



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DA AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA DE PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

MONOGRAFIA CIENTÍFICA

Produção de destilado à base de casca e polpa de banana (*Musa spp*).

Monografia apresentada e defendida como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em
Engenharia de Processamento de Alimentos

Autor: Castíssima Beatriz António

Tutor: Enoque Moiane

Lionde, Outubro de 2023



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia de licenciatura sobre: Produção de destilado à base de casca e polpa de banana (*Musa spp*), apresentada ao Curso de Engenharia de Processamento de Alimentos na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Processamento de Alimentos.

Monografia defendida e aprovada em 28 de Setembro de 2023

Júri

Presidente: Enoque Moiane
(Eng^o. Enoque Francisco Moiane, MSc)

Avaliador 1: Raimundo Rafael Gamela
(Dr. Raimundo Rafael Gamela, PhD)

Avaliador 2: Angélica A. Machalela
(Eng^a. Angélica Agostinho Machalela, MSc)

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE EQUAÇÕES	i
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	ii
DECLARAÇÃO	Error! Bookmark not defined.
DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema e justificativa.....	2
1.1.1. Objectivos.....	3
1.1.2. Geral.....	3
1.1.3. Específicos	3
1.1.4. Hipóteses	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Conceito e origem da banana	4
2.2. Taxonomia e classificação da bananeira	4
2.3. Composição química e nutricional.....	5
2.4. Produção e mercado mundial	6
2.5. Produção em Moçambique.....	6
2.6. Casca de banana	7
2.7.1. Suco.....	8
2.7.2. Farinha.....	8
2.7.3. Licor de frutas (banana)	9
2.8. Bebidas alcoólicas	9
2.8.1. Bebidas alcoólicas fermento-destiladas	9
2.8.2. Aguardente de fruta.....	10
2.8.3. Caracterização e classificação da aguardente.....	11
2.9. Componentes do destilado	13

2.9.1.	Açúcar	13
2.9.2.	Leveduras	13
2.9.3.	Água	14
2.10.	Processo produtivo	14
2.10.1.	Preparo do mosto.....	15
2.10.2.	Fermentação alcoólica.....	15
2.10.3.	Destilação	16
2.11.	Análises físico-químicas	17
2.11.1.	Grau alcoólico	17
2.11.2.	Teor de acidez titulável e pH.....	17
2.11.3.	Sólidos solúveis totais	18
2.11.4.	Rendimento alcoólico.....	18
2.11.5.	Cinética fermentativa	19
3.	METODOLOGIA	21
3.1.	Localização da área de estudo.....	21
3.2.	Materiais.....	21
3.2.1.	Métodos.....	21
3.2.2.	Formulações	22
3.2.3.	Fluxograma de produção do destilado de casca e polpa de banana	22
3.2.5.	Aquisição da matéria-prima	23
3.2.6.	Seleccção e limpeza	23
3.2.7.	Pesagem.....	23
3.2.9.	Preparo do mosto.....	23
3.2.10.	Tratamento térmico	24
3.2.11.	Resfriamento	24
3.2.12.	Fermentação	24
3.2.13.	Filtração.....	25
3.2.14.	Destilação	25
3.2.15.	Envase	25
3.3.	Análises físico-químicas	25
3.3.1.	Acidez total titulável	25

3.3.2.	pH.....	26
3.3.3.	Teor de sólidos solúveis	26
3.3.4.	Grau alcoólico	26
3.4.	Análise estatística.....	27
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1.	pH.....	28
4.2.	Sólidos solúveis totais	29
4.3.	Acidez total titulável	29
4.4.	Cinética do processo fermentativo	30
4.4.1.	Comportamento dos sólidos solúveis totais	30
4.4.2.	Comportamento do pH ao longo do tempo da fermentação.....	32
4.4.3.	Comportamento da acidez total titulável.....	34
4.4.4.	Comportamento do etanol ao longo do tempo da fermentação.....	35
4.5.	Análises físico-químicas do destilado de banana.	36
4.5.1.	pH.....	37
4.5.2.	Acidez total titulável	37
4.5.3.	Teor alcoólico.....	38
4.5.4.	Rendimento alcoólico.....	39
5.	CONCLUSÃO	41
6.	RECOMENDAÇÕES	42
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
8.	ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Legislação moçambicana para aguardente natural.	12
Tabela 2: Legislação brasileira, teores máximos permitidos de cada componente volátil na aguardente de frutas.	12
Tabela 3: Relação dos materiais necessários para realização do estudo.	21
Tabela 4: Quantidades dos componentes em percentagens de formulação de destilado de banana.	22
Tabela 5: Análises físico-químicas do mosto de banana.	28
Tabela 6: Análises físico-químicas do destilado de banana.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Grau de coloração em função a maturação da banana e o seu tamanho.	8
Figura 2: Fluxograma de processamento do destilado de banana.	14
Figura 3: Processo produtivo do destilado de banana.	22
Figura 4: Comportamento dos sólidos solúveis totais ao longo do tempo da fermentação.	31
Figura 5: Comportamento do pH ao longo do tempo da fermentação.	32
Figura 6: Comportamento da acidez total titulável ao longo do tempo da fermentação.	34
Figura 7: Comportamento do etanol ao longo do tempo da fermentação.	35

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1: Reacção fermentativa.	15
Equação 2: Equação Gay Lussac:	19
Equação 3: Cálculo de acidez total titulável.	25
Equação 4: Cálculo do rendimento alcoólico.	27

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ISPG	Instituto Superior Politécnico de Gaza
FAO	Food and Agriculture Organization of United Nations
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
INE	Instituto Nacional de Estatística
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
ANOVA	Análise de Variância
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agro-pecuárias
MADER	Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural
°C	Graus celsius
° Brix	Graus brix
°GL	Gay Lussac
%	Porcentagem
% V/V	Porcentagem em volume
g	Gramas
pH	Potencial de hidrogénio
Kg	Quilogramas
ml	Mililitros
mg	Miligramas
CaO	Óxido de cálcio
CO ₂	Dióxido de carbono
Ca	Cálcio
P	Fósforo



DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação de curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do (s) meu (s) tutor (es), o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, 06 de Dezembro de 2023

Castíssima António
(Castíssima Beatriz António)

DEDICATÓRIA

A minha mãe Neli Jordão Matimule (in memorian) por ter sido o melhor exemplo de mulher que eu poderia ter, minha eterna inspiração e ao meu pai António Victorino.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A DEUS por me permitir de forma tão generosa a oportunidade de realizar esse trabalho me protegendo em todos os momentos da minha vida, agradeço por toda honra e glória.

Ao meu supervisor Eng.º. Enoque Moiane pela atenção, orientação, estímulo, por toda sua paciência e confiança depositada em meu trabalho.

Mãe trouxe-me ao mundo entre lágrimas e dificuldades lutou, deste tudo de ti sem esperar nada em troca, só tenho a agradecer. O teu carinho, bondade e zelo norteiam sempre os meus actos, a tua dedicação e sabedoria dia-pós-dia foram gestos supremos de demonstrar teu amor por mim.

Obrigada mãe pelo exemplo de determinação, graças a ti, aprendi a praticar a gratidão, obrigada minha eterna heroína por mais uma lição.

Ao meu pai António Victorino obrigada por ser tão presente, sempre me apoiar e me apontar a direcção, por nunca desistir da minha educação e acima de tudo agradeço lhe por nunca deixar faltar amor, carinho, atenção e apoio, e rogo a Deus todos dias para que esse sentimento nunca mude, mais uma vez mãe, obrigada pois fez uma boa escolha em colocar seu irmão como meu pai e deixou-me em boas mãos, ser-lhe-ei eternamente grata pai.

A Marcela Branco é muita gratidão que tenho em meu coração, a vida me presenteou com a senhora como tia e as circunstâncias te tornaram uma segunda mãe para mim, contigo aprendi muito sobre a vida e saiba que para sempre levarei os seus ensinamentos comigo, hoje sou-lhe grata por fazer parte da minha vida e ser aquela mãe que sempre esteve presente para me apontar o caminho quando perdia a direcção.

Aos meus irmãos Amâncio, Cidália, Valdemiro e Eutica Dorca, obrigada por fazerem parte da minha vida e dessa conquista.

Aos meus primos Shelton, Alexandrina, António Júnior, Celso, Beatriz Eugénia e em especial ao Élcio Matimula.

Aos meus sobrinhos dizer que tia ama muito vocês e que esse agradecimento sirva de motivação e um chamado para o vosso sucesso, aos meus cunhados obrigada por fazerem parte dessa conquista.

Aos meus tios Sebastião Matimule, Lúcia Mafuiane e Rodrigues Novela, endereço-lhes o meu mais profundo agradecimento por todo apoio a mim dado, e desejo que Deus os guarde e que tudo que fizeram por mim, recebam em dobro em forma de bênção divina.

Ao meu namorado Celestino Quarenta por estar sempre ao meu lado durante todo o percurso dando apoio emocional, incentivo, motivação e por me transmitir segurança em momentos de incertezas, obrigada por seres esse ser incrível, pela compreensão e por fazer parte da minha vida e dessa conquista.

Aos meus colegas, amigos (Ana, Zuleide, Rosária, Benedito e Ezequiel) e a todos que directa ou indirectamente fizeram parte ou apoiaram durante a caminhada.

A todos docentes do Instituto Superior Politécnico de Gaza, em especial aos docentes da Engenharia de Processamento de Alimentos, vai o meu agradecimento de todo o coração, pois vocês foram a peça-chave para que esse momento se tornasse uma realidade.

RESUMO

A banana é uma das frutas mais populares do mundo, sendo consumida não somente *in natura*, mas também processada, podendo ser aproveitada em todas as fases de amadurecimento. Aguardente (destilado) de fruta é uma bebida com graduação alcoólica de 36 a 54% em volume, a 20°C, obtida de destilado alcoólico simples de fruta, ou pela destilação do mosto fermentado de fruta. O presente estudo, teve como objectivo produzir e avaliar as características físico-químicas do destilado (aguardente) à base de casca e polpa de banana. O estudo foi realizado no laboratório do ISPG na secção de Agro-processamento de alimentos, onde foram desenvolvidas três formulações de destilado à base de casca e polpa de banana (F1- com 30% de casca e polpa de banana, 4,5% de açúcar, 0,5% de levedura e 65% de água; F2- com 30% de polpa de banana, 4,5% de açúcar, 0,5% de levedura e 65% de água e F3- com 25% de casca de banana, 9,5% de açúcar, 0,5% de levedura e 65% de água). Foram realizadas análises físico-químicas de sólidos solúveis totais que foram determinados por refractometria, pH pelo método potenciométrico, acidez total titulável pelo método de titulação volumétrica, determinação do teor alcoólico (°GL) medido pelo alcoómetro e cálculo do rendimento. Os dados foram avaliados usando o pacote estatístico Minitab versão 18.1 em esquema de DIC com três tratamentos e três repetições (3×3) a nível de significância de 5% pelo teste de Tukey. Os resultados obtidos no processo de produção de destilado de casca e polpa de banana demonstraram que tanto a casca assim como a polpa podem ser alternativa viável para a diversificação da matéria-prima para produção de destilados, tendo-se encontrado na análise das características físico-químicas do mosto resultados que variaram de 5,27 para F1, 4,81 para F2 e 5,29 para F3 na análise de pH; 8,66 para F1: 9,36 para F2 e 11,40 para F3 de sólidos solúveis totais; e para acidez total titulável obteve-se para F1: 1,49, F2: 3,14 e para F3: 4,44. Quanto aos resultados dos parâmetros físicos-químicos do destilado de casca e polpa de banana mostraram que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) do teste de Tukey. Tendo obtido para a análise de pH: F1: 5,31, F2: 5,30 e F3: 5,37; para acidez total F1: 0,59, F2: 0,64 e F3: 0,65, para o teor alcoólico os resultados variaram de 53,66 para F1, 52,0 para F2 e 52,33 para F3 e por fim o rendimento alcoólico variou de 3,30 em F1, 2,10 em F2 e 2,48 em F3, sendo que das três formulações elaboradas, a formulação 1 foi a melhor em relação a segunda e terceira formulações. Contudo, com os resultados obtidos no processo de produção de destilado de casca e polpa de banana, é possível concluir que a banana é uma boa alternativa para se reaproveitar o excedente da sua produção gerando uma nova renda aos produtores do destilado e dando a oportunidade de se variar a matéria-prima de produção nas destilarias.

Palavras-chave: Destilado, polpa de banana, casca de banana, características físico-químicas.

ABSTRACT

Banana is one of the most popular fruits in the world, being consumed not only in natura, but also processed, and can be used in all stages of ripening. Fruit brandy (distilled) is a beverage with an alcoholic strength of 36 to 54% by volume, at 20°C, obtained from simple alcoholic fruit distillate, or by the distillation of fermented fruit must. The present study aimed to produce and evaluate the physicochemical characteristics of the distillate (brandy) based on banana peel and pulp. The study was carried out at the ISPG laboratory in the Agro-food processing section, where three distillate formulations based on banana peel and pulp were developed (F1- with 30% banana peel and pulp, 4.5% sugar, 0.5% yeast and 65% water; F2- with 30% banana pulp, 4.5% sugar, 0.5% yeast and 65% water and F3- with 25% peel banana, 9.5% sugar, 0.5% yeast and 65% water). Physical-chemical analyzes of total soluble solids were carried out, which were determined by refractometry, pH by the potentiometric method, total acidity titratable by the volumetric titration method, determination of the alcoholic content (°GL) measured by the alcoholometer and calculation of the yield. Data were evaluated using the Minitab statistical package version 18.1 in a DIC scheme with three treatments and three replications (3×3) at a significance level of 5% by Tukey's test. The results obtained in the production process of banana peel and pulp distillate demonstrated that both the peel and the pulp can be a viable alternative for the diversification of the raw material for the production of distillates, having been found in the analysis of the physical- wort chemistry results that varied from 5.27 for F1, 4.81 for F2 and 5.29 for F3 in the pH analysis; 8.66 for F1: 9.36 for F2 and 11.40 for F3 of total soluble solids; and for total titratable acidity it was obtained for F1: 1.49, F2: 3.14 and for F3: 4.44. As for the results of the physical-chemical parameters of the banana peel and pulp distillate, they showed that there were no significant differences ($P > 0.05$) in the Tukey test. Having obtained for the pH analysis: F1: 5.31, F2: 5.30 and F3: 5.37; for total acidity F1: 0.59, F2: 0.64 and F3: 0.65, for alcohol content the results varied from 53.66 for F1, 52.0 for F2 and 52.33 for F3 and finally the alcoholic yield ranged from 3.30 in F1, 2.10 in F2 and 2.48 in F3. However, with the results obtained in the production process of banana peel and pulp distillate, it is possible to conclude that the banana is a good alternative to reuse the surplus of its production, generating a new income to the producers of the distillate and giving the opportunity to if the raw material for production in the distilleries varies.

Keywords: Distillate, banana pulp, banana peel, physicochemical characteristics.

1. INTRODUÇÃO

A banana é a terceira fruta mais cultivada em Moçambique depois da papaia e manga, constituindo uma importante fonte de renda para as comunidades rurais e suburbanas em todo o país (Monjane e Penicela, 2014).

De acordo com o Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (2021), Moçambique produz cerca de 500,000 toneladas/ano de banana e a produção é feita por dois sectores (familiar que é responsável por 74,5% e comercial responsável por 25,5%). O sector comercial é actualmente constituído por dezanove empresas a produzirem nas províncias de Maputo, Gaza, Manica, Nampula e Cabo Delgado, com mais de 70% da produção destinada à exportação.

No ano de 2013, a área colhida com banana foi de 5.079.009,22 hectares com uma produção de mais de 10 mil toneladas, resultando em uma produtividade média de 21.010,83 Kg/ha (Lorena, 2015).

Segundo Alvarenga *et al.*, (2013) qualquer vegetal ou fruto que contenha açúcar e outros nutrientes para o desenvolvimento das leveduras durante a fermentação pode servir de substrato para a produção de bebidas alcoólicas.

A banana no seu estado maduro pode ser utilizada para a produção de bebida, visto que, quando verde, possui carboidratos armazenados na forma de amido, sendo estes convertidos por hidrólise enzimática natural em açúcares prontamente fermentescíveis durante o amadurecimento. Na produção do destilado de banana permite-se aproveitar a fruta em seu último estágio de maturação e com injúrias (Moro, 2016).

A destilação deve ser feita de modo a preservar o aroma e o sabor característico do destilado e os elementos naturais voláteis presentes no mosto fermentado. Pode-se produzir aguardente de banana com a fruta verde ou madura, sendo que quando for verde, necessita de uma quebra de carboidratos que se encontram na forma de amido (através de hidrólise enzimática ou calor e pressão) e para a sua produção com banana madura, a fruta deve estar no último estágio de maturação, onde é encontrado alto teor de açúcares fermentescíveis em comparação com a banana verde (Sampaio, 2020).

A industrialização da banana para produção de aguardentes representa uma alternativa no aproveitamento de excedentes de sua produção e de frutos que se encontram fora dos padrões de qualidade para o consumo *in natura* de igual forma que promove o acréscimo de vida de prateleira e agrega valor a esse produto (Moro, 2016). O presente trabalho teve como objectivo produzir e avaliar as características físico-químicas do destilado à base de casca e polpa de banana.

1.1.Problema e justificativa

A banana tem grande potencial de suprir a carência das destilarias, visto que o maior consumidor é interno e o seu consumo se dá em grande parte *in natura* (Melo, 2018).

Assim sendo, o destilado de banana pode ser produzido no período em que se contempla a colheita de cana-de-açúcar para a produção do destilado, reaproveitando dessa forma as instalações usadas para a sua produção (Matos, 2015).

Visto que a banana tem um grande potencial para suprir a produção de bebidas destiladas, devido a sua composição química que é rica em carboidratos tanto na polpa assim como na casca, surge uma necessidade de se implementar uma nova tecnologia de processamento de banana como uma fonte alternativa de diversificação da matéria-prima e aproveitamento da casca que contém nutrientes necessários que são facilmente metabolizados por microorganismos devido à sua natureza orgânica, para produção de destilado, visto que a fruta quando encontrada no seu estado maduro é rica em vitaminas que são factores importantes no processo da fermentação alcoólica para a produção de destilados.

Há necessidade de avaliar se o destilado de banana é uma boa alternativa para reaproveitar o excedente de sua produção, visto que encontra-se disponível em toda época do ano, e se pode gerar uma nova renda aos produtores e dar a oportunidade de variar a matéria-prima de produção nas destilarias.

O destilado é a bebida mais consumida no mundo, considerando o seu sabor, aroma e teor alcoólico característico, com mais de 30 mil produtores no mundo, com dependência da matéria-prima (cana-de-açúcar) para a sua produção, onde a colheita ocorre a cada 6 meses por ano,

fazendo com que os produtores do destilado sejam dependentes e procurem utilizar novas fontes para suprir a demanda do mercado consumidor.

O desenvolvimento do mercado consumidor e a busca de novas fontes de matéria-prima para suprir a demanda do consumo do destilado faz com que novas tecnologias e fontes de matéria-prima para se obter o produto sejam necessárias, no entanto surge um problema relacionado com a dependência da matéria-prima e o descarte das cascas de banana sem o devido tratamento prévio para a redução das suas características físico-químicas que contém maior quantidade de nutrientes que são essenciais para o desenvolvimento de microorganismos durante o processo da fermentação.

1.1.1. Objectivos

1.1.2. Geral

- Produzir e avaliar as características físico-químicas do destilado à base de casca e polpa de banana.

1.1.3. Específicos

- Determinar as características físico-químicas do mosto e do destilado produzido à base de casca e polpa de banana;
- Controlar a cinética do fermentado à base de casca e polpa de banana;
- Determinar o rendimento alcoólico do destilado produzido à base de casca e polpa de banana.

1.1.4. Hipóteses

H₀: As formulações do destilado produzido à base de casca e polpa de banana não apresentam características físico-químicas que favorecem o seu uso como alternativa para a diversificação da matéria-prima na produção de destilados e geram uma nova renda aos produtores;

H_a: As formulações do destilado produzido à base de casca e polpa de banana apresentam características físico-químicas que favorecem o seu uso como alternativa para a diversificação da matéria-prima na produção de destilados e geraram uma nova renda aos produtores.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Conceito e origem da banana

A banana (*Musa spp.*) é uma fruta cultivada em diversos países tropicais e é a mais consumida mundialmente. É originária do continente Asiático, mas adapta-se bem nos países tropicais. É um fruto climatérico (continua com seu desenvolvimento mesmo depois de colhida) (Souza, 2014).

A banana é uma das frutas mais populares do mundo, sendo consumida não somente *in natura*, mas também processada, e vem ganhado destaque após estudos revelarem que pode ser explorada como uma fonte alimentar barata e rica em fibras dietéticas (Alvarado-Jasso *et al.*, 2020).

A banana é a fruta mais consumida no mundo, possui em sua composição vitaminas A, B e C, apresenta três açúcares naturais (sacarose, frutose e glicose). É cultivada principalmente em regiões tropicais e é uma cultura perene e de crescimento rápido, os frutos podem ser colhidos durante todo ano e são importantes para a economia de países em desenvolvimento (FAO, 2019).

2.2. Taxonomia e classificação da bananeira

As bananeiras produtoras de frutos comestíveis são plantas da classe das *Monocotyledoneae*, ordem *Scitaminales*, família *Musaceae*. Consideram-se que elas são derivadas das espécies selvagens *Musa acuminata* (AA) e *Musa balbisiana* (BB) (Lima, 2017).

Actualmente, cada cultivar contém combinações de genomas que são denominados pelas letras A e B, sendo A para espécie *M. acuminata* e B para espécie *M. balbisiana*, cujas combinações resultam em grupos diplóide (AA, BB e AB), triplóides (AAA, AAB, ABB) e tetraplóides (AAAA, AAAB, AABB, ABBB) (Martins, 2018).

A bananeira é uma planta monocotiledónea e herbácea, apresenta um rizoma (caule subterrâneo) de onde saem as raízes primárias em grupos de três ou quatro, totalizando 200 a 500 raízes com espessura menor que 0,5 mm, e pode atingir até 8mm, são brancas e tenras quando novas e são saudáveis, tornando-se amareladas e endurecidas com o tempo. O sistema radicular é fasciculado, podendo atingir até 5m dependendo da variedade e das condições do solo. O pseudocaulé é formado por bainhas foliares, terminando com uma copa de folhas compridas e largas, com nervura central desenvolvida. A inflorescência sai do centro da copa, apresentando

brácteas ovaladas de coloração geralmente roxo-avermelhada, em cujas axilas nascem as flores. A cada conjunto de flores formam-se as pencas, apresentando número variável de frutos, dependendo da variedade (Almeida, 2020).

2.3. Composição química e nutricional

A banana no seu estado verde-imatura e verde-matura possui amidos e taninos, que são responsáveis pelo sabor característico da fruta, e no estado maduro, apresenta aproximadamente 70% de água, baixa percentagem de proteínas e gorduras, é rica em carboidratos de fácil digestibilidade e é boa fonte de vitaminas A, B1, B2 e C (Teodato, 2016).

O seu aroma é destacado pelos compostos acetato de isoamila, butirato de isoamila, isobutirato de isoamila e isovalerato de isoamila que estão presentes na sua composição, desempenhando papéis importantes na intensificação do sabor. Como componentes químicos importantes da banana estão presentes cerca de 19 a 25% de sólidos solúveis com 18 a 20% de carboidratos. A banana verde contém 17,5 a 25,9% de amido que durante o amadurecimento é transformado em açúcares solúveis (sacarose, glicose e frutose), os lipídios são inferiores a 0,5% e as proteínas tem de 0,9 a 1,5% da polpa, os componentes minerais representam de 0,8 a 1,2% dominando os sais de fósforo, potássio, magnésio, cálcio e ferro. As vitaminas mais importantes na banana são a tiamina (vitamina B1) e a riboflavina (vitamina B2) (Moro, 2016).

A banana é um alimento energético, com cerca de 100cal/100g de polpa, contém cerca de 1 a 1,3g/100g de proteínas, gorduras de 0,37 a 0,48g/100g, 23 a 32g/100g de carboidratos e vitaminas A, B e C, possui baixo valor calórico, de 90 a 120kcal/100g. Possui uma variável fonte de minerais, sendo um importante componente na alimentação em todo o mundo, com particular destaque para Moçambique devido a sua utilização objectivando o suprimento de necessidades dos micronutrientes essenciais principalmente as vitaminas do complexo B (Nathália, 2021).

A casca possui nutrientes em quantidades maiores comparado com polpa, dentre as quais se destacam as fibras (que auxiliam a sensação de saciedade e melhor metabolismo de macronutrientes devido a sua digestibilidade) vitaminas antioxidantes, vitamina C e alto teor de açúcares (Oliveira e Pandolfi, 2020).

A banana apresenta limitações no seu consumo, dentre os limitantes, encontra-se o rápido escurecimento e amadurecimento do fruto, que está associado à acção enzimática da peroxidase e polifenoloxidase, que estão presentes na polpa e têm sua actividade aumentada quando submetida ao corte ou descasque devido à quantidade de água presente na banana (Nascimento, 2017).

2.4. Produção e mercado mundial

A produção mundial de banana destinada ao consumo *in natura* atingiu cerca de 73 milhões de toneladas em 2004. Sendo o maior produtor a Índia, responsável por 23% do total da produção. O continente africano é o menor produtor mundial, em 2004 a Uganda representou com 30% da produção, seguida da Colômbia com 20% e a Ruanda com 8% da produção (Barnabé, 2014).

De 2017 a 2019 estima-se que a produção média alavancou para 116 milhões de toneladas, gerando um valor aproximado de 31 milhões (FAO, 2019). A produção da banana, apresenta um impacto socioeconómico nas regiões onde ocorre, podendo fornecer campos de trabalho para várias habitantes, gera renda e contribui para o desenvolvimento económico do local.

De acordo com a (FAOSTAT, 2014), foi elaborada uma lista dos 20 países maiores produtores da banana, estando à Índia, China, Filipinas, o Equador e Brasil nos 06 países do topo da lista e os 05 países que estão na base correspondem os Camarões, a Quênia, o Burundi, o Egipto, a Papua (Nova Guiné) e a República Dominicana.

2.5. Produção em Moçambique

A banana é de grande importância socioeconómica no país, contribuindo para o bem-estar geral das comunidades rurais, para a segurança alimentar, geração de renda e criação de empregos. A banana tem um valor de produção anual de cerca de 16 mil milhões de meticais e contribui em cerca de 4,9% no valor da agricultura em Moçambique (MADER, 2021).

É a sexta cultura de maior contribuição, cerca de 963,000 famílias moçambicanas tem a banana como uma das fontes de renda, ocupando 6,274 trabalhadores permanentes na produção comercial, para além de contribuir para 6,150 fretes de camiões de 30 toneladas na exportação. Embora Moçambique não faça parte dos 20 maiores produtores da banana, dados do Instituto

Nacional de Estatística indicam que o número de explorações de bananeiras no país é de 1109,051 plantas e a província de Manica com uma exploração de 85443 plantas (INE, 2011).

De acordo com dados da (Beira Corridor, 2015), a banana produzida na província de Manica em 2013 foi de 118.313 toneladas e foram comercializados 105.569,11 toneladas. Além da produção de banana realizada na província de Manica, o país ainda se beneficia de outras zonas de produção, nomeadamente o Vale do Incomáti, Bananalândia (Boane), Marracuene e Manhiça na região sul do país e na região norte, a Matanuska em Cabo Delgado, Jacaranda em Erati-Nampula.

A banana produzida no país que constitui em 85%, somente 15% é exportada e a outra parte é consumida nos mercados internos (Calima *et al*, 2014).

2.6. Casca de banana

O consumo significativo de banana gera uma maior quantidade de resíduos correspondentes às cascas, as quais representam cerca de 30% da massa total da fruta madura (Jung *et al.*, 2019).

As cascas de banana são de modo geral caracterizados por apresentar quantidade de nutrientes superiores aos encontrados na polpa comestível destacando-se pela presença de fibras alimentares, antioxidantes e potássio, vitaminas, sais minerais e compostos bioativos (Dos Santos *et al.*, 2014).

A casca é rica em amido, gordura bruta, fibra dietética total, ácidos graxos polinsaturados, pectina, aminoácidos essenciais e micronutrientes, podendo ser fermentadas para produção de vinhos e de etanol. Apresenta alto teor de carboidratos, que são facilmente metabolizados por microorganismos devido à sua natureza orgânica (Silveira, 2020).

As cascas apresentam-se como uma alternativa económica para pequenas e grandes indústrias em diversos ramos, principalmente para o ramo alimentício (Rebello *et al.*, 2014).

A figura 1 ilustra o grau de coloração em função a maturação da banana e o seu tamanho.

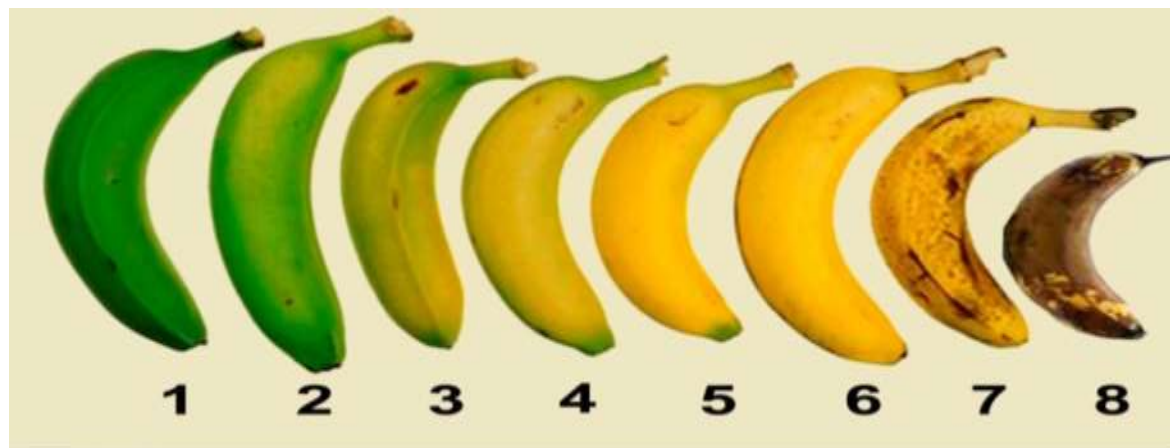


Figura 1: Grau de coloração em função a maturação da banana e o seu tamanho.

Fonte: Godoy (2016).

2.7. Produtos derivados de banana

2.7.1. Suco

É um produto de fácil obtenção feito através da redução da viscosidade da polpa com o uso de enzimas ou compostos que actuam de maneira similar (EMBRAPA, 2000).

A separação do suco é feito por centrifugação e prensagem, e os rendimentos variam de 65 a 77% e 82 a 88%, respectivamente (Dos Anjos *et al.*, 2015).

2.7.2. Farinha

A farinha é um produto obtido das partes comestíveis de uma a mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem ou por outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos (ANVISA, 2018).

Para obter-se farinha do fruto verde existem diferentes factores (variedades da fruta, métodos e condições de processamento) que podem influenciar as características físico-químicas, tecnológicas e funcionais do produto (Dos Anjos *et al.*, 2015).

Na actualidade, a farinha de banana verde é utilizada para o preparo de outros produtos para o consumo humano tais como pães, biscoitos, macarrões, bolos e bebidas alcoólicas (Gomes *et al.*, 2016).

2.7.3. Licor de frutas (banana)

Licor é uma bebida alcoólica adocicada, caracterizada por uma elevação na proporção de açúcar agregado ao álcool, aromatizada por essências, frutas, raízes, sementes, flores, ervas, cascas que servem como determinantes no sabor (Teodato, 2016).

É uma bebida alcoólica não fermentada cujos principais componentes naturais são as frutas e possui uma graduação alcoólica que varia entre 24 °GL e 29 °GL e elevado teor de açúcar, cerca de 150 g/L (Penha, 2006).

2.8. Bebidas alcoólicas

A produção de bebidas alcoólicas baseia-se na transformação dos açúcares contidos nas frutas e cereais, em álcool etílico e dióxido de carbono, devido à acção de leveduras que catalisam a reacção bioquímica, o produto final pode ser consumido após tratamento simplificado de separação, como ocorre no vinho e nas cervejas ou por processos de destilação onde é obtida a aguardente (Souza, 2017).

A elaboração de bebidas alcoólicas é um dos processos mais antigos que acompanham as civilizações, onde a utilização de sucos de frutas para elaboração de bebidas alcoólicas tem sido uma forma de aproveitamento, evitando desta forma o desperdício quando não é consumido de imediato, assim como agregar valor às bebidas regionais (Filho *et al.*, 2015).

As bebidas alcoólicas são classificadas segundo a legislação em fermentadas, por mistura (licor e aguardentes compostas e mistas), destiladas (cachaça, uísque e conhaque) e destilo-fermentadas (gim e vodca), e as aguardentes de frutas enquadram-se nas bebidas alcoólicas fermento-destiladas e têm como principal característica o teor alcoólico superior ao de bebidas fermentadas (Moro, 2016).

2.8.1. Bebidas alcoólicas fermento-destiladas

O processo de produção de bebidas alcoólicas consiste na transformação de açúcares existentes nas frutas e cereais, em álcool etílico e dióxido de carbono, pela acção de determinados microrganismos (Tábua, 2018).

O Decreto no 6.871 de 4/06/2009 do MAPA (Brasil, 2009) define as bebida alcoólica destilada a que é obtida por processo de fermento-destilação, pelo rebaixamento do teor alcoólico do álcool

etílico potável de origem agrícola ou pela padronização da própria bebida alcoólica destilada rum, uísque e conhaque, podendo-se encontrar aguardentes de frutas como laranja, uva e banana (Tábua, 2018).

A bebida alcoólica é toda bebida de fabricação industrial ou caseira que por fermentação, destilação ou adição, contenha um teor alcoólico superior a 0,5% v/v (Conselho de Ministros, 2013).

2.8.2. Aguardente de fruta

Aguardentes de fruta são bebidas destiladas compostas principalmente de água e etanol. Há vários componentes os quais são responsáveis pelas características sensoriais da bebida. Os álcoois superiores e os ésteres são os principais grupos de compostos responsáveis pelo aroma da aguardente de fruta (Alvarenga, 2011).

O MAPA no Decreto nº 6.871, de 4 de Junho de 2009, no artigo 57, define aguardente de fruta como uma 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 (Melo, 2018).

A norma 453/2013 do INNOQ define aguardente como qualquer bebida essencialmente caracterizada pela presença do etanol, proveniente da destilação de um produto resultante da fermentação alcoólica de matérias vegetais e com teor alcoólico que não pode ser inferior a 35% e nem superior a 78% em volume e os seus constituintes principais são a água e o etanol e deve conter substâncias secundárias que lhe conferem aspecto, aroma e sabor característicos.

A destilação deve ser realizada de forma que o destilado tenha o aroma e o sabor dos elementos naturais voláteis contidos no mosto fermentado, derivados dos processos de fermentação ou formados durante a destilação. As aguardentes de frutas possuem compostos fixos e voláteis que determinam o sabor e aroma do produto final (Souza, 2017).

A aguardente de banana é constituída principalmente de etanol e água, as características sensoriais da bebida são obtidas pela presença de compostos secundários presentes em pequenas quantidades, como o acetato de isoamila e acetato de etila (é o composto mais importante na formação do aroma característico de banana madura) e pode ser obtido pela fermentação do mosto de banana (Melo, 2018).

2.8.3. Caracterização e classificação da aguardente

A produção de aguardente baseia-se na transformação dos açúcares presentes no mosto em álcool etílico, componentes secundários e dióxido de carbono (CO₂) devido à acção de leveduras que catalisam a etapa, seguida por processos de destilação, onde é obtida a bebida (aguardente) (Cardoso, 2013).

A aguardente é constituída por etanol e água, além de ácidos orgânicos, ésteres, aldeídos e álcoois superiores resultantes principalmente de reacções metabólicas envolvidas na bioquímica fermentativa (compostos secundários), os quais são extremamente diversificados, e os principais responsáveis pelo sabor e aroma da bebida (Garcia, 2016).

Os componentes secundários são formados em pequenas quantidades durante o processo de fermentação, sendo que os produtos principais são o álcool etílico e dióxido de carbono (Araujo, 2019).

Em Moçambique, o decreto 54/2013 regulamenta a produção e comercialização de bebidas alcoólicas, tendo classificado em bebidas alcoólicas fermentadas e depois destiladas e bebidas fermentadas e depois filtradas (Conselho de Ministros, 2013).

A aguardente pode ser classificada em natural ou preparada: a aguardente natural (simples) provém exclusivamente da destilação de bebidas fermentadas ou produto de fermentação alcoólica de frutos (frescos ou secos), cereais, raízes, tubérculos, cana-de-açúcar, melaços ou de subprodutos do fabrico de bebidas fermentadas, e pode ser qualificada de velha quando de forma natural adquirir características próprias do envelhecimento em vasilhas de madeira apropriadas ou em cascos e a aguardente preparada provém da destilação de uma aguardente natural, tratada antes ou depois da destilação por adição de produtos beneficiadores que modificam ou atribuem determinadas características e o seu teor em extracto seco não pode ser maior a 20g/cm³ (Ministério dos Negócios Estrangeiros, 1970).

A tabela 1 apresenta as condições a serem obedecidas na produção de aguardente natural.

Tabela 1: Legislação moçambicana para aguardente natural.

Componente	Teor máximo permitido
Acidez (ácido acético)	1mg/100cm ³
Resíduo de evaporação	1mg/100cm ³
Álcoois superiores	0,5mg/100cm ³
Aldeídos	1mg/100cm ³
Esteres	5mg/100cm ³
Furfural	0mg/100cm ³
Metanol	20mg/100cm ³

Fonte: Ministério dos Negócios Estrangeiros (1970).

A tabela 2 apresenta os teores máximos permitidos para cada componente na produção de aguardente de frutas.

Tabela 2: Legislação brasileira, teores máximos permitidos de cada componente volátil na aguardente de frutas.

Componente	%v/v	Teor máximo (mg/100mL de álcool anidro)
Grau alcoólico	36-54	-
Acidez volátil (ácido acético)	-	100
Ésteres em acetato de etila	-	250,0
Cobre	-	5
Aldeídos em aldeído acético	-	30,0
Furfural	-	5,0
Álcoois superiores	-	360,0

Metanol	-	20,0
---------	---	------

Fonte: Moro (2016)

2.9. Componentes do destilado

2.9.1. Açúcar

O açúcar é classificado como carboidrato normalmente solúvel em água, formado por uma ou mais unidades (os sacarídeos). Cada monossacarídeo pode ter de três a sete carbonos em sua molécula, dos quais, as pentoses (cinco carbonos) e as hexoses (seis carbonos) são de maior importância (Andrade, 2016).

Na indústria de alimentos, os açúcares são determinados de uma forma geral (como brix) esses são agrupados na forma de tipos, nomeados por açúcares redutores (glicose e frutose) e açúcares redutores totais (frutose, glicose e sacarose) (MAPA, 2014).

A sacarose melhora a qualidade da aguardente, e desenvolve momentos de qualidade, para o tipo de bebida desejada, é necessário evitar a turvação ou coloração do xarope, com precipitação de impurezas dissolvidas ou em suspensão (Venturini Filho, 2013).

2.9.2. Leveduras

As leveduras possuem uma relevância significativa nas bebidas com teores alcoólicos, de contexto mundial (Andrade, 2016).

O fermento consiste em leveduras isoladas do processo de produção de aguardentes que demonstram características favoráveis em testes de laboratório, relação ao rendimento e à produtividade fermentativa, tolerância a temperatura, acidez e teores alcoólicos e quanto a qualidade química e sensorial do mosto produzido (Bortoletto e Alcarde, 2020).

O uso de leveduras permite maior controle microbiológico do processo e assegura um grau de estabilidade necessário para garantir que a qualidade do produto final (aguardente) seja semelhante em toda a produção. A utilização de leveduras como inóculo fermentativo para a produção de aguardentes desempenha papel importante quando o objectivo é a obtenção de um destilado que responde os padrões de qualidade (Mutton, 2016).

Segundo Rosa *et al.*, (2016), a utilização de linhagens seleccionadas de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) agrega ganho da qualidade sensorial à bebida e evita perdas com birreatores contaminados.

2.9.3. Água

A aguardente é destinada ao consumo humano e por isso a água usada para o seu processo produtivo deve ser de excelente qualidade, deve ser potável, filtrada ou destilada. As águas duras devem ser evitadas, pois provocam a turvação da aguardente. Acredita-se que a água é a matéria-prima mais importante para a fabricação da bebida, devido à sua composição química. É necessário conhecer e aplicar correctamente os padrões físicos-químicos ideais da água para a fabricação da bebida, visto que qualquer alteração pode fazer com que a mesma não se enquadre nos padrões de qualidade exigidos pela legislação (Andrade, 2016).

À água deve ser potável, ter baixa dureza, não conter contaminação microbiana (patogénica), não ter odores e nem sabor. Deve ser potável e isenta de produtos que possam transmitir a contaminação do produto. Quando a água é dura com presença de sais de cálcio e de magnésio, deve ser submetida a precipitação dos sais em solução (Teodato, 2016).

É importante que a água antes de ser empregada na fabricação da bebida, passe por análises químicas, como: turbidez, cor, dureza e pH para definir o tipo de tratamento a ser empregado (Grejo, 2014).

2.10. Processo produtivo

A figura 2 apresenta, as etapas que compõem o processo produtivo do destilado de banana.

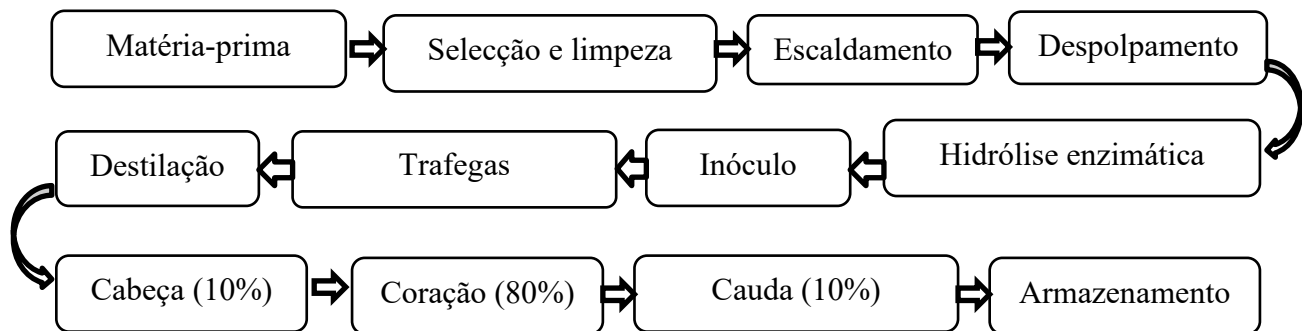


Figura 2: Fluxograma de processamento do destilado de banana.

Fonte: Parente, 2014.

O preparo do mosto, a fermentação e a destilação são destacados como as principais etapas no processo produtivo do destilado (Moro, 2016).

2.10.1. Preparo do mosto

A polpa da banana deve ser hidrolisada com o auxílio de enzimas pectinolíticas a fim de se reduzir a viscosidade e aumentar o rendimento da extração do mosto. Após a hidrólise, o mosto (polpa hidrolisada) deve ser diluído com água destilada para obtenção de um teor de sólidos solúveis de aproximadamente 15 °Brix e o pH deve ser ajustado para valores na faixa de 4,5 a 5,5 a fim de favorecer a fermentação pelas leveduras *Saccharomyces cerevisiae* (Alvarenga, 2011).

O mosto com elevada concentração de açúcares é prejudicial à actividade fermentativa das leveduras, e pode ocasionar fermentações lentas e incompletas, ocasionando a redução do rendimento industrial. O mosto com baixa concentração de açúcares proporciona um ambiente mais favorável ao desenvolvimento de microrganismos contaminantes e resulta em maior consumo de vapor e de água de resfriamento no processo de destilação (Alcarde, 2017).

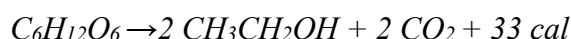
No mosto com concentração acima de 18 °Brix, torna-se necessário efectuar uma diluição para garantir boa fermentação e a estabilidade do fermento ao longo de todo o período de fabricação. Teores abaixo de 15 °Brix permitem fermentações mais rápidas, porém acarretam perdas de rendimento na destilação (Sampaio, 2020).

2.10.2. Fermentação alcoólica

A fermentação alcoólica é realizada por meio da acção de enzimas que promovem a transformação das moléculas de açúcar em álcool etílico (Tábua, 2018).

A fermentação consiste em uma sequência de reacções enzimáticas em que a glicose é quebrada em moléculas de açúcares simples, neste processo ocorre a liberação de energia, o procedimento de degradação da glicose, ocasiona a liberação do álcool (Silva *et al.*, 2013). A seguir é demonstrada a reacção fermentativa.

Equação 1: Reacção fermentativa.



A fermentação é a principal etapa do processo de produção da aguardente, o açúcar e outros compostos presentes no mosto são transformados em etanol (álcool etílico), CO₂ e em outros componentes que são responsáveis pela qualidade do produto da aguardente (Melo, 2018).

Na fermentação as leveduras tem a função de descarboxilar o ácido pirúvico, o CO₂ mais o acetaldeído pela acção da enzima piruvato descarboxilase (Nogueira, 2013).

As leveduras utilizadas na fermentação alcoólica devem apresentar características como alta tolerância ao etanol e bom rendimento, e proporcionar uma fermentação rápida, a fim de diminuir 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. O processo fermentativo pode ocorrer em aproximadamente 24 horas (Matos, 2015).

2.10.3. Destilação

A destilação consiste em ferver o mosto resultante da fermentação, produzindo vapores que são condensados por resfriamento, gerando grande quantidade de etanol e o produto resultante da destilação pode ser dividido em três fracções: cabeça, coração e cauda. A fracção cabeça corresponde à primeira fracção recolhida na saída do destilador (equipamento usado para destilação). A fracção coração corresponde à aguardente propriamente dita e a cauda é obtida quando o processo não é interrompido após obtenção da aguardente (Melo, 2018).

Nas porções iniciais da destilação (cabeça), os produtos são mais voláteis e muitas vezes indesejáveis, como o metanol, acetaldeídos e acetato de etila (Côdo, 2013).

A finalidade da destilação é a separação dos compostos voláteis presentes no mosto, que ocorre por meio do aquecimento do líquido em destilador e posterior condensação dos vapores formados. Durante a destilação, ocorrem reacções químicas (hidrólise, esterificação e acetilação) induzidas pelo calor (Cardoso, 2013).

Quando o mosto é submetido à destilação, resultam desse processo duas fracções: produto principal da destilação do mosto (aguardente), cuja graduação depende do tipo de destilador empregado na destilação e o bagaço (resíduo da destilação), a concentração de todas as substâncias fixas (Volpe, 2013).

2.11. Análises físico-químicas

Uma aguardente de boa qualidade não deve possuir em sua composição concentrações de substâncias fora do permitido pela legislação. Assim sendo, a bebida deve ser submetida a controle de qualidade por meio de análises físico-químicas para evitar que esses compostos influenciem negativamente nas características sensoriais da aguardente e na saúde do consumidor (Sampaio, 2020).

2.11.1. Grau alcoólico

A graduação alcoólica é propriedade importante para a aguardente, devendo estar em conformidade com a legislação, ou seja, o teor alcoólico deve estar entre 36 a 54% do volume, à temperatura de 20°C para aguardente (Melo, 2018).

O etanol é um álcool, resultante normalmente do processo fermentativo de açúcares, realizado por leveduras, sendo o maior responsável pelo grau alcoólico de um fermentado e pela sua conservação. Nas bebidas destiladas de frutos e de acordo com o Regulamento (CE) n.º 110/2008 do Parlamento Europeu o teor alcoólico é de 37,5 % vol. O teor alcoólico mínimo permitido para aguardente é de 38% vol. (Decreto-Lei n.º 238/2000).

O grau alcoólico é determinado por meio de densidade com o alcoómetro graduado, e o resultado é expresso em volume percentual (%V), a graduação do alcoómetro como unidade é o °GL (Gay Lussac) (Coelho, 2017).

2.11.2. Teor de acidez titulável e pH

O controlo e correcção do pH no preparo do mosto e durante a fermentação é importante para fermentações sadias, do contrário, com pH baixo há fermentações indesejáveis e incompletas, o que acarreta alto teor de acidez no destilado, originando proliferações de bactérias e pH baixo (Sampaio, 2020).

A acidez do mosto tem influência no desenvolvimento da levedura e na fermentação. A levedura é mais eficiente com o pH próximo de 4,5 onde observa-se que a acidez do mosto é praticamente suficiente para uma boa fermentação. Na produção de aguardentes, o pH ideal deve ser de 4,8 e 6,0 e as temperaturas mais comuns são entre 26 a 32°C (Canuto, 2013).

A acidez total titulável tem como fundamento uma reacção de neutralização dos ácidos presentes na amostra com uma solução padronizada de solução alcalina. A medida do pH é de extrema importância dependendo do seu valor, pode contribuir para o crescimento de bactérias, (Coelho, 2017).

2.11.3. Sólidos solúveis totais

O teor de brix é a percentagem de sólidos solúveis (açúcares e sais) e pode ser determinado por densimetria ou refractometria. A análise utiliza o princípio de que soluções açucaradas possuem a mesma densidade na mesma concentração, mesmo que o açúcar seja diferente (Andrade, 2016).

A primeira etapa é a determinação do teor de açúcar, podendo ser utilizado aerómetro ou sacarímetro de brix, uma boa fermentação ocorre com a concentração de açúcares entre 15 e 18 °Brix e numa temperatura de 30°C. Pode-se calibrar o °Brix pelas gramas de açúcar presentes na solução, o método consiste em encontrar o total de sólidos solúveis na água (açúcar, sais e proteínas) (Sampaio, 2020).

Pode observar-se que na produção do etanol quanto maior o índice do °Brix, maior é a eficiência do uso de concentradores de resíduo da destilação, fazendo com que se avalie o índice elevado do °Brix, o teor de água diminui, reduzindo o volume, concentrando uma maior quantidade de sólidos e podendo esse resíduo ser reutilizado de forma ecológica, sustentável ou económica. A quantificação dos açúcares presentes na solução é de maior importância na determinação do processo fermentativo, sendo que uma baixa concentração de açúcares pode acarretar em lenta fermentação sendo assim prejudicial para o processo e acarretando numa fermentação incompleta, e quanto maior for a concentração de açúcares no mosto pode ocorrer a saturação na solução e mau desempenho das leveduras, sendo indicado padronizar o Brix para maior eficiência do processo e maior desempenho das leveduras (Silva *et al.*, 2016).

2.11.4. Rendimento alcoólico

É importante exercer uma constante avaliação da produção de uma destilaria, devendo ser efectuado por um balanço material e energético, além do próprio balanço económico. Se o balanço do material for completo, considerando toda matéria-prima, subprodutos e resíduos, mais eficaz é o controle do processo e sua economicidade (Pacheco, 2010).

O rendimento da fermentação alcoólica expressa a quantidade de álcool produzido pelas leveduras durante o processo fermentativo a partir de uma determinada quantidade de açúcar. Para se proceder o cálculo do rendimento, é necessário conhecer os teores dos açúcares redutores totais (glicose) contidos no mosto e do teor alcoólico do mosto (Venturini Filho, 2013).

Equação 2: Equação Gay Lussac:



O factor de rendimento de açúcar em etanol pode ser determinado pela relação entre a quantidade de produto gerado e a correspondente variação de açúcar consumido durante o período da fermentação (Nogueira, 2013).

2.11.5. Cinética fermentativa

A fermentação alcoólica é uma prática empregada desde os tempos primordiais na obtenção de alimentos e bebidas, apresentando diferenças no que diz respeito à tecnologia e ao conhecimento científico.

O desenvolvimento científico na fermentação alcoólica contribui para o controle de variáveis e efeitos que degradam o produto final, eliminando as interferências prejudiciais, sendo que a principal levedura que realiza o processo fermentativo é a *Saccharomyces cerevisiae* (Jackson, 2014).

O processo de fermentação alcoólica depende de factores como temperatura, agitação, tempo e quantidade suficiente de nutrientes no meio para que as leveduras fermentativas se desenvolvam e cumpram com o papel de degradar os açúcares para a formação de compostos primários e secundários, o comportamento da levedura deve ser analisado para que o processo fermentativo seja otimizado a fim de controlar factores que possam contribuir para a formação de compostos químicos e que possam promover resultados indesejados na qualidade sensorial (Parente *et al.*, 2014).

A cinética de fermentação tem por objectivo avaliar as taxas de transformações da biomassa microbiana em função de variáveis independentes como tempo e concentração de substrato, dinâmica da concentração celular, metabolização do substrato e a produção de etanol (Rabelo *et al.*, 2019).

Segundo Rabelo *et al.*, (2019), o estudo da cinética fermentativa tem como objectivo entender o processo fermentativo na sua essência com a finalidade de produzir bebidas fermentadas com maior qualidade sensorial, proporcionando maior controle das variáveis químicas e promovendo maior rendimento na produção.

3. METODOLOGIA

3.1. Localização da área de estudo

O estudo foi realizado no laboratório do Campus do Instituto Superior Politécnico de Gaza no laboratório de Agro-processamento de alimentos localizado no distrito de Chòkwé, Sul da província de Gaza, no curso médio do rio Limpopo, tendo como limites a Norte o rio Limpopo que o separa dos distritos de Massingir, Mabalane e Guijá, a Sul o distrito de Bilene e o rio Mazimuchope por distrito de Bilene, Chibuto e Xai-Xai, a Este confina com os distritos de Bilene e Chibuto e a Oeste com os distritos de Magude e Massingir. A superfície do distrito é de 2.450km² e a sua população está estimada em 197 mil habitantes à data de 1/7/2012. Com uma densidade populacional aproximada de 80,3 hab/km² (Ministério da Administração Estatal, 2014).

3.2. Materiais

A tabela 3 apresenta, a relação dos materiais e equipamentos que fizeram-se necessários para a realização do estudo no laboratório do campus do ISPG.

Tabela 3: Relação dos materiais necessários para realização do estudo.

Equipamentos	Utensílios	Matéria-prima	Reagentes
Triturador de vegetais	Facas de aço inoxidável	Banana	Hidróxido de sódio a 0,1 Molar
Resistência eléctrica	Biorreatores (PET)	Fermento biológico (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	Indicador fenolftaleína
Alcoómetro	Conchas	Açúcar	
Refractómetro	Bandejas metálicas	Água	
pHmetro	Panela		
Bureta	Tubos		
Balança	Garrafas de vidro		
Destilador	Bacias		
	Provetas, esguichos		
	Erlenmeyer		

Fonte: Autora, 2023.

3.2.1. Métodos

Neste subcapítulo, será referenciada toda a metodologia usada durante o processo produtivo do destilado bem como para a avaliação físico-química do mosto e do produto final.

3.2.2. Formulações

A tabela 4 apresenta as formulações propostas para a elaboração de destilado à base de caca e polpa de banana, segundo a metodologia de Matos, 2015.

Tabela 4: Quantidades dos componentes em percentagens de formulação de destilado de banana.

Descrição	Formulações		
	F-1	F-2	F-3
Polpa de banana	15%	30%	
Casca de banana	15%	-	25%
Açúcar	4,5%	4,5%	9,5%
Levedura	0,5%	0,5%	0,5%
Água	65%	65%	65%

F1- formulação 1: Casca e polpa de banana; **F2-** formulação 2: Polpa de banana; **F3-** formulação 3: Casca de banana. **Fonte:** Autora, 2023.

3.2.3. Fluxograma de produção do destilado de casca e polpa de banana

A figura 3 apresenta as etapas do processo produtivo de destilado de casca e polpa banana no presente estudo.

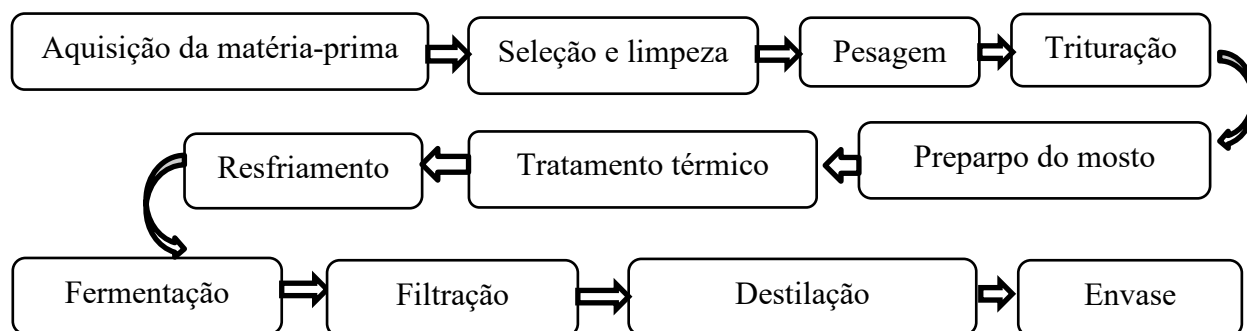


Figura 3: Processo produtivo do destilado de banana.

Fonte: Autora, 2023.

3.2.4. Descrição do processo produtivo

A produção de destilado de banana foi procedida de acordo com as etapas descritas abaixo:

3.2.5. Aquisição da matéria-prima

A matéria-prima foi adquirida em Chivonguene (distrito de Guijá), durante a aquisição foi realizado o controle de qualidade da mesma, tomando-se em conta as características extrínsecas da fruta, isto é, foi observado o estado de maturação da banana, aspecto (se apresentava lesões ou podridão). Assim sendo, adquiriu-se banana com grau de maturação do nível 7 (figura 1) para o preparo do mosto utilizado no processo produtivo de destilado, nesse processo, foi também adquirido o açúcar comercial (açúcar nacional) e o fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*), ambos adquiridos no supermercado Altaj na cidade de Chòkwé.

3.2.6. Selecção e limpeza

Nessa etapa, realizou-se a selecção e o controle de qualidade da matéria-prima, descartando-se a banana que apresentava aspectos indesejados (que não estivesse devidamente madura e a que apresentava injúrias) depois da selecção, fez-se a lavagem (por imersão) com água potável, com o objectivo de retirar toda matéria orgânica possível que estivesse aderida a fruta e consequentemente garantir que não houvesse contaminação do produto final após passar pelo processo produtivo.

3.2.7. Pesagem

Após a selecção e limpeza da matéria-prima, fez-se a pesagem da mesma para a obtenção do peso da banana a ser utilizada no processo de produção do destilado, a pesagem foi realizada com o auxílio de uma balança electrónica da marca Adam Nimbus.

3.2.8. Trituração

A trituração da banana foi realizada utilizando-se um triturador de vegetais previamente higienizado. Nessa etapa ocorreu a trituração da banana, atendendo as formulações do estudo, de frisar que para a formulação 2, realizou-se o descascamento da banana para a obtenção da polpa e a casca retirada da polpa da segunda formulação foi usada na terceira formulação.

3.2.9. Preparo do mosto

Os recipientes (biorreatores) de polietileno usados nesse processo tinham capacidade de 20L, e foram previamente higienizados com detergente líquido (Maq) e água corrente, essa etapa foi

executada de acordo com as proporções da matéria-prima pré-estabelecidas na tabela 3 para cada formulação (efectuando a mistura dos mesmos), dando o seguimento da sequência de preparo do mosto, onde foi adicionado o substrato da banana, água, açúcar e levedura e procedeu-se com o processo de correcção do teor de sólidos solúveis totais adicionando mais açúcar até atingir o °Brix e o pH óptimo.

3.2.10. Tratamento térmico

O tratamento térmico foi feito no processo de formação do mosto para melhor desenvolvimento da levedura seleccionada para o metabolismo dos carboidratos para formação de etanol, e inibição de microorganismos e leveduras nativas que prejudicam e retardam o processo fermentativo.

O mosto foi colocado em uma vasilha (panela de aço inoxidável) a temperatura de 80°C por um período de 30min em agitação constante com auxílio de uma colher longa de aço inoxidável (higienizada), com o objectivo de inibir contaminação por bactérias e contaminação que pudesse ter ocorrido nas etapas anteriores do processo. Desta forma, obteve-se um mosto com maior controle e inibição da proliferação de leveduras e fermentação não desejáveis.

3.2.11. Resfriamento

Após o tratamento térmico, o mosto foi submetido ao resfriamento a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}$ C) de modo a prepará-lo para o processo de fermentação.

3.2.12. Fermentação

Antes da fermentação do mosto, fez-se a determinação do teor do °Brix, pH e acidez total titulável, e seguidamente, realizou-se o preparo do fermento para a inoculação. Antes de inserir a levedura ao mosto, foi necessário realizar a activação do microrganismo, utilizando água pré-aquecida, essa etapa teve como objectivo a multiplicação das leveduras a serem inoculadas como também o fortalecimento da sua parede celular.

A fermentação do mosto foi realizada em biorreatores fechados e separados, os fermentadores eram constituídos por uma armadilha de ar para liberação de dióxido de carbono (CO₂) e durante essa etapa ocorreu o controle da cinética de fermentação que consistiu na análise da evolução dos valores de concentração dos componentes do mosto em função ao tempo através da medição do

brix, pH, acidez total titulável e teor alcoólico até que o °Brix estabilizasse por um período de 5 dias.

3.2.13. Filtração

A filtração é muito importante uma vez que o mosto pode conter partículas, resultando no aumento do teor de metanol, com auxílio de um filtro fez-se a filtração para efectuar a separação das partículas maiores de bagaço arrastadas pelo mosto durante o processo de fermentação.

3.2.14. Destilação

Nesta etapa, ocorreu a separação de substâncias presentes no fermentado dentro do destilador.

O processo deu-se com a fervura do mosto dentro do destilador produzindo vapores que eram condensados por arrefecimento em um balde que continha água fria e apresentavam assim grande quantidade de álcool etílico.

3.2.15. Envase

O destilado de banana foi acondicionado em recipientes de vidro (são os mais indicados para acondicionamento de bebidas alcoólicas) com fechamento hermético (bloqueando a entrada de ar no interior do recipiente), as garrafas usadas para o acondicionamento foram devidamente higienizadas e esterilizadas para evitar a ocorrência de contaminação do produto.

3.3. Análises físico-químicas

Foram determinados quatro (4) parâmetros físicos-químicos denominados: teor de acidez pelo método titulométrico, teor de sólidos solúveis totais pelo método de refractometria, potencial de hidrogénio pelo método potenciométrico e o grau alcoólico que foi medido pelo alcoómetro segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz.

3.3.1. Acidez total titulável

A acidez titulável de destilado foi mensurada através do método titulométrico. O procedimento consistiu em medir 10mL de amostra e 100mL de água destilada, de seguida adicionou-se 3 gotas de indicador fenolftaleína a 1% e procedeu-se com titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N até atingir o ponto de viragem (coloração rósea) e anotou-se o volume gasto para cálculo de acidez do destilado de acordo com equação abaixo.

Equação 3: Cálculo de acidez total titulável.

$$At = \frac{Eq \times n \times N}{100 \times V}$$

Onde:

N = Normalidade da solução de hidróxido de sódio.

n = Volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação, em mL.

At = Acidez total titulável.

V = Volume da amostra, em mL.

Eq = Equivalente grama do ácido acético (60,0).

3.3.2. pH

Para determinação do potencial de hidrogénio (pH) usou-se o método potenciométrico, onde foi feita a calibração do pHmetro com as soluções tampão de 4, 7 e 10, de seguida colocou-se 50mL da amostra em um frasco de erlenmeyer. Após isso ligou-se o pHmetro digital da marca HANNA e introduziu-se o eléctrodo na amostra de destilado depois fez-se a leitura (directa) do pH em triplicata.

3.3.3. Teor de sólidos solúveis

Para analisar o teor de sólidos solúveis foi utilizado o método de refractometria, usando como equipamento o refráctometro portátil da marca Apex. Primeiramente fez-se a calibração do aparelho com água destilada seguindo-se a secagem do refráctometro com papel absorvente. Para a leitura da amostra, colocou-se uma gota da mesma na lente do equipamento livre de compostos sólidos e de seguida fez-se a leitura directa.

3.3.4. Grau alcoólico

Para determinar o grau alcoólico foi usado o alcoómetro da marca Incoterm, destinado à determinação do grau alcoólico das misturas de água e álcool, indicando a concentração do álcool em volume o qual expressou-se pela sua unidade de medida, grau Gay-Lussac (°GL), à temperatura de 20°C, e foi expresso também em % (V/V). A amostra foi colocada em um tubo de ensaio junto ao equipamento de medição e a posterior fez-se a leitura directa.

3.3.5. Determinação do rendimento alcoólico

A percentagem do rendimento em grama da fermentação alcoólica por grama de açúcares foi avaliada depois da destilação do mosto fermentado, o processo foi determinado pela seguinte equação:

Equação 4: Cálculo do rendimento alcoólico.

$$\%rendimento = \frac{Valcool(destilado)}{Valcool(vinho)} \times 100$$

Onde:

% Rendimento: percentagem do rendimento de etanol formado em relação aos açúcares;

V álcool (destilado): volume total do álcool recuperado no destilador;

V álcool (vinho): volume total do álcool contido no vinho (mosto).

3.4. Análise estatística

O experimento foi assente ao Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com três tratamentos (3) e três (3) repetições totalizando nove (9) unidades experimentais (3x3): F1 (formulação com 30% de casca e polpa de banana); F2 (formulação com 30% de polpa de banana); F3 (formulação com 25% de casca de banana). As formulações foram submetidas á análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias foi realizado por teste de TUKEY á nível de significância de 5%, usando o pacote estatístico Minitab versão 18.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados referentes a análises físico-químicas do mosto de casca e polpa (F1); polpa (F2) e casca (F3) correspondentes aos parâmetros de teor de sólidos solúveis totais (°Brix), potencial de hidrogénio (pH) e acidez total titulável (ATT).

Tabela 5: Análises físico-químicas do mosto de banana.

Parâmetros	Formulações		
	F1	F2	F3
pH	5.27±0.13 ^a	4.81±0.19 ^a	5.29±0.26 ^a
Sólidos solúveis (Brix)	8.66±0.35 ^a	9.36±2.05 ^a	11.40±1.73 ^a
Acidez titulável	1.49±0.19 ^c	3.14±0.38 ^b	4.44±0.78 ^a

Média ± desvio padrão seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não possuem diferenças significativas entre si á nível de 5% de significância no teste Tukey: F1 com 30% de casca e polpa de banana; F2- com 30% de polpa de banana e F3- com 25% de casca de banana. **Fonte:** Autora (2023).

4.1. pH

Quanto ao potencial de hidrogénio pode se observar (tabela 4) que as formulações produzidas não apresentaram diferença significativa estatisticamente ($P > 0,05$).

Segundo Canuto (2013) o pH ideal deve ser de 4.8 a 6.0 para conduzir uma boa fermentação do substrato. Contudo pode verificar-se que o pH encontrado neste trabalho esteve dentro da faixa estabelecida pelo autor apresentando valores de 5.27±0.13, 4.81±0.19 e 5.29±0.26 nas três formulações.

Moro (2016) estudando o desenvolvimento e caracterização de aguardente de frutas a base de polpa de banana e de suco de abacaxi obteve resultados que variaram de 4.68 a 4.81 para o mosto de banana, resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo para a segunda formulação e o mosto de abacaxi apresentou-se na faixa de 4.6.

O mosto de banana estudado por Lara (2007) obteve uma faixa de pH de 4.4 a 4.6 estando relativamente abaixo comparando com os resultados no presente estudo. A autora defende que a diminuição do pH pode ser devido a liberação de unidades de ácidos galacturônicos provenientes da hidrólise enzimática da pectina.

Estudo realizado por Melo (2018) ao desenvolver e analisar aguardente de banana mostram que obteve um valor de pH que se manteve em torno de 4,3 controlando diariamente. Valores

próximos a este estudo, também foram encontrados por Mendon (2014) no estudo de avaliação de parâmetros da fermentação e da destilação para adequação dos teores de compostos secundários em aguardente de banana.

4.2. Sólidos solúveis totais

De acordo com resultados obtidos no presente trabalho pode se verificar que todas formulações (F1, F2 e F3) do fermentado de banana não apresentaram diferenças mínimas significativas ($P > 0,05$), tendo encontrado médias de 8.66 ± 0.35 , 9.36 ± 2.05 e 11.40 ± 1.73 respectivamente. Foi adicionada uma solução de açúcar ao mosto ajustando o Brix para 15°, para favorecer a processo fermentativo.

No estudo realizado por Moro (2016) quanto ao teor de sólidos solúveis totais do mosto de banana foram encontrados valores de 6 e 7°Brix, estando abaixo das médias encontradas no presente estudo.

Melo (2018) estudando o desenvolvimento e análise de aguardente de banana encontrou para o teor de sólidos solúveis totais um valor de 5,0 °Brix no seu mosto.

No estudo realizado por Lara (2007) da fermentação de suco de banana prata para produção de aguardente, encontrou no mosto em termos de teor de sólidos solúveis totais um valor de 4,0 °Brix, valor relativamente baixo, comparando com os resultados obtidos no presente estudo.

No estudo da produção de aguardente composta por polpa de caju e caldo de cana realizado por Araujo (2019) obteve um valor de 8.50 °Brix no mosto de caju, valor que é semelhante aos resultados da primeira formulação do presente estudo.

4.3. Acidez total titulável

Conforme os resultados da acidez total titulável observa-se (tabela 4) que as formulações apresentaram diferenças mínimas significativas entre si ($P > 0,05$) obtendo-se os seguintes resultados. 1.49 ± 0.19 , 3.14 ± 0.38 e 4.44 ± 0.78 respectivamente, acredita-se que a diferença deveu-se ao tipo de matéria-prima usada para cada formulação, sendo que o primeiro resultado corresponde a primeira formulação, o segundo resultado a segunda formulação e o terceiro resultado a terceira formulação, atendendo as formulações do estudo (tabela 3).

Os resultados obtidos nesse estudo foram superiores comparando com resultados obtidos por Moro (2016), que obteve 0.26g/100mL de acidez titulável no mosto de banana, os resultados

obtidos pelo autor são semelhantes aos valores encontrados por Alvarenga (2011) ao trabalhar com aguardente de banana e que obteve resultados que variaram de 0.17 a 0.23g/100mL.

Lara (2007) no seu estudo de mosto de banana, encontrou valores de acidez para mosto de banana prata iguais a 0,28g de ácido acético por 100mL, enquanto Guimarães Filho (2003) e Lopes (2005) encontraram 0,31g de ácido acético por 100mL para mostos de banana da variedade nanica. Em contra partida, Oliveira *et al.* (2012) obteve resultado igual a 0.57 g/100mL.

Parente (2014) usou para a sua fermentação suco de ananás com a acidez total titulável na faixa de 0.82 g/100mL.

No estudo realizado por Barros (2020) ao analisar a cinética da fermentação de bebida alcoólica de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) relata que a acidez total apresentou valor de 4.5.

4.4. Cinética do processo fermentativo

Durante o processo fermentativo foi observado o comportamento cinético das concentrações de potencial de hidrogénio (pH), acidez titulável total (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e teor alcoólico em função do tempo de fermentação.

4.4.1. Comportamento dos sólidos solúveis totais

A figura 4 ilustra o consumo dos açúcares do substrato pelos microorganismos presentes (*Saccharomyces cerevisiae*) em função do tempo.

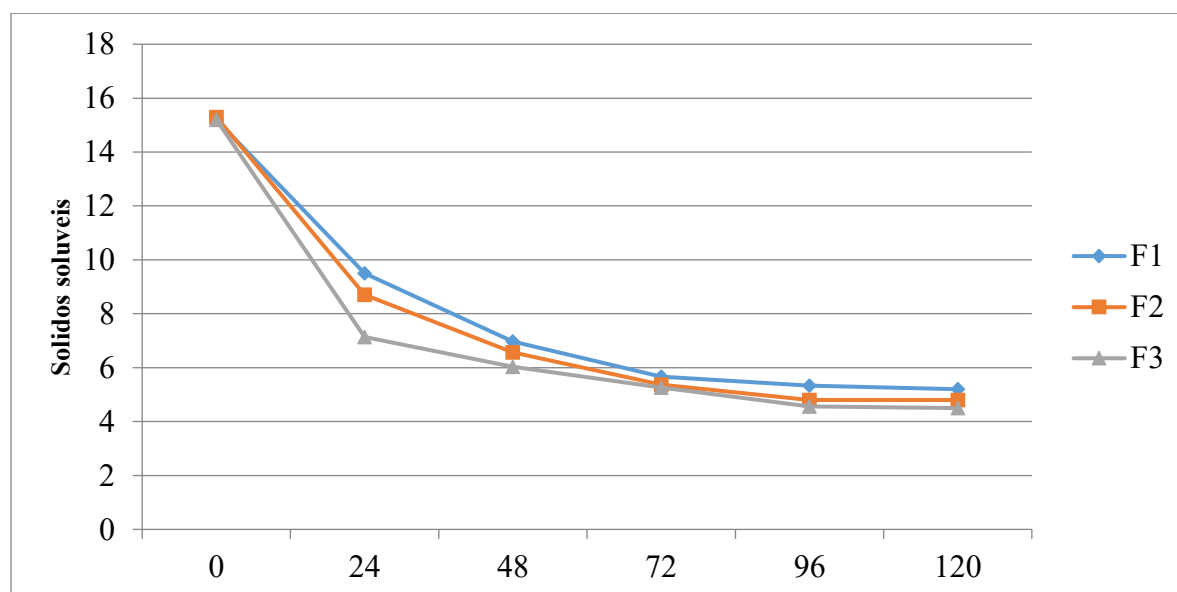


Figura 4: Comportamento dos sólidos solúveis totais ao longo do tempo da fermentação.

F1 com 30% de casca e polpa de banana; F2- com 30% de polpa de banana e F3- com 25% de casca de banana.

Fonte: Autora (2023).

De acordo com o gráfico acima, pode-se verificar os resultados obtidos durante o processo de avaliação do teor de sólidos solúveis totais durante o processo de controle da cinética fermentativa no fermentado de banana. Analisando a figura 4 verifica-se que houve alta actividade por parte das leveduras, mostrando que houve maior consumo de açúcar por parte dos microorganismos presentes no substrato nas primeiras 48 horas de fermentação para as três formulações, demonstrando dessa forma que as leveduras já haviam-se adaptado ao meio e havia açúcar suficiente para ser consumido, a partir deste período foi possível notar a redução dos níveis de açúcares e conseqüentemente a formação do etanol.

No estudo realizado por Moro (2016) a evolução do °Brix do processo fermentativo do mosto de banana se deu após 7 dias (168 horas) e o mosto de banana e ananás após 5 dias (120 horas), divergindo-se dos resultados observados no presente estudo.

Dantas *et al.*, (2014) utilizando ananás para a produção de fermentado alcoólico, também observaram um decréscimo considerável do teor de sólidos solúveis totais (SST) do mosto a partir do oitavo dia de fermentação.

De 48 a 72 horas observou-se uma variação do gráfico que indica que houve um consumo gradual dos açúcares por parte das leveduras, isso pode ser devido a vários factores, como é o caso da intoxicação da levedura pelo álcool produzido durante a fermentação.

Entre as 72 a 96 horas houve um pequeno consumo do substrato por parte dos microorganismos. Resultados semelhantes a esse estudo foram encontrados por Silva *et al.*, (2011) produzindo fermentado de manga, que também verificaram um pequeno consumo do substrato nos primeiros dias de fermentação e sugeriram que isto poderia ser decorrente da sulfitação do mosto.

No presente trabalho, entre o primeiro (24 horas) e segundo dias (48 horas) o decréscimo dos açúcares variou de 15.33 a 5.4 °Brix. Duarte (2018) estudando o desenvolvimento e análises físico-químicas do fermentado alcoólico da polpa de banana nanica (*musa spp.*) observou aos 9 dias de fermentação um decréscimo no teor de sólidos solúveis totais de 25.4 °Brix para 11.8 °Brix.

A partir das 96 a 120 horas o teor de sólidos solúveis totais permaneceu constante, indicando desta forma o fim do processo da fermentação. A constância no teor de sólidos solúveis totais também foi utilizada como indicativo do fim da fermentação por Carmo *et al.*, (2012) e por Moro (2016) que finalizou o processo de fermentação no seu estudo após os açúcares presentes no mosto mostrarem-se estabilizados.

Pereira *et al.*, (2014) estudando o processo fermentativo de açaí e cupuaçu, observaram no seu estudo que houve uma estabilidade do consumo de substrato nas primeiras 10 horas, sendo que a partir deste tempo foi verificado um aumento na redução dos níveis de açúcares no mosto.

4.4.2. Comportamento do pH ao longo do tempo da fermentação

A figura 5 a seguir apresenta os resultados do pH durante o processo de controle cinético do fermentado em função do tempo.

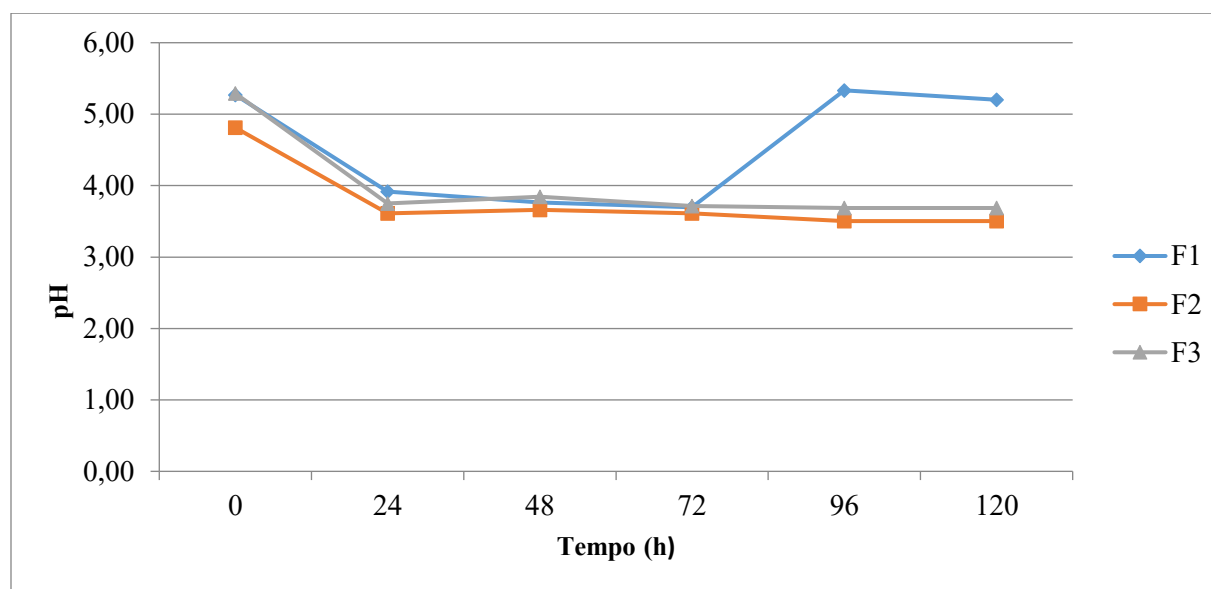


Figura 5: Comportamento do pH ao longo do tempo da fermentação.

F1 com 30% de casca e polpa de banana; F2- com 30% de polpa de banana e F3- com 25% de casca de banana.

Fonte: Autora (2023).

No gráfico acima são encontrados os resultados do pH, onde o seu valor no tempo zero foi de 5.27 para a primeira formulação, 4.81 para a segunda formulação e 5.29 para a terceira formulação, pode-se verificar que o pH variou gradativamente até 3.92, 3.61 e 3.75 respectivamente em 24 horas de fermentação. Resultados semelhantes a este estudo foram

encontrados por Filho *et al.*, (2015) ao estudar o comportamento cinético do fermentado alcoólico de banana prata que no tempo zero obteve valor de 4.33, e o mesmo reduziu até 4.08 em 8 horas de fermentação.

Observando a curva a partir das 24 até 120 horas pode-se perceber que houve uma baixa variação no declínio da curva para as formulações 2 e 3, promovendo desta forma a estabilização da curva do pH. A estabilização da curva é justificada pelo consumo de açúcares do substrato que proporcionam a produção de etanol contribuindo conseqüentemente para redução do pH.

Pereira *et al.*, (2014) ao estudarem o fermentado misto de açai e cupuaçu verificaram que houve elevação acentuada nos primeiros 4 dias de avaliação, havendo, após este tempo, a estabilização do pH.

Estudando o desenvolvimento e análises físico-químicas do fermentado alcoólico da polpa de banana nanica (*musa spp.*), Duarte (2018) observou uma redução gradativa do pH de 3,4 para 2,8.

No estudo realizado por Resende (2015) é possível observar que houve um aumento a partir do terceiro dia de fermentação, e em seguida houve estabilização do pH.

Através da figura 5, é possível observar uma alta variação da curva do pH para a primeira formulação a partir das 72 horas, onde diverge-se da segunda e terceira formulação. Acredita-se que essa variação deveu-se a vários factores que podem ter ocorrido durante a fermentação e ter influenciado significativamente o pH do fermentado. O valor observado no fim da fermentação para a primeira formulação foi de 5.20. Silva *et al.*, (2016), ao estudarem fermentado de caju, obtiveram um valor de 4.49 ao fim do processo de fermentação.

Para a segunda e terceira formulações foram encontrados valores de 3.50 e 3.69 respectivamente ao fim da fermentação. Valores semelhantes a esses foram obtidos por Araujo (2019) ao estudar a produção de aguardente composta por polpa de caju e caldo de cana, assim como Parente *et al.*, (2014) que obtiveram com o fermentado de abacaxi o valor de 3.77 ao fim da fermentação.

4.4.3. Comportamento da acidez total titulável

A figura 6 a seguir apresenta os resultados da acidez total titulável durante o processo de controle cinético do fermentado em função do tempo.

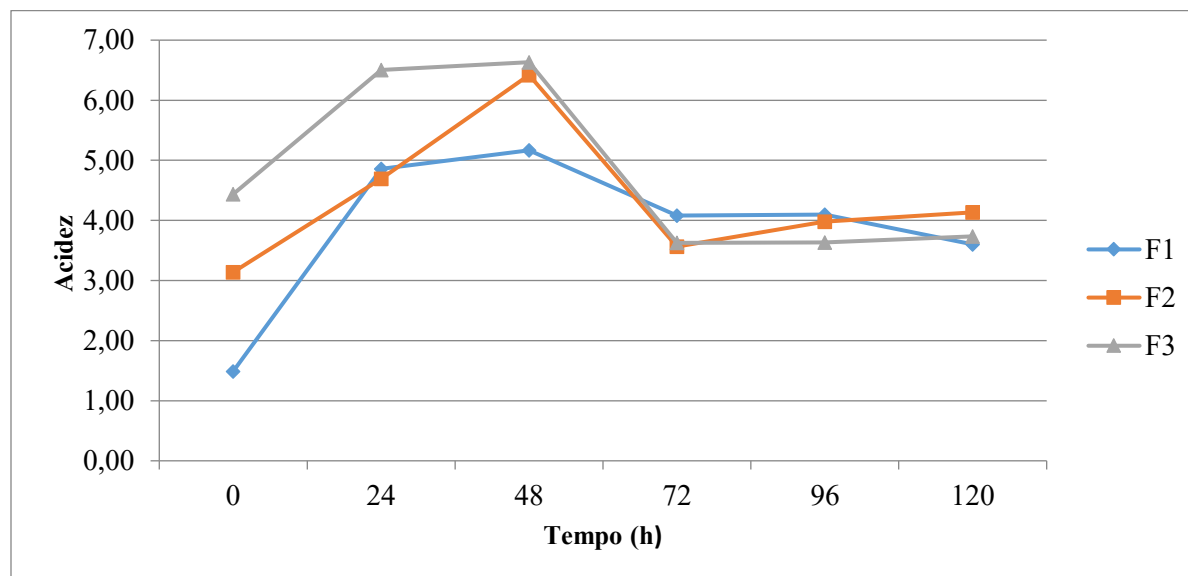


Figura 6: Comportamento da acidez total titulável ao longo do tempo da fermentação.

F1 com 30% de casca e polpa de banana; F2- com 30% de polpa de banana e F3- com 25% de casca de banana.

Fonte: Autora (2023).

Analisando o comportamento da acidez total titulável, é possível observar que nas primeiras 48 horas de fermentação houve uma subida de forma significativa da acidez para as três formulações, mostrando desta forma que a fermentação alcoólica pode ter formado ácidos importantes para o fermentado. Almeida *et al.*, (2020) ao estudarem o processo fermentativo de bebidas alcoólicas de mangaba obtiveram resultados semelhantes, justificando que durante a fermentação, podem ocorrer desvios metabólicos, podendo desta forma haver a produção de ácidos orgânicos como é o caso do ácido acético, resultante da fermentação acética.

A subida significativa do teor de acidez total titulável também foi observada por Duarte (2018) estudando o desenvolvimento e análises físico-químicas do fermentado alcoólico da polpa de banana nanica (*musa spp.*) que se deu pela variação de 6.33 para 24.67 meq L-1.

A redução desses valores no tempo posterior de 72 horas indica que os ácidos formados durante as primeiras 24 horas podem ter sido metabolizados para a formação de compostos voláteis para o fermentado por consequência da levedura. Das 72 até 120 horas é possível observar que a

curva de acidez sofreu uma pequena variação mostrando um decaimento mínimo para as três formulações e por fim a sua estabilização. Nesse processo, a fase estável é atribuída pela indisponibilidade de substrato, impossibilitando a continuidade do crescimento celular (Barbosa, 2014).

No estudo realizado por Farias (2019) ao estudar cinética da fermentação alcoólica de *inga edulis* observou que as células comportaram-se de modo regular, havendo um crescimento exponencial nas primeiras 48 horas de fermentação e após esse período, ocorreu um leve crescimento celular, ainda observou-se o decaimento das mesmas após 72 horas e estabilização da população celular, mostrando um estágio de crescimento estável.

Carvalho *et al.*, (2008) ao estudarem a fermentação da cana-de-açúcar pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* obtiveram um crescimento celular e observaram, nas primeiras horas de fermentação, uma fase exponencial e no final da fermentação, a estabilização do processo.

4.4.4. Comportamento do etanol ao longo do tempo da fermentação

A figura 7 a seguir apresenta os resultados do etanol durante o processo de controle cinético do fermentado em função do tempo.

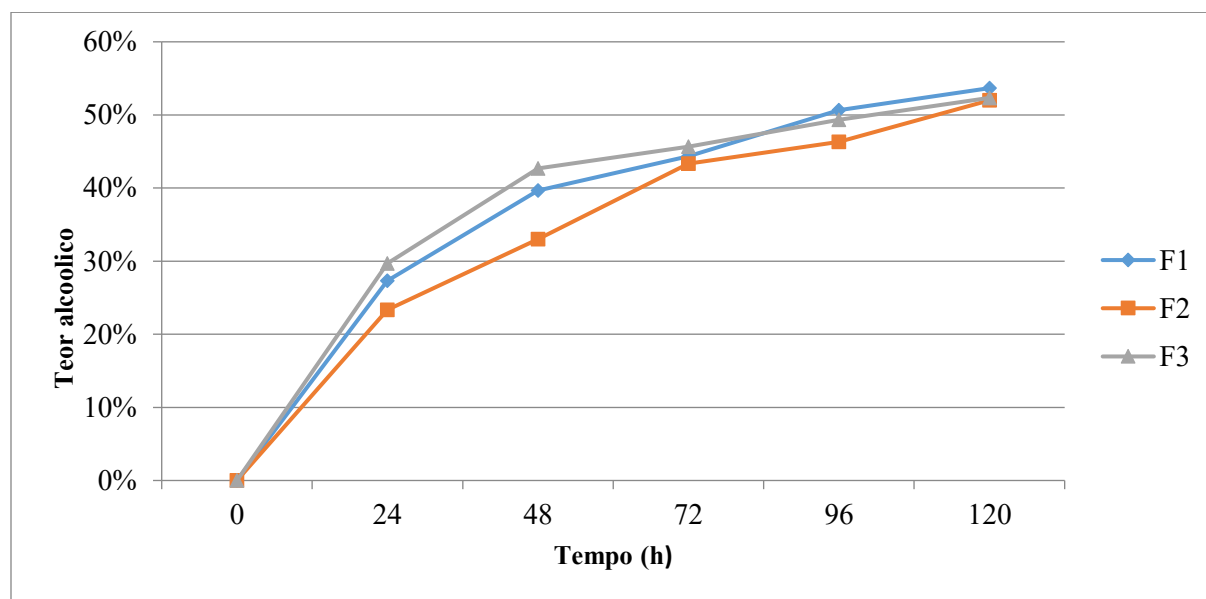


Figura 7: Comportamento do etanol ao longo do tempo da fermentação.

F1 com 30% de casca e polpa de banana; F2- com 30% de polpa de banana e F3- com 25% de casca de banana.

Fonte: Autora (2023).

Com a figura acima, é possível observar que as três formulações apresentam diferentes valores de teor alcoólico, por se tratar de diferentes fermentados, porém os perfis das curvas do processo são semelhantes.

Deste modo, o comportamento do teor alcoólico do fermentado variou de forma considerável, uma vez que essa propriedade físico-química apresentou um comportamento progressivo, aumentando seus valores até atingir um teor alcoólico máximo em 120 horas após o início do processo fermentativo, mantendo-se constante a esse período. Resultados semelhantes a este estudo foram relatados por Souza *et al.*, (2022) ao estudarem a cinética do processo fermentativo do suco de ananás.

Estudo realizado por Andrade *et al.*, (2013) sobre fermentação alcoólica e caracterização do fermentado de morango, observou-se a estabilidade do teor alcoólico devido ausência dos açúcares fermentados no meio, marcando assim o fim da fermentação.

Dantas e Silva (2017) relatam que em relação ao teor alcoólico, a produção de etanol foi lenta nos quatro primeiros dias, não havendo expressiva produção de etanol e do quarto ao décimo dia de fermentação, a produção foi mais relevante, justificando que as leveduras já estavam adaptadas ao meio, passando a consumir regularmente o açúcar, e conseqüentemente convertendo-o em etanol.

No trabalho realizado por Pires *et al.*, (2016) o teor alcoólico encontrado foi de 8.0%, o qual é muito inferior ao valor encontrado neste trabalho. O que pode-se dizer que esse valor é resultado de uma quantidade inferior de açúcares presentes no mosto utilizado para a fermentação ou houve possível falta de activação da levedura antes de ser inoculada.

4.5. Análises físico-químicas do destilado de banana.

A seguir são apresentados os resultados referentes a análises físico-químicas do destilado de banana.

Tabela 6: Análises físico-químicas do destilado de banana.

Parâmetros	Formulações		
	F1	F2	F3
pH	5.31±0.12 ^a	5.30±0.33 ^a	5.37±0.03 ^a
Acidez titulável	0.59±0.01 ^a	0.64±0.22 ^a	0.65±0.03 ^a

Teor alcoólico	53.66± 0.57 ^a	52.0± 2.0 ^a	52.33±1.15 ^a
Rendimento alcoólico	3.30± 0.34 ^a	2.10± 0.39 ^a	2.48±0.67 ^a

Média ± desvio padrão seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não possuem diferenças significativas entre si á nível de 5% de significância no teste Tukey: Formulação 1 com 30% de casca e polpa de banana; F2- com 30% de polpa de banana e F3- com 25% de casca de banana. **Fonte:** Autora (2023).

4.5.1. pH

No que diz respeito aos resultados da análise do pH no destilado, é possível observar que não houve diferenças mínimas significativas entre si á nível de 5% de significância no teste Tukey ($P > 0,05$) para as três formulações, tendo obtido valores médios de 5.31±0.12 para a primeira formulação, 5.30±0.33 para segunda formulação e 5.37±0.03 para a terceira formulação.

Os resultados observados neste estudo apresentaram variação semelhante aos encontrados por Volpe (2013) ao estudar a avaliação das características físico-químicas da aguardente industrial e artesanal comercializada no centro norte paranaense e aos resultados de Borges (2011) em estudos realizados com aguardentes do estado de São Paulo e Minas Gerais, respectivamente, onde obtiveram valores de pH que variaram entre 4.41-5.41 e 4.0-5.3 para cada autor.

Carvalho *et al.*, (2011) ao analisar o pH de cinco amostras de aguardentes brancas comercializadas na cidade de Natal, Rio Grande do Norte, obteve valores entre 4.18-4.70.

No estudo realizado por Melo (2018) ao realizar uma pesquisa sobre o desenvolvimento e análise de aguardente de banana obteve para o pH valor médio de 4.86 verificado na fracção coração da aguardente.

A pesquisa feita por Souza (2017) no estudo de preparação e caracterização físico-química de aguardente de pimenta obteve valor de 4.90 para o pH, valor relativamente baixo comparando com os resultados do presente trabalho.

4.5.2. Acidez total titulável

Conforme os resultados apresentados na tabela 5 da análise de acidez total é possível observar que não houve diferenças mínimas significativas entre todas as formulações á nível de 5% de significância no teste Tukey ($P > 0,05$).

Resultado semelhante a esse estudo é relatado por Leite (2016) analisando a caracterização físico-química de aguardentes de cana-de-açúcar produzidas no Rio Grande do Norte que obteve resultados de acidez total que variaram entre 0.005 a 0.035% apresentando pequena variação entre as amostras por ele estudadas.

O baixo teor de acidez total titulável obtido nesse estudo caracteriza a aguardente produzida como um produto de boa qualidade (Parente, 2014).

Por outro lado Zacaroni *et al.*, (2011) realizando um estudo sobre produção da aguardente de milho verde, obteve resultados médios que variaram 1.4 á 1.5 de acidez total titulável.

Matos (2015) estudado a produção de aguardente de banana por leveduras isoladas e seleccionadas para síntese de compostos voláteis característicos do aroma natural de banana, detectou em seu estudo um valor de 0,024 mg/L de ácido acético no *headspace* e na aguardente de banana com casca usando a levedura *Pichia sp* obteve 0,336 g/100 mL de ácido acético que é um resultado relativamente alto comparando com os resultados do presente estudo.

No seu estudo de aguardente composta a partir de banana e abacaxi Moro (2016) obteve um valor de 39.00 de acidez, valor muito alto, comparando com os resultados obtidos no presente estudo enquanto Araújo (2014) a partir do de produção de aguardente de abacaxi obteve valor de 59.00 de acidez.

Ramos (2015) estudando a caracterização de aguardente de cana-de-açúcar grogue de cabo obteve valores médios que variaram entre e 9.38 e 136.87, mostrando uma maior diferença entre os resultados do presente estudo, visto que a matéria-prima usada para a realização de ambos estudos é diferente.

4.5.3. Teor alcoólico

De acordo com os resultados apresentados (tabela 5) referentes ao grau alcoólico do destilado de banana, é possível observar que não houve diferenças mínimas significativas entre todas as formulações á nível de 5% de significância no teste Tukey ($P > 0,05$), sendo que foram obtidos resultados médios que variaram de 53.66 ± 0.57 , 52.0 ± 2.0 e 52.33 ± 1.15 respectivamente, estando estes resultados dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação que estabelece o valor de 36 a 54% (v/v).

Resultado semelhante a este estudo foi encontrado por Leite (2016) que obteve resultados em que as amostras apresentaram valores de teor alcoólico com variação de 38 a 51% (v/v) e Volpe (2013) em que os dados das suas amostras artesanais e industriais variaram de 39.88 a 51.33°GL. Lara (2007) em seu estudo obteve um valor de 38,0 °GL para o teor alcoólico.

No estudo realizado por Moro (2016) foram encontrados valores que variaram de 57% para a aguardente de banana e 50.45% (v/v) para a aguardente de banana e abacaxi na fracção cabeça, o mesmo autor obteve para a fracção coração resultados que variaram de 42% a 40.4% (v/v) para aguardente de banana e aguardente de banana e abacaxi respectivamente.

Alvarenga *et al.*, (2013) ao produzir aguardente de banana obteve em seus resultados 44.6% (v/v) para o teor alcoólico.

No estudo realizado por Guimarães Filho (2003) encontrou-se um valor de 43% (v/v) para teor alcoólico ao produzir aguardente de banana. Os resultados obtidos pelos autores se divergem dos resultados obtidos no presente estudo, exceptuando os resultados obtidos por Moro (2016) na aguardente de banana simples que obteve 50.45%, que é um valor próximo aos resultados obtidos no presente estudo, de frisar que neste estudo, não houve a separação das fracções da aguardente.

O grau alcoólico da aguardente de pimenta biquinho foi de 37 °GL, obtido por Souza (2017) no estudo de preparação e caracterização físico-química de aguardente de pimenta.

Bispo *et al.*, (2012) em seus estudos de características físico-químicas de aguardentes artesanais envelhecidas e não envelhecida encontrou valores de teor alcoólico que variaram entre 37.47 e 45.09 % (v/v).

4.5.4. Rendimento alcoólico

Os resultados obtidos do rendimento alcoólico das amostras analisadas estão apresentados na tabela 5, onde é possível observar que os resultados não apresentam diferença mínima significativa entre si à nível de 5% de significância do Teste Tukey para todas formulações.

Na produção de aguardente de banana por leveduras isoladas e seleccionadas para síntese de compostos voláteis característicos do aroma natural de banana estudados por Matos (2015),

observou-se que as aguardentes produzidas com banana sem casca, utilizando a levedura comercial *CA-11* e a levedura *S. cerevisiae*, para a fermentação, tiveram rendimentos entre 83.1% e 99.8.

Alvarenga (2011), na produção de aguardente de banana com quatro diferentes tratamentos na banana e levedura *S. cerevisiae* obteve os seguintes rendimentos de etanol 83.08 %, 85.49%, 89.37 e 90.81%.

Para Lara (2007) o rendimento em etanol da fermentação foi de 71% no seu estudo de fermentação de suco de banana prata para produção de aguardente. Alvarenga *et al.* (2013) em fermentação de mosto de banana 77,2 % de rendimento alcoólico.

Alves (2011) ao estudar a aguardente de cajarana obteve um rendimento de 2,31%. Os resultados obtidos pelo autor são semelhantes aos resultados obtidos no presente estudo para o rendimento do teor alcoólico que variaram de 2.10 ± 0.39 e 2.48 ± 0.67 para as formulações 2 e 3 respectivamente. Menezes (2014) no seu estudo obteve resultados de 4.8% no rendimento alcoólico.

Ao estudar a fermentação alcoólica e caracterização de fermentado de morango Andrade *et al.*, (2013) obteve 14.1% de rendimento alcoólico.

Os resultados encontrados por outros autores mostraram-se maiores comparando com este estudo, essa diferença pode ser justificada pela quantidade de mosto usado em cada pesquisa realizada pelos autores.

5. CONCLUSÃO

Com o presente estudo foi possível concluir que a banana pode ser um bom substrato para a produção de aguardente, pois possui nutrientes necessários para a fermentação. Esta tecnologia de produção de destilado de casca e polpa de banana apresentou boas características físico-químicas para o seu uso no que diz respeito ao uso da casca para produção de destilado, essa teoria é comprovada pelos resultados obtidos através da análise das características físico-químicas obtidas no destilado, onde foram obtidos valores de pH (5.31 a 5.37), acidez total titulável (0.59 a 0.65), teor alcoólico (52.0 a 53.66) e o rendimento alcoólico (2.10 a 3.30).

Ao que diz respeito a cinética fermentativa do fermentado, foram monitorados os parâmetros de sólidos solúveis totais, potencial de hidrogênio, acidez total titulável e teor alcoólico durante os cinco (5) dias de fermentação, nesse processo, foi possível observar a degradação do substrato presente no mosto, a produção contínua do álcool etílico e o alto rendimento produtivo no que refere-se ao produto final.

Conforme os resultados obtidos na análise das características físico-químicas do mosto, foi possível observar que para os parâmetros de pH e sólidos solúveis totais não houve nenhuma diferença significativa estatisticamente, resultados contrários são encontrados no parâmetro da acidez total titulável que apresentou diferença significativa, acreditando-se que o ocorrido se deu por conta da matéria-prima utilizada em cada tratamento. Contudo, das três formulações elaboradas, a formulação 1 mostrou-se a melhor em relação a segunda e terceira formulações, respondendo dessa forma a hipótese alternativa do trabalho.

6. RECOMENDAÇÕES

- Uso de cascas de frutas para mais inovações tecnológicas na área de processamento de alimentos considerando principalmente a área de produção de bebidas;
- Recomendo aos demais pesquisadores a realização de análises dos compostos secundários em destilados de banana;
- Realização de mais pesquisas similares a este trabalho para mais conhecimento sobre destilados de frutas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarenga, R. M. (2011). *Avaliação de parâmetros da fermentação e da destilação para adequação dos teores de compostos secundários em aguardente de banana*. Universidade Federal de Minas Gerais-MG.

Alves, H. de O. (2011). *Obtenção e análise físico-química do destilado alcoólico da cajarana (*Spondias sp*), no semiárido paraibano*. Dissertação. Mestrado em Ciências Florestais. Universidade Federal de Campina Grande. Patos-PB.

Alvarenga, L. M.; Alvarenga, R. M.; Dutra, M. B. L.; Oliveira, E. S. (2013). *Avaliação de aguardente de banana e manga*. Alim. Nutr. Braz. J. Food Nutr. Araraquara. ISSN 0103-4235. ISSN 2179-4448 *on line*.

Andrade, M. B. De *et al.* (2013). *Fermentação alcoólica e caracterização de fermentado de morango*. III Simbbtec, Maringá-PR, v. 2, n. 3.

Araújo, S. L. M (2014). *Produção de aguardente de abacaxi cv. pérola: estudo cinético e caracterização físico-química da bebida*, João Pessoa – PB.

Andrade, N. D (2016). *Análise dos métodos brix e cromatografia para a determinação de açúcares redutores residuais totais*. Faculdade de Engenharia Produção, Universidade de Rio Verde.

Alcarde, A. R (2017). *Cachaça: ciência, tecnologia e arte / André Ricardo Alcarde*. – 2. ed.- São Paulo: Blucher.

Albuquerque, M. D. B; Rodrigues, R. B; Silva, C. G; Lopes, J. D (2017). *Kinetics of alcoholic fermentation of sapodilla juice*. In: Simpósio Nacional de Bioprocessos, 21. Simpósio de Hidrólise Enzimática de Biomassa, 12. Aracaju.

ANVISA (2018). *Legislação por categoria de produto: Farinhas*.

Araujo, S. L.S M. De (2019). *Estudo da produção de aguardente composta por polpa de caju e caldo de cana*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação de Química Industrial, do Centro de Tecnologia, da Universidade Federal da Paraíba.

Alvarado-Jasso, G.M.; Camacho-Díaz, B.H.; Ocampo, M.L.A.; Jiménez-Ferrer, J.E.; Mora-Escobedo, R.; Osorio-Díaz, P (2020). *Prebiotic effects of a mixture of agavins and green banana flour in a mouse model of obesity*, Journal of Functional Foods.

Almeida, F. L. C; Oliveira, E. N; Almeida, E. C; Silva, M. O; Araujo, L. F. S.; Silva, L. N.; Dantas, R. V. C; Polar, I. L. B (2020). *Estudo do processo fermentativo de bebidas alcoólicas de mangaba (hancornia speciosa gomes)*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

Bispo, J. L. P; Cardoso, M. G; Duarte, F. C; Rodrigues, L. M. A; Mendonça, J. G.; Saczk, A. A; Magriotis, Z. M. (2012). *Características físico-químicas de cachaças artesanais envelhecidas e não envelhecidas produzidas e comercializadas na Bahia*. Revista Magistra, v. 24, n. 3.

Barnabé, B. M (2014). *Estudo da cinética de extração alcoólica durante o processamento de licor de banana*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos).

Barbosa, C.D (2014). *Obtenção e caracterização de vinho e vinagre de manga (Mangifera Indica L.): parâmetros cinéticos das fermentações alcoólica e acética*. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia. Belo Horizonte.

Beira Corridor. (2015). *Produção agrícola global por categoria de culturas-Manica*.

Bortoletto, A. M.; Alcarde, A. R; Regitano-D'arcace, M. A ; Spoto, M.H.F (2020). *Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos*. 2 ed. São Paulo: Manole.

Barros, M. F (2020). *Estudo cinético da fermentação de bebida alcoólica de tomate (Lycopersicon esculentum Mill)*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Alagoas, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Carvalho, W; Canilha, L; Almeida e Silva, J. B. de (2008). *Cinética da fermentação e balanço de massa da produção de cachaça artesanal*. Brazilian Journal of Food Technology, v. 12. VII BMCFB.

- Carvalho, G. B; Emerenciano, D. P; Carvalho, G. C; Fernandes, P.R.; Moura, M. F (2011). *Avaliação dos parâmetros físico-químicos em diferentes marcas de cachaças comercializadas em Natal* – RN. IV Congresso Norte-Nordeste de Química, Natal.
- Carmo, S. K. S., Sá, S. K. C. V. L.; Almeida, M. M. & Swarnakar, R (2012). *Produção e caracterização de fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial*. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais.
- Conselho de Ministros (Do Governo De Moçambique) (2013). *Decreto número 54/2013 de criação do Regulamento de produção e comercialização de bebidas alcoólicas*. República de Moçambique.
- Canuto, M. H (2013). *Universidade Federal De Minas Gerais, UFMG-Belo Horizonte*.
- Cardoso, M. das G (2013). *Produção de aguardente de cana*. 3. ed. Lavras: Editora UFLA.
- Côdo, S.M.B (2013). *Cultura da cana-de-açúcar*. In: Cardoso, M.G. (ed.) *Produção de aguardente de cana*. 3ª ed. Editora UFLA – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.
- Calima, J; Dengo, M. N; Moamba, C. e Salinger, L. (2014). *Relatório preliminar*. USAID/Moçambique.
- Coelho, M. D (2017). *Avaliação da influência na produção e composição química e físico-química da aguardente de mandioca Manihot esculenta (Tiquira)*. Monografia apresentada ao curso de Química Industrial da Universidade Federal do Maranhão.
- Dantas, C. E. A; Medeiros, G. A; Silva, J. L. A. (2014). *Elaboração e avaliação físico-química de fermentado de umbu (Spondias tuberosa)*. In: Resumos do 10º Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages. Aracaju, SE.
- Dos Santos, V. J; Biondo, P. B. F., Rotta, E. M., De Moraes, D. R., e Visentainer, J. V. (2014). *Optimização da secagem por meio da avaliação de actividade antioxidante de partes não comestíveis (semente/casca) do maracujá*. Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos.

Dos Anjos, A. S; Barbosa, J. L. J; Martins, M. I. J. B (2015). *Farinha de banana verde como ingrediente funcional em produtos alimentícios*. Ciência Rural.

Dantas, C. E. A; J. Silva, L. A. (2017). *Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande de Norte – Campus Currais Novos.

Duarte, L. G. O. (2018). *Desenvolvimento e análises físico-químicas do fermentado alcoólico da polpa de banana nanica (musa spp.)*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberlândia, Edital 05 de 2016 – PIBITI- CNPq.

EMBRAPA (2000). *Mercado e Comercialização*. Comercialização no Mercado interno.

Farias, A. V (2019). *Estudo cinético da fermentação alcoólica de inga edulis*. Monografia de Conclusão de Curso para obtenção do título de Engenheiro, Habilitação em Engenharia Química – Escola Superior de Tecnologia, Universidade do Estado do Amazonas.

FAOSTAT (2014). *Top production-bananas-2012*.

Franco, C. C; Castro, M. M; E Walter, M. E (2015). *Estudo das cascas de banana das variedades prata, caturra e maçã na bioissorção de metais pesados gerados pelos efluentes dos laboratórios do Centro Universitário de Belo Horizonte*.

FAO (2019). Comércio e mercados: banana. *FAO. Org*. Disponível em: Acesso em: 21 de Outubro.

Guimarães Filho, O. (2003). *Avaliação da produção artesanal da aguardente de banana utilizando Saccharomyces cerevisiae CA-1174*. Tese de Doutorado. Lavras-MG.

Grejo, M. M. (2014). *Determinação do teor alcoólico na cerveja pilsen*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação em Química Industrial.

Gomes, A. A. B; Ferreira, M. E; Pimentel, T. C (2016). *International Food Research, Journal*, 23, n.5.

Garcia, G (2016). *Tratamento de caldo e tipos de fermentos sobre os componentes secundários e qualidade da cachaça de alambique*. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista.

Godoy, R. C. B (2016). *Estudo das variáveis de processo em doce de banana de corte elaborado com variedade resistente a Sigatoka-negra*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

Jackson, R. S. (2014). *Wine science: principles and applications*. 4 ed. San Diego: Academic Press.

Jung, E. P; Ribeiro, L. de O; Kunigami, C. N; Figueiredo, E. da S; Nascimento, de S. (2019). *Farinha da casca de banana madura: Uma matéria-prima para a indústria alimentícia*. Instituto Nacional de Tecnologia, Divisão de Química Analítica.

Lara, C. A (2007). *Produção de aguardente de banana: emprego de enzimas pectinolíticas e efeito de fontes de nitrogênio e quantidade de inoculo na formação de álcoois superiores*. Dissertação em Ciências Alimentares, Universidade Federal de Minas Gerais.

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

Leite, J. J. do R (2016). *Caracterização físico-química de aguardentes de cana-de-açúcar produzidas no Rio Grande do Norte*. Revista Brasileira de Tecnologia Agro-industrial.

Lima, S. W (2017). *Análises de sistemas de secagem: solar, elétrico e misto na produção de banana passa*. Tese (Doutorado Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

Mendon, R (2014). *Avaliação de parâmetros da fermentação e da destilação para adequação dos teores de compostos secundários em aguardente de banana*. Belo Horizonte - MG: Faculdade de Farmácia da UFMG.

MAPA (2014). *Anuário Estatístico da Agroenergia*.

Monjane, I; Penicela, L (2014). *Gestão do risco climático para melhorar o modo de vida e a capacidade de adaptação das famílias rurais nos ecossistemas agrários do Sul de Moçambique*. Instituto de Investigação Agrária de Moçambique.

Matos, M. de E (2015). *Produção de aguardente de banana por leveduras isoladas e seleccionadas para síntese de compostos voláteis característicos do aroma natural de banana*. Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia - Universidade Federal do Paraná.

Manoel, T. L. F (2015). *Comportamento cinético do fermentado alcoólico de banana prata (musa ssp) frente a diferentes parâmetros*. Revista Verde (Pombal - PB - Brasil).

Moro, K. I. B (2016). *Desenvolvimento e caracterização de aguardentes de frutas a base de polpa de banana e de suco de abacaxi*. Dissertação – Universidade Federal de Santa Maria.

Mutton, M. J. R; Mutton, M. A. Aguardente de cana. In: Venturini Filho, W.G (2016). *Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia* (Volume 1). 2 ed. São Paulo: Editora blucher.

Martins, R. C (2018). *Produção, qualidade e sanidade de frutos de bananeira 'brs conquista' ensacados com polipropileno de diferentes cores*. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP.

Melo, S. A de (2018). *Desenvolvimento e análise de aguardente de banana*. Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Campus I, unidade Mangabeira.

Ministério dos Negócios Estrangeiros (do Governo de Moçambique) (1970). *Decreto número 176/70 de criação do regulamento de produção e comercialização de bebidas alcoólicas*. República de Moçambique.

Nogueira, D. B (2013). *Avaliação do desempenho de unidades de produção de cachaça de alambique- Lorena*.

Nascimento, G. S (2017). *Desenvolvimento de licor de banana (Musa spp.) adicionado de canela (Cinnamomum cassia Presl.): caracterização físico-química e aceitação sensorial*. Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Bacharelado em Nutrição.

Nathália, do S. B (2021). *Obtenção e caracterização da farinha de biomassa da banana-prata (musa spp.) liofilizada em diferentes estádios de maturação*. Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

PENHA, E. M. (2006). *Licor de frutas*. Embrapa Informação Tecnológica; 1ª edição-Brasília, DF.

Pacheco, T. F (2010). *Fermentação Alcoólica com leveduras de características floculantes em reator tipo torre com escoamento ascendente*-Universidade Federal de Uberlândia.

Pereira, A. S; Costa, R. A. S; Landim, L. B; Silva, N. M. C. Reis, M. F. T. (2014). *Production of alcoholic fermented mixed pulp and açaí cupuaçu: kinetic aspects, physicochemical and sensory*. Revista brasileira de tecnologia agroindustrial, Ponta Grossa (PR), v. 8, n. 1, p. 1216-1226.

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

Pires, T. P. R. S; Almeida, L. S; Pereira, E.S; Carmo, I. C. L (2016). *Parâmetros físico-químicos do fermentado de caju (Anacardium Occidentale L.) produzido na fazenda cajucoco*.

Rodrigues, E. P; Pereira, A. S; Silveira, P. T. S; Santos, V. N; Martins, M. W. R; Silva, N. M. C (2012). *Cinética e caracterização físico-química do fermentado de Carambola*. In: Anais do III Simpósio Internacional de Plantas Medicinais e Nutracêuticos e III Conferencia do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Frutos Tropicais. Aracaju, SE.

Rebello, L. P. G; Ramos, A. M; Pertuzatti, P. B; Barcia, M. T; Castillo-Muñoz, N; Hermosín-Gutiérrez, I (2014). *Flour of banana (Musa AAA) peel as a source of antioxidant phenolic compounds*. Food Research International.

Resende, D. O. E (2015). *Desenvolvimento de bebida alcoólica fermentada à base de jambolão e caldo de cana-de-açúcar*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Goiânia.

Rosa, C. A; Soares Júnior, A.M; Faria, J.B. Cachaça De Alambique. In: Venturi Filho, W.G (2016). *Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia* (Volume 1). 2 ed. São Paulo: Editora Blucher.

Ramos, A. C. N (2016). *Caracterização de Aguardente de Cana-de-açúcar “Grogue de Cabo Verde”*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar.

Rabelo, A. G. S; Melo Santos, S. K; Queiroz, G. A (2019). *Characterization and optimization of production process of alcoholic fermentation of pineapple*. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 23.

Silva, J. L. A; Dantas, D. L. L; Gaspareto, O. C. P. e Falcão Filho, R. S (2011). *Utilização de abacaxi para elaboração de vinhos: avaliação físico-química e aceitabilidade*. Holos, 3, 108-118. doi: 10.15628/holos.

Silva, M. A; Rêgo, F. G. G; Santo, B. A (2013). *Fermentação alcoólica: um processo biológico*. Revista Química: ciência, tecnologia e sociedade, Vol. 2, No. 2.

Souza, E. G (2014). *Amadurecimento, Climatização e armazenamento Refrigerado de frutos de bananeiras ‘ Brs Platina ’ E ‘ Prata - Anã ’ Cruz das Almas*.

Silva, M. E; Araújo, G. T; Alves, J. J. N (2016). *Avaliação das características físico-químicas da polpa do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale L.*) visando obter um fermentado para a produção de etanol hidratado*. Campina Grande - PB: UAEQ/DEQ/CCT, Universidade Federal de Campina Grande, [S. D.].

Silva, D. M da; Martins, M, B. N; Ana, L. S; Moraes, M. da S; Santos, L. B (2016). *Estudo do processo de concentradores de sólidos (BRIX): um estudo de caso no centro-oeste goiano*. Goiás.

Souza, J. M de (2017). *Preparação e caracterização físico-química de aguardente de pimenta – São Cristóvão*.

Silveira, P. R. N da (2020). *Uso da α -amilase na produção de etanol a partir de resíduos da casca de banana*. Goiânia: PUC Goiás / Escola de Engenharia.

Sampaio, C. A. P (2020). *Obtenção do destilado da banana nanica a partir de alambique confeccionado com material alternativo*. Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA.

Souza, B. C. N. de; Sabino, L. L; Silva, M. F. de. O; Castilhos, M. B. M de (2022). *Cinética do processo fermentativo do suco de abacaxi: abordagem físico-química*. Revista Verde ISSN 1981-8203 Pombal, Paraíba, Brasil.

Teodato, A. A. S. M (2016). *Elaboração e avaliação sensorial de licores caseiros de banana e de banana com anis*.

Tábua, M. C. M (2018). *Estudo Comparativo de Aguardentes Moçambicanas e Brasileiras*. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras.

Oliveira, J. A. R; Carvalho, A. V; Martins, L. H. S; Morreira, D. K. T (2012). *Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de estruturas de polpa concentrada de abacaxi*. Alimentos e Nutrição, Araraquara.

Oliveira, M. C. F; Pandolfi, M. A. C. (2020). *Estudo Bibliográfico: aproveitamento integral na elaboração de subprodutos na indústria alimentícia*. Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga, [s. l.], v. 17, ed. 1.

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

Venturini Filho, W. G (2013). *Aguardentes e cachaça*. Faculdade de Ciências Agrônomicas-Botucatu.

Volpe, T. C; Bona, E; Vitorio, A. C. 2013). *Avaliação das características físico-químicas da cachaça industrial e artesanal comercializadas no Centro Norte Paranaense*. Departamento de Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão (UTFPR-CM).

Zacaroni, L. M; Cardoso, M. G; Saczk, A. A.; Santiago, W. D; Anjos, J. P; Masson, J; Duarte F. C; Nelson, D. L; (2011). *Caracterização e quantificação de contaminantes em aguardentes de cana*. Química Nova.

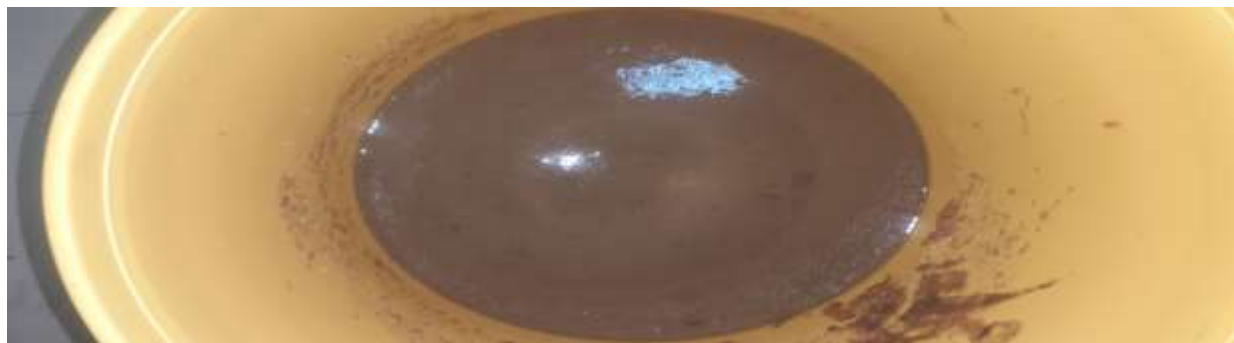
8. ANEXOS

Anexo 1: Processo de preparação do mosto à base de casca e polpa de banana.



Fonte: Autora.

Anexo 2: Mosto produzido a base de casca e polpa de banana.



Fonte: Autora.

Anexo 3: Processo de fermentação, destilação, medição do teor alcoólico e produto final.



Fonte: Autora.