



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA INDUSTRIAL

LAILA JULIO BARBOSA

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FERMENTADOS TIPO
ESPUMANTE DE ABACAXI E MELAÇO SABORIZADOS COM MENTA**

JOÃO PESSOA

2024

LAILA JULIO BARBOSA

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FERMENTADOS TIPO
ESPUMANTE DE ABACAXI E MELAÇO SABORIZADOS COM MENTA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação do curso de
Química Industrial, do Centro de
Tecnologia, da Universidade Federal da
Paraíba, Campus I, como parte dos
requisitos obrigatórios, para obtenção do
título de Bacharel em Química Industrial.
Orientador:

Prof.º Dr. Carlos Alberto Bispo de Sousa

JOÃO PESSOA

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B228o Barbosa, Laila Julio.

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE
FERMENTADOS TIPO ESPUMANTE DE ABACAXI E MELAÇO
SABORIZADOS COM MENTA / Laila Julio Barbosa. - João
Pessoa, 2024.

55 f. : il.

Orientação: Carlos Alberto Bispo de Sousa.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. 1. Ananas comosus, 2. fermentado de fruta,
3. melaço. I. de Sousa, Carlos Alberto Bispo. II. Título.

UFPB/CT/BSCT


CDU 66.01(043.2)

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FERMENTADOS TIPO ESPUMANTE DE ABACAXI E MELAÇO SABORIZADOS COM MENTA


Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) vinculado ao curso de Química Industrial, do Centro de Tecnologia, da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos obrigatórios, para obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

João Pessoa, 18 de abril de 2024


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CARLOS ALBERTO BISPO DE SOUSA**
Data: 24/05/2024 12:38:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Alberto Bispo de Sousa - Universidade Federal da Paraíba (DEQ)
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 **JULICE DUTRA LOPES**
Data: 24/05/2024 13:53:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Julice Dutra Lopes - Universidade Federal da Paraíba (DEQ)
(Examinador)

Documento assinado digitalmente
 **SOFACLES FIGUEREDO CARREIRO SOARES**
Data: 24/05/2024 13:24:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Sófacles Figueredo Carreiro Soares - Universidade Federal da Paraíba (DEQ)
(Examinador)

A Deus por me conceder graça, força e ânimo até aqui, **dedico**.
À minha mãe por todo o apoio, amor, inspiração e orações, **dedico**.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por me permitir viver essa experiência, e me conceder graça, força e ânimo para concluir essa jornada.

Agradeço a mim mesma, por não desistir dessa jornada, mesmo nos piores dias, mesmo sem forças, mesmo passando pelas piores dores.

Agradeço ao meu pai, Severino de Matos Barbosa (*in memoriam*), pelos anos que pude conviver ao seu lado, sendo incentivada pelo seu olhar de orgulho ao me ver ingressar em uma instituição de ensino superior.

Agradeço a minha mãe, Rosaura Ferreira Julio (*in memoriam*), pelos anos que tive ao seu lado, por todo amor, dedicação, sacrifício, correção, palavras de sabedoria e orações por mim e meus irmãos, para que pudéssemos ter a melhor vida que poderia nos proporcionar. Você foi e é meu maior exemplo.

Agradeço a minha irmã, Zaíra Julio Kergozien, por todo amor, conselhos, coragem, dedicação e suporte dados durante toda a minha vida, tendo cuidado de mim desde o dia em que nasci até hoje.

Agradeço ao meu irmão, Luan Julio Barbosa (*in memoriam*), pelos breves anos que tivemos juntos, mas que foram valiosos, e que até hoje guardo com muito carinho e aprendizado.

Agradeço ao meu cunhado, Emmanuel Kergozien, por todo carinho, atenção e incentivo, trazendo uma nova cor para nossa família.

Agradeço aos meus tios e tias, Sônia Zaira, Ana Maria, Rosangela Correia, Dalila Nícia, Lília Lucena, Marcos, Roberto Vargas e Rubens Correia e minha avó Gilza, por todo amor, orações, suporte e acolhimento durante todo esses anos.

Agradeço ao meu melhor amigo e companheiro de jornada, Davi Jackson, por todo suporte, amor, incentivo e ânimo nos dias mais nublados.

Agradeço a todos os amigos que fiz nessa estrada que foi a graduação, sem os quais eu não teria chegado tão longe. Em especial, Carla Priscila, por ter se tornado uma irmã nos últimos anos, dividindo a vida e o conhecimento; Juliana e Joanderson, que foram fundamentais para a elaboração deste trabalho.

Agradeço aos meus pastores, Washington, Monique e Katiúscia, por todo cuidado, ensinamentos, amor e orações pela minha vida.

Agradeço a todos meus professores, por toda dedicação e ensinamentos transmitidos, que foram fundamentais na minha formação profissional.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Bispo, por toda paciência, calma, disponibilidade e ensinamentos durante a elaboração desse trabalho.

Agradeço ao técnico do LPFD, Dr. Sófacis Soares, por toda orientação e ensinamentos durante todo o processo de desenvolvimento prático deste trabalho, sem o qual, teria sido bem mais complexo de executar.

Agradeço a banca pela disponibilidade e profissionalismo em aceitar contribuir com este trabalho.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Processo para a produção de fermentado alcoólico de abacaxi tipo espumante com adição de folhas de menta | 28 |
| Figura 2 - Abacaxis (a) antes do processamento e (b) durante o processo de higienização e sanitização | 29 |
| Figura 3 – Mosto após passar pelo processo de correção dos SST. | 30 |
| Figura 4 - Mosto após processo de clarificação | 31 |
| Figura 5 – Recipientes contendo o fermentado de abacaxi com melão de cana-de-açúcar e a menta em diferentes massas, após o processo de adição da menta. | 32 |
| Figura 6 - Formulações do espumante após o processo. Espumantes engarrafados (a) e apresentação do espumante na taça (b). | 33 |
| Figura 7 - Gráfico da variação do pH durante o tempo de obtenção do fermentado de abacaxi | 37 |
| Figura 8 - Variação dos Sólidos Solúveis Totais com o tempo de fermentação | 38 |
| Figura 9 - Variação do teor alcoólico com o tempo de fermentação | 39 |
| Figura 10 - Cinética da fermentação alcoólica do fermentado de abacaxi | 40 |
| Figura 11 - Variação da acidez com o tempo de fermentação | 41 |
| Figura 12 - Curva de decaimento dos açúcares redutores..... | 42 |
| Figura 13 – Monitoramento da pressão obtida no interior da garrafa da amostra controle a temperatura de 20°C | 45 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados da cinética da primeira fermentação36

Tabela 2 - Dados obtidos após realização da adição de menta e do processo de primming. .42

LISTA DE SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOC - *Appellations d'Origine Contrôlée*

ATT - Acidez Total Titulável

AOAC – Associação de Químicos Agrícolas Oficiais

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LPFD – Laboratório de Produtos e Fermento Destilados

mEq - Miliequivalente

OIV - *Organisation Internationale de la Vigne et du Vin*

SST - Sólidos Solúveis Totais

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 2. OBJETIVOS | 17 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 17 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 17 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 18 |
| 3.1 ABACAXI..... | 18 |
| 3.1.1 CARACTERIZAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ABACAXI..... | 18 |
| 3.1.2 APLICAÇÃO INDUSTRIAL DO ABACAXI..... | 18 |
| 3.1.3 IMPACTO DA PRODUÇÃO DO ABACAXI NA REGIÃO PARAIBANA | 19 |
| 3.2 BEBIDAS ALCOÓLICAS..... | 19 |
| 3.2.1 FERMENTADO DE FRUTAS..... | 20 |
| 3.2.2 FERMENTADOS DE FRUTA GASEIFICADOS | 20 |
| 3.2.3 VINHO ESPUMANTE | 21 |
| 3.3 MENTHA SPICATA..... | 22 |
| 3.4 MELAÇO | 23 |
| 3.5 LEVEDURA: SACCHAROMYCES BAYANNUS | 23 |
| 3.6 MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICO..... | 24 |
| 3.6.1 PH..... | 24 |
| 3.6.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS | 24 |
| 3.6.3 ACIDEZ..... | 25 |
| 3.6.4 AÇÚCARES REDUTORES..... | 25 |
| 3.6.5 TEOR ALCOÓLICO..... | 25 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS | 27 |
| 4.1 LOCAL DE ESTUDO..... | 27 |
| 4.2 MATÉRIAS-PRIMAS | 27 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.1 ABACAXI | 27 |
| 4.2.2 MENTA..... | 27 |
| 4.2.3 LEVEDURA | 27 |
| 4.2.4 MELAÇO | 28 |
| 4.3 PREPARO DO FERMENTADO DE FRUTA GASEIFICADO | 28 |
| 4.3.1 PREPARO DO MOSTO..... | 28 |
| 4.3.2 ADIÇÃO DA LEVEDURA..... | 30 |
| 4.3.3 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA | 30 |
| 4.3.4 CLARIFICAÇÃO | 30 |
| 4.3.5 ADIÇÃO DA MENTA..... | 31 |
| 4.3.6 ENVASE E GASEIFICAÇÃO | 32 |
| 4.4 CARACTERIZAÇÃO DO FERMENTADO | 33 |
| 4.4.1 PH..... | 34 |
| 4.4.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS | 34 |
| 4.4.3 ACIDEZ..... | 34 |
| 4.4.4 AÇÚCARES REDUTORES..... | 35 |
| 4.4.5 TEOR ALCOÓLICO (° GL) | 35 |
| 4.5 CARACTERIZAÇÃO DO FERMENTADO ALCOÓLICO DE ABACAXI TIPO ESPUMANTE | 35 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 36 |
| 5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FERMENTADO BASE | 36 |
| 5.1.1 PH..... | 36 |
| 5.1.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS | 38 |
| 5.1.3 TEOR ALCOÓLICO..... | 39 |
| 5.1.4 ACIDEZ TOTAL | 40 |
| 5.1.5 AÇÚCARES REDUTORES..... | 41 |
| 5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FERMENTADO GASEIFICADO DE | |

| | |
|----------------------------------------------------|-----------|
| ABACAXI E MELAÇO SABORIZADO COM MENTA | 42 |
| 5.2.1 PH..... | 43 |
| 5.2.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS | 43 |
| 5.2.3 ACIDEZ TOTAL | 43 |
| 5.2.4 AÇÚCARES REDUTORES..... | 44 |
| 5.2.5 TEOR ALCOÓLICO..... | 44 |
| 5.2.6 CLASSIFICAÇÃO DO FERMENTADO | 44 |
| 6. CONCLUSÃO | 46 |
| REFERÊNCIAS..... | 48 |

RESUMO

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de abacaxi, ocupando o terceiro lugar mundial, e o Estado da Paraíba ocupa o segundo lugar no *ranking* nacional da abacaxicultura. Uma das maiores problemáticas da abacaxicultura é a grande parcela de frutos descartados por não estarem de acordo com as especificações exigidas pelo mercado consumidor para o consumo *in natura*. Atualmente uma das propostas encontradas para o aproveitamento desses frutos é o processamento industrial, utilizando-os como matéria-prima na fabricação de produtos alimentícios, farmacêuticos e a produção de bebidas alcoólicas fermentadas. Além da abacaxicultura, no Estado da Paraíba há a presença de indústrias sucroalcooleiras, sendo um mercado muito difundido. No beneficiamento da cana-de-açúcar ocorre a geração de rejeitos industriais, sendo o melaço um deles. Este trabalho teve como objetivo a obtenção e caracterização físico-química de fermentados de fruta tipo espumante de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril) com melaço e saborizado com menta (*Mentha spicata*) a fim de propor uma solução para o aproveitamento dos abacaxis rejeitados e o melaço excedente da produção de açúcar. Após a elaboração do mosto, ocorreu o primeiro processo fermentativo, em seguida, foi realizado o fracionamento em quatro partes e realizada a adição de menta para as formulações de 3 g/L, 6 g/L e 9 g/L, deixando uma das frações sem adição da menta para comparativo, ocorrendo posteriormente a segunda fermentação utilizando o método *Champenoise*. Acompanhou-se a cinética do processo fermentativo das bebidas produzidas mediante as análises físico-químicas, tanto do fermentado obtido como produto da primeira fermentação, como do fermentado gaseificado obtido como resultado da segunda fermentação. Observou-se as variações cinéticas no decorrer dos processos fermentativos, e ao final, obteve-se fermentados alcoólicos que apresentaram SST diferentes para cada formulação, variando entre 5,0 e 5,7 °Brix, obtendo o teor alcoólico de 11 °GL para a formulação sem menta e 10,1 °GL para as formulações com adição de menta. Observou uma variação nos valores de pH, variando entre 3,39 a 3,53 permanecendo ácido, apresentando um meio favorável a levedura. Os açúcares redutores apresentaram-se acima de 3 g/L, o que segundo a legislação brasileira, classifica um fermentado de fruta como doce ou suave, e a pressão interna superior os 4 atm mínimos exigidos em legislação, classificando o fermentado como fermentado de fruta tipo espumante.

Palavras-chave: *Ananas comosus*, fermentação alcoólica, melaço, fermentado de fruta, *Saccharomyces bayannus*.

ABSTRACT

Brazil is one of the largest producers of pineapple, ranking third in the world, and the state of Paraíba is second in the national pineapple ranking. One of the biggest problems in pineapple growing is the large proportion of fruit that is discarded because it does not meet the specifications required by the consumer market for fresh consumption. Currently, one of the proposals for using these fruits is industrial processing, using them as raw materials in the manufacture of food products, pharmaceuticals and the production of fermented alcoholic beverages. In addition to pineapple growing, the state of Paraíba is also home to sugar and alcohol industries, which is a widespread market. The processing of sugar cane generates industrial waste, one of which is molasses. The aim of this work was to obtain and characterize the physicochemical properties of sparkling fruit fermented from pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) with molasses and flavored with mint (*Mentha spicata*) in order to propose a solution for the use of rejected pineapples and surplus molasses from sugar production. After making the must, the first fermentation process took place, then it was fractionated into four parts and mint was added to the 3 g/L, 6 g/L and 9 g/L formulations, leaving one of the fractions without mint for comparison, and then the second fermentation took place using the Champenoise method. The kinetics of the fermentation process of the beverages produced were monitored through physicochemical analysis, both of the ferment obtained as a result of the first fermentation and of the carbonated ferment obtained as a result of the second fermentation. The kinetic variations during the fermentation processes were observed and, in the end, alcoholic fermentation were obtained which had different TSS for each formulation, varying between 5.0 and 5.7 °Brix, obtaining an alcohol content of 11 °GL for the formulation without mint and 10.1 °GL for the formulations with added mint. A variation in pH values was observed, ranging from 3.39 to 3.53 and remaining acidic, presenting a favorable environment for the yeast. Reducing sugars were above 3 g/L, which according to Brazilian legislation classifies a fruit ferment as sweet or soft, and the internal pressure was above the minimum 4 atm required by law, classifying the ferment as a sparkling fruit ferment.

Keywords: *Ananas comosus*, alcoholic fermentation, molasses, fruit ferment, *Saccharomyces bayannus*.

1. INTRODUÇÃO

A produção global de frutas tropicais tem aumentado nos últimos anos. Mas apesar desse crescimento, a exportação de tais frutas ainda representa uma pequena parcela do comércio agrícola global, apenas 3% do volume das exportações. Embora esse volume não seja expressivo, quando comparado a outras frutas, o valor médio de exportação por unidade é elevado, estando acima de R\$ 5.270,00 por tonelada, colocando-as em terceiro lugar no *ranking* das frutas mais valiosas do mundo (FAO, 2022).

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores globais de frutas, atualmente ocupando o terceiro lugar no *ranking* mundial, contribuindo com cerca de 4,6% da produção total. Embora seja um grande produtor, o país não figura entre os principais exportadores mundiais de frutas (Andrade, 2020). As regiões de maior cultivo de frutas no Brasil estão concentradas no Nordeste, abrangendo cerca de 52,4% das áreas cultivadas, seguidas pelo Sudeste, onde quase 26% da área total do país é dedicada à fruticultura, especialmente na produção de citros (Vidal, 2023). As frutas com maior expressividade de colheita são a laranja, a banana e o abacaxi, representando conjuntamente 65,7% da produção nacional. O abacaxi, particularmente, responde por 8,4% da produção, o que corresponde a 3,4 milhões de toneladas. Os estados do Pará, Paraíba e Minas Gerais despontam como os principais produtores, contribuindo com aproximadamente 52% da produção do país (Andrade, 2020).

A Paraíba, além do desenvolvimento da abacaxicultura, possui um grande volume de melaço disponível, devido à concentração de engenhos e usinas de açúcar na região, impulsionada pelo crescimento do mercado relacionado aos produtos derivados da cana-de-açúcar. O melaço de cana-de-açúcar, também conhecido como mel de engenho ou mel vegano, é um líquido viscoso rico em açúcares e é considerado o principal subproduto da indústria sucroalcooleira. Ele surge como resíduo na etapa de centrifugação durante a produção de açúcar e tem sido amplamente utilizado como fonte de carbono em processos fermentativos (Barbosa, 2010; Camargos *et al*, 2019; Pereira *et al*, 2020).

Apesar da notável produção de abacaxi, a maior parte dela é direcionada ao consumo interno, estimado em cerca de 90%, sendo predominantemente consumido fresco. Estudos indicam que aproximadamente 10 a 15% dos frutos que não atendem aos padrões de comercialização na forma fresca acabam sendo perdidos. Devido a essa significativa margem de perda, torna-se crucial desenvolver processos industriais para aproveitar esses frutos rejeitados tanto para consumo fresco quanto para exportação, além de explorar novos mercados

através do desenvolvimento de novos produtos utilizando o abacaxi como matéria-prima (Barros, 2017; Parente, 2014).

As bebidas alcoólicas obtidas como produto da fermentação do mosto de fruta de uma única espécie, ou seja, não são utilizados dois tipos de fruta para a produção do mosto, são denominadas de fermentado de fruta. Contém graduação alcoólica na faixa de 4% a 14% em volume, a 20° C. Tal classificação não se aplica a bebidas fermentadas obtidas usando como matéria-prima a uva, tal como o vinho, e a maçã, tal como a sidra (Brasil, 2009). Tais bebidas estão ganhando espaço no mercado, uma vez que são uma opção para minimizar as perdas pós-colheitas, gerando impacto econômico positivo, além de trazer consigo, características de regionalidade (Arcari *et al.*, 2013).

Dentro desse contexto, o presente estudo visou elaborar um fermentado alcoólico a partir do mosto de abacaxi (*Ananas comosus L.*) com melão e a menta (*Mentha spicata*), utilizando as metodologias existentes para a obtenção de vinhos espumantes, com o intuito de propor uma alternativa para o melhor aproveitamento dos frutos que seriam destinados como rejeito e do subproduto das indústrias sucroalcooleiras, minimizando a quantidade de fruto descartado e os impactos socioeconômicos gerados.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Produzir uma bebida gaseificada tipo espumante de abacaxi (*Ananas comosus*) e melão saborizada com menta (*Mentha spicata*) utilizando a levedura *Saccharomyces bayannus*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Elaborar o fermentado de abacaxi com melão de acordo com condições apontadas na literatura;
- ❖ Acompanhar o processo cinético da fermentação alcoólica;
- ❖ Realizar a caracterização físico-química da bebida fermentada e das bebidas gaseificadas resultantes (Sólido solúveis totais, pH, Acidez, Açúcares redutores, Teor alcoólico);
- ❖ Testar diferentes quantidades de folhas de menta adicionadas e realizar a gaseificação da bebida pelo método *Champenoise*.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ABACAXI

3.1.1 Caracterização e Composição Química do Abacaxi

A *Ananas comosus* L. Merrill, pertencente à família Bromeliaceae, é uma planta tropical originária da região Amazônica. Seu fruto é conhecido como abacaxi ou ananás, significando "fruto que cheira" nas línguas tupi e guarani. (Silva; Adaime; Zucchi, 2016). Embora o fruto seja a parte mais consumida, a planta como um todo pode ser aproveitada. Seu caule é utilizado como matéria-prima na produção de alimentos e álcool etílico, enquanto o restante do abacaxizeiro é destinado à produção de ração animal. (Granada; Zambiasi; Mendonça, 2004).

O abacaxi é um fruto suculento, formado pela união de bagos, os quais variam em quantidade entre 100 a 200 bagos por fruto, em forma espiral em torno de um eixo central, popularmente chamado de coração (Silva; Adaime; Zucchi, 2016). Pode apresentar forma cilíndrica, arredondada ou cônica. A polpa pode apresentar uma coloração que varia do amarelo-esbranquiçado ao laranja-avermelhado, com peso médio próximo a um quilo, o qual aproximadamente 25% é referente a coroa (Granada; Zambiasi; Mendonça, 2004).

É uma fruta muito apreciada por suas propriedades nutritivas e sensoriais, se destacando por seu sabor ácido e adocicado; por seu valor energético com uma alta composição de açúcares, o que o torna apreciável para fins biotecnológicos; e por seu valor nutritivo devido a presença de fibras, sais minerais como o ferro, cálcio, manganês e magnésio, e vitaminas do complexo B, A e C. No entanto, apresenta um baixo teor de proteínas e de gordura. Apresenta também uma alta concentração da enzima, tanto na fruta quanto no caule do abacaxizeiro (Granada; Zambiasi; Mendonça, 2004).

3.1.2 Aplicação Industrial do Abacaxi

O consumo do abacaxi pode ser realizado *in natura* ou na forma de produtos industrializados e processados. Visando às aplicações biotecnológicas do abacaxi, alguns dos produtos mais produzidos são os sucos concentrados, néctares, geléias, gelatinas, compotas, sorvetes, polpas congeladas, xarope, entre outros. Em regiões onde o clima predominante é quente e úmido, as bebidas fermentadas são amplamente produzidas (Granada; Zambiasi; Mendonça, 2004). Apesar de muito difundido na indústria de alimentos, o abacaxi é vastamente requisitado na indústria farmacêutica, devido ao alto teor de bromelina, termo genérico utilizado

para se referir ao conjunto de enzimas proteolíticas presentes em plantas da família *Bromeliaceae*. Tais enzimas são vastamente encontradas no fruto e no abacaxizeiro (Barros, 2017).

A bromelina tem diversas aplicações, incluindo medicamentos com propriedades antitumorais, para a limpeza de feridas, modulação do sistema imunológico, ação mucolítica e anti-inflamatória, auxílio na digestão, efeito diurético, entre outros. Além disso, o suco de abacaxi verde é utilizado como vermífugo em alguns países (Vieira, 2020). Na indústria alimentícia, a bromelina é empregada no amaciamento de carnes vermelhas, na produção de pães e biscoitos a partir de farinhas de trigo ricas em proteínas, na fabricação de ovos desidratados, na preparação de leite de soja e isolados protéicos. Além disso, na cervejaria, é utilizada para hidrolisar complexos proteína-tanino formados durante a fermentação da cerveja, os quais, quando presentes, tornam-se insolúveis e podem causar turvação quando a bebida é resfriada (Barros, 2017; Vieira, 2020).

3.1.3 Impacto da Produção do Abacaxi na Região Paraibana

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a Paraíba é o segundo maior produtor de abacaxi do país, tendo produzido 263.370 mil frutos no ano de 2021, significando uma geração de renda de R\$364.645,00 mil de reais para o estado nesse período. Entre os municípios, os maiores produtores do fruto são Itapororoca, Araçagi, Santa Rita, Pedras de Fogo, Lagoa de Dentro e Curral de Cima (IBGE, 2022).

A abacaxicultura é considerada, no setor de frutícolas, a cultura mais expressiva no estado, gerando centenas de empregos diretos e indiretos, visto que o seu cultivo não há possibilidade de ser totalmente mecanizado, necessitando de mão de obra humana. Além do mais, a maior parte da produção vem dos pequenos produtores. O qual, segundo o portal do Governo do Estado, aproximadamente 70% da produção é proveniente da agricultura familiar, sendo um cultivo de grande importância e impacto social e econômico para a região (de Brito Neto, 2008; Governo da Paraíba, 2019; Souza, 2017).

3.2 BEBIDAS ALCOÓLICAS

As bebidas alcoólicas acompanham a evolução das civilizações há milhares de anos, sendo produzidas inicialmente a partir de frutas, cereais, raízes e folhas, as quais fermentavam naturalmente. Com o tempo, técnicas aprimoradas e a descoberta da destilação revolucionaram

a produção, criando bebidas mais fortes como uísque, vodka e rum. Ao longo da história, as bebidas alcoólicas transcenderam sua função de trazer descontração e relaxamento a quem ingeri-la, tornando-se alimento, medicamento, moeda de troca, símbolo religioso e cultural, e fonte de inspiração. (Aquarone; Lima; Borzani, 2001).

No Brasil, uma bebida para ser classificada como alcoólica, segundo o DECRETO N° 6.871, de 04/06/2009, deve ser obtida por um processo de fermentação e com graduação alcoólica entre 0,5% a 54% a 20° C. Apesar de todas as bebidas alcoólicas serem obtidas via fermentação alcoólica, não são todas que são classificadas como bebidas fermentadas, havendo a seguinte classificação: bebida alcoólica fermentada, bebida alcoólica destilada, bebida alcoólica retificada e bebida alcoólica por mistura (Brasil, 2009).

3.2.1 Fermentado de Frutas

As bebidas fermentadas à base de frutas são preparados milenares, as quais sempre se fizeram presentes, desde o período Neolítico até os dias atuais, em ritos sagrados e religiosos de algumas culturas. Na agricultura, os fermentados de frutas são vistos como uma alternativa para o aproveitamento do excedente das produções frutícolas, evitando o desperdício e movimentando a economia (Venturini, 2016). De acordo com o DECRETO N° 6.871, de 04/06/2009, fermentados a base de frutas são bebidas com graduação alcoólica entre 4 e 14% v/v a 20° C, obtida pela fermentação do mosto da fruta madura e fresca (Brasil, 2009).

Para a produção dos fermentados de frutas, as metodologias clássicas para fabricação de bebidas alcólicas são aplicadas, sofrendo algumas adaptações dependendo da fruta e leveduras selecionadas. A etapa de fermentação está diretamente ligada a qualidade do produto formado, sendo a escolha das leveduras de fundamental importância, pois são elas as responsáveis pela conversão do açúcar em etanol, e durante o seu processo metabólico, outros compostos são formados, os quais são responsáveis por conferir aroma e sabor a bebida. Apesar de ser muito conhecido o processo fermentativo de frutas como uvas, maçãs e peras, há a necessidade de desenvolver estudos para os fermentados de outras frutas, para conhecimento de sua estabilidade e conservação, além de desenvolvimento de novas aplicações e novas tecnologias de processos (Venturini, 2016).

3.2.2 Fermentados de Fruta Gaseificados

Uma das classificações dos fermentados de frutas são as bebidas obtidas por processo

fermentativo, denominadas de fermentados de frutas gaseificadas. A principal característica desta bebida é a presença da espuma, que pode ser obtida através do processo de gaseificação natural ou de forma artificial, através da injeção de CO₂ (Cavalcante, 2022).

Os fermentados de frutas gaseificadas vêm conquistando crescente espaço no mercado consumidor, podendo ser fermentados alcoólicos ou não alcoólicos. A exemplo de fermentado não alcoólico tem-se a kombucha, a qual vem sendo considerada como uma alternativa saudável e saborosa aos refrigerantes tradicionais, sendo um exemplo a kombucha. Já como exemplo de fermentados alcoólicos, pode-se citar o melomel, o frisante e o espumante (Escojido, 2021; Brasil, 2022).

O sabor e o aroma das bebidas fermentadas de frutas gaseificadas dependem da variedade de frutas utilizada, do tempo de fermentação e das condições de armazenamento. A experimentação com diferentes frutas, especiarias e ervas permite a criação de uma infinidade de combinações de sabores, criando uma diversidade de opções para o consumidor (Wendhausen, 2022).

3.2.3 Vinho Espumante

Originado na França, o vinho espumante é mundialmente conhecido há séculos. Apesar de ter seu surgimento reivindicado por diversas regiões francesas, é de conhecimento público que os espumantes produzidos na região de *Champagne* são os mais famosos mundialmente, tendo seu consumo associado a momentos de celebração (de Sousa, 2011; Knoll, 1970).

Um dos primeiros registros históricos desta bebida datam do século XVII, com o monge beneditino Dom Pérignon (1643-1715). Responsável pela produção de vinhos da abadia de Hautvillers, dedicou-se a estudar como resolver o problema da segunda fermentação do vinho, responsável em gerar o gás carbono (CO₂), que na época era indesejável. Após suas tentativas em evitar a segunda fermentação, o monge rendeu-se à nova bebida ao prová-la, soltando a célebre frase “Estou bebendo estrelas!”. Apesar desta última informação ser considerada por muitos historiadores uma lenda, é fato que Dom Pérignon teve um papel fundamental nos estudos do desenvolvimento e valorização do processo fermentativo do vinho dentro da própria garrafa (de Sousa, 2011; de Vogüé, 1953).

O vinho espumante é uma bebida fermentada a base de uvas de diferentes castas, caracterizada pela presença natural de dióxido de carbono (CO₂) proveniente da segunda fermentação alcoólica de vinhos em garrafas ou em grandes recipientes, denominada de *prise de mousse*, com uma pressão mínima de 4 atm e teor alcoólico entre 10 a 13%, em v/v, a 20 °C

(Brasil, 2022). Podendo ser classificados como *extra-brut*, *brut*, *extra-sec*, *sec*, *demi-sec* e *doux*, ao qual, tal classificação dependerá do teor de açúcar residual presente ao final da segunda fermentação (de Sousa, 2011).

Os métodos utilizados para a gaseificação do vinho são o *Champenoise*, *Chaussepied/Charmard*, transferência isobarométrica, método contínuo e asti ou moscatel (Caliari; Rosier; Bordignon, 2013). Segundo a lei francesa das *Appellations d'Origine Contrôlée* – AOC de 22 de julho de 1927, apenas os vinhos espumantes produzidos na região delimitada de *Champagne*, situada no Nordeste da França, podem ser denominados de champanhe (Albert, 2018). De acordo com a legislação brasileira, vinhos e vinhos espumantes são termos de uso exclusivo para as bebidas fermentadas à base de uva (Brasil, 2022).

3.3 MENTHA SPICATA

A menta é uma planta pertencente ao gênero *Mentha*, composto por um pouco mais de 25 espécies, que apresenta propriedades medicinais de conhecimento milenar. Foram encontrados registros que datam de 1000 a.C. da sua utilização no Antigo Egito. Há documentos que relatam seu uso em outras civilizações antigas, como Grécia e China. Da família *Lamiaceae*, é caracterizada pelo uso em chás medicinais e óleos essenciais, com atuação comprovada no tratamento de problemas digestivos e respiratórios, para enxaqueca, entre outros (Fernandes, 2018).

A aplicação industrial da menta é vasta, sendo utilizada na indústria de alimentos, na produção de cosméticos e produtos de higiene pessoal e fármacos. Quanto à elaboração de bebidas, a menta desempenha um papel importante devido ao seu sabor e aroma característicos. Suas folhas, frescas ou secas, são frequentemente utilizadas na preparação de coquetéis, fermentados saborizados e licores, a qual proporciona uma sensação refrescante e mentolada no produto final obtido. No Brasil, a menta é também muito utilizada na mistura com sucos de frutas, gerando novos sabores, sendo o mais famoso o suco de abacaxi com hortelã. Tal adição traz frescor e suavidade à bebida, combinando perfeitamente com o clima tropical do país (Oliveira, 2022;). Um exemplo da aplicação da menta em fermentados de fruta, Lima *et al.* (2018), elaborou um trabalho, no qual foi desenvolvida e caracterizada a produção de fermentado alcoólico de abacaxi com menta.

3.4 MELAÇO

O melaço de cana-de-açúcar, popularmente conhecido como mel de engenho ou mel vegano, é um líquido viscoso rico em açúcares, tido como principal subproduto da indústria sucroalcooleira. É um produto residual na etapa de centrifugação na produção de açúcar, vem sendo constantemente utilizado como fonte de carbono em processos fermentativos (Camargos *et al*, 2019; Pereira *et al*, 2020). O uso do melaço para tal fim ocorre devido à sua disponibilidade, baixo custo e composição química, uma vez que apresenta altos teores de açúcares, (Preichardt *et al*, 2010). No estado da Paraíba, o melaço é encontrado facilmente no mercado devido a uma grande quantidade de engenhos e usinas de açúcar na região, resultado do crescimento do mercado relacionado aos produtos obtidos pelo beneficiamento da cana-de-açúcar (Barbosa, 2010).

A composição química do melaço dependerá dos processos utilizados na produção do açúcar, contudo, em termo base, ele pode apresentar entre 25% a 62% de açúcares, 20% de água, 8% de cinzas, 3% de matérias nitrogenadas e 7% gomas e ácidos. Na porcentagem de açúcares pode apresentar 32% de sacarose, 14% de dextrose e 16% de sacarose (Camargos *et al*, 2019; Pereira *et al*, 2020).

3.5 LEVEDURA: *Saccharomyces bayannus*

Os estudos desenvolvidos pelo pesquisador francês Louis Pasteur foram de grande importância, gerando um grande impacto até os dias atuais, sobre o que se conhece a respeito das leveduras e sua atuação nos processos fermentativos. As leveduras são microrganismos eucarióticos unicelulares, responsáveis pela fermentação de produtos como pães, cervejas e vinhos (Melo, 2023). Elas transformam os açúcares em etanol, além de gerar, como produto do seu metabolismo, outros compostos responsáveis por formar o aroma que caracteriza a bebida (Venturini, 2016).

A *Saccharomyces bayanus* é uma levedura do gênero *Saccharomyces*, amplamente utilizada em processos de vinificação e fermentação. Ela está estreitamente relacionada com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, por se tratar de uma híbrida natural. Essa levedura apresenta grande importância no processo de obtenção de bebidas fermentadas, devido ser altamente tolerante ao etanol e apresentar bom desempenho a baixas temperaturas. É uma levedura utilizada para a produção de bebidas alcoólicas como vinhos, espumantes e hidromel, a qual apresentou ótimos resultados em estudos desenvolvidos para sua caracterização físico-

química, além de contribuir para a formação de aromas e sabores característicos nas bebidas. Vale destacar que a escolha da cepa adequada da levedura *Saccharomyces bayanus* varia conforme o tipo de bebida que se deseja obter (Le Jeune *et al*, 2007; Melo, 2023; Oliveira, 2009).

3.6 MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICO

Para garantir a qualidade dos fermentados alcoólicos de abacaxi elaborados, é essencial empregar metodologias analíticas adequadas, incluindo análises físico-químicas. O conhecimento das técnicas analíticas básicas é imprescindível para avaliar a composição físico-química do fermentado, garantindo assim, que ele atenda aos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação em vigor. Os parâmetros obtidos por meio dessas análises servem para verificar se os fermentados alcoólicos tipo espumante estão em conformidade com os requisitos para o método tradicional, conforme estabelecido na literatura especializada e na legislação do país (Campos *et al*, 2016).

3.6.1 pH

O pH no vinho espumante desempenha um papel importante na sua qualidade e estabilidade. Tal parâmetro influencia diretamente a acidez, a cor, o sabor e a capacidade de conservação do vinho. Geralmente, os vinhos espumantes têm um pH mais baixo que os demais vinhos, o que contribui para sua frescura, vivacidade e capacidade de envelhecimento. Um pH adequado também é essencial para garantir a eficácia da segunda fermentação na produção de bolhas finas e persistentes. O controle preciso desse parâmetro durante o processo de vinificação é essencial para a obtenção de vinhos espumantes de alta qualidade (Butzke, 2010; Wetzstein *et al*, 2016).

3.6.2 Sólidos Solúveis Totais

Os sólidos solúveis são substâncias dissolvidas em um solvente específico. São constituídos majoritariamente por açúcares, podendo chegar entre 85 - 90% da fração, seguidos de ácidos orgânicos, compostos fenólicos, vitaminas, entre outros, que variam de acordo com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima. Conhecidos como grau Brix, sua concentração aumenta com a maturação do fruto. A medição dos sólidos pode ser feita no

campo ou na indústria com ajuda de um refratômetro. Tal parâmetro é essencial no processamento e conservação de alimentos, na produção de xaropes, na avaliação da qualidade de sucos, na produção de bebidas alcoólicas, etc (Chitarra; Chitarra, 2005).

3.6.3 Acidez

Os parâmetros como a acidez total titulável (ATT), acidez volátil e acidez fixa são utilizados para avaliar a acidez do fermentado de fruta gaseificado. Esses fatores estão interligados com a maturação da uva, as variedades utilizadas e o método de extração do mosto. A combinação dessas medições fornece informações essenciais sobre a qualidade e as características do vinho espumante (Ribéreau-Gayon; Dubourdieu; Donèche; Lonvaud, 2006; Rizzon; Meneguzzo, Abarzua, 2000).

Os fatores ligados à acidez tem relação significativa com a estabilidade físico-química e biológica, assim como, com as características sensoriais. A alta acidez nos fermentados de fruta gaseificados pode indicar contaminação em alguma etapa do processo produtivo. Essa acidez está relacionada à produção de ácido acético por bactérias acéticas. O ácido acético é formado quando essas bactérias transformam o etanol presente no vinho. Esse processo pode alterar o aroma e sabor da bebida, resultando em características indesejáveis (Rizzon; Zanuz; Manfredini, 1994; Rosa; Salvador; Dani, 2011; da Silva, 2021).

3.6.4 Açúcares Redutores

Os açúcares redutores no fermentado de fruta desempenham um papel crucial na sua elaboração. São eles os responsáveis por influenciar o equilíbrio do fermentado, afetando o seu sabor e a percepção de doçura. Durante a produção do fermentado de fruta gaseificado, a quantidade de açúcar redutor adicionada ao mosto determina o nível de açúcar residual na bebida final. Isso impacta diretamente na classificação do fermentado gaseificado, podendo variar desde *Extra Brut* (muito seco) até *Doux* (muito doce), proporcionando uma gama de opções para diferentes preferências de paladar (Campos, 2016; Cavalcante, 2022).

3.6.5 Teor Alcoólico

Os alcoóis são produzidos na primeira e na segunda fermentação dos fermentados de fruta gaseificados, contribuindo para o desenvolvimento de aromas secundários. O etanol é um

dos alcoóis em maior quantidade na produção de fermentados de fruta gaseificados, incluindo os vinhos espumantes, desempenhando um papel crucial na estabilidade, envelhecimento e propriedades sensoriais desses fermentados (BOSCH-FUSTÉ *et al.*, 2007; ZOECKLEIN *et al.*, 1995).

O grau alcoólico do vinho espumante é determinado pela soma da graduação alcoólica do vinho base com a graduação alcoólica resultante da segunda fermentação. Esta combinação representa o teor alcoólico final do vinho espumante (Rizzon; Meneguzzo, Abarzua, 2000). Durante a fermentação alcoólica, o aumento da concentração de etanol inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis, favorecendo assim, a atuação das leveduras fermentadoras (Campos, 2016).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta etapa observa-se as metodologias aplicadas no desenvolvimento do fermentado de fruta tipo espumante, formulação da bebida, cinética de fermentação alcoólica utilizando a levedura *Saccharomyces bayanus* e caracterização físico-química do fermentado.

4.1 Local de Estudo

O estudo foi realizado no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba Campus I, no Laboratório de Produtos e Fermento Destilados (LPFD), da cidade de João Pessoa – PB.

4.2 Matérias-Primas

4.2.1 Abacaxi

O abacaxi pérola (*Ananas comosus L. Merrill*) utilizado para a elaboração das bebidas foi adquirido no mercado público do bairro de Mangabeira, no horário popularmente denominado como “xepa”, na cidade de João Pessoa-PB. Adquiriu-se o total de 35 unidades para a elaboração deste trabalho, os quais apresentavam-se no estágio de maturação quatro, tomando como orientação a classificação definida por Montenegro (1964), no momento da elaboração do mosto.

4.2.2 Menta

A menta (*Mentha spicata*), utilizada na etapa de saborização do fermentado final, foi adquirida com aparência de erva fresca, em um supermercado de rede local na cidade de João Pessoa - PB.

4.2.3 Levedura

A levedura utilizada no processo fermentativo foi a *Saccharomyces bayannus* da marca Red Star, adquirida em duas lojas especializadas em insumos cervejeiros, uma na cidade de João Pessoa – PB e outra na cidade de São Paulo – SP. Foi realizado um estudo prévio, com o

qual chegou-se a conclusão que a *Saccharomyces bayannus* era a levedura mais apropriada para a elaboração deste trabalho.

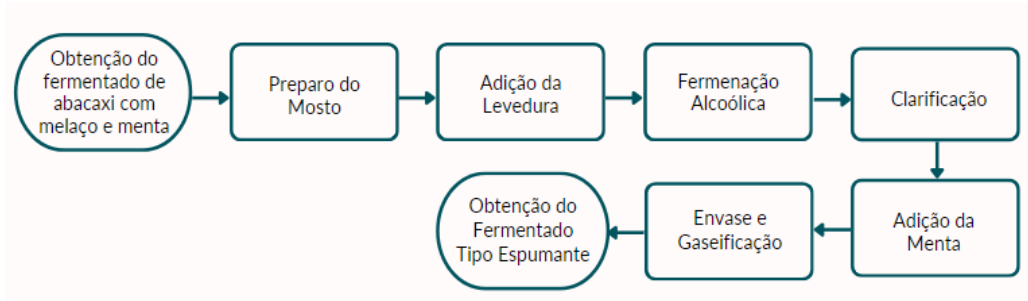
4.2.4 Melaço

O melaço utilizado para realizar a correção do SST no mosto, foi da marca Caicó, adquirido em um supermercado local.

4.3 Preparo do fermentado de fruta gaseificado

Para uma melhor compreensão dos passos realizados durante o procedimento de obtenção do fermentado gaseificado de abacaxi com melaço e menta, foi elaborado um fluxograma apresentado na **Figura 1**.

Figura 1 - Processo para a produção de fermentado alcoólico de abacaxi tipo espumante com adição de folhas de menta



Fonte: Autoria Própria (2023)

4.3.1 Preparo do mosto

Os abacaxis utilizados como matéria prima para o preparo do mosto foram higienizados com escova e água corrente, para remoção de resíduos sólidos presentes na casca, e sanitizados, deixando-os imersos em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 2,5 mL/L, aonde permaneceram por 15 minutos, conforme demonstrado nas **Figuras 2 (a) e (b)**, segundo estabelecido pela Anvisa através da Resolução nº 150 de 28 de Maio de 1999 (Brasil, 1999).

Figura 2 - Abacaxis (a) antes do processamento e (b) durante o processo de higienização e sanitização



(a)

(b)

Fonte: Autoria Própria (2023)

Em seguida, foram removidas as coroas e realizado o descasque, que consistiu na remoção da coroa e da casca de forma manual. Após esse processo, os 35 abacaxis foram cortados em pequenos cubos, a fim de facilitar seu processamento, e triturados no liquidificador de uso doméstico, obtendo-se o suco concentrado da fruta. Foi adicionado um volume de água inferior a 400 mL/L para a lavagem das fibras retidas na peneira, para fins de recuperação do suco ainda presente no rechaço.

Após a obtenção do suco de abacaxi concentrado, foi realizada a correção dos sólidos solúveis totais (SST) presentes, utilizando o melaço de cana, também conhecido como mel de engenho, sendo adicionado até chegar ao valor de 18° Brix. O mosto foi então transferido, após correção dos SST, para o biorreator onde ocorreu o processo fermentativo, como apresentado na **Figura 3**.

Figura 3 – Mosto após passar pelo processo de correção dos SST.



Fonte: Autoria Própria (2023)

4.3.2 Adição da levedura

Após a elaboração do mosto, foi adicionada a levedura, *Saccharomyces bayannus*, utilizando a proporção de 2,5 g de levedura para cada 1 L de mosto. A levedura foi previamente reidratada, utilizando 50 mL de água a 35°C por 15 minutos, segundo recomendação do fabricante.

4.3.3 Fermentação alcoólica

O processo de fermentação foi realizado em batelada em um biorreator, com capacidade de 10 L. Durante a fermentação foi feito o acompanhamento do processo que durou cerca de 6 dias até concluir a primeira fermentação com temperatura controlada à 18°C.

Foram coletadas amostras, duas vezes por dia, para realização das análises de redução do teor de sólidos solúveis (° Brix), teor alcóolico e açúcares redutores, até estabilizar o SST, e a variação de pH e acidez total.

4.3.4 Clarificação

Para a realização da clarificação, foi adicionada 1g de gelatina incolor para cada 1 L de

mosto, a qual foi previamente hidratada seguindo a recomendação do fabricante Dr. Oetker. Na **Figura 4** é possível observar duas fases, sendo a fase presente no fundo do biorreator o material decantado e a fase superior o mosto após a realização da clarificação. Devido a grande presença de sólidos em suspensão no fermentado, foi necessária a realização da clarificação.

Figura 4 - Mosto após processo de clarificação

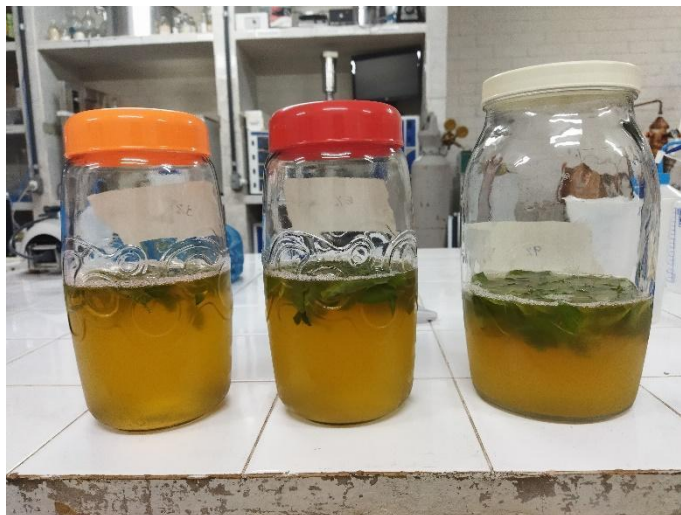


Fonte: Autoria Própria (2023)

4.3.5 Adição da menta

A menta foi adicionada a partir de três pesagens contendo as massas de 3g, 6g e 9g de folhas em balança analítica, todas as folhas foram higienizadas. Após remover o excesso de umidade, foi realizado o fracionamento do fermentado de abacaxi com melaço, em quatro recipientes, contendo 1 L cada, em seguida, foi adicionado, para cada fração de fermentado de abacaxi com melaço, uma medida de folha pesada, conforme apresentado na **Figura 5**. Deixou-se uma fração sem adição de menta. A extração foi realizada a frio a uma temperatura controlada à 18°C por 15 dias. Após esse período, foi realizada a remoção das folhas por peneiramento, utilizando uma peneira de uso doméstico.

Figura 5 – Recipientes contendo o fermentado de abacaxi com melaço de cana-de-açúcar e a menta em diferentes massas, após o processo de adição da menta.



Fonte: Autoria Própria (2023)

4.3.6 Envase e Gaseificação

Para elaboração deste trabalho foi selecionado o método de gaseificação *Champenoise*, para isso, foi calculada a quantidade necessária de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) a ser adicionado ao fermentado para que ocorra a produção de $CO_{2(g)}$ como produto da segunda fermentação, a fim de atingir 4 atm de pressão interna nas garrafas. Utilizou-se a Equação (1).

$$PV = nRT \quad (1)$$

Sendo:

P: pressão interna desejada em atm;

V: volume do fermentado de abacaxi com melaço que passa pela segunda fermentação;

n: número de mols da sacarose;

R: constante dos gases ideais;

T: temperatura.

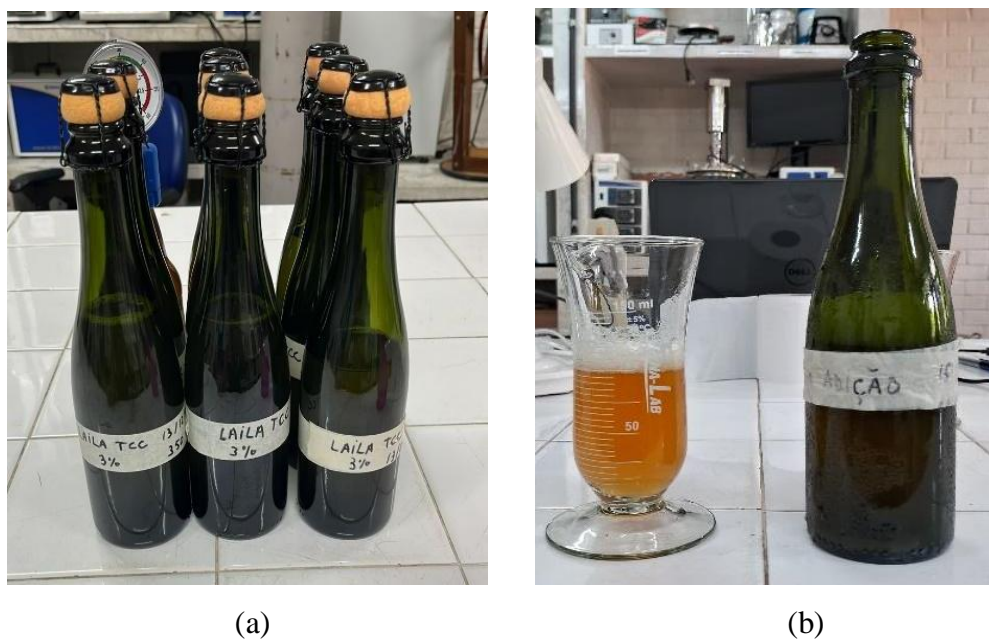
Considerando que o melaço utilizado apresenta aproximadamente 80% de açúcares (vide rótulo) em sua composição, foi realizada uma regra de três para obter o valor correspondente a

100% de glicose.

Após realizado o método de gaseificação *Champenoise*, foi adicionado o vinho em garrafas de paredes e fundo grossos, apropriadas para suportar pressão interna de até 35 atm, e fechado utilizando rolhas sintéticas específicas, que assumem o formato de cogumelo, e a gaiola de arame galvanizado (Rizzon, 2000), como pode-se verificar na **Figura 6 (a)**. As garrafas permaneceram em refrigeração a 7 °C por 8 semanas para a realização da segunda fermentação, responsável pela gaseificação natural do vinho (de Souza, 2011).

Ao final, foi obtido o produto gaseificado, demonstrado na **Figura 6 (b)**, que seguiu para análises de caracterização físico-químicas.

Figura 6 - Formulações do espumante após o processo. Espumantes engarrafados (a) e apresentação do espumante na taça (b).



Fonte: Autoria Própria (2024)

4.4 Caracterização do fermentado

Nas amostras coletadas durante o processo fermentativo, foram realizadas análises físico-químicas de sólidos solúveis totais, pH, acidez, teor alcoólico e açúcares redutores, que foram realizadas no LPFD, na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Foram realizadas as análises em triplicata, seguindo a metodologia determinada pela Legislação Brasileira, descrita na Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000).

4.4.1 pH

Para medir o potencial hidrogeniônico (pH) do fermentado, foi utilizado um pHmetro de bancada, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4 e 7. Foi introduzido o eletrodo diretamente na amostra, sendo a leitura realizada em triplicata (IAL, 2008).

4.4.2 Sólidos Solúveis Totais

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado ao utilizar um refratômetro de bancada do tipo ABBE, previamente calibrado com água destilada, pelo método refratométrico de leitura direta, seguindo o método nº 932.12 da AOAC (1997). Os resultados foram expressos em °Brix.

4.4.3 Acidez

Para determinar a acidez total, foram solubilizados 5 mL da amostra em 45 mL de água destilada. Em seguida, adicionou-se três gotas do indicador fenolftaleína, para ajudar na visualização do ponto final durante a titulação com hidróxido de sódio na concentração de 0,1 M (IAL, 2008). Os cálculos da acidez foram realizados utilizando a **Equação 2** abaixo:

$$Acidez\ total\ \left(\frac{meq}{L}\right) = \left[\frac{V \times M \times f}{v}\right] \times 1000 \quad (2)$$

Sendo:

V: volume de NaOH gasto na titulação;

M: molaridade da solução de NaOH;

f: fator de correção da solução de NaOH;

v: volume (mL) da amostra usado na titulação.

4.4.4 Açúcares Redutores

Para a determinação de açúcares redutores foi realizada pelo método do DNS (ácido dinitrosalicílico). Esse método é amplamente utilizado em bioquímica e análise de alimentos. O princípio fundamental do método baseia-se em uma série de reações químicas entre o açúcar redutor e o ácido 3,5-dinitrosalicílico. Essas reações culminam na formação de um composto colorido, variando do amarelo ao marrom a depender da concentração de açúcares presente na amostra. A leitura é feita a 540 nm, utilizando um espectrofotômetro, permitindo a análise quantitativa dos açúcares presentes na amostra. As análises foram realizadas em triplicata para cada amostra (Vasconcelos; Pinto; de Aragão, 2013).

4.4.5 Teor alcoólico (° GL)

O teor alcoólico foi determinado por ebulliometria. Inicialmente, realizou-se a calibração do ebuliômetro, preenchendo o condensador com água à temperatura ambiente. Em seguida, acendeu-se o queimador e posicionou-se diretamente sob o braço do ebuliômetro. Após a água ferver e a temperatura estabilizar, registou-se a temperatura associando-a ao 0° GL na régua do equipamento (JACOBSON, 2006). O mesmo procedimento foi aplicado às amostras do fermentado, observando a temperatura em que a leitura se manteve constante. Por fim, na régua, verificou-se a graduação alcoólica correspondente à temperatura de ebulição determinada.

4.5 Caracterização do Fermentado alcoólico de abacaxi tipo espumante

Foram realizadas as mesmas análises físico-químicas aplicadas na caracterização do fermentado de fruta resultante da primeira fermentação, para realizar a caracterização do fermentado alcoólico tipo espumante resultante da segunda fermentação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização físico-química do fermentado base

Os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos do fermentado de abacaxi podem ser observados na **Tabela 1**.

Tabela 1 - Dados da cinética da primeira fermentação

| Tempo Fermentação (Horas) | pH | Acidez Total (mEq/L) | Teor Alcoólico (°GL) | SST (°Brix) | Açúcares Redutores (g/L) |
|---------------------------|-------------|----------------------|----------------------|--------------|--------------------------|
| 00:00 | 3,54 ± 0,19 | 99,65 ± 0,06 | 0,4±1 | 18 ± 0,0 | 48,2 ± 0,03 |
| 16:40 | 3,32 ± 0,03 | 105,26 ± 0,10 | 0,8±1 | 15,75 ± 0,04 | 37,2 ± 0,01 |
| 21:27 | 3,25 ± 0,04 | 103,15 ± 0,48 | 3,4±1 | 14,25 ± 0,04 | 27,1 ± 0,01 |
| 36:18 | 3,80 ± 0,36 | 112,98 ± 0,42 | 6,8±1 | 10,5 ± 0,04 | 15,5 ± 0,03 |
| 40:00 | 3,85 ± 0,10 | 113,68 ± 0,46 | 7,5±1 | 8,25 ± 0,06 | 13,3 ± 0,01 |
| 43:53 | 3,38 ± 0,11 | 114,38 ± 0,31 | 8,3±1 | 6,25 ± 0,35 | 6,1 ± 0,02 |
| 60:39 | 3,51 ± 0,12 | 115,79 ± 0,17 | 8,7±1 | 5,75 ± 0,04 | 3,3 ± 0,01 |
| 69:52 | 3,47 ± 0,07 | 118,59 ± 0,06 | 9,8±1 | 5,5 ± 0,14 | 2,7 ± 0,05 |
| 87:23 | 3,44 ± 0,05 | 120,70 ± 0,21 | 9,92±1 | 5,5 ± 0,14 | 1,8 ± 0,03 |
| 90:56 | 3,38 ± 0,06 | 122,10 ± 0,15 | 10±1 | 5,5 ± 0,14 | 1,4 ± 0,01 |
| 109:17 | 3,41 ± 0,06 | 121,40 ± 0,06 | 10,1±1 | 5,5 ± 0,14 | 1,4 ± 0,01 |
| 114:17 | 3,43 ± 0,06 | 121,40 ± 0,06 | 10,3±1 | 5,5 ± 0,14 | 1,4 ± 0,01 |

Fonte: Autoria Própria (2024)

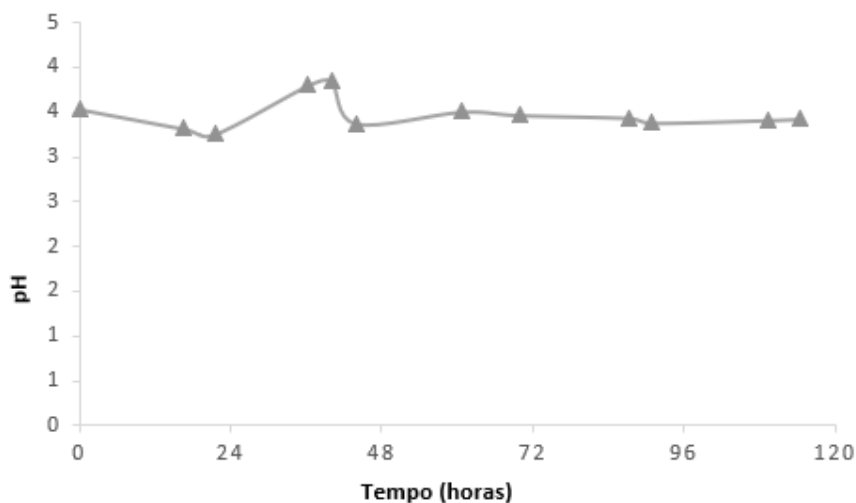
5.1.1 pH

Segundo Aquarone *et al* (1983) a faixa de pH entre 3,8 e 4,0 permite que ocorra a reação de fermentação alcoólica de forma mais rápida, além de inibir bactérias indesejáveis dentro desse intervalo, visto que as bactérias, em sua maioria, se desenvolvem em ambiente com a faixa de pH entre 4 e 8. Ao observar a **Figura 7** em conjunto com a **Tabela 1**, pode-se verificar a variação do pH durante a primeira fermentação, para a formação do fermentado de abacaxi com melão. Observa-se que, durante o processo fermentativo, o mosto apresentou pH entre

3,25 a 3,85 até o final da fermentação, que durou 114:17 horas, estabilizando ao final da reação com o pH em 3,43. Verifica-se também, que a faixa de pH apresentada na primeira fermentação, caracteriza-o como ácido, conferindo uma maior estabilidade microbiológica ao mosto, inibindo a proliferação de microrganismos indesejáveis, contribuindo assim com a atividade da levedura, e a manutenção de aspectos organolépticos da bebida, especialmente o sabor.

Na **Tabela 1**, ao observar a amostra no tempo zero, constata-se que a mesma apresenta o pH em 3,54 estando dentro do intervalo inibitório de proliferação de bactérias contaminantes, porém fora da faixa ótima de fermentação rápida proposta por Aquarone *et al* (1983). Já ao verificarmos as amostras coletadas no intervalo entre 21:27 e 36:18 horas após o início do processo fermentativo, nota-se que houve uma grande variação do pH de 3,25 para 3,80 nesse tempo, apresentando um comportamento diferente do proposto por Aquarone *et al* (1983) para o pH na fase rápida da fermentação. O valor encontrado para o pH ao final do processo fermentativo foi 3,43, valor próximo ao obtido por Parente *et al* (2014), que encontrou o valor do pH do fermentado de abacaxi, ao qual ele referiu-se como vinho de abacaxi, de 3,77.

Figura 7 - Gráfico da variação do pH durante o tempo de obtenção do fermentado de abacaxi



Fonte: Autoria Própria (2024)

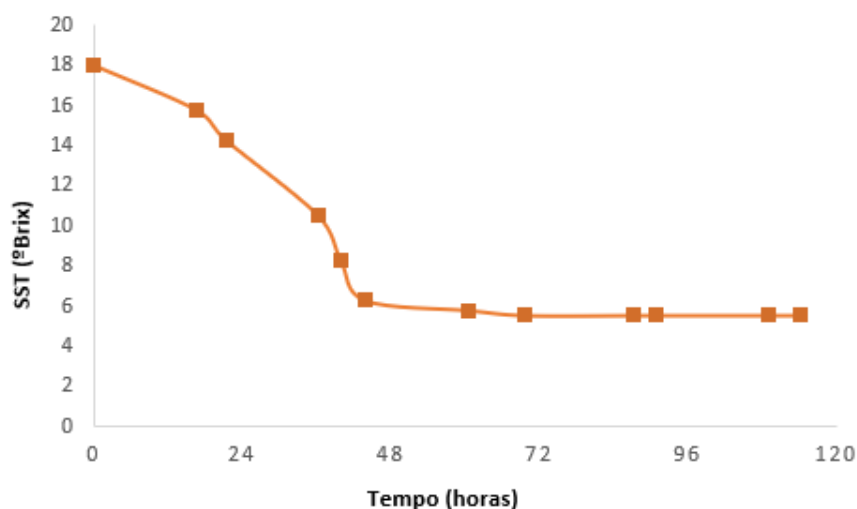
5.1.2 Sólidos Solúveis Totais

Após a obtenção do suco de abacaxi concentrado que foi utilizado para a elaboração do mosto, foi observado o valor de 12,5 °Brix, valor esse que encontra-se próximo ao valor encontrado por Chaves *et al.* (2011). Ao analisar a **Figura 8**, em conjunto a **Tabela 1**, verifica-se que os Sólidos Solúveis Totais (SST) apresentam uma redução significativa de concentração nas primeiras 22 horas de fermentação atingindo 14,25 °Brix. Após esse período ocorreu a etapa rápida da fermentação, a qual deu-se no intervalo entre as 22 horas e as 44 horas após o início do processo fermentativo, ocorrendo a redução significativa do °Brix. A partir das 44 horas até as 61 horas posteriores ao início da fermentação, os SST sofrem pequenas variações de concentração, tornando-se estável ao atingir 5,5 °Brix, até o final do processo fermentativo.

As variações citadas anteriormente revelam que o consumo dos açúcares presentes no mosto pela *Saccharomyces bayannus* ao longo do tempo, apresenta um bom desempenho do processo fermentativo, principalmente em termos de conversão desejada de açúcar em álcool, visto que as leveduras metabolizam o açúcar presente no meio, convertendo-o em etanol.

O alto teor de SST é de fundamental importância para os processos fermentativos, pois níveis elevados desses componentes, já presentes na matéria-prima, implicam uma redução da necessidade de adição de açúcares, menor consumo de energia e maior eficiência na produção, gerando uma economia significativa no processo produtivo de fermentados (Parente *et al.*, 2014).

Figura 8 - Variação dos Sólidos Solúveis Totais com o tempo de fermentação

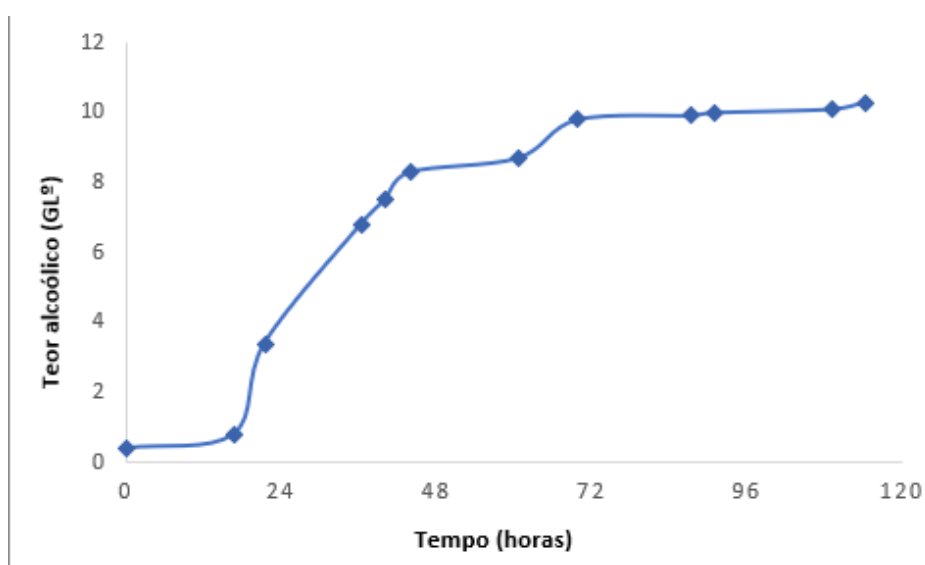


5.1.3 Teor Alcoólico

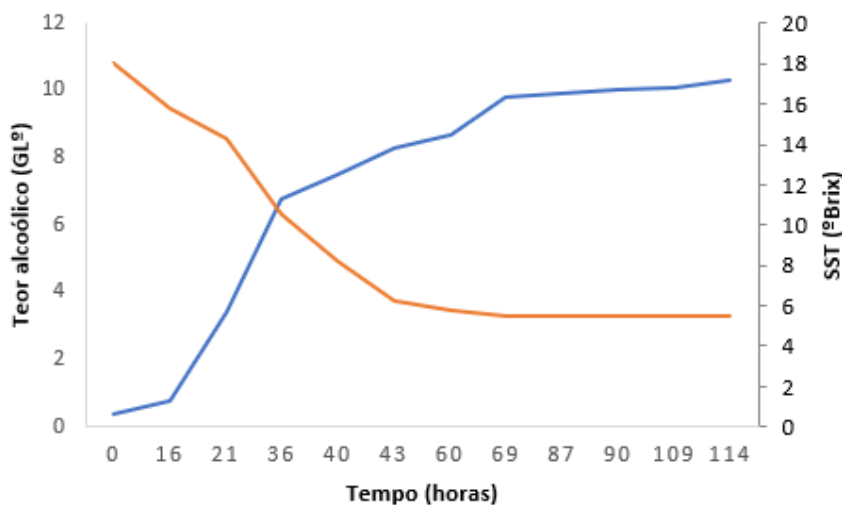
Com relação ao teor alcoólico, apresentado na **Figura 9**, observou-se um aumento gradativo da concentração nas primeiras 21:27 horas de fermentação, atingindo 3,4 °GL. Já no período entre às 21:27 horas até as 40 horas após o início da fermentação, a cinética da reação sofreu uma aceleração, a qual à medida que a concentração do SST diminui o teor alcoólico do mosto aumenta, como pode ser verificado na **Figura 10**, atingindo a concentração alcoólica de 7,5 °GL. A partir das 44 horas posteriores ao início da fermentação, verificou-se o declínio da cinética fermentativa, ocorrendo um aumento lento do teor alcoólico do mosto, atingindo 10,3 °GL ao final das 114:17 horas de fermentação. A fase reacional de maior produção de etanol no substrato teve a duração aproximada de 22 horas.

A graduação alcoólica obtida ao final da primeira fermentação é compatível com as especificações exigidas pela legislação brasileira de bebidas (Brasil, 2009), que determina para fermentados de fruta uma graduação alcoólica entre 4 a 14 °GL. Apesar de não ser permitido, segundo a legislação brasileira, classificar esse fermentado como vinho, devido sua matéria prima não ser a uva, tal bebida apresenta graduação alcoólica dentro do intervalo exigido para vinhos.

Figura 9 - Variação do teor alcoólico com o tempo de fermentação



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 10 - Cinética da fermentação alcoólica do fermentado de abacaxi

Fonte: Autoria Própria (2024)

5.1.4 Acidez Total

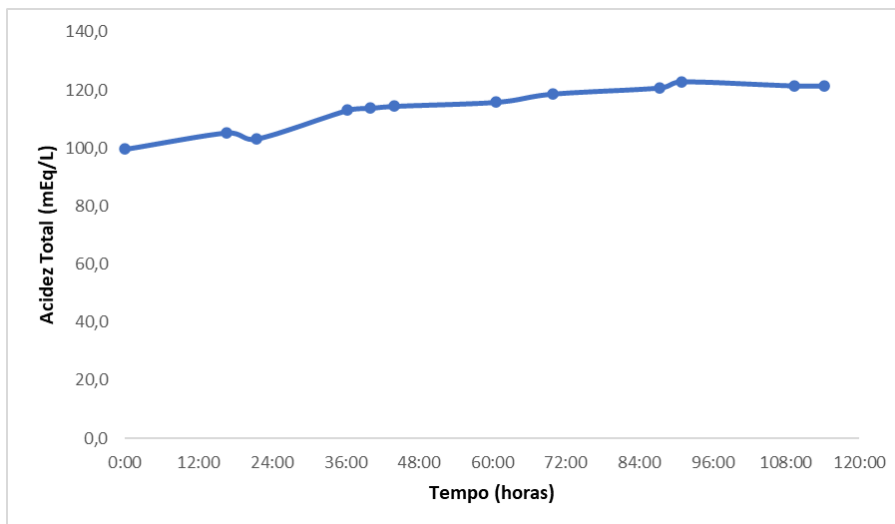
Durante o processo fermentativo observou-se um aumento acentuado da acidez total nas primeiras 36 horas de fermentação, chegando a uma variação de 13,33 mEq/L, como pode-se observar na **Figura 11**. Essa elevação da acidez indica que nesse processo fermentativo pode ter ocorrido a formação de ácidos importantes para a bebida. Após esse tempo até o término da fermentação, que durou 114:17 horas, o aumento se mostrou gradativo, apresentando um leve decaimento nas últimas horas da fermentação.

A diminuição deste valor no tempo posterior de 109 horas indica que uma parte dos ácidos formados podem ter sido metabolizados para a formação de compostos voláteis importantes para a bebida, tal reação ocorre, principalmente, pela atuação da levedura, utilizando o mecanismo da acetil-coenzima A (Acetil CoA). (Jackson, 2014)

A acidez total do fermentado de abacaxi obtido da primeira fermentação não apresentou seu valor duplicado, quando comparado ao início da fermentação, indicando que não houve produção excessiva de ácidos orgânicos. Segundo de Almeida *et al.* (2011), tal resultado demonstra que não houve contaminação bacteriana, contudo, não foram realizadas análises microbiológicas para a confirmar tal afirmação no presente trabalho. O valor da acidez total ao final da primeira fermentação é compatível com as especificações exigidas pela legislação brasileira de bebidas (BRASIL, 2009), que determina para fermentados de fruta que o valor da acidez total esteja entre 50 e 130 mEq/L. Logo, o fermentado alcoólico obtido apresenta uma

acidez adequada diante das exigências descritas na legislação.

Figura 11 - Variação da acidez com o tempo de fermentação



Fonte: Autoria Própria (2024)

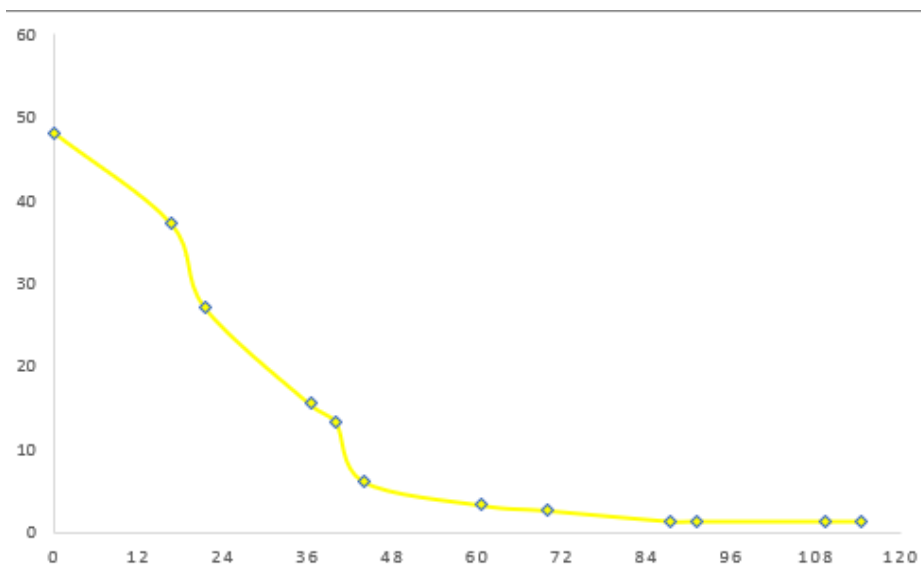
5.1.5 Açúcares Redutores

Ao observar na **Tabela 1** os valores referentes aos açúcares redutores, constata-se que as amostras apresentaram um elevado teor de açúcar redutor até o tempo de 21:27 horas do início do processo fermentativo, indicando que após esse período, a fermentação iniciou de forma tumultuosa, metabolizando os açúcares e produzindo etanol, acarretando na diminuição da concentração de açúcar no mosto. Este resultado pode ser considerado dentro do aceitável, já que a fermentação alcoólica em sua etapa rápida iniciou em 22 horas e terminou em 44 horas, sofrendo uma pequena variação após esse tempo, atingindo a concentração mínima de açúcar redutor nesse período e permanecendo nessa concentração até 114:17 horas após o início do processo fermentativo (JACKSON, 2014). Na **Figura 12** é possível observar a variação da concentração de açúcares redutores através da sua curva de decaimento.

Segundo Brasil (2023), bebidas fermentadas à base de fruta que apresentam açúcares redutores abaixo ou igual a 3 g/L são consideradas bebidas secas, já as que apresentam valores superiores a 3 g/L são classificadas como doce ou suave. Neste caso, se o objetivo deste trabalho fosse obter como produto final um fermentado de abacaxi com melão, popularmente conhecido apenas como vinho de abacaxi, o fermentado obtido ao final da primeira fermentação poderia ser classificado como seco, pois o teor de açúcares redutores presente ao final do

processo fermentativo foi de 1,4 g/L.

Figura 12 - Curva de decaimento dos açúcares redutores



Fonte: Autoria Própria (2024)

5.2 Caracterização físico-química do fermentado gaseificado de abacaxi e melão saborizado com menta

Os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos dos fermentados alcoólicos de abacaxi e melão saborizados com menta tipo espumante podem ser observados na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Dados obtidos após realização da adição de menta e do processo de *primming*.

| Parâmetros | 0 g/L | 3 g/L | 6 g/L | 9 g/L |
|--------------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| Acidez Total | 121,05 ± 0,07 | 121,05 ± 0,07 | 122,10±0,01 | 124,21 ± 0,09 |
| pH | 3,39±0,02 | 3,47 ± 0,03 | 3,53±0,01 | 3,53 ± 0,01 |
| SST (°Brix) | 5,0 ± 0,10 | 5,5 ± 0,11 | 5,6±0,13 | 5,7 ± 0,14 |
| Teor Alcoólico (°GL) | 11,0 ± 1 | 10,1 ± 1 | 10,1±1 | 10,1 ± 1 |
| Açúcares Redutores (g/L) | 4,02 ± 0,00 | 4,44 ± 0,01 | 4,61±0,03 | 6,04 ± 0,07 |

Fonte: Autoria Própria (2024)

5.2.1 pH

Na **Tabela 2** é possível verificar que, após o término da segunda fermentação, o pH referente a cada fermentado de abacaxi e melão saborizado com menta tipo espumante permaneceu ácido, apresentando-se dentro da faixa aceitável. Na legislação brasileira para fermentados de fruta gaseificados não há faixa de valor estipulado, contudo o estudo elaborado por Parente *et al.* apresenta que tal característica confere à bebida uma maior qualidade e uma maior estabilidade microbiológica ao produto final, assim como observado na bebida obtida ao final da primeira fermentação, pois encontra-se dentro da faixa inibitória do crescimento de bactérias contaminantes.

5.2.2 Sólidos Solúveis Totais

Assim como para o pH, os SST não têm seu intervalo de valor aceitável descrito na legislação. Contudo, tais valores são fundamentais para o acompanhamento da cinética fermentativa, indicando o ponto no qual a reação teve seu término (Chitarra; Chitarra, 2005).

Ao comparar o teor de SST ao final da segunda fermentação com o final da primeira fermentação, é possível verificar que para cada parâmetro, foi obtido, ao final da reação de fermentação, valores de SST próximos, sendo para o fermentado de abacaxi ao final do primeiro processo fermentativo o valor de 5,5 °Brix e para fermentado de abacaxi e melão saborizado com menta os valores entre 5,0 e 5,7 °Brix.

5.2.3 Acidez Total

Segundo Ribéreau-Gayon *et al.*, (2006), durante a segunda fermentação, é comum que ocorra uma diminuição nos teores de acidez total e um aumento do pH. Contudo, os resultados observados neste trabalho não apresentaram o mesmo comportamento descrito por Ribéreau-Gayon *et al.*, (2006), visto que tanto o pH como a acidez total aumentaram.

Assim como observado no fermentado de abacaxi, apresentado no **item 5.1.4**, o fermentado alcoólico tipo espumante não sofreu variações significativas no teor de acidez total, que possa sugerir que houve algum tipo de contaminação microbiológica, como sugerido por Parente *et al.* (2014) em seu trabalho, conferindo assim qualidade ao produto proposto. Os valores da acidez total ao final da fermentação estão dentro das especificações exigidas pela legislação brasileira (Brasil, 2009). Logo, os fermentados de abacaxi e melão saborizados com

menta tipo espumantes apresentam acidez aceitável.

5.2.4 Açúcares Redutores

A concentração de açúcares redutores do fermentado gaseificado, apresentou-se superior ao verificado no fermentado de abacaxi obtido como produto da primeira fermentação, indicando que não houve conversão de 100% do açúcar adicionado no *priming*, que foi de 17,81g. A dificuldade em converter os últimos gramas de açúcar residual em alguns fermentados na tomada de espuma é um fator esperado na fermentação alcoólica (Santos, 2022).

De acordo com de Sousa (2011), a classificação do vinho espumante, se *extra-brut*, *brut*, *extra-sec*, *sec*, *demi-sec* ou *doux* dependerá dos açúcares residuais presentes ao final da segunda fermentação. Partindo dessa definição e das exigências previstas na lei, o fermentado obtido de abacaxi com menta pode ser classificado como suave, já se estivéssemos utilizando os parâmetros da legislação para vinho espumante, este poderia ser classificado como *extra-brut*.

5.2.5 Teor Alcoólico

O teor alcoólico apresentou um aumento para o fermentado sem adição de menta (11 °GL), ao passo que as bebidas que sofreram a adição, permaneceram com teor alcoólico similar ao fermentado obtido ao fim da primeira fermentação (10,1 °GL). Essa diferença pode se dá, de acordo com Bardaweel *et al* (2018), devido a relação entre a menta e a inibição da formação de etanol no fermentado, pois segundo seus estudos, a menta apresenta propriedade antimicrobiana de moderada a fraca, o que pode impactar na população de levedura presente, influenciando na fermentação. A menta pode apresentar compostos bioativos, tais como mentol e limoneno, que por sua vez, podem inibir a atividade enzimática piruvato descarboxilase, crucial para a conversão do piruvato em acetaldeído, precursor do etanol (Santos, 2022). Apesar da diferença de concentração entre os fermentados alcoólicos tipo espumantes com e sem adição de menta, o teor alcoólico apresentou-se satisfatório, dentro da faixa descrita na legislação para fermentados de fruta.

5.2.6 Classificação do fermentado

Segundo a legislação brasileira em vigor para bebidas alcoólicas (Brasil 2009), um fermentado de fruta para ser classificado deve-se considerar o valor obtido de açúcar redutores

ao final do processo fermentativo, a matéria-prima utilizada e a pressão interna obtida na garrafa. Conforme discutido no **item 5.2.4** e os resultados apresentados na **Tabela 2**, os açúcares redutores obtidos ao final da fermentação foram entre 4,02 g/L e 6,04 g/L, valores estes superiores a 3 g/L definido pela legislação, podendo ser classificado o fermentado como um fermentado de fruta doce ou suave.

Na **Figura 13**, observa-se que a pressão interna da garrafa atingiu uma pressão superior a 4 bar, que ao realizar a conversão para pressão atmosférica, representa uma pressão superior a 4,44 atm. O valor da pressão interna obtida foi superior ao valor máximo estipulado de 3 atm a 20 °C pela legislação, para ser considerado uma bebida gaseificada. Porém, apresenta valor de pressão dentro do intervalo estipulado para vinhos espumantes. Devido a matéria-prima utilizada não permite definir o fermentado como vinho, o mesmo não pode ser classificado como espumante. Contudo, pode se referir ao fermentado como tipo espumante. Logo, o fermentado obtido como produto final pode ser classificado como um fermentado de fruta suave tipo espumante.

Figura 13 – Monitoramento da pressão obtida no interior da garrafa da amostra controle a temperatura de 20°C



Fonte: Autoria Própria (2024)

6. CONCLUSÃO

Foram desenvolvidas quatro formulações de fermentado de abacaxi tipo espumante, com concentrações de 0 g/L, 3 g/L, 6 g/L e 9 g/L de menta, sendo possível acompanhar as fermentações pelos parâmetros estabelecidos e caracterizá-las.

Observou-se que os valores de pH, Acidez Total e SST obtidos para as quatro formulações foram muito próximos. No entanto, foi observada uma diferença nos valores obtidos do Teor Alcoólico entre o fermentado sem adição de menta e os fermentados com adição de menta, que segundo Bardaweel *et al.* (2018) é causada pela atuação inibitória da menta sobre microrganismos.

Os valores obtidos de Teor Alcoólico, SST, pH e Acidez Total dos fermentados de abacaxi com melão saborizados com menta, apresentados na **Tabela 2**, indicam que as bebidas obtidas atendem às especificações exigidas previstas na legislação brasileira de bebidas (BRASIL, 2009) para os fermentados de fruta.

Ao observar os resultados obtidos dos valores de pH e acidez total dos fermentados, e baseando-se no que foi proposto por Parente *et al.*(2011) em seu estudo, sugere que a assepsia e as boas práticas de fabricação foram mantidas durante as etapas da elaboração do fermentado.

Com os valores obtidos de açúcares redutores para as respectivas bebidas, é possível realizar a classificação das bebidas obtidas como produto final como um fermentado de fruta gaseificado suave ou doce. Porém, se ignoradas as exigências de denominação da bebida descritas na legislação, e observado os parâmetros determinados pela mesma para os vinhos espumantes, pode-se classificar as bebidas obtidas como vinho espumante de abacaxi com menta *extra-brut*.

Verifica-se que a produção de um bebida fermentada de abacaxi e melão de cana-de-açúcar é tecnicamente viável em relação a qualidade do produto, podendo ser considerado como uma opção do aproveitamento dos frutos excedentes das safras, e daqueles que seriam descartados por não se enquadrarem às exigências do mercado consumidor, realizando também o aproveitamento do melão de cana-de-açúcar, que pode ser considerado como resíduo industrial das usinas de açúcar, além de serem matérias-primas abundantes no Estado da Paraíba.

Pode-se concluir com a elaboração deste trabalho, que ao realizar o preparo do mosto de abacaxi e melão de cana-de-açúcar, e fazendo a utilização da levedura *Saccharomyces bayannus* como agente direto do processo fermentativo, e posteriormente adição da menta, foi possível a obtenção de uma bebida fermentada gaseificada promissora, a qual apresenta

parâmetros físico-químicos bastantes satisfatório, como a acidez total e o teor alcoólico, que demonstram valores adequados para as bebidas classificadas como fermentado de fruta, conforme exigido pela legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ALBERT, Aguinaldo Zäckia. **Borbulhas: tudo sobre champanhe e espumantes**. Senac, 2018.

ANDRADE, P. F. S. **Prognóstico 2020: Fruticultura análise da conjuntura**. DERAL: Departamento de Economia Rural, Governo do Paraná. 7 p. 2020.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16 ed. Washington: Horwitz, W. 1997.

AQUARONE, E.; LIMA, U.A .; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo: Edgard Blucher, 1983. v.5. 243p.

AQUARONE, Eugênio. **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. Editora Blucher, 2001. E-book. ISBN 9788521215202. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215202/>. Acesso em: 06 out. 2023.

ARCARI, S. G.; DE BRITO, P. I. G.; BECKER, L. V.; GIODA, G. B.; OLIVEIRA, A. L. **Elaboração e caracterização do fermentado alcoólico de frutas cítricas produzidas no Extremo Oeste de Santa Catarina**. Instituto Federal de Santa Catarina, 2013.

BARBOSA, José Luciano Albino. **No estado da Paraíba, o melaço é obtido facilmente devido a uma grande quantidade de engenhos e usinas de açúcar**. / José Luciano Albino Barbosa. – João Pessoa : --[s.n.], 2010. 230 f. :il. Tese de Doutorado – UFPB/CCHLA.

Bardaweel SK, Bakchiche B, ALSalamat HA, Rezzoug M, Gherib A, Flamini G. **Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of Mentha spicata L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas**. BMC Complement Altern Med. 2018 Jul 3;18(1):201. doi: 10.1186/s12906-018-2274-x. PMID: 29970065; PMCID: PMC6029017.

BARROS, T. F. S. **Qualidade, potencial funcional e perfil bioquímico de porções de infrutescências do abacaxizeiro ‘Pérola’, ‘Vitória’ e ‘Imperial’**. Areia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2017, 127p. Trabalho de Tese em Agronomia.

BOSCH-FUSTÉ, J; RIU-AUMATEL, M.; GUADAYOL, J.; CAIXACH, J.; LÓPEZ-

TAMAMES, E.; BUXADERAS, S. **Volatile profiles of sparkling wines obtained by three extraction methods and gás chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis.** Food chemistry, v. 105, p. 428-435, 2007.

BRASIL. Decreto nº 99.066, de 08 de março de 1990. Regulamenta a Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a **produção, circulação e comercialização do vinho e derivados do vinho e da uva** (REVOGADO).

BRASIL, Decreto nº 2314, 4 set. 1997, **Diário Oficial da União, Brasília**, 05 de set., 1997.

BRASIL. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a **padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas.** Brasília, Diário Oficial da União, 4 de junho de 2009.

BRASIL. MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Consolidação das Normas de Bebidas, Fermentado Acético, Vinho e Derivados da Uva e do Vinho:** anexo à norma Interna DIPOV Nº 01/2019 – Cartilhão/ Coordenação Geral de Vinhos e Bebidas - Brasília: MAPA/AECS, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos.** Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p. (Série A. Normas Técnicas).

BUTZKE, Christian E. – **Winemaking Problems Solved.** Whoodhead Publishing, 2010. ISBN 978-1-84569-475-3

CALIARI, Vinícius; ROSIER, Jean Pierre; LUIZ, Marilde Bordignon. **Vinhos espumantes: métodos de elaboração.** Evidência, v. 13, n. 1, p. 65-77, 2013.

CAMARGOS, Cristiane Vieira et al. **Produção de etanol utilizando melão de cana-de-açúcar por Saccharomyces cerevisiae de características floculantes.** 2019.

CAMPOS, Tamara Cristina et al. **Comportamento viti-enológico das variedades chardonnay e vermentino para elaboração de vinhos espumantes pelo método tradicional na serra catarinense.** 2016.

CAVALCANTE, Andressa Cláudia da Silva Santana. **Desenvolvimento de uma bebida**

alcoólica fermentada gaseificada do fruto do sapotizeiro (Manilkara zapota L.). Andressa Cláudia da Silva Santana Cavalcante – João Pessoa, 2022. 96 f.

CHAVES, K. F.; CRUZ, W. F.; SILVA, V. R. O.; MARTINS, A. D. O.; RAMOS, A. L. S.; SILVA, M. H. L. **Características físico-químicas e aceitação sensorial de abacaxi 'Pérola' minimamente processado adicionado com antioxidantes**. Tecnologia & Ciências Agropecuárias, João Pessoa, v.5, n.1, p.35-39, 2011.

CHITARRA, M.I.F; Chitarra, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2Ed., Lavras: UFLA, 2005. 783p.

da ROCHA, Joana Sofia Martins. **Estudo das Propriedades Antioxidante e Antimicrobiana de Extractos de Mentha Cervina**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade Católica Portuguesa (Portugal).

de Almeida, M. M., da Silva, F. L. H., de Sousa Conrado, L., Mota, J. C., & Freire, R. M. **M.Estudo cinético e caracterização da bebida fermentada do Cereus jamacaru P. DC**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 6, n. 2, p. 34, 2011.

de BRITO NETO, José Félix; PEREIRA, Walter Esfrain; SOBRINHO, Rosivaldo Gomes de Sá; BARBOSA, José Alves; dos SANTOS, Damon Pereira. **"Aspectos produtivos da abacaxicultura familiar e comercial no Estado da Paraíba."** *Revista Caatinga* 21, nº. 4, pp: 43-50. 2008.

de SOUZA, Bárbara Caroline Nunes. **Cinética do processo fermentativo do suco de abacaxi: abordagem físico-química**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 17, n. 2, p. 86-92, 2022.

de SOUSA, Sergio Dias Inglez. **Espumante: o prazer é todo seu**. Marco Zero, 2011.

de VOGÜÉ, R. J. **"LE VIN DE CHAMPAGNE."** *Revue Des Deux Mondes (1829-1971)*, 1953, pp. 296–305. *JSTOR*, <<http://www.jstor.org/stable/44586083>>. Acesso em 07/10/2023.

EMBRAPA. **Abacaxi**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/abacaxi>>. Acesso em: 11/02/2024.

da SILVA, Gildo Almeida. **Deterioração microbiológica do vinho e do suco de uva**. Embrapa Uva e Vinho. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de>

informacao-tecnologica/cultivos/uva-para-processamento/pos-producao/processamento-da-uva/deterioracao-microbiologica-do-vinho-e-do-suco-de-uva>. Acesso em: 14/05/2024.

ESCOJIDO, Shelly. **PROPOSIÇÃO DE UMA INOVAÇÃO RADICAL NO MERCADO DE BEBIDAS SAUDÁVEIS PARA UMA MULTINACIONAL DE BEBIDAS / S.** Escojido – São Paulo, 2021. 155 p. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

FAO. **Principales Frutas Tropicales.** Análisis del mercado. Resultados preliminares 2022. Roma. 2023.

FERNANDES, Leticia Carolina Pereira. **ASPECTOS QUÍMICOS, FARMACOLÓGICOS E BIOTECNOLÓGICOS DE Mentha x piperita L.** 2018.

FILHO, Venturini Waldemar G. **Bebidas selecionadas** . Editora Blucher, 2016. E-book. ISBN 9788521209577. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521209577/>>. Acesso em: 12 out. 2023.

FLANZY, C. **Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos.** 2 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2003. 783 p.

GRANADA, Grazielle Guimarães; ZAMBIAZI, Rui Carlos; MENDONÇA, Carla Rosane Barboza. **Abacaxi: produção, mercado e subprodutos.** *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 22, n. 2, 2004.

GOVERNO DA PARAÍBA. **Paraíba é o segundo maior produtor de abacaxi do Brasil, revela IBGE,** 2019. Disponível em: <<https://paraiba.pb.gov.br/noticias/paraiba-e-o-segundo-maior-produtor-de-abacaxi-do-brasil-revela-ibge>>. Acesso em: 12/02/2024.

GUTIÉRREZ, Mashely Pickman. **"Efeito das concentrações de mosto, de polpa de umbu (Spondias tuberosa Arruda câmara) e de extrato de feijão caupi (Vigna unguiculatal. Walp) na produção de hidromel por Saccharomyces bayanus premier blanc."** (2019).

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2021.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022 <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pesquisa/14/10193?ano=2021&tipo=ranking> Acessado em 27/08/2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020

IOVW. International Organisation of Vine and Wine, **International Code of Oenological Practices**, Djon, 2024. Disponível em: < <https://www.oiv.int/standards/101/preface>> Acesso em: 22/03/2024.

JACOBSON, J. L. (2006). **Introduction to wine laboratory practices and procedures. Introduction to Wine Laboratory Practices and Procedures.** Springer. <https://doi.org/10.1007/0-387-25120-0>

JACKSON, R. S. **Wine science: principles and applications.** 4 ed. San Diego: Academic Press, 2014. 978p.

JANUSZEK, Magdalena et al. “**Saccharomyces bayanus Enhances Volatile Profile of Apple Brandies.**” *Molecules (Basel, Switzerland)* vol. 25,14 3127. 8 Jul. 2020, doi:10.3390/molecules25143127

KNOLL, Alfred Phillip. “**Champagne.**” *The International and Comparative Law Quarterly*, vol. 19, no. 2, 1970, pp. 309–16. *JSTOR*, <<http://www.jstor.org/stable/758213>>. Acesso em: 22 out 2023.

LE JEUNE, Christine et al. **Characterization of natural hybrids of Saccharomyces cerevisiae and Saccharomyces bayanus var. uvarum.** *FEMS yeast research*, v. 7, n. 4, p. 540-549, 2007.

LIMA, A.T.; GOMES, A.A.; MOTA, M.M.A.; GOUVEIA, D.S.; SOUSA, S.; JÚNIOR, J.B.S. **Elaboração e Caracterização do Fermentado Alcoólico de Abacaxi com Hortelã [...].** [S. l.]: Galoá, 2018. p. 7.

MELO, Vinícius Martins de. **Saccharomyces, principais parâmetros e sua importância no ambiente cervejeiro.** 2023. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2023.

MIELE, A. **Influência do sistema de condução na evolução dos açúcares redutores e da acidez durante a maturação da uva: relação com área foliar, radiação solar e fotossíntese.** *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília, v. 1, n. 1, p. 31-40, 1989.

MONTENEGRO, Heitor WS. **A maturação do abacaxi**. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v. 21, p. 79-92, 1964.

Oliveira, Gleyson Batista de. **Bebida à base de mel de abelha com adição de suco de abacaxi pérola e hortelã: estudo da cinética de fermentação / Gleyson Batista de Oliveira**. – Pombal, 2022. 71 f. : il. color. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

OLIVEIRA, Pedro Miguel Rodrigues. **Utilização de Leveduras na Produção de Novas Bebidas Fermentadas** . 2009. Tese de Doutorado. Universidade Técnica de Lisboa (Portugal).

PARENTE, Gisleânia Dourado Landim; de ALMEIDA, Mércia M.; da SILVA, Jéssica L. ; da SILVA, Clovis G.; Alves, Manoel F.. "**Cinética da produção do fermentado alcoólico de abacaxi 'pérola' e caracterização da bebida.**" *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 9, no. 2. pp: 33. 2014.

PEREIRA, Isabelle Fernanda et al. **Análise da Influência da Adição de Nutrientes ao Mosto de Melaço de Cana-de-Açúcar Sobre o Rendimento de Etanol**. 2020.

PEYNAUD, E. **Conhecer e trabalhar o vinho**. Lisboa: Editora Portuguesa Ltda. 1982. 347p.

PREICHARDT, Leidi D ; FIORENTINI, A. M. ; SAWITZKI, M. C. ; da SILVA, W. P.. **COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MELAÇO OBTIDO DO BENEFICIAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR DE UMA COOPERATIVA DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**. XVIII Seminário de Iniciação Científica – UNIJUÍ Universidade Regional. Salão do Conhecimento, 2010.

RIBEIRO, Bernardo. **Microbiologia Industrial - Alimentos - Volume 2** . Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788595152151. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595152151/>. Acesso em: 13 out. 2023.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Handbook of enology**. 2ª ed., v. 1, França: John Wiley e Sons, Ltd, 2006, 497 p.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Handbook**

of Enology: the Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments. 2. ed. Nova Jersey: Wiley & Sons, 2006.

RIZZON, LA.; ZANUZ, MC.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade.** Bento Gonçalves:EMBRAPACNPUV, 1994. 86p. (EMBRAPA-CNPUV. Documentos, 12).

RIZZON, Luiz Antenor; MENEGUZZO, Júlio; ABARZUA, Carlos E. **Elaboração de vinho espumante na propriedade vitícola.** Embrapa Uva e Vinho, 2000.

RIZZON, Luiz Antenor. **Vinho tinto** / Luiz Antenor Rizzon, Irineo Dall’Agnol. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 45 p. ; il. – (Coleção Agroindústria Familiar).

RIZZON, Luiz Antenor; SCOPEL, Giseli; MIELE, Alberto. **Composição físico-química de vinhos Riesling Itália da Serra Gaúcha.** 2011.

RODRIGUES, A. A., Mendonça, R. M. N., Silva, A. P. D., Silva, S. D. M., & Pereira, W. E. (2010). **Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros' Pérola'e'Smooth Cayenne'no Estado da Paraíba.** *Revista Brasileira de fruticultura*, 32, 126-134.

ROSA, A.P.; SALVADOR, M.; DANI, C. **Estudo comparativo entre vinhos tintos Dnos da variedade Tannat provenientes de duas regiões geográficas diferentes.** *Revista Brasileira de Viticultura e Enologia*, v.3, n.3, p.32-39, 2011.

SALLERON, Júlio. **Estudos sobre vinhos espumantes** . O autor, 1886.

SANTOS, Emanuel Alysson Lima dos et al. **Produção e caracterização de fermentados alcoólicos a partir de caldos de cana mistos com ervas aromáticas.** 2022.

SILVA, Neliton Marques da; ADAIME, Ricardo; ZUCCHI, Roberto Antonio. **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia.** 2016.

Souza, Adeilson Elias de. **"Distribuição espacial da produção de abacaxi no Brasil com ênfase na Paraíba no período 2003-2015."** Universidade Federal da Paraíba. 2017.

VASCONCELOS, Maria Rita Batista de. **"Distribuição espacial da produção agrícola na Paraíba: uma análise para a produção de abacaxi, banana e cana de açúcar no período de 2003–2016."** Universidade Federal da Paraíba. 2018.

VASCONCELOS, N. M.; PINTO, Gustavo Adolfo Saavedra; DE ARAGÃO, F. A. S. **Determinação de açúcares redutores pelo ácido 3, 5-dinitrosalicílico: histórico do desenvolvimento do método e estabelecimento de um protocolo para o laboratório de bioprocessos.** 2013.

VIDAL, Maria de Fátima. **Fruticultura na área de atuação do BNB.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 8, n.280, nov. 2023. (Caderno Setorial Etene)

VIEIRA, Lígia Moura et al. **Bromelina extraída do abacaxi-uma revisão.** Referências em Saúde do Centro Universitário Estácio de Goiás, v. 3, n. 02, p. 53-60, 2020.

WENDHAUSEN, Luise de Faria. **Fermentados alcoólicos de frutas: uma revisão sobre as etapas e parâmetros de produção, características físico-químicas e potencial bioativo das bebidas.** 2022. Trabalho Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 50 p.

WETZSTEIN, Luísa Carolina et al. **Resina de troca iônica: impacto na acidez, polifenóis e aromas de vinhos base para espumantes.** In: 5º Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica (SICT). 2016.

ZOECKLEIN, B.W.; FUGELSANG, K.C.; GUMP, B.H.; NURY, F.S. **Wine analysis and production.** Berlim: Springer, 1995. 621p.