes. Estes compostos são responsáveis pelo sabor das bebidas alcoólicas (ALVARENGA, 2011).

As leveduras utilizadas na fermentação alcoólica para produção de bebidas devem apresentar características como alta tolerância ao etanol e bom rendimento, fermentar rapidamente o meio diminuindo assim o risco de contaminações, produzir melhor concentração e balanço de compostos secundários desejáveis para a qualidade da bebida, apresentar estabilidade genética e no final da fermentação ser removida com facilidade do meio por floculação ou centrifugação (OLIVEIRA, 2001).

3.4.2 Destilação

Após a fermentação, o mosto segue para a etapa de destilação. A destilação é um processo que consiste em volatilizar líquidos pelo aquecimento, condensando-os a seguir, objetivando especialmente a purificação ou formação de produtos novos por decomposição das frações. Fundamentado no conhecimento da volatilidade das substâncias, pode-se separar as substâncias voláteis (água, álcool etílico, aldeídos, álcoois superiores, ácido acético, etc.), das não voláteis ou fixas (células de leveduras, bactérias, sólidos em suspensão, sais minerais, açúcares não fermentescíveis, proteínas, entre outros resíduos) (VENTURINI FILHO, 2010).

Os compostos voláteis destilam segundo três critérios: ponto de ebulição, afinidade com álcool/água e teor alcoólico no vapor durante a destilação, sendo em função do grau de volatilidade, o destilado é dividido em três frações: cabeça, coração e cauda (LÉAUTÉ, 1990).

- a) O “destilado de cabeça”, que é a porção destilada que corresponde às primeiras frações recolhidas na saída do alambique.
- b) O “destilado de coração”, que é a porção destilada que corresponde à aguardente.
- c) O “destilado de cauda”, é a última porção destilada, obtida quando a destilação não é interrompida após obtenção da aguardente.

Uma correta separação durante a destilação das frações cabeça, coração e cauda, contribui para melhorar a qualidade do produto, minimizando os metabólitos tóxicos (LARA, 2007).

Outra forma de se proceder à destilação de uma bebida é através de técnicas de bidestilação. A bidestilação é prática comum adotada na produção de bebidas como o uísque, o conhaque e o rum. O processo consiste em realizar duas destilações sucessivas, que podem ser efetuadas no mesmo alambique ou em alambiques distintos. Essa técnica permite a obtenção de uma bebida mais padronizada com qualidade diferenciada das provenientes de uma única destilação (ALVARENGA, 2011).

3.5 COMPOSTOS VOLÁTEIS

Durante o processo de fermentação alcoólica, o açúcar do mosto é utilizado pelas leveduras e transformado em dois produtos principais: etanol e dióxido de carbono. Porém, outros componentes em menor quantidade são produzidos, como por exemplo, os compostos voláteis (STELLA, 2010).

Os compostos voláteis presentes nas bebidas alcoólicas, podem ser oriundos da matéria-prima usada na fabricação e que permanecem inalterados durante os processos de fermentação, destilação e envelhecimento (FARIA et al., 2003). O sabor das bebidas alcoólicas é devido a inúmeros compostos orgânicos voláteis e não voláteis que conferem às bebidas seu sabor típico. Estes compostos podem ser divididos em vários grupos de acordo com sua natureza química (LEHTONEM e JOUNELA-ERIKSSON, 1983; BERRY, 1995). Dentre estes compostos, podem ser citados os álcoois superiores, os aldeídos, o ácido acético e os ésteres (ALVARENGA, 2011).

Os álcoois superiores são produzidos a partir dos aminoácidos presentes no meio e a quantidade formada é influenciada pela composição do meio (pH, concentração e tipo de fonte de nitrogênio), pela temperatura, pelo grau de aeração durante a fermentação e ainda pela linhagem da levedura (GIUDICI, ZAMBONELLI e KUNKEE, 1993). Dependendo do equipamento e do processo de destilação o seu teor no produto final pode variar bastante, tendendo a acumular até oito vezes o seu teor no vinho (LÉAUTÉ, 1990). Os álcoois superiores são também formados, como produtos secundários da metabolização de carboidratos. Já os aldeídos são intermediários na produção de álcoois superiores, e as

condições que favorecem a produção de álcoois superiores também favorecem a formação de pequenas quantidades de aldeídos (BERRY, 1983).

Os aldeídos, embora sejam constituintes normais em vinhos e destilados, podem produzir modificações indesejáveis sobre o aroma dos mesmos. São compostos muito voláteis, formados durante a fermentação e responsáveis pelo flavor das bebidas. Os aldeídos com até 8 átomos de carbono têm odor penetrante, muitas vezes enjoativo e indesejável em bebidas destiladas. Vários são os aldeídos que podem ser formados a partir de aminoácidos. Os aminoácidos sofrem degradação parcial, originando álcoois superiores, e estes em presença de oxigênio, podem ser convertidos em aldeídos (DALLA COSTA, 2002). Alguns são compostos carbonílicos, como o diacetil e acetaldeído e desempenham um papel importante no desenvolvimento de sabores. Aldeídos, que possuam um limite de detecção, muito baixo, tendem a ser considerados indesejáveis (BERRY, 1995). O principal aldeído associado à fermentação alcoólica é o acetaldeído (ENGAN, 1970). Ele é subproduto normal da fermentação alcoólica e tem odor pronunciado (NIKÄNEN e NIKÄMEN, 1991). A deficiência de nutrientes no fermentado do mosto pode aumentar os níveis de aldeídos no destilado, isso porque a formação de álcool etílico fica retardada (ALCARDE e RODELLA, 2003).

De acordo com Alvarenga (2011), o ácido acético é o ácido predominante em bebidas fermento-destiladas (em torno de 70%). Segundo Nykanen e Nykanen (1991), o ácido acético contribui para o aroma e o sabor das bebidas alcoólicas destiladas. Este ácido é produzido pela levedura durante a fermentação alcoólica, ou pelas bactérias acéticas. As bactérias acéticas produzem o ácido acético através da oxidação do etanol (FARKAS, 1988; NYKANEN e NYKANEN, 1991). O máximo permitido pela legislação brasileira é de 100 mg de ácido acético por 100 mL de AA para aguardentes de frutas (ALVARENGA, 2011).

O metanol é um importante solvente industrial, pois dissolve alguns sais com mais eficiência comparado ao etanol (ARRUDA, 2006). Para Maia (1994), o metanol é um álcool particularmente indesejável em bebidas alcoólicas e não tem importância no aroma das mesmas, sendo uma substância química tóxica que tem mostrado efeitos adversos na saúde humana como dor de cabeça, fadiga, náuseas, problemas na visão, cegueira, convulsões, colapsos sanguíneos, problemas respiratórios e até a morte.

Os ésteres formam, em quantidade e variedade, o maior grupo de compostos do sabor em bebidas destiladas (NYKANEN e NYKANEN, 1991). São mais comumente encontrados

em formato de etila (sabor artificial de rum), acetato de n-pentila (aroma de banana), acetato de octila (laranja), butirato de etila (abacaxi) e butirato de pentila (damasco) (HART e SCHUETZ, 1983). São responsáveis pelo odor agradável das bebidas envelhecidas. Devido à maior concentração de álcool etílico tanto nos meios de fermentação quanto na bebida destilada, os ésteres formados em maior quantidade são os ésteres etílicos, como o acetato de etila, por exemplo, e em maiores concentrações, os ésteres de álcoois superiores, como o acetato de isoamila (ALVARENGA, 2011).

3.6 CONTAMINANTES

De acordo com Alvarenga (2011), as principais substâncias que oferecem perigo a saúde humana e que podem comprometer a qualidade sensorial de bebidas destiladas podem ter origem orgânica (álcool butílico, álcool sec-butílico, acroleína, carbamato de etila, diacetil e metanol) ou inorgânica (arsênio, chumbo e cobre).

A presença do cobre na produção de cachaça está associada ao processo de destilação, pois é o elemento de construção dos alambiques (LIMA NETO et al., 1994). A lei brasileira considera o cobre um contaminante da cachaça, definindo seu limite máximo, em 5 mg L⁻¹. Em outros países a legislação não tolera mais que 2 mg L⁻¹ de cobre nos destilados alcoólicos (CARDOSO, LIMA-NETO e FRANCO, 2003).

3.7 FATORES QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DE AGUARDENTES

Segundo Campos (2011), o aprimoramento da qualidade e a padronização das aguardentes e da cachaça é essencial para que a bebida atenda aos padrões internacionais e seja aceita pelo mercado externo, proporcionando condições de abertura e manutenção do mercado de exportação. Além disso, proporcionaria melhor aceitação no mercado interno, que exige uma bebida de boa qualidade.

Para as aguardentes de frutas, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece parâmetros de identidade e qualidade segundo a Portaria n° 65, de 23 de abril de 2008 (BRASIL, 2008). Estes parâmetros estão apresentados no Anexo A. Os padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça estão apresentados no Anexo B, e são fixados pela Instrução Normativa n° 13, de 29 de junho de 2005, de responsabilidade do MAPA (BRASIL, 2005).

O alto teor de álcoois superiores nas bebidas destiladas de frutas tem sido um dos problemas intrínsecos à sua produção, pois, apresentam ação solvente sobre outras substâncias aromáticas interferindo no grau de volatilidade destas. Segundo Campos (2011), os álcoois com até cinco átomos de carbono apresentam odores característicos tradicionalmente associados com bebidas destiladas, sendo responsáveis diretos pelo odor característico da bebida. O excesso de álcoois superiores interfere negativamente no valor comercial e na qualidade da aguardente.

A presença de metanol é indesejável na aguardente, pelas características de toxicidade, mesmo em baixas concentrações (PARAZZI et al., 2008). No tocante a presença de metanol nos destilados pode-se afirmar que este é um álcool particularmente indesejável. Este álcool é resultante da degradação da pectina, que é um polissacarídeo, sendo formado pela associação de centenas de moléculas de ácido galacturônico, que apresentam moléculas de metanol em sua estrutura (CARDOSO, 2006).

O cobre é extensivamente utilizado nas construções de alambiques devido às inúmeras vantagens que apresenta como resistência à corrosão, boa condução de calor, além de reagir com alguns componentes e atuar como catalisador, em reações altamente favoráveis às características sensoriais da bebida (LÉAUTÉ, 1990). A presença de cobre em elevadas concentrações na aguardente é altamente indesejável do ponto de vista da saúde, sendo, portanto, fundamental sua quantificação na bebida. O excesso de cobre pode ser tóxico ao consumidor, devido à afinidade do cobre com grupos S-H (grupo sulfidrila) de proteínas e enzimas (CAMPOS, 2011).

Devido a estes e outros fatores se faz necessário a padronização e adequação de processos para obter bebidas que estabeleçam o padrão de identidade e qualidade especificado pela legislação brasileira e internacional para aguardentes de frutas e cachaça.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATÉRIAS-PRIMAS

As bananas da variedade prata (*Musa* sp. cv. Prata), safra 2014 - 2015, foram adquiridas de um produtor do município de São João do Polêsine, RS, Brasil. Foi utilizada a fruta no último estágio de maturação. Os abacaxis (*Ananas comosus* (L) Merrill cv. Pérola) em estágio de maturação “d”, conforme Figura 3, safra 2014 - 2015, foram adquiridos no comércio local de Santa Maria, RS, Brasil.

4.2 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi conduzido e realizado no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL), do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria – RS.

4.3 CONDUÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi conduzido através de dois tratamentos distintos determinados a partir da realização dos testes, denominados: T1= aguardente de banana e T2= aguardente de banana e abacaxi, sendo que ambos os tratamentos foram realizados em 8 repetições. As análises químicas e físico-químicas dos frutos, dos caldos antes e após a fermentação e das aguardentes após 30 e 60 dias de repouso foram realizadas em triplicatas.

Testes preliminares foram realizados com o objetivo de definir a temperatura de fermentação (16 e 27 ± 1 °C) e o inóculo utilizado (fermento prensado úmido e levedura FX5). Conforme representado na Tabela 4.

Tabela 4 - Condições do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi, frente a temperatura de fermentação e o inóculo utilizado.

Tratamentos	°Brix	Temperatura	Inóculo
Caldo de Banana	6,5	16 ± 1 °C	FX5
Caldo de Banana	7,0	16 ± 1 °C	Fermento Prensado Úmido
Caldo de Banana	6,0	27 ± 1 °C	Fermento Prensado Úmido
Caldo de Banana e Abacaxi	14,0	16 ± 1 °C	FX5

Resultados expressos em médias.

Para a obtenção dos caldos, a polpa foi diluída na proporção de 2:1 (v/p) em liquidificador industrial durante 3 minutos, sendo que para aguardente de banana a polpa foi diluída em água e para aguardente de banana e abacaxi a polpa foi diluída em suco de abacaxi. Após a preparação dos caldos, estes seguiram para o processo de hidrólise enzimática, onde permaneceram a 70 °C por 30 minutos em banho-maria, após foram resfriados e adicionado o complexo enzimático polygalacturonase, marca Lafazym® Press, mantendo uma concentração de 170 µg mL⁻¹ de caldo por 2 horas a temperatura de 37 ± 1 °C, conforme sugerido por Garcia (2014). Após a hidrólise enzimática os caldos foram centrifugados a 12.000×g por 5 minutos, em centrífuga da marca Hitachi Koki CO., Ltd., modelo R20A2.

As fermentações foram conduzidas em recipientes de 500 mL contendo 400 mL de caldo. Para os ensaios de fermentação utilizou-se temperatura e inóculos distintos. Onde avaliou-se a fermentação do caldo de banana a 16 ± 1 °C com levedura FX5, a 16 ± 1 °C com fermento prensado úmido e a 27 ± 1 °C com fermento prensado úmido. O caldo de banana e abacaxi foi avaliado a temperatura de 16 ± 1 °C utilizando-se a levedura FX5. A concentração da levedura FX5 foi de 30 g L⁻¹ conforme recomendações do fabricante. A concentração de fermento prensado úmido, marca Fleischmann, foi de 20 g L⁻¹, conforme sugerido por LARA (2007). A partir dos resultados obtidos nos caldos de banana verificou-se que a temperatura de 16 ± 1 °C e a levedura FX5 apresentaram-se mais eficientes no processo fermentativo, para tanto, o caldo de banana e abacaxi foi submetido somente a estas condições para conferir a eficiência destes parâmetros com a adição do suco de abacaxi no caldo de banana.

4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS

4.4.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Para a determinação do pH dos frutos, foi utilizado o método potenciométrico. Primeiramente pesou-se 10 g da amostra e adicionou-se 100 mL de água destilada com temperatura de 20 °C e foi homogeneizada em agitador magnético durante 30 minutos. Após 10 minutos de repouso para permitir à decantação realizou-se a leitura do pH do sobrenadante. O potenciômetro deve estar previamente calibrado com soluções de pH 7 e 4, respectivamente (AOAC, 2005).

4.4.2 Sólidos solúveis totais (SST)

Os teores de SST foram determinados por meio de leitura direta em refratômetro portátil, com valor corrigido a 20 °C. Foram colocadas duas gotas de amostra no visor do aparelho e então realizada a leitura. Os resultados são expressos em °Brix (AOAC, 2005).

4.4.3 Acidez total titulável (ATT)

A ATT foi determinada por titulação potenciométrica. Pesou-se 2,5 g de amostra, diluídos em 25 mL de água destilada e adicionou-se 3 gotas de solução de fenolftaleína e após titulou-se com solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) 0,1 N. O teor da acidez foi determinado, considerando o volume do álcali gasto na titulação e os resultados expressos em % de ácido málico para a polpa de banana e em % de ácido cítrico para a polpa de abacaxi (AOAC,2005).

4.5 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS FRUTOS

4.5.1 Pré-secagem

Para a determinação da pré-secagem da polpa dos frutos, foi utilizado o método descrito pela AOAC (2005). As polpas de banana e de abacaxi foram acondicionadas em bandejas de alumínio devidamente pesadas. As amostras foram colocadas em estufa com circulação de ar forçado a 55 °C por 72 horas. Após o processo de pré-secagem as amostras foram armazenadas a -18 °C até o momento da trituração. Com o auxílio de micro moinho, modelo MA-630, as amostras foram trituradas por 4 minutos, até a obtenção de pó. As amostras trituradas foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -18 °C até o momento das análises.

4.5.2 Umidade

Para determinação da umidade das polpas de banana e abacaxi, foi utilizado o método gravimétrico descrito pela AOAC (2005). Pesou-se 2 g da amostra triturada em cápsulas de porcelana previamente aquecidas a 105 °C e posteriormente pesadas. Colocou-se as cápsulas

com as amostras em estufa a 105 °C por 12 horas, após foram retiradas da estufa e resfriadas em dessecador por 30 minutos e em seguida pesadas até a obtenção de peso constante.

4.5.3 Resíduo mineral fixo (Cinzas)

O resíduo mineral fixo das polpas de banana e abacaxi foi determinado pelo método gravimétrico preconizado pela AOAC (2005). Foram pesados 4 g de amostra em cadinhos previamente secos em mufla a 550 °C e pesados. Os cadinhos com as amostras foram colocados em mufla a 250 °C por 4 horas para carbonização da amostra, posteriormente a temperatura da mufla foi aumentada gradativamente a 550 °C até incineração completa da amostra. Em seguida, os cadinhos foram resfriados em dessecador por 30 minutos e pesados até a obtenção de peso constante.

4.5.4 Composição de minerais

As determinações dos elementos minerais Boro, Cálcio, Cobre, Enxofre, Ferro, Fósforo, Magnésio, Manganês, Nitrogênio, Potássio e Zinco foram realizadas com a massa parcialmente seca das polpas dos frutos. Todas as determinações foram conduzidas segundo recomendações de TEDESCO et al. (1995) e MIYAZAWA et al. (1999).

As determinações de Cálcio, Magnésio, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco foram realizadas em Espectrofotômetro de Absorção Atômica, marca Perkin Elmer, Analyst 200, nos comprimentos de onda (nm) 422,67, 285,21, 324,75, 248,33, 279,48 e 213,86, respectivamente, ambos em digestão nítrico-perclórica ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$) [3:1]. A determinação de Potássio foi realizada com uso de Fotometria de Chama, com um equipamento da marca Digmed, DM-62, em digestão nítrico-perclórica ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$) [3:1]. Por Espectrofotometria, modelo Único 2100, foram determinadas as quantidades de Fósforo em digestão nítrico-perclórica ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$) [3:1] e o elemento Boro foi determinado com digestão seca, em comprimento de onda de 660 e 460 nm, respectivamente.

A determinação de Enxofre foi realizada em digestão nítrico-perclórica ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$) [3:1], por Turbidimetria, modelo Único 2100, comprimento de onda nm de 420 nm.

A determinação do Nitrogênio se deu por digestão sulfúrica ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$), método Kjeldahl, marca Büchi, modelo Autokjeldahl K-670.

4.5.5 Proteínas

A quantificação de proteína seguiu a metodologia descrita pela AOAC (2005), com a utilização da técnica de Micro-Kjeldhal. Esta técnica é dividida em 3 etapas: digestão, destilação e titulação, utilizando fator de conversão de 6,25 para conversão do nitrogênio em proteína.

Foram pesadas 3 g de amostra em papel manteiga e colocadas em tubo de Kjeldhal. Adicionou-se 5 mL de ácido sulfúrico concentrado e 2 g de mistura catalítica (4% de sulfato de cobre e 96% de sulfato de potássio). Para obter-se o branco, todos os reagentes foram adicionados com exceção da amostra.

Digestão – Os tubos de Kjeldhal foram acoplados ao digestor de micro-Kjeldhal que teve sua temperatura ajustada gradualmente de 50 em 50 °C até atingir 350 °C por 4 h, onde ocorre à viragem completa da amostra para coloração esverdeada límpida, em seguida foram resfriados e destilados.

Destilação – À amostra digerida contida nos tubos digestores foi adicionado água destilada até atingir a marca de 20 mL do tubo digestor e adicionado 3 gotas de fenolftaleína a 1%. Em seguida os tubos foram acoplados ao destilador e adicionou-se uma solução de 30% de NaOH para neutralização do meio. Na sequência transferiram-se 10 mL de ácido bórico para um erlenmeyer de 500 mL e acrescentaram-se 3 gotas do indicador vermelho de metila (0,2%). O erlenmeyer foi acoplado ao destilador para recuperar o nitrogênio destilado até obter um volume de 2/3 do volume inicial.

Titulação – O nitrogênio destilado foi titulado com solução de ácido clorídrico 0,1 N até ponto de viragem -obtenção de coloração rósea-. O volume de NaOH gasto é utilizado para quantificação de proteína contida na amostra.

4.5.6 Extrato etéreo (Lipídios)

A fração lipídica foi determinada em extrator intermitente de Soxhlet, utilizando-se éter de petróleo como solvente (AOAC, 2005). Foram pesados aproximadamente 2 g de amostra seca em cartuchos de papel filtro, o qual foram condicionados no aparelho extrator de Soxhlet. Adicionou-se 150 mL de éter de petróleo a estes balões que foram mantidos sob chapa aquecida a 60 °C para extração contínua por 6 horas. Após o termino da extração, o

resíduo extraído foi colocado em béqueres previamente aquecidos a 105 °C e pesados e mantidos a temperatura ambiente para evaporação prévia do solvente, após foi colocado em estufa a 105 °C durante 1 hora. O resfriamento foi realizado em dessecador por 30 minutos e em seguida as amostras pesadas.

4.5.7 Fibra alimentar total, insolúvel e solúvel

Para a determinação dos teores de fibra alimentar total e insolúvel foi utilizado as enzimas α -amilase, protease e amiloglicosidase, conforme metodologia da AOAC (2005). O conteúdo de fibra solúvel é determinado pela diferença entre a fibra total e a fibra insolúvel.

Pesou-se 1 g de amostra em béqueres de 400 mL e 500 mL (foram conduzidos 4 béqueres para cada amostra a ser analisada). Adicionou-se 50 mL de tampão fosfato (pH= 6,0) e homogeneizados cuidadosamente, após foram adicionados 100 μ g de α -amilase e incubado por 30 minutos em banho-maria a 100 °C. Após os béqueres foram resfriados a temperatura ambiente, e corrigiu-se o pH para $7,5 \pm 0,2$ com solução de NaOH 0,275 N. Após adicionou-se 100 μ g de protease e incubou-se novamente em banho-maria com agitação a 60 °C por 30 minutos. Os béqueres foram retirados e resfriados a temperatura ambiente e o pH corrigido para $4,5 \pm 0,2$ com solução de ácido clorídrico (HCl) 0,325 N. Em seguida adiciona-se 300 μ g de amiloglicosidase e incuba-se os béqueres em banho-maria com a agitação a 60 °C por 30 minutos. Em 2 dos 4 béqueres (500 mL), adicionou-se 280 mL de etanol 95%, aquecido a 60 °C, e deixou-se em repouso por 1 hora, para a processo de precipitação de fibra solúvel.

O resíduo da fibra solúvel (béqueres de 400 mL) foi filtrado em cadinhos de vidro incinerados e foram lavados com 20 mL de água destilada, 2 vezes com 20 mL de etanol a 95% e 2 vezes com 10 mL de acetona. O resíduo de fibra total (béqueres de 500 mL) após a precipitação da fibra solúvel, foram filtrados em cadinhos incinerados lavando-se 3 vezes com 20 mL de etanol a 78%, 2 vezes com etanol a 95% e 2 vezes com 10 mL de acetona.

Após a filtração os cadinhos foram levados a estufa a 105 °C *overnight*, após foram pesados os cadinhos mais resíduo seco. Partindo da duplicata de cada uma das frações das fibras determinadas (insolúvel ou total) um dos cadinhos é incinerado em mufla a 525 °C por 4 horas para correção de cinzas. O resíduo de cadinho remanescente foi utilizado para análise de nitrogênio e posterior correção para proteína bruta.

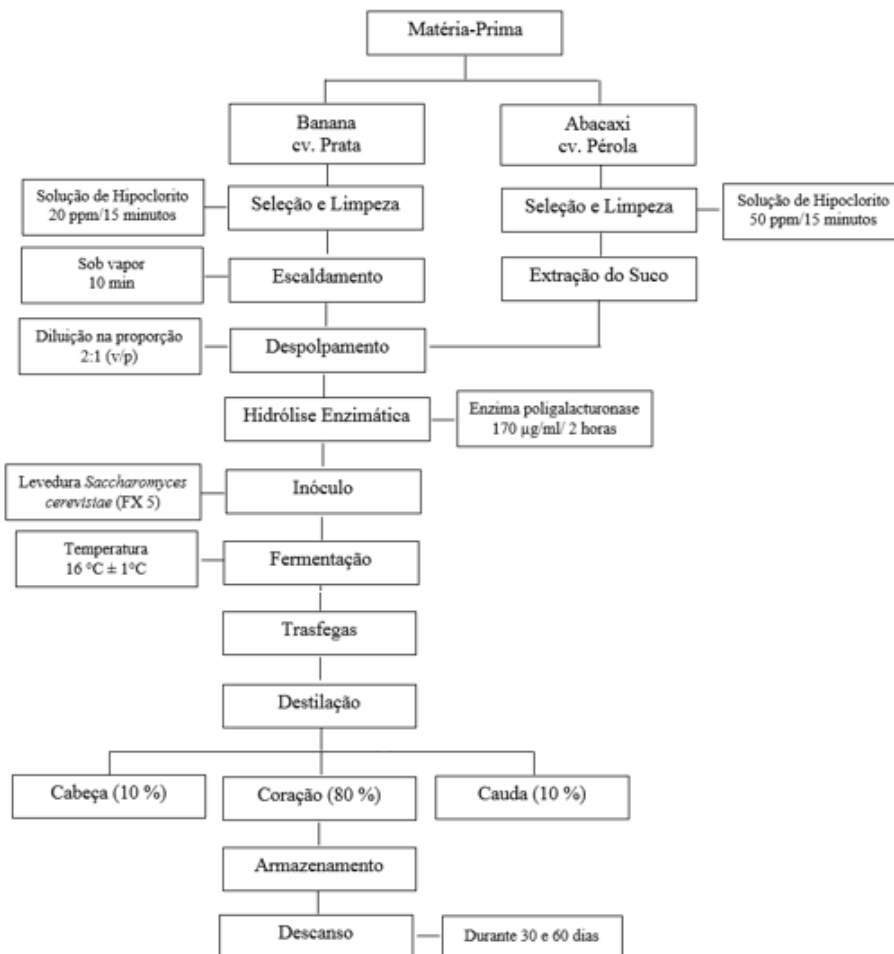
4.5.8 Carboidratos

Os carboidratos totais disponíveis foram obtidos por diferença dos demais constituintes da composição centesimal mais fibra alimentar (AOAC, 2005).

4.6 PRODUÇÃO DAS AGUARDENTES

O processo de produção da aguardente de banana e da aguardente de banana e abacaxi encontram-se descrito na Figura 5. Os tratamentos variaram em relação à adição de suco de abacaxi da variedade Pérola. Sendo assim foram produzidas duas aguardentes, uma em que a polpa de banana foi diluída em água mineral e a outra em suco de abacaxi. As etapas de produção de acordo com a matéria-prima utilizada encontram-se descritas abaixo.

Figura 5 - Fluxograma de produção das aguardentes de banana e de banana e abacaxi.



Fonte: A autora.

4.6.1 Seleção, limpeza e rendimento das matérias primas

Foram utilizadas bananas (*Musa* sp.) da variedade Prata, conforme mostra a Figura 6, em estágio de maturação 7 (apresentando pigmentações marrons). As bananas foram selecionadas e lavadas em água corrente, após foram imersas em solução de hipoclorito com concentração de 20 ppm onde permaneceram por 15 minutos, as quais seguiram para o processo de escaldamento e despolpamento.

Figura 6 - Bananas (*Musa* sp.) da variedade Prata, em estágio de maturação 7, conforme a Escala de Maturação de Von Loesecke.



Fonte: Arquivo pessoal.

Para calcular o rendimento do produto obtido, leva-se em consideração a relação simples entre as massas e volumes correspondentes ao fruto utilizado na produção. Os percentuais de rendimento (p/p) da casca (RCA) e da polpa (RPO) representam a quantidade de casca e polpa com relação ao fruto inteiro, calculado pelas Equações 1 e 2 (PARENTE, 2014).

$$RCA (\%) = \frac{\text{MASSA DA CASCA}}{\text{MASSA DO FRUTO}} \times 100 \quad (1)$$

$$RPO (\%) = \frac{\text{MASSA DA POLPA}}{\text{MASSA DO FRUTO}} \times 100 \quad (2)$$

Os abacaxis (*A. comusus*) da variedade Pérola, conforme mostra a Figura 7, em estágio de maturação adequado, apresentando pigmentação amarela, foram lavados com detergente neutro 2% e com o auxílio de uma escova de nylon, após foram enxaguados em água corrente e imersos em uma solução de cloro ativo na dose de 50 ppm (2,5 mL L⁻¹) por 15 minutos conforme estabelecido pela ANVISA através da Resolução n° 150 de 28 de maio de 1999 (ANVISA, 1999). Após este procedimento, os abacaxis seguiram para a extração do suco

Figura 7 - Abacaxis (*A. comusus*), em estágio de maturação “d”, conforme a classificação de estágio de maturação do abacaxi Pérola.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Para calcular o rendimento dos abacaxis, leva-se em consideração a relação simples entre as massas e volumes correspondentes ao fruto utilizado na produção. Os percentuais de rendimento (p/p) da coroa (RCO), casca (RCA) e fibras (RF) representam a quantidade de coroa, casca e fibras com relação aos frutos inteiros, calculados pelas Equações 3, 4 e 5 (PARENTE, 2014).

$$\text{RCO (\%)} = \frac{\text{MASSA DA COROA}}{\text{MASSA DO FRUTO}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{RCA (\%)} = \frac{\text{MASSA DA CASCA}}{\text{MASSA DO FRUTO}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{RF (\%)} = \frac{\text{MASSA DA FIBRA}}{\text{MASSA DO FRUTO}} \times 100 \quad (5)$$

4.6.2 Preparação do suco de abacaxi

A extração do suco, se deu primeiramente pela retirada da casca e da coroa, após a polpa de abacaxi foi cortada em cubos para facilitar o desfibramento e processada em centrifuga doméstica, marca Mondial. O suco já processado foi armazenado em garrafas PETs de 500 mL e mantido em freezer a -18 °C até sua utilização.

4.6.3 Escaldamento e despulpamento

Após a seleção e limpeza, as bananas passaram pelo processo de escaldamento, que objetivou a inativação de enzimas. As bananas foram submetidas a vapor por 10 minutos em banho-maria com água fervente (100 °C). Passado este tempo, as bananas foram descascadas manualmente e armazenadas em sacos ziplock e levemente esmagadas com as mãos. Após esse processo, as polpas de banana foram congeladas e armazenadas em refrigerador a -18 °C.

O despulpamento do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi foi realizado na proporção de 2:1 (v/p). A polpa de banana foi diluída em água mineral, para a elaboração da aguardente de banana, e diluída com suco de abacaxi, na preparação da aguardente de banana e abacaxi, ambas nas mesmas proporções. As polpas de banana foram retiradas do freezer 6 horas antes do início da preparação dos caldos e mantida sob refrigeração, o mesmo aconteceu com o suco de abacaxi. As polpas de bananas foram diluídas e trituradas com o auxílio de um liquidificador industrial durante 3 minutos, após o caldo foi acondicionado em frascos de vidro com tampa de rosca de 1 litro e seguiram para o processo de hidrólise enzimática.

4.6.4 Hidrólise enzimática da polpa de banana

O processo de hidrólise enzimática se dá pelo aquecimento do caldo a 70 °C, durante 30 minutos em banho-maria, com o intuito de estimular a liberação do suco, pigmentos e do sabor presente na banana e posteriormente resfriado a 37 °C. Ao atingir 37 °C, imediatamente adicionou-se a enzima polygalacturonase, marca Lafazym[®] Press, mantendo uma concentração de 170 µg mL⁻¹ de caldo. Após 2 horas de ação enzimática, o caldo foi centrifugado a 12.000 ×g durante 5 minutos, em centrifuga da marca Hitachi Koki CO., Ltd., modelo R20A2. O precipitado foi descartado e o caldo centrifugado utilizado no processo de fermentação.

4.6.5 Fermentação

Após o processo de centrifugação, o caldo de banana e o caldo de banana e abacaxi, foram acondicionados em recipientes com capacidade de 5 litros, contendo 4,5 L de caldo cada. As mesmas foram envoltas em papel alumínio para impedir exposição de luz conforme Figura 8. Os caldos então foram inoculados com *Saccharomyces cerevisiae* (FX5) comumente utilizada para vinhos brancos devido à característica de favorecer a fermentação em baixo pH. Os graus Brix e o pH dos caldos não foram ajustados e os mesmos mantiveram-se entre 7,5 e 5,2, respectivamente, para o caldo de banana e 17,0 e 4,55, respectivamente, para o caldo de banana e abacaxi. Os recipientes após fechados foram acondicionados em uma sala climatizada e permaneceram a temperatura de 16 ± 1 °C. Os graus Brix das amostras foram acompanhados diariamente, bem como a temperatura da sala.

Figura 8 - Recipientes de fermentação, contendo o caldo de banana e o caldo de banana e abacaxi.



Fonte: Arquivo Pessoal.

O final da fermentação se deu após a estabilização da leitura dos °Brix que corresponde à leitura de dois valores iguais e consecutivos no intervalo de 24 horas. O processo fermentativo durou 7 dias para o caldo de banana e 5 dias para o caldo de banana e abacaxi. Após a estabilização dos graus Brix, os recipientes foram mantidos sob refrigeração em câmara fria a $5 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$, para que houvesse a precipitação de substâncias suspensas no líquido. Após 24 horas sob refrigeração, os caldos de banana e de banana e abacaxi foram trasfegados para novos recipientes e armazenados por 24 horas em câmara fria a $5 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ até o momento da destilação.

4.6.6 Destilação

O processo de destilação foi realizado em alambique simples de cobre com capacidade de 5 litros, conforme Figura 9. Foi adicionado no interior do alambique casca de arroz devidamente higienizada, para auxiliar no processo de destilação, com o intuito de evitar a caramelização dos fermentados no interior do destilador. Em seguida adicionou-se o fermentado e deu-se início ao processo de destilação, que consiste na separação das frações cabeça, coração e cauda. A etapa de separação foi controlada conforme a graduação alcoólica do líquido que era recolhido, onde foram considerados como fração cabeça a quantidade recolhida até 55 °GL, como fração coração de 55 a 35 °GL, e como fração cauda até atingir 20 °GL.

Figura 9 - Destilador simples de cobre.



Fonte: Arquivo Pessoal.

No processo de destilação da aguardente de banana, foi necessária a utilização da técnica de bidestilação, que consiste em destilar duas vezes o líquido recolhido, com o intuito de concentrar o teor de álcool na bebida e aprimorar a sua qualidade. Segundo Franco (2008), a dupla destilação permite uma concentração maior de etanol no destilado, eliminando parte da água e de algumas substâncias consideradas contaminantes, como aldeídos, metanol, ácido acético, cobre e carbonato de etila, e melhorando a qualidade sensorial da bebida.

4.6.7 Armazenamento

As aguardentes de banana e de banana e abacaxi, foram armazenadas em frascos de vidro com a cor âmbar com capacidade de 100 mL, e permaneceram sob temperatura ambiente até o momento das análises.

4.7 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS NAS BEBIDAS OBTIDAS

As determinações físico-químicas descritas foram realizadas no suco de abacaxi processado, no caldo de banana e no caldo de banana e abacaxi, antes e após a fermentação, e também nas aguardentes após 30 dias e 60 dias de destilação.

4.7.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para a determinação do pH do suco de abacaxi, dos caldos e das aguardentes, o mesmo foi determinado com uso de pHmetro digital, marca Digmed. Foram adicionados aproximadamente 20 mL de amostra em béqueres e submetidos à leitura.

4.7.2 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os teores de SST do suco de abacaxi e dos caldos, foram determinados por meio de leitura direta em refratômetro portátil, com valor corrigido a 20 °C. Adicionou-se duas gotas da amostra no visor do aparelho e então realizou-se a leitura. Os resultados foram expressos em °Brix (AOAC, 2005).

4.7.3 Determinação do teor de açúcares redutores

A determinação de açúcares redutores seguiu a metodologia Somogyi e Nelson, onde a quantificação de sacarose se dá pela inversão da sacarose (açúcar não redutor) em glicose e frutose (açúcares redutores) e quantificados pelo método colorimétrico. Determina-se então a concentração de açúcares totais, que são os açúcares redutores provenientes da inversão (hidrólise em meio ácido), mais os açúcares redutores naturais da amostra. Em seguida, determina-se a concentração de açúcares redutores na amostra sem inverter. Por diferença

entre açúcares totais e açúcares redutores obtém-se a concentração de sacarose (NELSON, 1944).

4.7.4 Determinação de densidade e da graduação alcoólica

A determinação da densidade foi realizada em densímetro eletrônico após 30 dias da destilação e a graduação alcóolica das aguardentes foi determinada utilizando-se o alcoômetro de Gay Lussac (°GL) com leitura direta a 20 °C. A determinação foi realizada no momento da destilação.

4.7.5 Determinação de acidez total, volátil e fixa

A acidez total titulável foi determinada por titulação potenciométrica. Adicionou-se 10 mL de amostra e diluiu-se em 200 mL de água destilada, adicionou-se 3 gotas de solução de fenolftaleína e titulou-se com solução de NaOH 0,1 N. O teor da acidez foi determinado, considerando o volume do álcali que foi gasto na titulação (AOAC, 2005).

A determinação de acidez volátil foi realizada em destilador eletrônico de álcool da marca Gibertini. Coloca-se no balão de destilação 20 mL de amostra, introduzindo o bico de injeção de vapor na parte frontal do balão de destilação. A destilação se dá por arraste de vapor, fracionando os diversos componentes da amostra segundo seus diferentes pontos de ebulição. O destilado é coletado em frasco volumétrico, onde é titulado com NaOH 0,1 N até a coloração rósea (AOAC, 2005).

A determinação de acidez fixa se dá pela diferença de acidez total e volátil, devendo-se corrigir a acidez volátil.

4.7.6 Determinação de álcoois superiores, ésteres, metanol e aldeídos

As análises de aldeídos, ésteres, metanol e álcoois superiores (1-propanol, 2-me-propanol, 1-butanol, 2-butanol, 2-me-butanol e 3-me-butanol) foram realizadas utilizando Cromatógrafo Gasoso CG-2010^{Plus}/FID, equipado com coluna de baixo sangramento, de sílica fundida e enchimento de polietileno-glicol, com espessura de filme de 02 µm, diâmetro interno de 0,25 mm e comprimento igual ou superior a 50m (Varian Modelo CP-Wax-57 CB) e um detector de ionização de chama (FID). Como gás de arraste utilizou-se Hélio 5.0. O

insensor foi do tipo Split (PN 03-949809-00), empacotado com lã de vidro silanizada. Para bebidas destiladas não há necessidade de preparação da amostra. Para as diluições foram utilizados etanol de grau analítico para cromatografia e água ultrapura. Os resultados foram expressos em $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de álcool anidro.

As análises foram realizadas no LABV (Laboratório de Análises de Bebidas e Vinagres) do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em Porto Alegre, RS.

4.7.7 Determinação de cobre

Por leituras em Espectrofotômetro de Absorção Atômica, modelo iCE 3000, foram determinadas as concentrações de cobre presentes nas amostras de aguardente de banana e na aguardente mista a base de banana e abacaxi, sendo que os resultados foram expressos em mg L^{-1} .

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos nas análises químicas e físico-química dos frutos, dos caldos de banana e de banana e abacaxi e das aguardentes de banana e de banana e abacaxi foram analisados através de análise de variância (ANOVA) e teste Tukey para a comparação das médias entre as amostras, utilizando-se um nível de significância de 5%. Para a análise dos dados foi utilizado o programa estatístico *Statistica* versão 9.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E RENDIMENTO DOS FRUTOS

Os resultados da caracterização físico-química da polpa de banana (cv. Prata) e de abacaxi (cv. Pérola) encontram-se descritos na Tabela 5.

Segundo Bleinroth (1978), o abacaxi em seu estágio ótimo de maturação apresenta em média 16,2% de sólidos solúveis totais e pH de 4,15, resultados semelhantes aos encontrados neste estudo.

Tabela 5 - Características físico-químicas da polpa de banana (cv. Prata) e do suco de abacaxi (cv. Pérola).

Parâmetros	Polpa de Banana	Suco de Abacaxi
Acidez Titulável Total (g. 100 mL ⁻¹)	0,15 ± 0,01 ^{b**}	0,21 ± 0,02 ^{a*}
Sólidos Solúveis Totais (° Brix)	22,52 ± 0,31 ^a	15,62 ± 0,84 ^b
pH	4,33 ± 0,1 ^a	4,16 ± 0,1 ^b

Resultados expressos em média ± erro padrão em g/100g de amostra seca.

* Expresso em % de ácido cítrico.

** Expresso em % ácido málico.

Com relação à acidez titulável total (ATT) tanto a polpa de banana como o suco de abacaxi mostraram diferença estatística significativa. A polpa de banana expressa em % de ácido málico, obteve-se o valor de 0,15%. Garcia (2014) em seu trabalho com banana encontrou 0,53% de ATT, enquanto Lara (2007) 0,28% de ATT expressa em % de ácido acético, ambos em bananas da variedade prata. A ATT do abacaxi é expressa, usualmente, em percentagem de ácido cítrico, variando de 0,32% a 1,22% (BLEINROTH, 1987). Carvalho e Botrel (1996), relatam que a acidez do abacaxi pode variar de 0,6 a 1,62% de ácido cítrico. O valor médio encontrado neste estudo foi de 0,21%. Parente (2014), em suco de abacaxi da variedade Pérola, obteve 0,82%, Lima (2011) obteve 0,65% e Garcia (2014) 0,78%, valores superiores aos encontrados neste estudo para o suco de abacaxi, porém muito próximo do limite estabelecido por Bleinroth (1987). A acidez total dos frutos está diretamente relacionada com o estágio de maturação e também a fatores de clima e nutrição durante o cultivo.

Os parâmetros mais utilizados para determinar a qualidade dos frutos são pH e sólidos solúveis totais (SST). O pH, assim como a ATT, está associado com o processo de amadurecimento dos frutos e pode ser utilizado na determinação do ponto de colheita (THÉ et al., 2010). O teor de SST encontrado foi de 22,52 °Brix para a polpa de banana e 15,62 °Brix para o suco de abacaxi, valores próximos aos encontrados por Garcia (2014) que obteve 22,10 °Brix para polpa de banana e 12,33 °Brix para suco de abacaxi. Frutos com teores de SST inferior a 12 °Brix são considerados imaturos segundo Normas de Classificação do Abacaxi.

O valor médio do pH obtido neste estudo foi de 4,33 para a polpa de banana e 4,16 para o suco de abacaxi, não apresentando diferença estatística significativa entre ambos. Segundo Garcia (2014), ambos os frutos são caracterizados por apresentar em pH baixo, em seu estudo o autor encontrou para a polpa de banana um valor de pH de 4,41. Lara (2007), ao trabalhar com bananas para a produção de aguardente, obteve pH na faixa de 4,4 a 4,6, resultados que corroboram aos encontrados neste estudo. Thé et al. (2010), relatam que os valores de pH em abacaxi oscilam entre 3,0 a 4,0 e encontraram em seu estudo pH na faixa de 3,85 para abacaxi, Parente (2014), em seu experimento com suco de abacaxi obteve pH de 3,88, valores similares ao encontrado por Lima (2011) e Garcia (2014), que obtiveram em seus estudos valores de pH de 3,57 e 3,66, respectivamente. Segundo Aquarone et al. (1983), valores de pH entre 3,8 e 4,0 permitem uma fermentação alcoólica rápida além de inibir micro-organismos indesejáveis. Tais informações permitem afirmar que o suco de abacaxi utilizado na elaboração da aguardente encontrava-se próximo da faixa adequada de pH para realizar uma boa fermentação. No entanto, o pH da banana prata apesar de encontra-se acima do valor recomendado por Aquarone et al. (1983), está adequado para a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (FX5) empregada neste estudo, que fermenta sob uma faixa de pH ótimo entre 3,5 a 4,5.

Os valores da composição centesimal das polpas de banana e abacaxi estão descritos na Tabela 6. A percentagem de umidade da polpa de banana verde situa-se em torno de 70%, elevando-se para 75% quando completamente madura. O aumento da umidade é atribuído à transferência de água da casca para a polpa (MEDINA et al., 1978). Foram encontrados altos teores de umidade para ambos os frutos, com médias de 73,1% e 90,11% para a polpa de banana e de abacaxi, respectivamente. Valores semelhantes aos encontrados por Garcia (2014), de 70,61% para polpa de banana e 86,87% para polpa de abacaxi. Lara (2007), retrata em seu estudo o teor de umidade de 74% para polpa de banana e Parente (2014), 85,91% de umidade em abacaxi da variedade Pérola, portanto, valores muito semelhantes aos

encontrados neste estudo. Os valores encontrados apresentam diferença estatística significativa e estão de acordo com os limites estabelecidos pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (2011), que estabelece um teor de umidade de 71,9% para banana da variedade Prata e 85,5% de umidade para abacaxi da variedade Pérola.

Tabela 6 - Composição química das polpas de banana (cv. Prata) e de abacaxi (cv. Pérola).

Parâmetros	Polpa de Banana	Polpa de Abacaxi
Umidade	73,1 ± 0,75 ^b	90,11 ± 0,36 ^a
Cinzas	0,91 ± 0,06 ^a	0,44 ± 0,01 ^b
Extrato Etéreo	0,45 ± 0,14 ^a	0,047 ± 0,01 ^b
Proteína	0,91 ± 0,03 ^a	0,73 ± 0,02 ^b
Fibra Alimentar	3,95 ± 0,85 ^a	1,68 ± 0,02 ^b
Fração Solúvel	2,83 ± 0,60 ^a	0,45 ± 0,12 ^b
Fração Insolúvel	1,12 ± 0,25 ^b	1,23 ± 0,08 ^a
Carboidratos	20,68 ± 0,03 ^a	6,7 ± 0,05 ^b

Resultados expressos em média ± erro padrão em g 100g⁻¹ de amostra fresca.

Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística significativa, pelo teste de Tukey.

O teor médio de cinzas determinado foi de 0,91% para a polpa de banana e 0,44% para a polpa de abacaxi. Valores próximos aos estabelecidos pela TACO (2011), que define um teor de cinzas de 0,8% para bananas da variedade Prata e 0,31% para abacaxi da variedade Pérola. Valores também aproximados foram encontrados por Garcia (2014), que encontrou em seu estudo 0,83% e 0,31% para banana e abacaxi, respectivamente. Por sua vez, Lara (2007), obteve 0,6% de cinzas em bananas da variedade Prata e Parente (2014), 0,3% de cinzas em abacaxi da cultivar Pérola, valores também semelhantes aos encontrados no estudo. Segundo Salinas (2002), os resultados da característica mineral de uma amostra vegetal são determinados pelos atributos do solo onde se desenvolveram.

A menor fração encontrada na análise centesimal das polpas das frutas foram os lipídios, com teores de 0,45% e 0,047% para banana cultivar Prata e abacaxi cultivar Pérola, respectivamente. Lara (2007), encontrou em seu estudo, 0,5% de lipídios para bananas da mesma cultivar, valor bastante próximo ao encontrado no estudo. A TACO (2011), preconiza um teor de 0,1% de lipídios para abacaxi da variedade Pérola, valor superior ao encontrado no estudo. Por outro lado, Garcia (2014), ao estudar as mesmas cultivares encontrou valores de

0,4% e 0,03% para banana e abacaxi, valores muito semelhantes aos encontrados neste estudo.

Os teores médios de proteína bruta encontrados nas polpas foram de 0,91% para banana e 0,73% para abacaxi. Lara (2007), encontrou em seu estudo 0,9% de proteína bruta, valor próximo ao encontrado no estudo. Garcia (2014), ao analisar os teores de proteína bruta em banana e abacaxi encontrou 0,61% e 0,51%, respectivamente, ou seja, teor bem menor do que o encontrado no estudo. O autor ressalta que baixos teores de proteínas, entre 0,78% e 1%, são comuns em diferentes frutas. A TACO (2011), estabelece que o teor de proteína em bananas da variedade Prata é de 1,3% e abacaxi de 0,9%.

Na determinação de fibra alimentar total para as polpas de banana e abacaxi foram encontradas percentagens de 3,95% e 1,68%, respectivamente. Na quantificação das frações solúveis e insolúveis, a polpa de banana apresentou 2,83% de fibra alimentar solúvel e 1,12% de fibra alimentar insolúvel, valores semelhantes aos encontrados por Garcia (2014), de 2,82% e 1,08%, respectivamente. O valor de fibra alimentar solúvel encontrado para polpa de abacaxi foi de 0,45% e a fibra alimentar insolúvel de 1,23%, valores muito próximos aos encontrados também por Garcia (2014), de 0,4 e 1,21%, respectivamente.

Ao observar-se os resultados da Tabela 6, constata-se que o carboidrato é o principal constituinte nutricional da banana e do abacaxi *in natura*. Da mesma forma que os demais nutrientes, o valor encontrado para polpa de banana se aproxima dos encontrados na literatura, pois Lara (2007), encontrou em seu estudo 26%, valor semelhante ao no presente trabalho que foi de 26,68%. Por outro lado, o valor de carboidratos determinado pela TACO (2011), para abacaxi estabelece um teor de 13,18%, valor bem superior ao encontrado neste estudo, que foi de 6,7% para a polpa de abacaxi.

Ambas as determinações da fração centesimal apresentaram diferença estatística significativa entre si. Garcia (2014), ressalva em seu estudo que os valores de composição centesimal podem variar dentro da mesma cultivar, segundo o local de cultivo. As variações em uma mesma espécie são decorrentes de fatores diversos como cultivares, tipo de solo, condições climáticas e práticas de cultivo (CHITARRA, 2000).

Na Tabela 7, estão apresentados os teores médios dos principais minerais presentes nas polpas de banana e de abacaxi expressos em massa seca. A banana da cultivar Prata apresentou-se rica em Potássio e Ferro, 1628 mg100g⁻¹ e 1413 mg 100g⁻¹ de massa seca respectivamente, enquanto o abacaxi da cultivar Pérola mostrou-se rico em Manganês,

apresentando um valor de 6055 mg 100g⁻¹ de massa seca. O menor constituinte mineral encontrado na massa seca das polpas foi o Enxofre, com valores de 25 e 37 mg.100g⁻¹ de massa seca para a polpa de banana e de abacaxi, respectivamente.

Tabela 7 - Composição mineral da polpa de banana (cv. Prata) e da polpa de abacaxi (cv. Pérola), expresso em mg 100 g⁻¹ de massa seca.

Parâmetros	Polpa de Banana	Polpa de Abacaxi
Nitrogênio	493,0 ± 0,26 ^b	1027,0 ± 0,32 ^a
Fósforo	86,0 ± 0,21 ^a	73,0 ± 0,05 ^b
Potássio	1628,0 ± 0,36 ^a	1521,0 ± 0,12 ^b
Cálcio	69,0 ± 0,14 ^b	226,0 ± 0,21 ^a
Magnésio	144,0 ± 0,10 ^b	246,0 ± 0,02 ^a
Enxofre	25,0 ± 0,01 ^b	37,0 ± 0,05 ^a
Boro	462,0 ± 0,18 ^b	814,0 ± 0,29 ^a
Cobre	525,0 ± 0,37 ^b	979,0 ± 0,15 ^a
Ferro	1413,0 ± 0,56 ^b	2798,0 ± 0,26 ^a
Manganês	963,0 ± 0,32 ^b	6055,0 ± 0,36 ^a
Zinco	427,0 ± 0,12 ^b	995,0 ± 0,26 ^a

Resultados expressos em média ± erro padrão.

Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística significativa, pelo teste de Tukey.

Teores totais expressos no material seco a 70 °C.

O teor de minerais encontrado na literatura tanto para polpa de banana como para a de abacaxi enfatizam a alta quantidade de Cálcio da cultivar Prata. A cultivar Pérola analisado na presente pesquisa, apresentou uma quantidade bastante elevada de Manganês, diferente do que foi encontrado por Garcia (2014), que retrata em seu estudo valores expressivos de Cálcio para a mesma cultivar, porém, seus valores são expressos em mg 100 g⁻¹ de massa fresca.

O rendimento de polpa de um fruto é considerado um atributo de qualidade, especialmente para os frutos destinados a elaboração de diferentes produtos, cujo valor mínimo exigido pelas indústrias processadoras é de 40% (PARENTE, 2014).

A Tabela 8, refere-se às pesagens e rendimentos dos frutos de banana Prata, em último estágio de maturação, submetidos ao processo de escaldamento, utilizados para a produção de aguardente de banana. As bananas apresentaram rendimento de 65,87% de polpa e 33,25% de

casca, resultados equivalentes aos de Paulino, Ferro e Mélo (2010), que encontraram 66,78% de polpa e 33,22% de casca. Souza et al. (2012), ao analisarem o rendimento de bananas Prata em algumas cidades do sertão da Paraíba encontraram rendimentos equivalentes a 65,11% para polpa e 34,89% para casca, resultados semelhantes ao encontrado no presente trabalho.

Tabela 8 - Dados referentes aos rendimentos de banana da cultivar Prata.

Parâmetros	Resultados
Massa total dos frutos (kg)	13,29
Massa total de polpa (kg)	8,75
Massa total das cascas (kg)	4,42
Rendimento de polpa (% p/p)	65,87
Rendimento das cascas (% p/p)	33,25

*Resultados expressos em 13,29 kg de banana cv. Prata.

A Tabela 9 refere-se às pesagens e rendimentos dos frutos de abacaxi. Segundo Parente (2014), o mínimo de rendimento exigido pelas indústrias é superior a 63,57%, sendo este um item favorável para a produção da aguardente.

Tabela 9 - Dados referentes às pesagens e rendimentos de abacaxi do cv. Pérola.

Parâmetros	Resultados *
Massa total dos frutos (kg)	7,57
Massa total de polpa (kg)	5,14
Massa total das cascas (kg)	1,74
Massa total de fibras (kg)	1,46
Massa total da coroa (g)	664,75
Rendimento de polpa (% p/p)	67,85
Rendimento das cascas (% p/p)	22,92
Rendimento de fibras (% p/p)	19,28
Rendimento da coroa (% p/p)	8,77

*Resultados expressos em 8 unidades de abacaxi.

A Tabela 9 mostra que os abacaxis da cultivar Pérola utilizados no presente trabalho apresentaram um rendimento de polpa de 67,85%, valor semelhante ao encontrado por

Parente (2014), podendo assim serem classificados como frutos propícios para a extração de suco e utilização na produção de aguardente.

Pereira (2013), ao avaliar a qualidade pós-colheita do abacaxi Pérola encontrou um rendimento de polpa de 77,9%, valor superior ao encontrado neste estudo. Andrade et al., (2015) obtiveram um rendimento de 69,91% de polpa ao avaliar a infrutescências de abacaxizeiros da cultivar Pérola e Parente (2014), encontrou um rendimento de 25,41% de casca, ao trabalhar com abacaxis da cultivar Pérola, ambos resultados similares ao encontrado no nosso estudo que foi de 67,91% de polpa e 22,92% de casca, respectivamente.

4.2 PRODUÇÃO DAS AGUARDENTES

4.2.1 Avaliação das condições de fermentação, caracterização físico-química e rendimento do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi

Os resultados referentes as condições do caldo de banana da cultivar Prata e do caldo de banana e abacaxi da cultivar Pérola, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Condições do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi.

Parâmetros	Condições	Sólidos Solúveis	pH	Acidez Total *	Rendimento
Caldo de Banana	16 °C/ FX5	6,5 ± 0,2	4,68 ± 0,02	0,37 ± 0,02	92,45 %
Caldo de Banana	16 °C/ FPU **	7,0 ± 0,2	4,70 ± 0,01	0,35 ± 0,01	73,30 %
Caldo de Banana	27 °C/ FPU **	6,0 ± 0,2	4,81 ± 0,01	0,26 ± 0,01	79,15 %
Caldo de Banana e Abacaxi	16 °C/ FX5	14,0 ± 0,1	4,60 ± 0,03	0,77 ± 0,02	88,63 %

Resultados expressos em média ± erro padrão.

* Resultado expresso em % ácido acético.

** Fermento Prensado Úmido (FPU).

O teor de sólidos solúveis totais na polpa *in natura* variou de 22,52 a 15,62 °Brix (Tabela 5), para a polpa de banana e para o suco de abacaxi, respectivamente. Faixa semelhante à encontrada por Guimarães Filho (2003), para a banana Nanicão que foi de 23,2 a 24 °Brix e à encontrada por Parente (2014), de 14,56 °Brix para suco de abacaxi da variedade

Pérola. Os teores de sólidos solúveis totais dos caldos apresentaram-se entre 6 e 7 °Brix para o caldo de banana, a baixa concentração no teor de sólidos solúveis está relacionada a diluição de 2:1 (v/p) realizada nos caldos, diferente dos caldos estudados por Guimarães Filho (2003), que não passaram pelo processo de diluição. O teor de sólidos solúveis totais do caldo de banana e abacaxi foi de 14 °Brix.

Os valores de pH dos caldos variaram de 4,68 a 4,81 para os caldos de banana. Para caldo de banana e abacaxi o pH apresentou-se na faixa de 4,6. Os caldos de banana estudados por Lara (2007), obtiveram faixa de pH de 4,4 a 4,6. A autora relata que a diminuição do pH pode ser devido a liberação de unidades de ácidos galacturônicos provenientes da hidrólise enzimática da pectina. A pectina é um polímero formado por várias moléculas de ácido galacturônico e é formada pela decomposição da protopectina em função da ação de enzimas pectinolíticas, estas enzimas compõem um grupo heterogêneo de enzimas que hidrolisam substância pécicas (GUIMARÃES FILHO, 2003; LARA, 2007).

O valor de acidez total foi expresso em % ácido acético. O teor obtido para o caldo de banana fermentado a 16 ± 1 °C e com levedura FX5 apresentou valor de 0,37%, o caldo de banana fermentado a 16 ± 1 °C com fermento prensado úmido obteve 0,35% e o caldo de banana fermentado a 27 ± 1 °C com fermento prensado úmido apresentou valor de acidez total de 0,26% valor próximo ao encontrado por Lara (2007), de 0,279%, ao estudar o caldo de banana em condições semelhantes. O caldo de banana e abacaxi fermentado com a levedura FX5 a temperatura de 16 ± 1 °C apresentou 0,77% de acidez total.

A enzima polygalacturonase, na concentração $170 \mu\text{g mL}^{-1}$ e a levedura FX5, propiciou um rendimento médio de 92,45% para o caldo de banana e de 88,63% para o caldo banana e abacaxi. Apresentando rendimento de caldo superior ao encontrado por Guimarães Filho (2003), que foi de 81,12% e o de Lara (2007) de 80%. Granella (2004) associa em seu estudo o aumento do rendimento dos mostos ao uso de enzimas pectinolíticas. Portanto, sobre os resultados da figura 11, foi selecionado o tratamento com enzima polygalacturonase, na concentração $170 \mu\text{g mL}^{-1}$ e a levedura FX5 na temperatura de 16 °C.

Os caldos fermentados com fermento prensado úmido apresentaram rendimento médio de 73,3% e 79,15% a temperatura de 16 e 27 ± 1 °C, respectivamente. Lara (2007), ao produzir caldos de banana em condições semelhantes obteve rendimento de 80%, valor próximos ao do presente estudo.

Os resultados encontrados mostram que a hidrólise da polpa de frutas com enzimas pectinolíticas assim como o processo de centrifugação e a temperatura de fermentação, aumenta o rendimento da extração do suco de banana, tornando-o mais fluído, menos viscoso, o que acarreta a redução dos constituintes químicos presentes nas bebidas alcoólicas, como álcoois superiores e aldeídos. Sendo assim foram selecionados os caldos fermentados com levedura FX5 a temperatura de 16 ± 1 °C, para a produção das aguardentes de banana e banana com abacaxi.

4.2.2 Características físico-químicas dos caldos de banana e de banana e abacaxi antes e após a fermentação

Os resultados das análises do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi antes da fermentação e após a fermentação encontram-se nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

De acordo com Silva (2009), o controle das variáveis do processo de fermentação alcoólica é necessário para a produção de bebidas alcoólicas de alta qualidade e seguras para o consumo. O pH dos caldos manteve-se entre 5,22 para o caldo de banana e 4,57 para o caldo de banana e abacaxi. Segundo Maia (2006), o pH do mosto deve ser mantido entre 4,0 e 5,0 pois abaixo desta faixa pode haver aumento da produção de óleo fúsel em até 80%, o que, em excesso, é indesejável nas bebidas. Alvarenga (2011), em seu estudo, trabalhou com caldos de banana com pH na faixa de 4,5 a 4,4, Lara (2007), obteve caldos de banana com 4,6 e Parente (2014), ao produzir aguardente de abacaxi utilizou caldos com pH na faixa de 3,88. Com relação à produção de álcool, Aquarone et al., (1983), mostra que a faixa de pH entre 3,8 e 4,0 permite uma fermentação alcoólica rápida além de inibir bactérias indesejáveis.

Tabela 11 - Características físico-químicas do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi após hidrólise enzimática e centrifugação.

Parâmetros	Caldo de Banana	Caldo de Banana e Abacaxi
pH	$5,22 \pm 0,065^a$	$4,57 \pm 0,052^b$
Acidez Total (g 100 mL ⁻¹) *	$0,26 \pm 0,002^b$	$0,78 \pm 0,004^a$
Açúcares Redutores Totais (g L ⁻¹)	70,0 ^b	160,0 ^a

Resultados expressos em média \pm erro padrão.

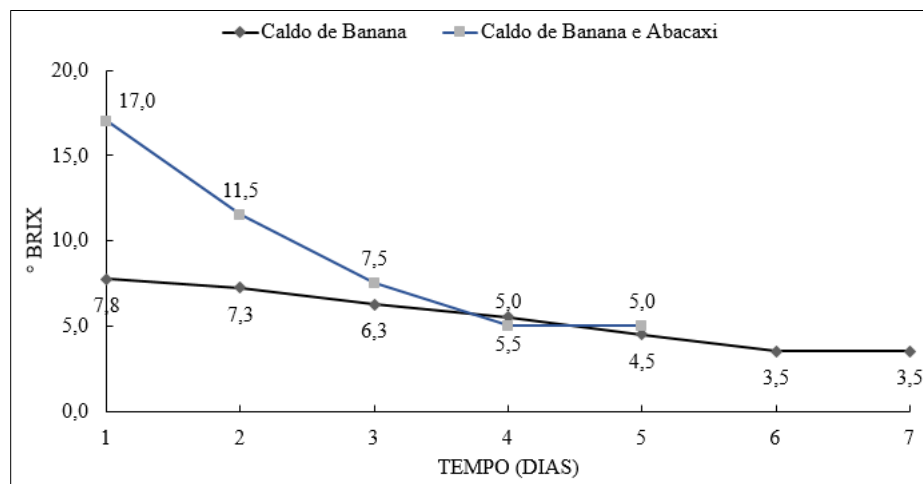
Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística significativa, pelo teste de Tukey.

* Expresso em % de ácido acético.

O valor de acidez total dos caldos foram de 0,26 e 0,78 g 100 mL⁻¹ para o caldo de banana e para o caldo de banana e abacaxi, respectivamente, valor semelhante ao encontrado por Alvarenga (2011), ao produzir aguardente de banana, trabalhou com caldos de banana na faixa de 0,17 a 0,23 g 100 mL⁻¹. Guimarães Filho (2003) e Lopes (2005) encontraram valores de acidez total de 0,31 g 100 mL⁻¹ para caldos de banana da variedade Nanica e Lara (2007), ao trabalhar com bananas da variedade Prata em seu estudo encontrou valores iguais a 0,28 g 100 mL⁻¹. Parente (2014), utilizou para fermentação caldos de suco de abacaxi com acidez titulável na faixa de 0,82 g 100 mL⁻¹, resultado semelhante ao encontrado neste estudo que foi de 0,78 g 100 mL⁻¹. Por outro lado, Oliveira et al. (2012b), obteve resultado igual a 0,57 g 100 mL⁻¹. Os principais ácidos responsáveis pela acidez são o cítrico e o málico, os quais contribuem respectivamente com 80% a 20% da acidez total. A acidez titulável do abacaxi geralmente varia de 0,6% a 1,6% e é expressa como percentagem de ácido cítrico (PARENTE, 2014).

O teor de açúcares redutores totais (ART) dos caldos foi de 70 g L⁻¹ para o caldo de banana e de 160 g L⁻¹ para o caldo de banana e abacaxi, sendo que ambos os caldos não sofreram ajustes no teor de açúcares, para a maior preservação de constituintes e aromas presentes na própria matéria-prima (Tabela 11). Este teor de ART é adequado para fermentação alcoólica, Alvarenga (2011) estudou diferentes teores iniciais de açúcares redutores totais (100, 120 e 150 g L⁻¹) e optou por produzir aguardente de banana com caldos ajustados em 150 g L⁻¹ por proporcionar maior rendimento em etanol e eficiência de conversão de açúcares em álcool pelas leveduras. Parente (2014) utilizou caldo de abacaxi com 150 g L⁻¹ de ART, em média.

Figura 10 - Evolução do conteúdo de açúcar durante a fermentação do caldo de banana e do caldo de banana e abacaxi.



A evolução dos °Brix do processo fermentativo do caldo de banana se deu após 7 dias e do caldo de banana e abacaxi após 5 dias (Figura 10) o final da fermentação se deu após a estabilização da leitura dos °Brix que corresponde à leitura de dois valores iguais e consecutivos no intervalo de 24 horas. Após o processo fermentativo foram realizadas análises nos fermentados, cujos valores estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Características físico-químicas do fermentado de banana e do fermentado de banana e abacaxi.

Parâmetros	Fermentado de Banana	Fermentado de Banana e Abacaxi
pH	4,79 ± 0,070 ^a	4,50 ± 0,046 ^b
Acidez Total (g 100 mL ⁻¹) *	0,50 ± 0,015 ^b	1,03 ± 0,028 ^a
Acidez Volátil (g 100 mL ⁻¹) *	0,17 ± 0,005 ^a	0,04 ± 0,002 ^b
Acidez Fixa (g 100 mL ⁻¹) **	0,41 ± 0,016 ^b	0,97 ± 0,027 ^a

Resultados expressos em média ± erro padrão.

Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística significativa, pelo Teste de Tukey.

* Expresso em % de ácido acético.

** Expresso em % ácido tartárico.

Os resultados das análises físico-químicas dos caldos fermentados obtidos no estudo foram semelhantes ao estudo realizado por Lara (2007), que fermentou suco de banana Prata para a produção de aguardente, a autora encontrou no fermentado valor de acidez total de 0,5 g 100 mL⁻¹, o presente estudo obteve valores de acidez total de 0,5 g 100 mL⁻¹, acidez volátil de 0,17 g 100 mL⁻¹ e acidez fixa de 0,41 g 100 mL⁻¹, o resultado de acidez total mostrou-se igual ao encontrado por Lara (2007). O pH do caldo de banana fermentado foi de 4,79 valor superior ao encontrado por Guimarães Filho (2003), que foi de 3,62 ao trabalhar com caldo de banana Nanica para a produção de aguardente. O caldo fermentado de banana e abacaxi apresentou pH de 4,5 e acidez total de 1,03 g 100 mL⁻¹, sendo 0,04 g 100 mL⁻¹ de acidez volátil e 0,97 g 100 mL⁻¹ de acidez fixa. Ambas características físico-químicas apresentaram diferença estatística significativa entre os caldos fermentados.

4.3 ANÁLISES DOS CONSTITUINTES DA AGUARDENTE DE BANANA E DA AGUARDENTE DE BANANA E ABACAXI

4.3.1 Fração “cabeça”

A Tabela 13 apresenta os valores encontrados para os constituintes da fração “cabeça” das aguardentes produzidas após 30 dias de repouso.

O teor alcoólico da fração “cabeça” para aguardente de banana foi de 57% (v/v) e para aguardente de banana e abacaxi de 50,45% (v/v). O teor alcoólico encontrado para esta fração geralmente encontra-se acima de 70% (v/v) em aguardentes de cana. Alcarde, Monteiro e Belluco (2012), ao estudarem a composição química de aguardente de cana fermentadas com diferentes cepas encontraram um teor alcoólico de 77% (v/v) na fração “cabeça”.

Tabela 13 - Concentração dos principais constituintes da fração “cabeça” da aguardente de banana e da aguardente de banana e abacaxi após 30 dias de repouso.

Componentes	Aguardente de banana	Aguardente de banana e abacaxi
Teor Alcoólico *	57,0 ^a	50,45 ^b
pH	3,63 ^a	3,19 ^b
Acidez Total ***	74,0 ^a	38,0 ^b
Acidez Volátil ***	46,0 ^a	35,0 ^b
Densidade **	0,940573 ^a	0,935875 ^a
Aldeídos **	10,80 ^a	13,25 ^b
Ésteres **	51,1 ^b	168,51 ^a
Álcoois Superiores **	605,75 ^a	587,06 ^a
Metanol **	450,08 ^a	149,31 ^b

Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística significativa, pelo teste de Tukey.

* Expresso em % v/v a 20 °C.

** Expresso em mg 100 mL⁻¹ de álcool anidro.

*** Expresso em mg ácido acético 100 mL⁻¹.

A fração “cabeça” da aguardente de banana produzida apresentou maior acidez volátil, 46 mg ácido acético 100 mL⁻¹, do que a aguardente de banana e abacaxi, que apresentou um valor de 35 mg ácido acético 100 mL⁻¹. No estudo realizado por Alcarde, Monteiro e Belluco (2012), eles obtiveram acidez volátil variando de 12 a 17 mg 100 mL⁻¹ valores bem menores dos encontrados na presente pesquisa. A acidez volátil em nível elevado é indicativo de

contaminação microbiana advinda da falta de assepsia no processo e do não recolhimento da fração ideal do destilado, uma vez que a acidez é maior nas primeiras porções do destilado, diminuindo na parte intermediária e voltando a se elevar na metade final do “coração” e na “cauda” (CAMPOS, 2011).

Aguardente de banana apresentou menor concentração de aldeídos, $10,8 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA, enquanto a aguardente de banana e abacaxi apresentou um teor de $13,25 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA. Teores maiores, variando de 48 a $99,87 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA foram encontrados no estudo utilizando-se diferentes cepas em aguardente de cana realizado por Alcarde, Monteiro e Belluco (2012). Os aldeídos são compostos altamente voláteis e possuem odor penetrante, afetando o aroma das bebidas alcoólicas, por isso a importância de se estabelecer baixos níveis de aldeídos nas bebidas destiladas. Alguns compostos carbonílicos, como o diacetil e o acetaldeído desempenham um papel importante no desenvolvimento de sabores.

Os teores de ésteres encontrados apresentaram diferença significativa entre as aguardentes produzidas, pois obteve-se o valor de $168,5 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA para a aguardente de banana e abacaxi e $51,1 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA para aguardente de banana. O teor de ésteres encontrado por Alcarde, Monteiro e Belluco (2012), foi de $83,29 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA para uma das leveduras estudadas, enquanto outras apresentaram concentrações na faixa de 49 a $54 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA.

O teor de álcoois superiores encontrados nas aguardentes foi de 605,75 e 587,06 $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA para aguardente de banana e de banana e abacaxi, respectivamente, não apresentando diferença estatística entre as aguardentes produzidas. Alcarde, Monteiro e Belluco (2012), encontraram na fração “cabeça” das aguardentes produzidas com diferentes cepas de leveduras teores que variaram de 198,17 a $648 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA e relatam que os álcoois superiores, por serem solúveis em álcool e completa ou parcialmente solúveis em água, se concentram nas frações “cabeça” e “coração” do destilado. Esta afirmação corrobora com os resultados encontrados para as frações “cabeça” e “coração” determinados no presente estudo. Confirmando que a utilização de leveduras (FX5) adequadas para processos fermentativos, assim como a temperatura de fermentação ($16 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$), estão diretamente ligadas as concentrações de álcoois superiores presentes em bebidas alcoólicas.

O teor de metanol estabelecido pela legislação brasileira é de $20 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA, valor bem abaixo do encontrado no presente estudo que apresentou-se bastante elevado para ambas as aguardentes produzidas apresentando valores de $450,08 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de AA para

aguardente de banana e de 149,31 mg 100 mL⁻¹ de AA para aguardente de banana e abacaxi. Um aspecto relevante a ser considerado em relação ao elevado teor de metanol é a elevada concentração de pectina presente nas frutas que favorece a sua formação quando esta é atacada pela poligalacturonase (GUIMARÃES FILHO, 2003). Em estudos já realizados com aguardentes de frutas por Guimarães Filho, Lara, Alvarenga (2003, 2007, 2011) foram observados altos teores de metanol nas bebidas, corroborando com o presente trabalho.

Segundo Alcarde, Monteiro e Belluco (2012), os componentes aldeídos, ésteres e metanol apresentaram comportamento característico de componentes da fração “cabeça”, pois volatilizaram majoritariamente nas primeiras frações do destilado. Léauté (1990), ao estudar a cinética de volatilização de componentes secundários durante o processo de destilação para produção de *cognac*, cita acetaldeído, metanol e acetato de etila como componentes que, por terem ponto de ebulição relativamente baixo e serem solúveis em etanol, se volatilizaram prioritariamente no início do processo de destilação, sendo suas concentrações maiores nas primeiras frações do destilado.

4.3.2 Fração “coração”

Os valores encontrados para os constituintes encontrados na fração “coração” das aguardentes de banana e de banana e abacaxi produzidas encontram-se na Tabela 14. As aguardentes produzidas apresentam majoritariamente compostos dentro dos limites estabelecidos por legislação para aguardentes de frutas, com exceção do teor de metanol encontrado.

O teor alcoólico das aguardentes produzidas encontra-se dentro dos limites exigidos pela legislação brasileira para aguardente de frutas, variando de 42% (v/v) a 40,4% (v/v) para aguardente de banana e de banana e abacaxi nos primeiros 30 dias de descanso, respectivamente. Após os 60 dias de descanso, as aguardentes apresentaram valores de 41% (v/v) e 40,1% (v/v), respectivamente. O teor alcoólico de aguardente de frutas encontrados na literatura enquadram-se em quase sua totalidade dentro dos limites exigidos. Alvarenga et al. (2013), ao produzir aguardente de banana obteve em sua bebida 44,6% (v/v) e ao produzir aguardente de manga encontrou 42% (v/v). Estudo realizado por Guimarães Filho (2003), encontrou-se 43% (v/v) ao produzir aguardente de banana, Parente (2014), ao produzir aguardente de abacaxi obteve 40,96% (v/v), Alves et al. (2008), encontrou 39,9% (v/v) ao produzir aguardente de goiaba e Asquieri; Silva e Cândido (2009), encontraram 39% (v/v) em

aguardente com casca de jabuticaba. Ambos os trabalhos encontrados na literatura apresentam teor alcoólico próximos aos encontrados no estudo e dentro dos limites estipulados pela legislação brasileira.

Tabela 14 - Médias das análises químicas realizadas na fração “coração” da aguardente de banana e da aguardente de banana e abacaxi após 30 e 60 dias de repouso.

Parâmetros	Aguardente de banana		Aguardente de banana e abacaxi		Padrão (MAPA)	
	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias	Min.	Max.
Teor Alcoólico *	42,00	41,00	40,36	40,08	36,0	54,0
Densidade *****	0,965918	0,965785	0,954555	0,95530	-	-
Cobre ***	0,5806	-	0,4139	-	-	5,0
Ésteres **	8,7	13,07	8,25	7,33	-	250,0
Aldeídos **	3,65	1,74	2,1	2,46	-	30,0
Metanol **	572,8	595,82	182,19	184,84	-	20,0
Acidez Volátil ****	66,00	49,00	39,00	25,00	-	100,0
Álcoois Superiores **	298,12	297,11	282,66	268,14	-	300,0

* Expresso em % v/v a 20 °C.

** Expresso em mg 100 mL⁻¹ de álcool anidro.

*** Expresso em mg L⁻¹.

**** Expresso em mg ácido acético 100 mL⁻¹.

***** Expresso em g cm⁻³.

No presente trabalho foram mensurados teores de cobre dentro dos limites permitidos pela legislação brasileira. A aguardente de banana apresentou 0,5806 mg L⁻¹ e a aguardente de banana e abacaxi apresentou 0,4139 mg L⁻¹. Alvarenga (2011), ao produzir aguardente de banana encontrou em seu estudo 6,04 mg L⁻¹ de cobre; Guimarães Filho (2003) obteve 3,64 mg L⁻¹ ao produzir aguardente de banana da cultivar Nanica; Alves et al., (2008), encontraram 10,5 mg L⁻¹ em aguardente de goiaba; Asquieri; Silva e Cândido (2009), em aguardente utilizando casca da jabuticaba, encontrou 0,7 mg L⁻¹; Parente (2014), em seu estudo com aguardente de abacaxi, encontrou em média 3,8 mg L⁻¹ e Alvarenga et al. (2013), ao produzir aguardente de manga, obteve 8,7 mg L⁻¹ de cobre em sua bebida. Muitos dos valores encontrados na literatura apresentam-se fora dos limites estabelecidos pela legislação, ao contrário dos valores encontrados no presente estudo que apresentam-se dentro dos parâmetros estabelecidos em lei. Altos teores de cobre nas bebidas está diretamente relacionado pelo tipo e condições do alambique empregados no processo de destilação. A

deficiência na higienização dos alambiques antes de se iniciar o processo de destilação também pode influenciar nas altas concentrações deste composto.

O teor de cobre permitido pela legislação brasileira é de no máximo 5 mg L^{-1} . O cobre é o material majoritariamente utilizado para a fabricação de alambiques por ser o mais apropriado para o perfil sensorial das bebidas. De acordo com Campos (2011), os alambiques são, na sua maioria, constituídos de cobre, material maleável, bom condutor de calor, resistente ao desgaste físico, e que apresenta grande influência na formação de sabor e aroma do produto. O cobre reduz a acidez e os níveis de aldeídos e compostos sulfurosos que podem conferir sabor e odores estranhos à bebida (ASQUIERI, SILVA e CÂNDIDO, 2009).

Quando a aguardente é fermentada e destilada em recipientes constituídos de outras matérias, como o aço inox, o produto final contém compostos sulfurados, sendo a bebida resultante de baixa qualidade sensorial. Porém, a presença de cobre na aguardente em elevadas concentrações é indesejável, pois é prejudicial à saúde humana, sendo, portanto, fundamental sua quantificação (CAMPOS, 2011).

O principal éster encontrado em aguardentes é o acetato de etila que, em pequenas quantidades, na aguardente, incorpora um aroma agradável; no entanto, em grandes quantidades, confere à aguardente um sabor indesejável e enjoativo (PINHEIRO, 2010). Os teores de ésteres em acetado de etila encontrados nas aguardentes produzidas enquadram-se nos limites exigidos pela legislação brasileira. Em aguardente de banana produzidas por Alvarenga (2011), Lara (2007) e Guimarães Filho (2003), os teores de ésteres obtidos foram superiores aos encontrados no estudo variando de 65,99, 20,5 e 48,7 mg em acetado de etila por 100 mL de AA, respectivamente. O presente trabalho apresentou valores de 8,7 e 13,07 mg em acetado de etila por 100 mL de AA para a aguardente de banana após 30 e 60 dias de descanso. Parente (2014), ao analisar aguardente de abacaxi logo após destilada e após 90 dias de descanso encontrou teores de ésteres de 1,84 e 2,01 mg em acetado de etila por 100 mL de AA, respectivamente. O presente estudo ao analisar a aguardente de banana e abacaxi obteve teores de ésteres de 8,25 mg em acetado de etila por 100 mL de AA após 30 dias de descanso e 7,33 mg em acetado de etila por 100 mL de AA após os 60 dias de descanso, corroborando com o estudo realizado por Parente (2014), que também encontrou baixos teores de ésteres em sua bebida.

Os ésteres podem ser oriundos da reação de esterificação entre um ácido e um álcool. A maior parte dos ésteres é constituída por ésteres de etila, formados por reações enzimáticas

resultantes do metabolismo da levedura durante a fermentação e que são destiladas juntamente com o etanol. Estas reações ocorrem porque o etanol pode reagir com ácidos derivados de ácido pirúvico, como ácido láctico e acético, bem como outros ácidos orgânicos tais como butírico, capríco, caprílico, cáprico e láurico (CAMPOS, 2011).

Os teores de aldeídos encontrados nas aguardentes produzidas variaram de 3,65 a 1,74 mg de acetaldeído por 100 mL de AA para a aguardente de banana no período de 30 e 60 dias de descanso e de 2,1 a 2,46 mg de acetaldeído por 100 mL de AA para aguardente de banana e abacaxi. Os resultados estão de acordo com publicações sobre aguardente de frutas e apresentam valores aceitos pela legislação nacional. Guimarães Filho (2003) encontrou 37 mg de acetaldeído 100 mL⁻¹ de AA, teor acima do limite exigido por legislação que é de 30 mg de acetaldeído 100 mL⁻¹ de AA, Lara (2007), obteve 28,02 mg de acetaldeído 100 mL⁻¹ de AA e Alvarenga et al. (2013), 4,7 mg de acetaldeído 100 mL⁻¹ de AA, todos em aguardente de banana. Para aguardente de manga, Alvarenga et al. (2013), obtiveram 12,1 mg de acetaldeído 100 mL⁻¹ de AA; Alves et al. (2008), encontraram em seu estudo 20 mg de acetaldeído 100 mL⁻¹ de AA em aguardente de goiaba; Asquieri; Silva e Cândido (2009) encontraram em aguardente com casca de jabuticaba 13,6 acetaldeído 100 mL⁻¹ de AA e Parente (2014) encontrou 15,6 acetaldeído 100 mL⁻¹ de AA em sua aguardente de abacaxi logo após destilação. Conforme retrata Alvarenga (2011), a alta concentração de acetaldeído nas bebidas fermentadas está associada à alta quantidade de álcoois superiores produzidos durante a fermentação, pois os aldeídos são considerados intermediários na formação dos álcoois. Valores de aldeídos elevados também podem ser indicativo de má separação das frações na destilação.

Os aldeídos presentes nas bebidas alcoólicas podem ter sua origem na ação das leveduras durante estágios preliminares do processo de fermentação, principalmente o acetaldeído, que tende a desaparecer no final, pela oxidação a ácido acético. São compostos voláteis, de odores penetrantes, afetando o aroma das bebidas alcoólicas (CAMPOS, 2011).

Um aspecto relevante na produção de aguardente de frutas é o alto teor de metanol encontrado nestas bebidas. Nestes destilados, este composto é resultante da hidrólise enzimática (pela pectina metilesterase) da pectina presente nas frutas (ALVARENGA, 2011).

No que se refere a presença de metanol em bebidas destiladas, a literatura reporta que este composto ocorre naturalmente como produto secundário no processo de fermentação, em pequenas quantidades, não oferecendo risco à saúde do consumidor. Os resultados

encontrados nas aguardentes produzidas e em dados da literatura estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Teores médios de metanol encontrados nas aguardentes produzidas e em aguardentes de frutas encontradas na literatura.

Aguardente de Fruta	Metanol (mg 100mL⁻¹ de AA)
Banana	584,31
Banana e Abacaxi	183,51
Banana (ALVARENGA, 2011)	46,96
Manga (ALVARENGA et al., 2013)	79,4
Banana (LARA, 2007)	76,3
Casca de Jabuticaba (ASQUIERI; SILVA; CÂNDIDO, 2009)	4,30
Banana (ALVARENGA et al., 2013)	46,9
Goiaba (ALVES et al., 2008)	62,0
Abacaxi (PARENTE, 2014)	2,94
Banana (GUIMARÃES FILHO, 2003)	420,67

Os valores máximos de metanol permitidos pela legislação brasileira para aguardente de frutas e de cana são 20 mg 100 mL⁻¹ de AA. Altas concentrações de metanol têm sido recorrentes em aguardentes de frutas (ALVARENGA, 2011). No presente estudo os teores de metanol variaram de 572,8 a 595,82 mg 100 mL⁻¹ de AA para a aguardente de banana e de 182,19 a 184,84 mg 100 mL⁻¹ de AA na aguardente de banana e abacaxi, durante o período de descanso.

Granella (2004) concluiu em sua pesquisa que a adição de enzimas pectinolíticas contribui decisivamente para o aumento das concentrações de metanol. No presente estudo o processo de hidrólise enzimática estimulou a liberação de pectina presentes na polpa de banana, e conseqüentemente contribuiu para o aumento do teor de metanol nas bebidas produzidas.

Altas concentrações de metanol são comuns em aguardentes que utilizam banana como matéria prima, pois a formação de metanol é proveniente da degradação da pectina, devido à ação das enzimas (LARA, 2007). Nos destilados alcoólicos de frutas, principalmente

aqueles que passam por prensagem do bagaço, o teor encontrado é maior, porque substâncias pecticas contidas nas diferentes partes da fruta sofrem degradação pela ação de enzimas, principalmente as pectina-metilesterases. De acordo com Asquieri; Silva e Cândido (2009), a concentração de metanol está diretamente relacionada à natureza e à quantidade das substâncias pecticas na fruta e à concentração das enzimas que estão em contato com o substrato.

A acidez de uma cachaça é de grande importância, constituindo um fator de qualidade, uma vez que durante sua produção os ácidos reagem com os alcoóis presentes, aumentando a formação dos ésteres, que são um dos constituintes responsáveis pelo aroma da bebida. Porém, o excesso de acidez promove sabor indesejado e ligeiramente “agressivo” na aguardente, depreciando a qualidade da bebida (PINHEIRO, 2010).

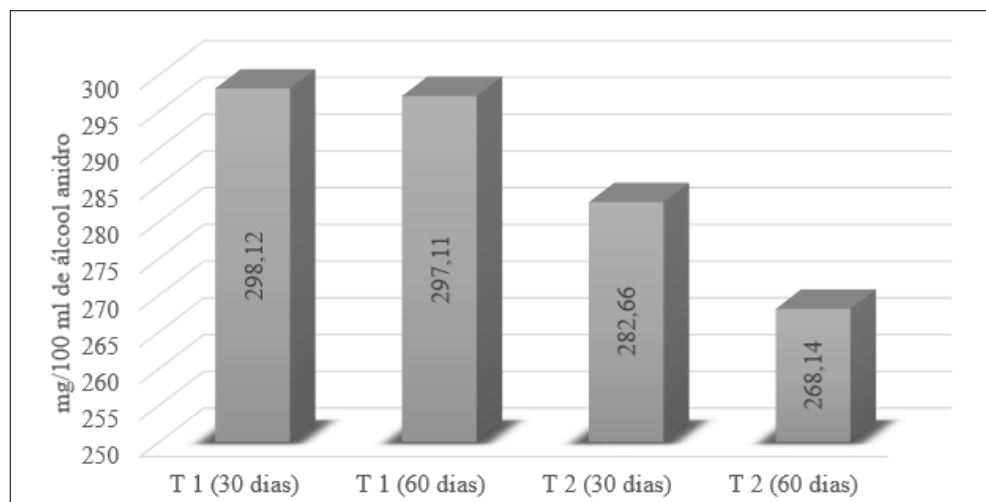
Os resultados de acidez das aguardentes produzidas não apresentaram diferença significativa durante o período de armazenamento e apresentaram-se dentro dos limites exigidos pela legislação, que é de no máximo, 100 mg ácido acético 100 mL⁻¹. As bebidas produzidas obtiveram valores de 66 e 49 mg ácido acético 100 mL⁻¹ para a aguardente de banana e de 39 e 25 mg ácido acético 100 mL⁻¹ para a aguardente de banana e abacaxi, durante o período de descanso. A obtenção de baixos valores de acidez é justificada pelas boas práticas de higiene durante todo o processo de fermentação alcoólica, pelo fato do nível de ácido acético estar diretamente ligado a contaminações por micro-organismos não desejáveis. O baixo teor de acidez caracteriza a aguardente produzida como um produto de boa qualidade (PARENTE, 2014). Deste modo, a acidez volátil é um importante parâmetro correlacionado às características sensoriais de bebidas alcoólicas destiladas (CAMPOS, 2001).

As concentrações de álcoois superiores obtidas no presente trabalho, apresentam uma pequena variação em sua quantidade de uma aguardente para a outra, e mostra-se dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira para aguardente de frutas de no máximo 300 mg 100 mL⁻¹ de AA, conforme mostra o gráfico da Figura 11.

O processo de hidrólise enzimática, centrifugação e temperatura baixa de fermentação para ambos os caldos, mostraram-se benéficos e eficientes no processo de produção de aguardente de banana e de banana e abacaxi. Uma vez que auxiliou de forma significativa no teor de álcoois superiores presentes nas aguardentes. Estudos de produção de aguardentes de frutas, especificamente na produção de aguardente de banana, apresentam teores de álcoois

superiores acima dos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente, esses altos teores possivelmente estariam relacionados com o processo de produção das bebidas, uma vez que na maioria dos casos são utilizadas leveduras impróprias para vinificação, e sim propícias para processos de panificação, como por exemplo a utilização de fermento presado úmido. Outro agravante encontrado na literatura, é a utilização de altas temperaturas de fermentação, o que provavelmente contribui para o desenvolvimento de constituintes químicos indesejáveis, como os álcoois superiores.

Figura 11 - Teor de álcoois superiores encontrados na aguardente de banana (T1) e na aguardente de banana e abacaxi (T2) após 30 e 60 dias de descanso.



O teor de álcoois superiores tem sido questão de grande discussão entre autores que produzem aguardentes de frutas. De acordo com MAIA (2006), a aeração do mosto durante a fermentação favorece a formação de álcoois superiores. O mesmo efeito pode advir da presença de materiais porosos no mosto, que funcionam como fonte de oxigênio. Por estes motivos optou-se em trabalhar com caldos centrifugados no processo fermentativo, visando reduzir o teor de álcoois superiores. Guimarães Filho (2003), ao produzir aguardente de banana da variedade Nanica, observou que no mosto, há a formação de uma camada espessa e porosa de materiais orgânicos, possibilitando o acesso de oxigênio do ar ao mosto, o que pode acarretar o aumento nos teores de álcoois superiores. A etapa de centrifugação utilizada no presente estudo, tornou o suco de banana menos viscoso, facilitando a fermentação e reduzindo a formação de camada espessa e porosa na superfície do mosto fermentativo.

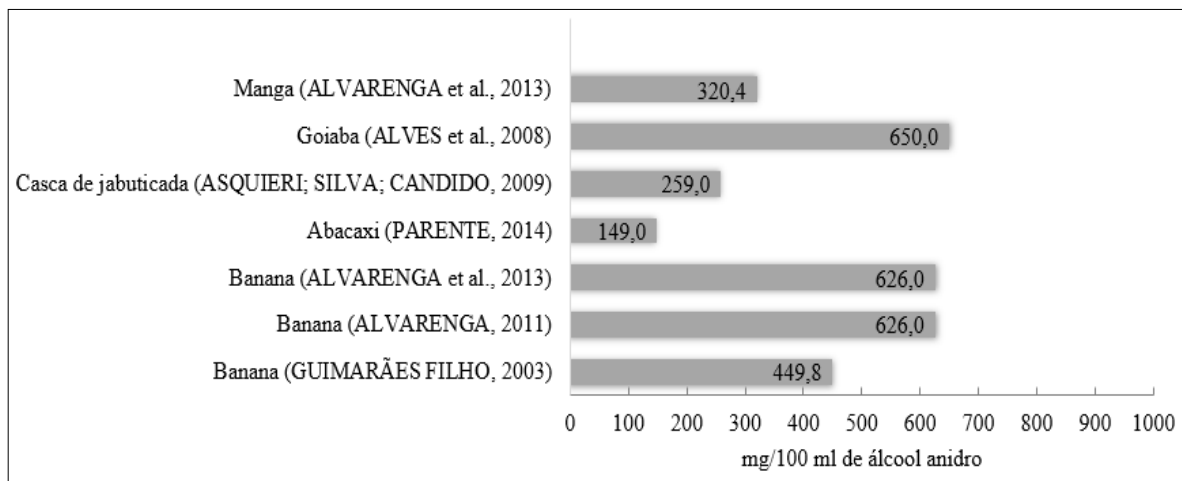
Outro aspecto importante a ser considerado é a linhagem de levedura utilizada no processo de fermentação dos caldos. O presente estudo optou por trabalhar com a levedura

Sacharomyces cerevisiae FX5, comumente utilizada em processos de vinificação em branco. Estudos apresentam quase que em sua totalidade linhagens de leveduras impróprias para processos de vinificação. Lara (2007), Alvarenga (2011) e Alvarenga et al. (2013) ao produzir aguardente de banana, utilizaram em suas pesquisas fermento prensado úmido, que são leveduras de panificação, e ambos encontraram teores de álcoois superior acima do limite permitido, como mostra o gráfico da Figura 12.

Altas temperaturas de fermentação também podem acarretar o aumento da concentração de álcoois superiores, sendo outro aspecto a ser considerado neste estudo que trabalhou com temperaturas de $16\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. As fermentações realizadas por Guimarães Filho (2003), em caldos de banana da variedade Nanicão, e por Lara (2007) em caldos de banana da variedade Prata ocorreram a temperatura ambiente. Os autores encontraram, em ambos os estudos teores de álcoois superiores na faixa de 449,8 e 410,1 mg 100 mL⁻¹ de AA, respectivamente, valores superiores ao limite estabelecido pela legislação vigente.

Em bibliografias sobre a produção de aguardente de frutas, os teores de álcoois superiores encontrados mostram-se quase que em sua totalidade acima dos valores máximos estabelecidos pela legislação brasileira, conforme representados no gráfico da Figura 12.

Figura 12 - Teores de álcoois superiores totais encontrados na literatura para aguardente de frutas.



Os álcoois superiores também atuam no aroma de bebidas alcoólicas e são produzidos, a partir da degradação de aminoácidos e sua produção tende a aumentar quando há lentidão no processo fermentativo. Variáveis como armazenamento prolongado, temperatura não controlada durante a fermentação, pH do mosto, níveis de inoculação, linhagem da levedura,

quantidade de nitrogênio presente, grau de aeração durante a fermentação, etc., influenciam no aumento desses álcoois superiores (CARUSO; NAGATO e ALABURDA, 2008).

A baixa concentração de álcoois superiores nas aguardentes de frutas produzidas demonstra que o uso da centrifugação do caldo fermentativo e o uso de baixa temperatura de fermentação ($16\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) podem influenciar quantitativamente a concentração de álcoois superiores. Parente (2014), Alvarenga (2011), Lara (2007) e Guimarães Filho (2003) trabalharam com temperaturas acima de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Estes concluíram que a temperatura de fermentação poderia estar influenciando no alto teor de álcoois superiores encontrado.

Guimarães Filho (2003), concluiu que a viscosidade do mosto utilizado para fermentação influencia na concentração de álcoois presentes nas bebidas. Alvarenga (2011) utilizou sacos de algodão para filtração dos caldos após a hidrólise enzimática e concluiu que esta etapa auxilia na redução do teor de metanol presente nas bebidas. Os teores de álcoois superiores não foram quantificados por Alvarenga (2011), ao avaliar o processo de filtração, mas como relata Guimarães Filho (2003), esta etapa reduz o teor destes compostos. Ambos os estudos foram realizados na produção de aguardente de banana, que tem por características a obtenção de caldos mais viscosos.

4.3.3 Fração “cauda”

A fração “cauda” é formada por compostos voláteis, cujo ponto de ebulição é superior a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, ou seja, que têm ponto de ebulição maior que o da água e que são solúveis em água, portanto o ácido acético (PE = $117\text{ }^{\circ}\text{C}$) e o furfural (PE = $167\text{ }^{\circ}\text{C}$) fazem parte deste grupo e são recolhidos no final da destilação. A passagem dos componentes da cauda para o destilado é rápida quando a ebulição é mais intensa (ALCARDE et al., 2010).

A Tabela 16 apresenta os valores determinados para os constituintes de fração “cauda” das aguardentes produzidas após 30 dias de repouso.

O teor alcoólico médio da fração “cauda” foi de 11,25% (v/v) para aguardente de banana e de 19,55% (v/v) para aguardente de banana e abacaxi. Alcarde et al. (2009) interrompeu seu processo de destilação quando a “cauda” atingiu um teor alcóólico de 15,79% (v/v).

Tabela 16 - Concentração dos principais constituintes da fração “cauda” da aguardente de banana e da aguardente de banana e abacaxi após 30 dias de repouso.

Componentes	Aguardente de banana	Aguardente de banana e abacaxi
Teor Alcoólico *	11,25 ^b	19,55 ^a
pH	3,69 ^b	4,20 ^a
Acidez Total ***	98,0 ^a	36,0 ^b
Acidez Volátil ***	73,0 ^a	30,0 ^b
Densidade **	0,985845 ^a	0,974044 ^b
Aldeídos ****	3,23 ^a	1,38 ^b
Ésteres *****	11,75 ^a	1,99 ^b
Álcoois Superiores *****	105,5 ^a	70,29 ^a
Metanol *****	875,7 ^a	244,44 ^b

Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística significativa, pelo teste de Tukey.

* Expresso em % v/v a 20 °C.

** Expresso em g cm⁻³.

*** Expresso em mg ácido acético 100 mL⁻¹.

**** Expresso em mg 100 mL⁻¹ de álcool anidro.

A fração “cauda” dos destilados apresentaram acidez total de 98 e 36 mg ácido acético 100 mL⁻¹ e acidez volátil de 73 e 30 mg ácido acético 100 mL⁻¹ para a aguardente de banana e de banana e abacaxi, respectivamente. Alcarde, Monteiro e Belluco (2012), obtiveram acidez volátil de 183,07 mg ácido acético 100 mL⁻¹ ao estudar diferentes cepas de leveduras em aguardente de cana. A acidez volátil apresenta comportamento típico de componentes de “cauda”, pois se volatilizaram principalmente nas frações finais do destilado (ALCARDE, MONTEIRO e BELLUCO, 2012).

Os teores de aldeídos variaram de 3,23 a 1,38 mg 100 mL⁻¹ de AA na aguardente de banana e na aguardente de banana e abacaxi, respectivamente. O teor de ésteres variou de 11,75 a 1,99 mg 100 mL⁻¹ de AA, nas aguardentes produzidas, respectivamente. Já ao estudar perfil físico-químico de aguardente de cana-de-açúcar Alcarde et al. (2009) detectou na fração “cauda” 2,92 mg 100 mL⁻¹ de AA de aldeídos e 1,45 mg 100 mL⁻¹ de AA de ésteres, mostrando a diminuição destes compostos, semelhante aos dados encontrados no presente trabalho para estes dois componentes na fração “cauda” da aguardente de banana e de banana e abacaxi produzidas.

A fração “cauda” da aguardente de banana expressou teores de álcoois superiores de 105,5 mg 100 mL⁻¹ de AA, por outro lado, a aguardente de banana e abacaxi apresentou 70,29 mg 100 mL⁻¹ de AA. Alcarde et al. (2009), ao estudar o perfil físico-químico de aguardente de cana-de-açúcar, encontrou um teor de álcoois superiores de 90,27 mg 100 mL⁻¹ de AA, sendo que a fração “coração” da aguardente apresentava 745,46 mg 100 mL⁻¹ de AA corroborando com os relatos da literatura de que esses teores tendem a diminuir na fração “cauda”.

O teor de metanol permaneceu elevado na fração “cauda” da aguardente de banana, 875,7 mg 100 mL⁻¹ de AA e 244,44 mg 100 mL⁻¹ de AA na aguardente de banana e abacaxi. Por outro lado, o teor de metanol, no estudo de Alcarde et al. (2009), sofreu uma diminuição na fração “cauda” passando de 890,75 mg 100 mL⁻¹ de AA da fração “coração” para 344,77 mg 100 mL⁻¹ de AA na fração “cauda”. Conforme mencionado anteriormente o excesso de metanol nas aguardentes está relacionado com a grande quantidade de pectina na matéria-prima utilizada para a produção de aguardente.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições dos experimentos, pode-se chegar as seguintes conclusões:

- Matérias-primas como banana e abacaxi representam uma boa fonte de nutrientes, uma vez que a polpa de banana é rica em potássio e a de abacaxi mostrou-se rica em manganês, bem como uma ótima fonte de potássio. Os frutos apresentaram-se dentro dos atributos de qualidade exigidos pelas indústrias processadoras, com rendimento de polpa superior a 40%.

- O suco de abacaxi utilizado para a produção de aguardente de banana e abacaxi, apresentou características físico-químicas favoráveis para a aplicação em processos biotecnológicos, como a acidez, o que favorece o seu uso no processo de elaboração de aguardente de frutas.

- As aguardentes de banana e de banana e abacaxi produzidas apresentaram os constituintes químicos majoritariamente dentro dos limites exigidos pela legislação brasileira para aguardente de frutas, com exceção apenas no teor de metanol.

- A etapa de centrifugação do caldo e a utilização de baixas temperaturas de fermentação mostraram-se benéficas na redução do teor de álcoois superiores nas aguardentes produzidas, apresentando-se como um fator relevante no processo de produção de aguardentes de frutas.

- Os teores de cobre encontrados nas aguardentes produzidas, apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, condição favorável as bebidas produzidas e também ao alambique utilizado uma vez que este, seja associado as principais incidências de cobre em bebidas destiladas.

- Esta pesquisa comprova a possibilidade do uso da banana e do abacaxi como matéria-prima para a elaboração de aguardente de frutas, focando sobretudo no aproveitamento de frutas fora do padrão de qualidade ou excedente de produção, porém devem ser realizados mais estudos para tentar diminuir o alto teor de metanol encontrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADÃO, R.; GLÓRIA, B. Bioactive amines and carbohydrates changes during ripening of “Prata” banana (*Musa acuminata* M. *balbisiana*). **Food Chemistry**, v. 90, n. 4, p. 705-711, 2005.
- ALCARDE, J. C.; RODELLA, A. A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N. et al.; (Ed). **Ciência do Solo**. Viçosa SBCS. v. 3, p. 291-334, 2003.
- ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A.; BOSQUEIRO, A. C.; BELLUCO, A. E. S. Perfil físico-químico de aguardente de cana-de-açúcar produzida por metodologias de dupla destilação em alambiques simples. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara. v. 20, n. 3, p. 499-506, jul./set. 2009.
- ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A.; BOSQUEIRO, A. C.; BELLUCO, A. E. S. Cinética de volatilização de componentes secundários da aguardente de cana-de-açúcar durante dupla destilação em alambique simples. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 4, p. 271-278, 2010.
- ALCARDE, A. R.; MONTEIRO, B. M. S.; BELLUCO, A. E. S. Composição química de aguardente de cana-de-açúcar fermentadas por diferentes cepas de leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. **Química Nova**. v. 35, n 8, p. 1612-1618, 2012.
- ALVARENGA, L. M. **Efeito do tratamento enzimático da polpa na produção de aguardente de manga**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006, 79 p. (Dissertação, mestrado em Ciência de Alimentos).
- ALVARENGA, R. M. **Avaliação de parâmetros da fermentação e da destilação para adequação dos teores de compostos secundários em aguardente de banana**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2011, 157 p. (Tese, doutorado em Ciência de Alimentos).
- ALVARENGA, L. M.; ALVARENGA, R. M.; DUTRA, M. B. L.; OLIVEIRA, E. S. Avaliação da fermentação e dos compostos secundários em aguardente de banana e manga. **Alimentos e Nutrição**. v. 24, n. 2, p. 195-201, abr./jun. 2013.
- ALVES, E. J (Ed). **A cultura da banana: Aspectos Técnicos, socioeconômicos e Agroindustriais**, 2. Ed. Brasília: EMBRAPA-SP, 1999. p. 545-585.
- ALVES, J. G. F.; TAVARES, L. S.; ANDRADE, C. J.; PERREIRA, G. G.; DUARTE, F. C.; CARNEIRO, J. D. S. Desenvolvimento, avaliação qualitativa, rendimento e custo de produção de aguardente de goiaba. **Brazilian Journal of Food Technology**. vol. 11, p. 64-88, 2008.
- AMORIM, H. V. **Processo de produção de álcool**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. p.50-80.
- ANDRADE, M. G. S.; SILVA, S. M.; SOARES, L. G.; LIMA, R. P.; SOUZA, A. S. B.; MELO, R. S. Aspectos de qualidade de infrutescências dos abacaxizeiros “Pérola” e “Vitória”. **AGROTEC Revista Agropecuária Técnica**. v. 36, n. 1, p. 96-102, 2015. Versão online ISSN 0100-7467 <http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/at/index>.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n° 150 de 28 de Maio de 1999. Para higienização dos equipamentos e utensílios utilizados para consumo humano. **Diário Oficial**. Brasília, DF. 01 de março de 1999.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18thed, Gaithersburg, Maryland, 2005.

AUORE, G.; PARFAIT, B.; FAHRASMANE, L. Bananas, raw materials for making processed food products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, p. 78-91, 2009.

ARRUDA, E. R. A. **Aproveitamento da batata (*Solanum tuberosum*) para a produção de álcool**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria. 48p.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. *Biología Industrial: Biotecnología na produção de alimentos*, v. 4. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação: biotecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983, v. 5, 43 p.

ASQUIERI, E. R.; SILVA, A. G. de M.; CANDIDO, M. A. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Goiânia/GO. p.896-904, 2009.

BAHIA. **Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrícola**. Frutas: a caminho de um grande mercado. Salvador: CER, 1996, 156p.

BERRY, D. R. Alcoholic beverage fermentations. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. (Eds.). *Fermented Beverage Production*. London: **Blackie Academic & Professional**, 1995. P. 32.32-44.

BERRY, D. R. Alcoholic beverage fermentations. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. *Beverages: origin and development*. **Flórida: Verlag Chemie**, 1983. p. 64-78.

BLEINROTH, E. W. Matéria Prima. In: MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; MARTIN, Z. J. de; SOUZA JUNIOR, A J. de; LARA J. C. de; HASHIZUMET, T.; MORETTI, V. A.; MARQUES, J. F. **Abacaxi: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL, 1978, p. 69-94.

BLEINROTH, E. W. Matéria-prima. In: MEDINA, J. C. et al. (Ed.) **Abacaxi: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. rev. ampl. Campinas: ITAL, 1987. p. 133-164.

BRANDÃO, E. M.; ANDRADE, C. T. Influência de fatores estruturais no processo de geleificação de pectinas de alto grau de metoxilação. Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 13, de 20 de junho de 2005: Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade

e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça. **Diário Oficial**. Brasília, DF. 30 de junho de 2005. Seção 1, p.3.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Portaria nº 65, de 23 de abril de 2008: regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de frutas. **Diário Oficial**. Brasília, DF. 24 de abril de 2008. Seção 1, p.11.

CAMPOS, L. M. A. S. **Estudo dos Parâmetros Fermentativos na Obtenção de Aguardente de Mel**. 2011. 167 p. Tese (Doutorado em Ciência). Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, São Paulo, 2011.

CANCELIER, A.; CAPELETTO, C.; PEREIRA, B. A.; TODESCATO, D.; COSTELLI, M. C. SILVA, A.; LOPES, T. J. Influência de parâmetros de processo na obtenção de bebida fermento-destilada de uva-japão (*Hoveniadelphic Thunberg*). **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 16, n. 1, p.59-67, jan./mar. 2013.

CANO, P.; ANCOS, B.; MATALIANA, C. M.; CAMAR, M.; REGIERO, G.; TABERNA, J. Difference Among Spanish and Latin America Banana Cultivar: Morfological, Chemical and Sensory Characteristics. **Food Chemistry**. v. 59. n. 3, p. 411-414. 1997.

CARDOSO, D.R.; LIMA-NETO, B.S.; FRANCO, D.W. Influência do material do destilador na composição química das aguardentes de cana. Parte II. **Química Nova**, vol. 26, n. 2, 165-169, 2003.

CARDOSO, M. G. **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: Editora UFLA, 2001. 263 p.

CARDOSO, M. G. **Produção de aguardente de cana**. 2ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 445 p.

CARUSO, M. S. F.; NAGATO, L. A. F.; ALABURDA, J. Avaliação do teor alcoólico e componentes secundários de cachaças. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 67, n. 1, p. 28-3, 2008.

CARVALHO, V. D.; BOTREL, N. Características da fruta para exportação. In: GORGATTI NETTO, A. et al. (Ed.) **Abacaxi para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1996. 41p. (Publicações Técnicas Frupep, 23).

CEAGESP (Companhia de Armazéns Gerais do Estado de São Paulo). Normas para Classificação de Frutas. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/produtos/produtos/banana>>. Acesso em: setembro 2014.

CEPA – Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola, Epagri, governo do estado de Santa Catarina. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina – 2009**. Disponível em:<http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/sintese_2009.pdf> Acesso em: outubro. 2015.

CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p.

CLETON, F. V. G.; MUTTON, M. J. R. Rendimento e Composição das aguardentes de cana, laranja e uva na utilização de lecitina no processo fermentativo. **Ciência Agrotecnologia**. Lavras, v. 28, p. 577-584, maio/jun, 2004.

CORDENUNSI, B.; SAURA-CALIXTO, F.; DIAZ-RUBIO, M. E.; ZULETA, A.; TINÉ, M. A.; BUCKERIDGE, M. S.; SILVA, G. B.; CARPIO, C.; GIUNTINI, E. B.; MENEZES, E. W.; LAJOLO, F. Carbohydrat e composition of ripe pineapple (cv. Perola) and the glycemic response in humans. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 282-288, 2010.

DALLA COSTA, E. R. **Perfil Analítico das Aguardentes Produzidas na Região Central do Rio Grande do Sul**, 2002. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

DENHAM, T.; HABERLE, S.; LENTFER, C. New evidence and revised interpretations of earty agriculture in Highland New Guinea. **Antiquity Journal**, v. 78, n. 302, p. 839-857, 2004.

EMBRAPA. **Banana Pós Colheita**. Informações Tecnológicas Brasília, DF, 2007. 72 p.

ENGAM, S. The influence of some aminoacids on the formation of higher aliphatic alcohol and esteres. **Journal Institute of Brewing**. London, v. 76, p. 254-256, 1970.

EPSTEIN, L. **Cultura – Abacaxi**, 1999. Disponível em:
<<http://www.seagri.ba.gov.br/Abacaxi,htm>> Acesso em: 19 set. 2014.

FARIA, J. B. et al. Cachaça, Pisco e Tequila. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. (Eds.). **Fermented beverage production**. 2 ed. New York: Klumer Academic/Plenum Publishers, 2003. Cap. 15, p. 335-363.

FAOSTAT. (2013). **World Banana Production 2012**. Disponível em:
<<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso em: Agosto 2014.

FARKAS, J. Causes of hydrogen sulphide off flavor in wine and methods of removal. **Vinohrad**, Bratislava 26 88-89, 1988.

FRANCO, A. C. Redestilação da cachaça. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil, 2008.

GARCIA-LLOBODANIN, L. **Potencial of Blanquilla pear variety to produce pear sperits: Influence of the fermentation and distillation conditions in the final quality**. Tese de Doutorado. Universitat Rovira I Virgili Spain, 2008. 187p.

GARCÍA L. M. H. **Desenvolvimento e caracterização de Bebida Mista a Base de Abacaxi e Banana**. Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, 2014. p. 127.

GIACOMELLI, E. J.; PY, C. **Abacaxi no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 101 p.

GIUDICI, P.; ZAMBONELLI, C.; KUNKEE, R. E. Increased production of n-propanol in wine by yeast strains having an impaired ability to form hydrogen sulfide. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 44, n. 1, p.17-21, 1993.

GODOY, R. C. B. **Estudo das variáveis de processo em doce de banana de corte elaborado com variedades resistentes a Sigatoka-negra**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, 2010.

GRANELLA, V. **Teores de metanol, álcoois superiores e rendimento do mosto durante a fermentação de uvas com o uso de enzimas pectinolíticas**. Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, 2004. 59 p.

GUIMARÃES FILHO, O. **Avaliação da produção artesanal de aguardente de banana utilizando *Saccharomyces cerevisiae* CA-1174**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, 2003. 82 p.

HART, H.; SCHUETZ, R.D. **Química orgânica**. Rio de Janeiro. Campus, 1983. Cap. 11, p. 218-244.

IBRAF (**Instituto Brasileiro de Frutas**). Disponível em: www.ibraf.com.br. Acesso em setembro 2014.

LARA, C. A. **Produção de aguardente de banana: emprego de enzimas pectinolíticas e efeito de fontes de nitrogênio e quantidade de inóculo na formação de álcoois superiores**. Dissertação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 74 p.

LÉAUTÉ, R. 1990. Distillation in alambic. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.41, n.1, p. 90-103.

LEHTONEN, M.; JOUBELA-ERIKSSON, P. **Volatile and nonvolatile compounds in the flavour of alcoholic beverages**. In: PIGGOTT, J. R. Flavour of distilled beverages: origin and development. Florida: Verlag Chemie international. 1983. p. 64-78.

LICHTENBERG, L. A. Colheita e Pós-colheita de Banana. **Informe Agropecuário**, v. 20. n. 196, p. 73-90, 1999.

LIMA NETO, B. S., BEZERRA, C. W. B.; POLASTRO, L. R.; CAMPOS, P.; NASCIMENTO, F. R.; FRANCO, D. W. O cobre em aguardentes brasileiras: sua quantificação e controle. **Química Nova**, São Paulo, v. 17, n. 3. p. 220-223, 1994.

LIMA, A. B. de. **Qualidade e conservação pós-colheita de abacaxis ‘pérola’ e ‘MS2’ sob manejo orgânico convencional na agricultura familiar**. Areia: UFCG/CCA, 2011. 211 p. (Tese de Doutorado).

LOPES, F. C. P. **Estudo de produção e avaliação físico-química e sensorial da aguardente de banana**. Tese de Monografia – Centro Universitário de Belo Horizonte, UNI_BH, 2005.

MAIA, A. B. R. A; Componentes secundários da aguardente. STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos, **Piracicaba**, v. 12 p. 29-34, 1994.

MAIA, A. B. R. 2006. **Tecnologia da Cachaça de Alambique**. SEBRAE-MG 129p.

MASCARENHAS, G. C. C. Banana: comercialização e mercados. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 196, p. 97-108, 1999.

MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; MARTIN, Z. J. de; SOUZA JUNIOR, A J. de; LARA J. C. de; HASHIZUMET, T.; MORETTI, V. A.; MARQUES, J. F. **Abacaxi: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL, 1978, p. 69-94.

MEDINA, J. C.; TRAVAGLINI, C. A.; OKADA, M.; MORETTI, V. A. Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas-SP, **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 1985. 423p.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T. et al. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. cap. 4, p. 171-224.

NASCIMENTO JUNIOR, B. B. Efeito de 1-Metilciclopropeno sobre a emissão dos ésteres voláteis de bananas ao longo do amadurecimento. **Química nova**, v. 31, n. 6, p. 1367-1370, 2008.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v.153, n. 2, p. 375-380, 1944.

NYKÄNEN, L.; NYKÄNEN, I. Distilled beverages. In: MAARSE, H. (Ed.) Volatile Compounds. In: **Food and Beverages**. New York: Marcel Dekker, Inc, 1991. p. 548-580.

OLIVEIRA, E. S. **Características fermentativas, formação de compostos voláteis e qualidade da aguardente de cana obtida por linhagens de leveduras isoladas de destilarias artesanais**. Campinas, UNICAMP, 2001. 135p. (Tese de Doutorado em Tecnologia em Alimentos).

OLIVEIRA, K. L.; AQUINO, N. S. M.; SANTOS, S. N.; COELHO, S. C. Produção de aguardente a partir da polpa do açaí. In: **VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação (VII CONNEPI)**. Palmas, Tocantins. 2012a.

OLIVEIRA, J. A. R.; CARVALHO, A. V.; MARTINS, L. H. S.; MOREIRA, D. K. T. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de estruturas de polpa concentrada de abacaxi. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n.a, p. 23-31, 2012b.

OSUJI, J. O. et al. Identification of the genomic constitution of musal lines (bananas, plantains and hybrids) using molecular cytogenetics. **Annal of Botany**, v. 80, p. 787-793, 1997.

PARAZZI, C.; ARTHUR, C. M.; LOPES, J. J. C.; BORGES, M. T. M. R. Avaliação e caracterização dos principais compostos químicos da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de carvalho (*Quercus* sp.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 193-199, 2008.

PARENTE, G. D. L. **Cinética da fermentação e da destilação na produção de aguardente de abacaxi**. 2014. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG). 77p.

PAULINO, A. S.; FERRO, J. H. A.; MÉLO, D. B. M Utilização de frutos de Banana “Prata” em estádio avançado de maturação para produção artesanal de aguardente. In: 62ª Reunião Anual da SBPC – Ciências do mar: herança para o futuro. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. 2010.

PEDREIRA, A. C. da C.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. Variação sazonal da qualidade do abacaxi cv. Pérola em Goiânia, estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 4, p. 262-268, 2008.

PEREIRA, M. A. B.; SIEBENEICHLER, S. C.; LORENÇONI, R.; ADORIAN, G. C.; SILVA, J. C.; GARCIA, R. B. M.; PEQUENO, D. N. L.; SOUZA, C. M.; BRITO, R. F. F. Qualidade do fruto de abacaxi comercializado pela Cooperfruto – Miranorte – TO. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 31, n. 4, p. 1048-1053, 2009.

PEREIRA, A. P. A. **Qualidade pós-colheita de frutos de abacaxi ‘perola’ e ‘turiçu’: influência das condições de armazenamento e avaliação sensorial**. Universidade Estadual do Maranhão, 84 p. 2013. (Dissertação de Mestrado).

PEROSA, J. M. Y.; SILVA, C. S.; ARNALDI, C. B. Avaliação das perdas de manga (*Mangifera indica* L.) no mercado varejista da cidade de Botucatu-SP. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 31, p. 732-738, 2009.

PINHEIRO, S. H. M. Avaliação sensorial das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique. Universidade Federal de Viçosa. 129 p. 2010. (Tese de Doutorado).

REINHARDT, D. H.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. S.; SANCHES, N. F.; MATOS, A. P. Review article Pérola and Smooth Cayenne pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests, diseases, yield and fruit quality aspects. **Fruits**, v. 57, n. 1 p. 43-53, 2002.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. da S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi. Produção: aspecto técnico**. Embrapa, Brasília. 2000. 77 p.

ROCHA, A. S. **Produção e avaliação físico-química da aguardente do fruto da palma forrageira (*Opuntiaficus – indica* Mill)**. Campina Grande: UFCG/CTRN,2008. 76p. (Dissertação de Mestrado).

SALDANHA, E. M. Bibliografia Brasileira de banana; Brasília-DF. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**, 1986. 257 p.

SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1984. v. 2, 194p.

SALINAS, R. D. Alimento e Nutrição: Introdução a Bromatologia. In: _____. **Alimentos e vegetais**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 164-181.

SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Departamento de Economia Rural**. 2015. Disponível em:
<www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2014_15.pdf. >
Acesso em: 24 jan. 2015.

SILVA, E. F. (2004). **Obtenção de Aguardente de Banana em Microescala: Caracterização do Processo e do Produto**. Dissertação, Mestrado em Ciência de Alimentos, Federal University of Paraíba, 112p.

SILVA, M. B. L.; CHAVES, B. P.; LELIS, V. G.; ALVARENGA, L. M.; ZUIM, D. R.; SILVA, P. H. A. Qualidade Físico Química e Sensorial de aguardente de polpa de banana e banana integral submetidas a hidrólise enzimática. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 2, p. 217-221, 2009.

SILVA, C. G. da. **Otimização da fabricação da aguardente de algaroba e aproveitamento dos resíduos sólidos em produtos alimentares**. Campina Grande: UFCG/CCT, 2009. 235 p. (Tese de Doutorado).

SILVA, M. C.; AZEVEDO, L. C. de; CARVALHO, M. M. de; SÁ, A. G.B. de; LIMA, M. S. Produção e avaliação de aguardente de manga envelhecida com chips de carvalho francês e umburana de cheiro. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 5, 2011, Maceió. **Anais**. Maceió: Centro de convenções, 2011.

SOUSA, E. B.; CARVALHO, F. W. A.; WANDERLEY, R. O. S.; SILVA, E. R.; ANDRADE, J. A. M.; WANDERLEY, P. A. **Composição físico-química da Banana Prata (*Musa sapientum*) comercializada em quatro cidades do Sertão da Paraíba**. In: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação – Ciência, tecnologia e inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional. Palmas, Tocantins. 2012.

STELLA, F. M. **Efeito da filtração com resinas iônica sobre a qualidade da cachaça**. Curitiba. Universidade Federal do Paraná, 2010. 98p. (Dissertação, Mestrado em Tecnologia de Alimento).

TACO – Tabela de Composição de alimentos / **Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação - UNICAMP**. 4ª ed. Campinas, 2011.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C. BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. (Boletim Técnico, 5). 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174 p.

THÉ, P. M. P.; NUNES, R. P.; MOREIRA DA SILVA, L. I. M.; ARAÚJO, B. M. Características físicas, físico-químicas, químicas e atividade enzimática de abacaxi cv. *Smooth Cayenne* recém colhido. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 273-281, abr./jun. 2010.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. 1. Ed. São Paulo; Editora Blucher, 2010. 85-225 p.

ANEXOS

ANEXO A – PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE PARA AGUARDENTE DE FRUTAS (BRASIL, 2008).

Unidade	Componentes	Limite	
		Mínimo	Máximo
Graduação alcoólica	% em volume	36	54
Acidez volátil, em ácido acético	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	100
Ésteres, em acetato de etila	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	250
Aldeídos, em aldeído acético	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	30
Furfural	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	5
Álcool superior	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	360
Congêneres	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	200	650
Álcool metílico	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	20
Cobre	mg L ⁻¹	-	5

ANEXO B - PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE PARA AGUARDENTE DE CANA E PARA CACHAÇA (BRASIL, 2005).

Unidade	Componentes	Limite	
		Mínimo	Máximo
Graduação alcoólica	% em volume	38	54
Acidez volátil, em ácido acético	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	150
Ésteres, em acetato de etila	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	200
Aldeídos, em aldeído acético	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	30
Furfural + Hidroximetilfurfural	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	5
Álcool superiores *	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	360
Congêneres **	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	200	650
Álcool metílico	mg 100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	20
Cobre	mg L ⁻¹	-	5
Extrato Seco	g L ⁻¹		6 ***

* Álcoois Superiores = (isobutílico + isoamílicos + n-propílico).

** Congêneres = (acidez volátil + ésteres + aldeídos + furfural/hidroximetilfurfural + álcoois superiores).

*** Aguardente de cana ou cachaça “adoçada” = máximo 30 g L⁻¹.