



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – IF GOIANO
CAMPUS RIO VERDE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**Análise Cinética da Fermentação da Produção de Hidromel com Diferentes
Leveduras**

Orientador: Prof. Dr (a)Letícia Fleury Viana
Acadêmico: Bruna Maria Andrade Braga

**RIO VERDE - GO
2024**

Bruna Maria Andrade Braga

**Análise Cinética da Fermentação da Produção de Hidromel com Diferentes
Leveduras**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos, sob orientação da Prof. Dr(a). Letícia Fleury Viana.

RIO VERDE - GO

2024

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Braga, Bruna Maria Andrade
BB813a Análise Cinética da Fermentação da Produção de
Hidromel com Diferentes Leveduras / Bruna Maria
Andrade Braga; orientadora Letícia Fleury Viana . --
Rio Verde, 2024.
32 p.

TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

1. Mel. 2. Mosto . 3. Análise. I. Viana, Letícia
Fleury, orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica (assinale com X)

- Tese
- Dissertação
- Monografia – Especialização
- Artigo - Especialização
- TCC - Graduação
- Artigo Científico
- Capítulo de Livro
- Livro
- Trabalho Apresentado em Evento
- Produção técnica. Qual: _____

Nome Completo do Autor: Bruna Maria Andrade Braga

Matrícula: 2018102200340200

Título do Trabalho: Análise Cinética da Fermentação da Produção de Hidromel com Diferentes Leveduras

Restrições de Acesso ao Documento [Preenchimento obrigatório]

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 08/03/2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

2. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

3. Cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Cidade, 8 de março de 2024

Bruna Maria Andrade Braga

Assinado eletronicamente pelo o Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Letícia Fleury Viana

Assinatura eletrônica do(a) orientador(a)

Documento assinado eletronicamente por:

- Bruna Maria Andrade Braga, 2018102200340200 - Discente, em 08/03/2024 10:36:31.
- Letícia Fleury Viana, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/03/2024 10:34:29.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/03/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 581340
Código de Autenticação: 4140adb13



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Golana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

Regulamento de Trabalho de Curso (TC) – IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos seis dias do mês de março de dois mil e vinte e quatro, às 08:00 horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof(a). Letícia Fleury Viana (orientador), Prof(a). Priscila Alonso dos Santos (membro interno) e Prof. Leandro Pereira Cappato (membro interno), para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado "Análise cinética da fermentação da produção de hidromel com diferentes leveduras" de Bruna Maria Andrade Braga, estudante do curso de Engenharia de Alimentos do IF Goiano – Campus Rio Verde, sob Matrícula nº 2018102200340200. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora e Mediador de TC.

Rio Verde, 06 de março de 2024.

Letícia Fleury Viana

Orientador(a)

Priscila Alonso dos Santos

Membro da Banca Examinadora

Leandro Pereira Cappato

Membro da Banca Examinadora

Geovana Rocha Plácido

Mediador de TC

Observação:

Para o caso de REAPRESENTAÇÃO, tem-se no trecho final da Ata a seguinte redação:

"Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela REAPRESENTAÇÃO do TC. Desta forma, o estudante deve realizar correções e adequações no trabalho e apresentá-lo novamente em até ~~XX~~ dias, contados a partir de hoje (~~XX/XX/XXXX~~). Nesta nova oportunidade, após avaliação da banca examinadora, o estudante poderá ser APROVADO ou REPROVADO, não havendo possibilidade de outra reapresentação. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que foi assinada pelos membros da Banca Examinadora e Mediador de TC."

Para o caso de REPROVAÇÃO, tem-se no trecho final da Ata a seguinte redação:

"Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela REPROVAÇÃO do(a) estudante. Desta forma, o estudante deverá realizar o desenvolvimento e defesa de novo TC no próximo semestre. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que foi assinada pelos membros da Banca Examinadora e Mediador de TC."

Documento assinado eletronicamente por:

- Leandro Pereira Cappato, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/03/2024 08:44:09.
- Priscila Alonso dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/03/2024 12:46:19.
- Letícia Fleury Viana, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/03/2024 09:48:14.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/03/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.fgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 580250
Código de Autenticação: c790445cd8



RESUMO

BRAGA, B. M. A. **Análise Cinética da Fermentação da Produção de Hidromel com Diferentes Leveduras.** 2024. Trabalho apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, como parte das exigências do Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior em Engenharia de Alimentos.

O mel é um alimento nutritivo e rico em energia, sendo um ingrediente de diversos alimentos, ele é o principal substrato para a fermentação que dá origem ao hidromel, o qual é uma bebida alcoólica fermentada. Foram produzidos hidroméis com dois tipos de leveduras diferentes, o objetivo era avaliar qual das leveduras teria um melhor desempenho na fermentação, recebendo as mesmas condições ambientais para a produção. A fermentação ocorreu com a temperatura média de 25°C, e as bebidas foram analisadas diariamente com os seguintes quesitos: temperatura, pH e °Brix, e no tempo determinado de 15 e 29 dias de fermentação além das análises físico-químicas, foi observado também conversão de açúcar em etanol das leveduras, assim observou-se que a Levedura 2 conseguiu atingir um brix de 3,4° e um teor alcoólico de 9,8 °GL, padrões esses estipulados pela legislação vigente e sendo assim considerada a melhor levedura para fermentação, enquanto a Levedura 1 obteve valores de 6,3 °Brix e teor alcoólico de 8,6 °GL, valores esses também dentro da legislação porém com uma menor eficiência de fermentação.

Palavras-chave: Mel, Mosto e Análises.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	12
2.1. Geral	12
2.2. Específico	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 Definição e Caracterização do Mel.....	12
2.2 Caracterização do Hidromel	13
2.3 Condições de Fermentação	14
2.4 Tipos de Hidromel	14
2.4.1 Hidromel Melomel.....	15
2.4.2 Hidromel Metheglin.....	15
2.4.3 Hidromel Bouchet.....	15
2.4.4 Fusões dos tipos de hidromel.....	15
2.5 Legislação Brasileira	16
4. METAS.....	17
5. METODOLOGIA.....	17
5.1 Higienização dos materiais	17
5.2 Matérias-primas	17
5.3 Preparo do mosto	18
5.4 Preparo do pé de cuba.....	19
5.5 Fermentação.....	20
5.6 Análises.....	21
5.6.1 Fermentação.....	21
5.6.2 pH	22
5.6.3 Temperatura.....	22

5.6.4 Brix e Álcool.....	22
5.6.5 Acidez Fixa.....	22
5.6.6 Acidez Total.....	23
5.6.7 Acidez Volátil.....	23
5.6.8 Extrato seco reduzido	24
5.6.9 Cinzas	24
5.6.10 Eficiência da fermentação.....	25
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
7. CONCLUSÃO.....	32
8. REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

Caracterizado por ser uma bebida alcoólica obtida através da fermentação de uma mistura composta por mel, leveduras, água e aditivos, o hidromel ainda é pouco consumido no Brasil, porém em outros países da América o seu consumo vem expandindo cada dia mais. Para o mercado brasileiro estudos revelam que houve o crescimento do consumo dessa bebida principalmente na região sul e sudeste do país.

O Brasil é classificado como o décimo primeiro maior exportador de mel, com 51 mil toneladas, ultrapassando países como Vietnã, Austrália, Uruguai, Romênia, Índia, França, Itália e outros, sendo o mel a principal matéria-prima para a produção de hidromel, porém esse produto não é tão explorado no Brasil (FAO, 2021).

O MAPA define o hidromel como uma bebida originada pela fermentação alcoólica da mistura de mel de abelha, água potável e nutrientes (MAPA, 2022). O hidromel possui classificações sendo elas denominadas como: seco, licoroso, doce e espumoso. As etapas para a produção do hidromel compreendem em: preparo do mosto e do inóculo, fermentação, descuba, maturação, trasfega, clarificação, pasteurização e envase (SCHWARZ et al, 2020).

As leveduras do tipo *Saccharomyces Cerevisie* utilizadas na produção do hidromel são as mesmas utilizadas na fermentação de pães e cervejas. Os fermentos são responsáveis por algumas características específicas como por exemplo sabor, aromas, teores alcoólicos e diferentes teores de açúcares residual (LIBKIND et al., 2011).

Como o mel possui um elevado teor de açúcar, a fermentação por ser um processo lento, faz com que ela se torne um importante variável na qualidade do produto final. Nesse processo as leveduras são responsáveis por transformar os açúcares em etanol. Durante a fermentação problemas como o desenvolvimento de sabores indesejados podem ocorrer, esse fator está diretamente relacionado com fatores de stress que as leveduras estão sendo submetidas e com sua incapacidade de resposta da mesma (SEEMANN, 2008).

Os fatores de stress podem ocorrer durante toda a produção dessa bebida, alguns desses fatores são: o choque térmico, as limitações de nutrientes essenciais, o stress osmótico, o stress oxidativo, a privação de nitrogênio e a toxicidade ao etanol.

Para que a produção não seja afetada, as células da bebida devem contrapor esses agentes (SEEMANN, 2008)

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar a cinética do processo de produção do hidromel sob determinadas condições, testando assim diferentes leveduras e indicando a com mais eficiência para a fermentação desse tipo de bebida.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Realizar análise da cinética e dos parâmetros exigidos na legislação na fabricação do hidromel ao serem produzidos com duas diferentes Leveduras – *Saccharomyces Cerevisie*, de marcas comerciais: Siamar e Dr Oetker.

2.2. Específico

1. Produzir o fermentado hidromel a partir da diluição do mel em água com diferentes leveduras do tipo *Saccharomyces Cerevisie*, sendo elas Siamar e Dr Oetker;
2. Caracterizar o fermentado a partir de análises exigidas pela legislação de graduação alcoólica, acidez total, acidez fixa, acidez volátil, teor de açúcar, cinzas e extrato seco reduzido;
3. Realizar a análise cinética de alguns parâmetros, sendo eles: temperatura X Tempo, pH X Tempo e °Brix X Tempo, em determinados intervalos de tempo;
4. Definir a melhor marca comercial para a fabricação de hidromel, dentre as leveduras analisadas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Definição e Caracterização do Mel

O mel pode ser classificado como monofloral/unifloral quando é originado de apenas uma espécie de planta, bifloral quando é de duas espécies, ou de heterofloral/polifloral originário de várias espécies diferentes de plantas. O que varia

também com os fatores climáticos e a espécie da abelha, fazendo assim com que se tenha muitas variedades de méis disponíveis (SEKINE, 2022). A definição do mel está descrita abaixo, no Decreto-Lei nº 214, de 18 de setembro de 2003:

Substância açucarada natural produzida pelas abelhas da espécie (*Apis mellifera*) a partir do néctar de plantas ou das secreções provenientes de partes vivas das plantas ou de excreções de insectos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam por combinação com substâncias específicas próprias, depositam, desidratam, armazenam e deixam amadurecer nos favos da colmeia (BRASIL, 2003, p. 6058-6059).

O mel contém cerca de 200 substâncias, e possui como principal constituinte os hidratos de carbono que representa cerca de 95 a 99% do produto como matéria seca final. Além dos hidratos de carbono o mel também possui outros constituintes considerados secundários, alguns deles são os minerais, proteínas, vitaminas, lipídios, ácidos orgânicos, aminoácidos, compostos fenólicos (flavonóides e ácidos fenólicos), enzimas e outros fitoquímicos (PEREIRA, 2008). Não existem dados da compra de mel somente para a produção de hidromel - infere-se que pela média popularidade da bebida.

3.2 Caracterização do Hidromel

Caracterizado como uma bebida alcoólica que possui um teor de álcool por volume variando entre 8-14%, o hidromel é produzido através da fermentação de leveduras da diluição do mel com água. O hidromel possui quatro classificações, sendo elas denominadas de seco, licoroso, doce e espumoso. Essa classificação é definida a partir do tempo de fermentação, da quantidade de mel que está sendo utilizada e da graduação alcoólica (GOMES, 2010).

Para a produção da bebida, primeiramente deve ser selecionado a matéria-prima e os ingredientes, dentre os principais estão a água, mel, nutrientes utilizados para beneficiar o metabolismo da levedura alcoólica e a levedura. O mel tem que ser

adquirido mediante as boas práticas de fabricação, para que não exista fonte de contaminação. Ao final de todo o processo de fermentação, o ideal é que a bebida seja transferida para outro recipiente limpo, onde o mesmo deverá ser refrigerado a 10 °C por aproximadamente trinta dias (MUNIEWEG, 2016).

“Para a produção de hidromel se utiliza somente mel de qualidade, mas que não tenha boa aceitação no mercado (algumas plantas produzem néctar que dão um mel de sabor não muito agradável) ”, afirma Maria José Oliveira de Faria Almeida, presidente da Associação dos Apicultores do Estado de Goiás (Apigoias).

2.3 Condições de Fermentação

Caracterizados por ter o pH baixo, os mostros do hidromel são uma combinação de ácidos com sua origem no mel e auxiliam no processo de fermentação. A fermentação é uma característica que tem variação a partir da qualidade do mel, da origem da levedura, da composição do meio de cultura e do pH extracelular, por possuir um alto nível de açúcares a fermentação pode demorar acontecer, a levedura pode morrer com muito álcool, a diluição é até o brix estipulado para a fermentação acontecer, para a produção de hidromel o brix inicial do mosto tem que ser de aproximadamente 30 °Brix (PEREIRA, 2008).

Mesmo que a produção de álcoois superiores, aldeídos, ésteres e ácidos não sejam desejadas, esses compostos são extremamente essenciais para a composição aromática e paliativa das bebidas alcoólicas (PEREIRA, 2008).

Os possíveis problemas que podem ocorrer durante a produção do hidromel estão diretamente relacionados com a demora da fermentação, condições adversas de stress na levedura e a produção de flavours indesejados. Podem ser citados alguns fatores causadores de stress na levedura, entre eles estão o choque térmico, limitações de nutrientes essenciais, o stress osmótico, o stress oxidativo, privação de azoto e a toxicidade ao etanol. A levedura ao detectar qualquer um desses problemas deve responder a tais fatores para não afetar diretamente a qualidade final do hidromel (GOMES, 2010).

2.4 Tipos de Hidromel

2.4.1 Hidromel Mead

O hidromel denominado como mead ou também conhecido como tradicional, é a bebida composta de levedura sendo ela a *saccharomyces cerevisie*, mel e água. Esse tipo de hidromel não possui a adição de frutas ou de qualquer outras especiarias (BRUNELLI, 2015).

2.4.2 Hidromel Melomel

De acordo com MILESKI (2016), o melomel é conhecido como vinho de mel, sendo uma das bebidas mais antigas dentre as civilizações. Esse produto é um fermentado que tem como base água, mel, tendo a adição de frutas (suco). Em comparação ao hidromel comum, possui uma complexidade de sabores maior, visto a quantidade de ingredientes utilizados em sua produção, atingindo nuances diferentes sensorialmente falando.

2.4.3 Hidromel Metheglin

De grande apreciação da civilização grega e romana, Metheglin é um hidromel com adição de especiarias, pétalas de rosas ou lúpulo. Esse tipo de hidromel é extremamente aromático, entretanto é necessário conhecer as ervas ou especiarias a serem utilizadas no processo, pois, a dosagem incorreta pode atrapalhar o sabor e aroma, tendo um efeito reverso ao esperado (BRUNELLI, 2015).

2.4.4 Hidromel Bouchet

A característica marcante nesse tipo de hidromel é a caramelização do mel sob elevação de temperatura, podendo ser caramelizado a gosto do produtor do hidromel. Essa "tosta" do mel confere a bebida nuances de toffee, e uma coloração do caramelizado. Produtores revelam que adicionar mel cru ao mel tostado eleva ainda mais o sabor do hidromel bouchet (MILESKI, 2016).

2.4.5 Fusões dos tipos de hidromel

Além desses tipos vistos anteriormente, é possível fundir variedades de hidromel, ou intensificar os processos quanto a tempo de maturação (great mead, hidromel envelhecido) ingredientes utilizados (podendo ser mais de um tipo de fruta ou especiarias, como, por exemplo, o hidromel Cyser). É permitido até mesmo a adição de pimentas, originando o hidromel Hippocras (BERRY, 2007) alterando características sensoriais a ponto de aguçar os sentidos e causar efeitos diversos a partir do paladar de quem prova.

2.5 Legislação Brasileira

A legislação brasileira caracteriza o hidromel como uma bebida alcoólica de 4 a 14%, em v/v, a 20°C, que é obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel, sais nutrientes e água potável (MAPA, 2019).

A água potável segundo a legislação é destinada, exclusivamente, à padronização do grau brix (teor de sólidos solúveis) do mosto a ser fermentado, para matérias-primas que proporcionem mostos com alto teor de açúcares naturais, tais como a cana-de-açúcar e o mel e redução da graduação alcoólica do produto final (MAPA, 2019).

A partir da legislação a Tabela 1, apresenta os parâmetros analíticos exigidos.

Tabela 1. Parâmetros estipulados pelo MAPA

Parâmetros	Mínimo	Máximo
Acidez Fixa, em mEq/L	30	-
Acidez Total, em mEq/L	50	130
Acidez Volátil, em mEq/L	-	20
Anidrido sulfuroso total, em g/L	-	0,35
Cinzas, em g/L	1,5	-
Cloretos totais, em g/L	-	0,5
Extrato seco reduzido, em g/L	7	-
Edulcorantes	Ausência	Ausência
Teor de açúcar, em g/L (Seco)	-	<3
Teor de açúcar, em g/L (Suave)	>3	-

Fonte: Decreto 6.871/2009, art. 48, IN MAPA 34/2012, Anexo, tabela 7, e
Resolução RDC 42/2013

4. METAS

- Produzir hidromel com dois tipos de leveduras *Saccharomyces Cerevisie*, a fim de identificar qual das leveduras é a mais apropriada para a fabricação;
- Adquirir um mosto do mel com condições favoráveis para fermentação;
- Observar e avaliar a cinética da fermentação dos dois processos e identificar se o processo está ocorrendo de forma correta;
- Realizar as análises físico-químicas e obter resultados satisfatórios.

5. METODOLOGIA

5.1 Higienização dos materiais

Foi efetuada a lavagem com água e detergente de todos os recipientes, espátulas, funis e etc. Depois do enxágue foi preparada uma solução de hipoclorito de sódio a 100mg/L de cloro ativo onde os materiais ficaram imersos por 30 minutos, foi realizado um novo enxágue, com água quente até que não restasse nenhum odor de cloro. Os potes foram esterilizados em autoclave por 15 minutos na temperatura de 121°C.

5.2 Matérias-primas

Para o preparo do hidromel foi utilizado o mel Imperionat, águas potáveis e os fermentos biológicos comerciais: Dr.Oetker e Siamar, todos esses produtos foram adquiridos no supermercado da cidade e transportados para o laboratório (Figura 1).

Figura 1: Água e mel utilizados na produção do hidromel.



5.3 Preparo do mosto

Inicialmente foi medido o °brix do mel para se fazer os devidos cálculos da diluição. Ao medir, descobriu-se que o mel possuía aproximadamente 82,2° Brix. Assim foi definida a quantidade de mosto a ser produzida sendo 4L de produto final para cada tipo de levedura. Com o objetivo de possuir um brix de aproximadamente 30°, os valores foram aplicados na seguinte fórmula (Equação 1).

$$V_{\text{mel}} \times \text{Brix}_{\text{mel}} = V_{\text{mosto}} \times 30 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

V_{mel} = volume de mel que será utilizada no processo, calculado da equação;

Brix_{mel} = °Brix inicial do mel, determinado com auxílio de refratômetro;

V_{mosto} = quantidade pré-estipulada de mosto que se deseja obter;

30 = valor final estipulado para o °Brix dessa formulação.

Foi determinada pela fórmula que a quantidade de mel utilizada deveria ser de 1,46 L.

Com a determinação da quantidade de mel necessária, foi calculada a quantidade de água a ser adicionada no mosto por meio da equação 2:

$$V_{\text{água}} = V_{\text{mosto}} - V_{\text{mel}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

V_{mel} = volume de mel calculada pela equação anterior;

V_{mosto} = volume de mosto estipulada;

$V_{\text{água}}$ = volume de água a ser adicionada no mosto.

A quantidade de água estipulada foi de 2,54 L, com a quantidade de mel e de água estipulados, o mosto foi preparado, misturando os ingredientes na cuba de fermentação (Figura 2). Nessa parte foi tomado os devidos cuidados para que o mosto dentro da cuba não ultrapassasse $\frac{2}{3}$ do total disponível no recipiente.

Foi retirado dessa mistura 10% do volume total, para o posterior preparo de pé de cuba.

Figura 2: Mistura de água e mel.



5.4 Preparo do pé de cuba

O volume correspondente a 10% do mosto que foi retirado no preparo do mosto foi pasteurizado a 65°C por 30 minutos. O mesmo foi resfriado e o fermento só foi adicionado quando a temperatura atingiu 30°C. Foi adicionado 0,5g de fermento/litro de mosto, ou seja para cada hidromel foi utilizado 2 gramas de fermento.

Em seguida o pé de cuba foi mantido a 20°C por 24 horas, em um recipiente totalmente fechado (Figura 3).

Após esse prazo o restante do mosto (Figura 2) foi pasteurizado a 100°C por 2 minutos. Tomou-se o devido cuidado para esperar o mosto resfriar, assim evitando a morte das leveduras, após atingir uma temperatura inferior a 30°C o pé de cuba foi adicionado ao mosto.

Figura 3: Pé de cuba.



5.5 Fermentação

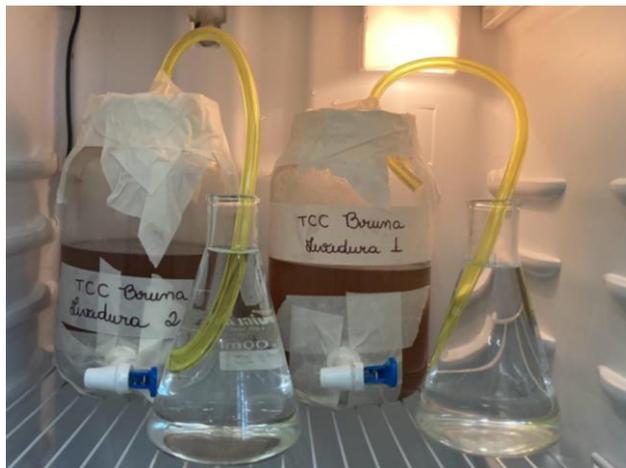
As duas leveduras receberam os mesmos meios para fermentação, então foi montado um sistema para garantir a condição de anaerobiose (Figura 4 e 5) do meio e o escape de gás carbônico que é formado durante a fermentação.

A temperatura de fermentação foi de aproximadamente 25°C e as cubas de vidro não ficaram expostas à luz durante o processo, pois estavam dentro de uma BOD exclusiva para a produção de bebida.

Figura 4: Sistema para anaerobiose



Figura 5: Sistema para anaerobiose



5.6 Análises

5.6.1 Fermentação

A fermentação teve uma duração de aproximadamente 696 horas e foi acompanhada diariamente até se obter a estabilização dos sólidos solúveis. Sendo assim durante a fermentação foram sendo retiradas amostras para determinação de algumas variáveis.

Tabela 2: Tempo estipulado para a realização das análises pH, Temperatura e °Brix.

Levedura 1 (15 Dias)	Levedura 1 (29 Dias)	Levedura 2 (15 Dias)	Levedura 2 (29 Dias)
24 Horas	408 Horas	24 Horas	408 Horas
72 Horas	456 Horas	72 Horas	456 Horas
120 Horas	504 Horas	120 Horas	504 Horas
168 Horas	552 Horas	168 Horas	552 Horas
216 Horas	600 Horas	216 Horas	600 Horas
264 Horas	648 Horas	264 Horas	648 Horas
312 Horas	696 Horas	312 Horas	696 Horas
360 Horas		360 Horas	

Fonte: Dados da Pesquisa

5.6.2 pH

A análise foi realizada inserindo a sonda do pHmetro digital em um becker contendo 25 mL da amostra (IAL, 2008).

5.6.3 Temperatura

Foi realizada através da inserção de um termômetro convencional na amostra que continha 25 mL.

5.6.4 Brix e Álcool

Leitura direta a partir do refratômetro de brix e do alcoômetro.

5.6.5 Acidez Fixa

A acidez fixa foi obtida por evaporação da amostra seguida de uma titulação dos ácidos residuais. Foi pipetado 50 mL da amostra para a cápsula de porcelana e evaporado em banho-maria. Foi adicionada água cuidadosamente pelas paredes da

cápsula, lavando o resíduo e continuando a evaporação até quase total secura. Foi transferido esse resíduo com 100 mL de água para um frasco Erlenmeyer ou béquer e titulado com solução de hidróxido de sódio até obter-se uma coloração rosa constante (IAL, 2008). Em seguida foi aplicada a seguinte fórmula (Equação 3):

$$\frac{V \times N \times f \times 60}{P} \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde:

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

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

PM = peso molecular do ácido acético (60 g)

V = volume tomado da amostra, em mL

5.6.6 Acidez Total

Foi transferido 50 mL da amostra, para um frasco Erlenmeyer de 500 mL. Em seguida foi adicionado 3 gotas do indicador fenolftaleína. Titulado com solução de hidróxido de sódio até ponto de viragem pH 8,2 - 8,4, utilizando o pHmetro (IAL, 2008). No final foi utilizada a Equação 4 para expressar os resultados.

$$\frac{V \times N \times f \times 60}{P} \quad \text{(Equação 4)}$$

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

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

PM = peso molecular do ácido acético (60g)

V = volume tomado da amostra, em mL

5.6.7 Acidez Volátil

O cálculo da acidez volátil foi feita por diferença entre a acidez total e a acidez fixa (Equação 5). O resultado foi expresso em g de ácido acético por 100 mL de amostra, em g ou mg de ácido acético por 100 mL de álcool anidro (IAL, 2008).

$$A_T - A_f \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

A_T = acidez total

A_f = acidez fixa

5.6.8 Extrato seco reduzido

Foi pipetado 25 mL da amostra para uma cápsula, previamente seca em estufa, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Evaporou-se lentamente em banho-maria até a secura. Foi seco em estufa (100 ± 5)°C por 30 min. Em seguida resfriado em um dessecador por 30 min e assim pesado (IAL, 2008). Em seguida aplicou-se na equação 6:

$$\frac{100 \times N}{V} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

N = massa de resíduo seco em g (massa da cápsula com o extrato menos a tara da cápsula)

V = volume da amostra em mL

5.6.9 Cinzas

A amostra utilizada para extrato seco reduzido foi carbonizada em temperatura baixa e incinerada em mufla a 550°C, até a eliminação completa de carvão. Resfriado em um dessecador até a temperatura ambiente e pesado. Repetindo as operações de

aquecimento e resfriamento até o peso constante (IAL, 2008). A equação 7 demonstra a fórmula para calcular cinzas.

$$\frac{100 \times N}{P} \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

N = massa em gramas de cinzas

P = massa em gramas da amostra

5.6.10 Eficiência da fermentação

A eficiência da fermentação foi determinada segundo Hang et al. (1981):

$$\%Ef = \frac{\text{Brix inicial} - \text{Brix final} \times 100}{\text{Brix inicial}} \quad (\text{Equação 8})$$

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Cada hidromel após passarem pela fermentação estipulada, foram colocados em uma garrafa, em ambiente escuro e fresco, foram submetidos à caracterização físico-química, visando comparar com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente. A Tabela 3 apresenta os resultados finais para cada análise realizada.

Tabela 3: Resultados das análises físico-químicas dos hidroméis produzidos com as leveduras 1 e 2.

Análises	Levedura 1 (15 dias)	Levedura 2 (15 dias)	Levedura 1 (29 dias)	Levedura 2 (29 dias)
Acidez Fixa (meq/L)	59,1	66,6	63,9	58,5
Acidez Total (meq/L)	63,6	69,6	65,4	60
Acidez Volátil (meq/L)	4,5	3	1,5	1,5
°Brix	25,4	25,6	6,3	3,4
%EF	16,17	14,67	79,21	88,67
Extrato Seco Reduzido (g/L)	30,41	33,52	27,22	25,36
Cinzas %	4,35	4,86	5,02	5,54
Álcool (°GL)	3,0	2,8	8,6	9,8

Fonte: Dados da Pesquisa

A acidez é um parâmetro importante para avaliar a qualidade das bebidas fermentadas. A acidez relativamente alta indica a formação de ácido acético, isso ocorre quando o processo fermentativo não é conduzido de modo adequado, o que pode indicar contaminação por bactérias acidogênicas (BAUER e PRETORIUS, 2000; HOHMANN e MAGER, 2003; SROKA e TUSZYNSKI, 2007). A concentração de ácidos voláteis na bebida depende da cepa de levedura usada, das condições do processo de fermentação e da composição química da matéria-prima (AKALIN et al., 2017).

Segundo Aquarone et al. (2001) valores baixos de acidez volátil indicam boa condição sanitária das bebidas com isso é possível verificar que Leveduras 1 e 2 tiveram a acidez dentro do padrão estipulado pela legislação. Tanto ao serem analisadas na primeira quinzena quanto na segunda.

O teor de cinzas expressa a riqueza do mel em minerais e se constitui em uma característica bastante utilizada para verificação de qualidade. O teor de cinzas depende da composição do néctar da espécie vegetal predominante em sua formação. O tipo de solo em que a planta de origem do néctar está localizada também influencia a quantidade de minerais presentes nas cinzas (ALMEIDA, 2002). Fazendo

a comparação para resultados estipulados para cinzas e os resultados obtidos nessa fabricação nota-se que os hidroméis estavam dentro do padrão estipulados.

A concentração de etanol é determinada pelo consumo de sacarose pelas leveduras convertendo aproximadamente a cada 2°Brix em 1°GL (Corazza et al,2001). Os valores de sólidos solúveis das leveduras 1 e 2 foram inicialmente de 30,3 °Brix e 30,0 °Brix, e finalizando assim nos seguintes valores 6,3 °Brix e 3,4°Brix, observando que o hidromel de levedura 1 e 2 na fermentação realizada por 29 dias estavam de acordo com os padrões estipulados pela legislação, sendo que a levedura 2 apresentou um maior potencial de conversão de açúcar em etanol.

A eficiência de conversão de açúcar em álcool é apresentada na Tabela 3, é possível verificar que nos primeiros 15 dias a eficiência apresentou valores extremamente baixos, sendo eles de 16,17% para a Levedura 1 e 14,67% para a Levedura 2. A situação muda ao serem analisados na segunda leva de análises onde eficiência se demonstrou maior, com valores de 79,21% para a Levedura 1 e 88,67% para a Levedura 2.

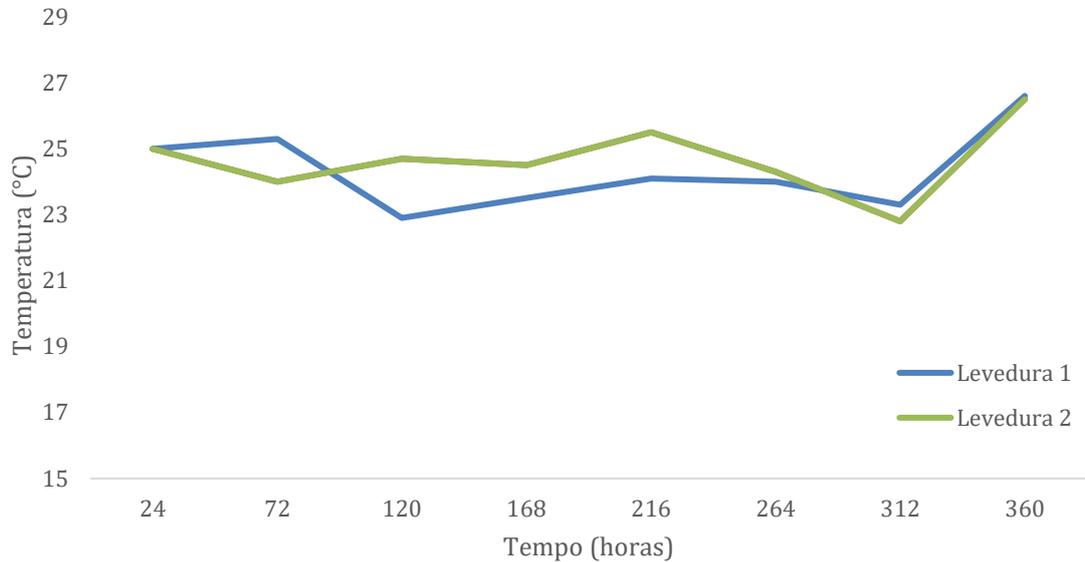
A levedura 2 se mostrou mais eficiente na conversão de açúcar em etanol demonstrado 88,67%, comparado a levedura 1 que ao final da fermentação obteve o valor de 79,21%.

Na primeira quinzena de fermentação observou-se que o consumo de álcool não foi o suficiente para atender os padrões estipulados e que nessa fase tanto a levedura 1 quanto a levedura 2, não tinham produzido a quantidade de álcool suficiente, assim não gerando valores de eficiência altos, concluindo-se que em 15 dias não é o tempo suficiente para realizar a fermentação completa dessa bebida.

As análises realizadas no intervalo de tempo estipulado na Tabela 2, tiveram seus resultados expressos em gráficos.

O gráfico 1 e 2 apresenta os valores da temperatura em função do tempo de fermentação durante os períodos de 15 e 29 dias.

Gráfico 1: Valores da temperatura em função do tempo de fermentação de 15 dias

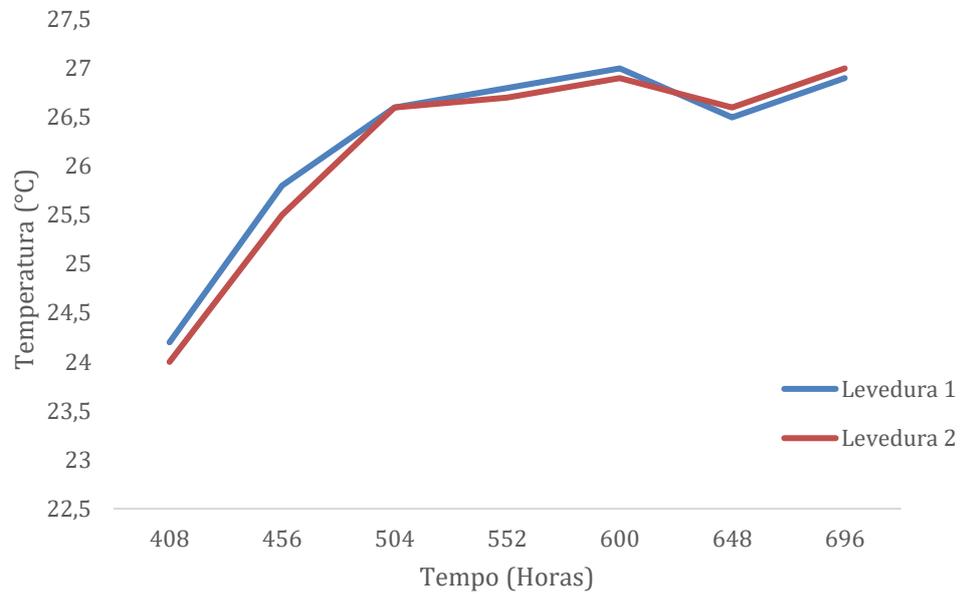


Fonte: Dados da Pesquisa

Sendo o calor um catalizador para as leveduras, quanto mais próximo da temperatura máxima permitida mais rápido a levedura fermenta, e quanto menor a temperatura respeitando os limites estipulados da fermentação mais devagar esse processo irá acontecer. Quando é ultrapassado o limite de temperatura máxima da fermentação acontecerá a morte da levedura ou a produção de substâncias indesejáveis, e ao oposto disso quando se ultrapassa a temperatura mínima a levedura entra em estado de dormência.

A temperatura ideal para fermentação desse tipo de levedura está em uma escala entre 15 e 35°C. Com isso foi observado que a temperatura dos fermentados produzidos está em uma escala de 22,8 até 26,6 °C, sendo que a levedura 1 teve uma maior variação de temperatura durante o processo de fermentação de 15 dias (Gráfico 1).

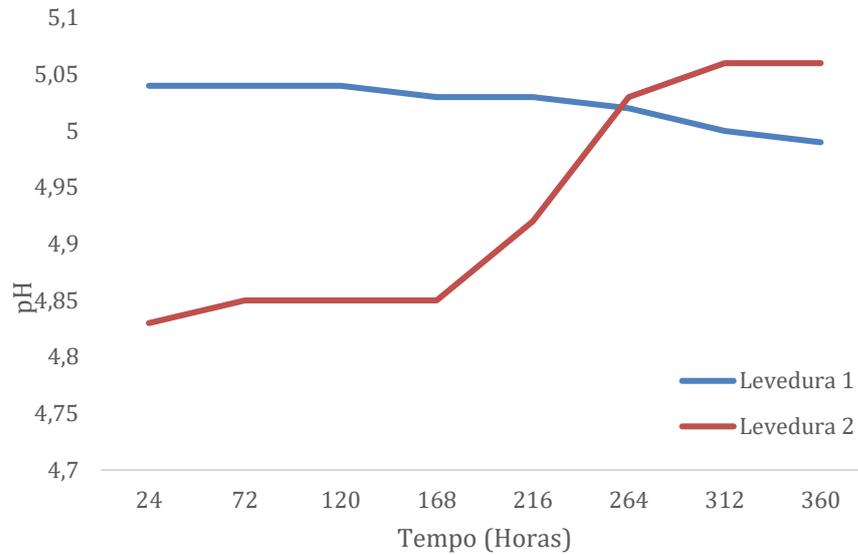
Gráfico 2: Valores da temperatura em função do tempo de fermentação de 29 dias



Fonte: Dados da Pesquisa

Analisando o comportamento da temperatura na fermentação de 29 dias (Gráfico 2) foi visto que a mesma teve um aumento no decorrer do tempo, mas ainda se manteve dentro da escala estipulada de temperatura ideal na fermentação de hidromel.

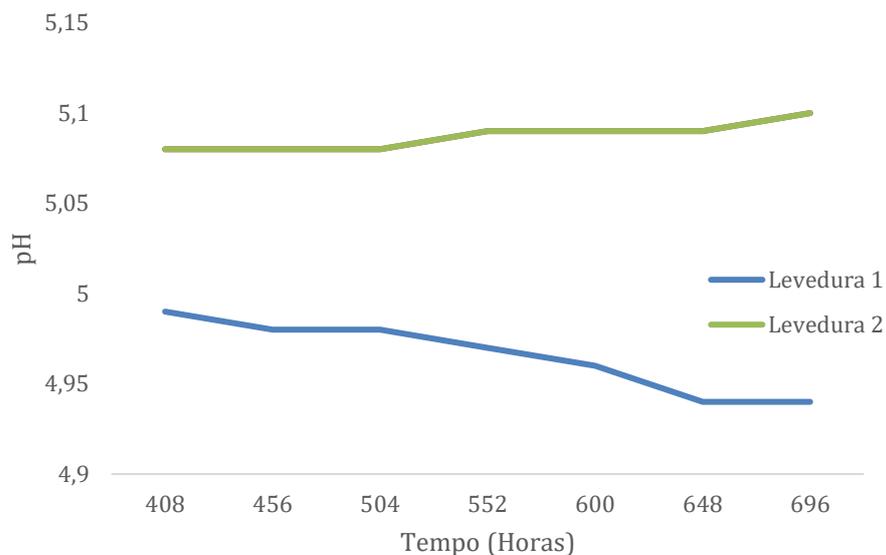
Os gráficos 3 e 4 demonstram os resultados referente ao pH analisados em 15 e 29 dias de fermentação.

Gráfico 3: Valores do pH em função do tempo de fermentação de 15 dias

Fonte: Dados da Pesquisa

De acordo com a literatura, a faixa de variação do pH é de respectivamente 3,42 - 6,10 (National, 2003)

Verificando os pH do processo fermentativos observou-se que houve uma pequena variação dos mesmos tendo uma variação de 4,83 – 5,06 no hidromel analisado com 15 dias (Gráfico 3).

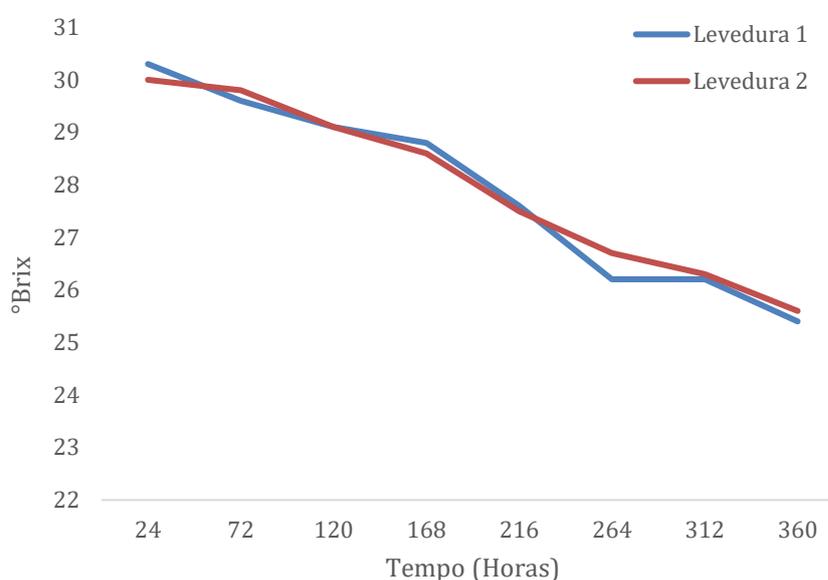
Gráfico 4: Valores do pH em função do tempo de fermentação de 29 dias

Fonte: Dados da Pesquisa

Já o pH dos hidromeis fermentados por 29 dias tiveram uma variação pequena de 4,99 - 5,10. De acordo com Rodrigues Filho et.al, (1999) o meio com o pH abaixo de 4 alarga muito a produção de álcoois superiores, já o meio com pH acima de 5 aumenta a produção de ácido acético e de furfural.

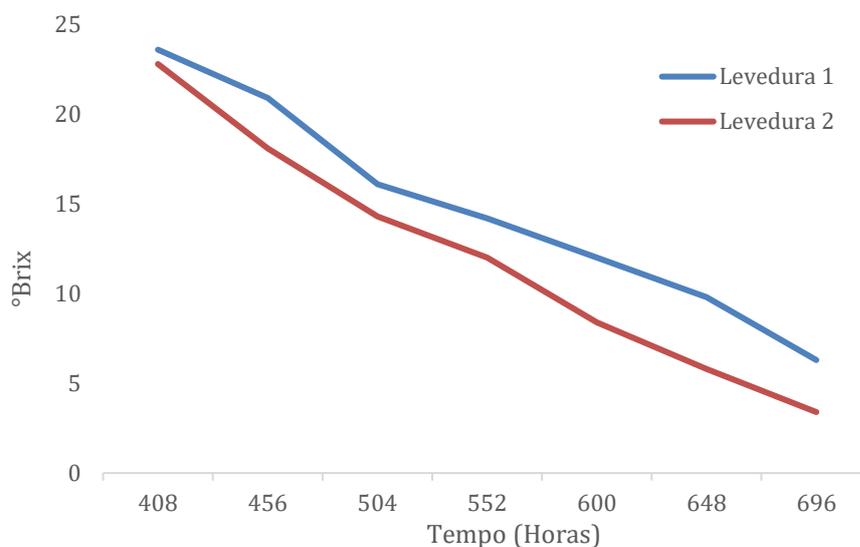
Os gráficos 5 e 6 apresentam os valores de °Brix em função do tempo de fermentação.

Gráfico 5: Valores do °Brix em função do tempo de fermentação de 15 dias



Fonte: Dados da Pesquisa

Ao fim do prazo estipulado para maturação de 15 dias observou-se que as leveduras tiveram um comportamento relativamente igual ao transformar açúcar em álcool, sendo esses valores de 25,4 e 25,6 °Brix (Gráfico 5).

Gráfico 6: Valores do °Brix em função do tempo de fermentação de 29 dias

Fonte: Dados da Pesquisa

Ao final dos 29 dias (Gráfico 6) de produção percebeu-se que a levedura 2 teve um maior potencial em fazer a conversão de açúcar para álcool tendo um resultado final de apenas 3,4°Brix, resultado esse que mostra a maior eficácia dessa levedura em produzir álcool, comparado a levedura 1, que teve seu Brix final de 6,3°.

7. CONCLUSÃO

A fermentação alcoólica do mosto na produção de hidromel apresenta um consumo considerável de açúcares fermentescíveis pelas leveduras num período de 696 horas, resultando num teor alcoólico próximo do valor máximo teórico estipulado e, conseqüentemente obtendo-se boa eficiência no processo de produção.

As leveduras atenderam os requisitos estipulados pela legislação na segunda quinzena de produção, com todos os valores das análises dentro dos exigidos.

8. REFERÊNCIAS

AKALIN, H.; BAYRAM, M.; ANLI, R. E. Determination of some individual phenolic compounds and antioxidant capacity of mead produced from different types of honey. **Journal of the Institute of Brewing, Chichester**, v. 123, n. 1, p. 167-174, 2017.

ALMEIDA, D. de. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga**, Estado de São Paulo. Piracicaba, 2002. 103p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ Universidade de São Paulo.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**, vol. 4. São Paulo: Blücher, 2001.

BAUER, F. F.; PRETORIUS, I. SYeast stress response and fermentation efficiency: how to survive the making of wine – a review. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.21, p.27–51, 2000.

BERRY, B. 2007. The global mead market: opportunities for canadian mead exporters. Ottawa, Ontário; Agriculture and Agri-Food Canada. Disponível em: Acesso em: 01 de Fevereiro de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa no 34**, de 29 de novembro de 2012. Complementação dos padrões de identidade e qualidade para bebidas fermentadas. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003.

BRUNELLI, LT. **Caracterização físico- -química, energética e sensorial de hidromel**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual paulista (UNESP), Botucatu, 94p., 2015

CORAZZA, M.L ; RODRIGUES, D.G; NOZAKI, J (2001). Preparação e Caracterização de Vinho de Laranja . Química Nova, (24)4, 449-452.

FAO. **Organização para a Alimentação e a Agricultura das Nações Unidas - FAOSTAT**. Disponível em: <https://www.fao.org/camelids-2024/en>. Acesso em: 20 fevereiro de 2024.

GOMES, T. M. C. **Produção de Hidromel: efeito das condições de fermentação**. 2010. Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Biotecnologia, 2010.

HANG, Y.D.; LEE, C.Y.; WOODAMS, E.E. **Production of alcohol from apple pomace**. Applied and Environmental Microbiology, v.42, n.6, p.1128-1129, 1981.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

LIBKIND, D.; HITTINGER, C. T.; VALÉRIO, E.; GONÇALVES, C.; DOVER, J.; JOHNSTON, M.; GONÇALVES, P.; SAMPAIO, J. P. **Microbe domestication and the identification of the wild genetic stock of lager-brewing yeast**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), v. 108, p. 14539–14544, 2011.

National H. **Definition of Honey and Honey Products [Internet]**. 2003 [cited 15 October 2014]. Available from: <http://www.honey.com/downloads/honeydefs.pdf>

Mileski, João Paulo Fernando. **Produção e caracterização de hidromel utilizando diferentes cepas de leveduras Saccharomyces**. MS thesis. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/consolidacao-das-normas-de-bebidas-fermentados-aceticos-vinho-e-derivados-da-uva-e-do-vinho/view> > Acesso em 10 de novembro de 2023.

Munieweg, Felix, et al. "**AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DO HIDROMEL PRODUZIDO EM PROJETO COM APICULTORES DE ITAQUI-RS**." *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão* 8.2 (2016).

PEREIRA, A. P. R. **Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Qualidade e Segurança Alimentar**. Trabalho desenvolvido no Laboratório de Microbiologia do Departamento de Biologia e Biotecnologia da Escola Superior Agrária de Bragança, 2008.

RODRIGUES FILHO, André; Oliveira, Reinaldo Numes de. **Tecnologia de Produção de cana-deaçúcar e cachaça de Minas de Qualidade**. EMATER. Belo Horizonte.1999.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 2008. 202p.

SEKINE, E. S. Flora apícola, caracterização físico-química e polínica de amostras de mel de *Apis mellifera* L., 1758 em apiários nos municípios de Ubiratã e Nova Aurora (PR). **Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Agrárias**, 2022. Acesso em: 10 de fevereiro de 2024.