

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Camila Soares de Almeida

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES AGENTES CLARIFICANTES NO FERMENTADO
DE ARROZ PARA A PRODUÇÃO DE SAQUÊ**

Buri

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Camila Soares de Almeida

**AValiação de diferentes agentes clarificantes no fermentado
de arroz para a produção de saquê**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para a obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia de Alimentos na
Universidade Federal de São Carlos.

Orientação: Prof. Dr. Edison Tutomu Kato
Junior

Buri

2022

Soares de, Camila

Avaliação de diferentes agentes clarificantes em fermentado de arroz para a produção de saquê / Camila Soares de -- 2022.

35f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Edison Tutomu Kato Junior

Banca Examinadora: Edison Tutomu Kato Junior,

Gustavo das Graças Pereira, Priscila Tessmer Scaglioni

Bibliografia

1. Bebidas. 2. Fermentado. 3. Clarificação. I. Soares de, Camila. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

CAMILA SOARES DE ALMEIDA

**AValiação DE DIFERENTES AGENTES CLARIFICANTES EM FERMENTADO
DE ARROZ PARA A PRODUÇÃO DE SAQUÊ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Alimentos pela
Universidade Federal de São Carlos.

Aprovado em: 07/04/22.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 EDISON TUTOMU KATO JUNIOR
Data: 07/04/2022 11:45:10-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Edison Tutomu Kato Junior (Orientador)
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Documento assinado digitalmente
 Gustavo das Graças Pereira
Data: 07/04/2022 14:24:46-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Gustavo das Graças Pereira
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Documento assinado digitalmente
 PRISCILA TESSMER SCAGLIONI
Data: 07/04/2022 13:47:27-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr.(a) Priscila Tessmer Scaglioni
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus avôs maternos, Antônio e Iracema, sempre foi por vocês.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço a Maria por passar a minha frente sempre nesses anos de graduação e a Deus por cuidar e me dar forças todos os dias.

Agradeço aos meus avôs por todo apoio e por me incentivar, se eu persisti foi por vocês.

A minha mãe por ser mãe e pai, sempre presente e se esforçando para que tudo desse certo, desculpa pelos sustos e vontade de desistir que aconteceram pelo caminho, mas conseguimos! Ao meu tio e padrasto por todas as vezes que me levaram para a aula nas segundas de manhã só para que eu almoçasse em família no domingo, muito obrigada!

A minha amiga Giovana que me emprestou sua família sem reclamar durante a graduação, por sempre me apoiar e deixar meus dias melhores. Obrigada tia Andreia por todo filme e série que vimos juntas, conselhos e risadas e tio Pedro por todo arroz com frango e café, obrigada por me aceitarem na família e cuidarem de mim, sinto saudades todos os dias e serei eternamente grata.

Ao meu namorado que durante minha graduação leu e ajudou em todos meus trabalhos acadêmicos, os estudos juntos e a convivência, obrigada por estar comigo desde o início.

Aos meus amigos: Ramana, por me mostrar o quanto conseguimos levar as coisas de maneira leve e fantasiosa, ao Matheus por sempre surtar junto comigo, a Larissa por todo estudo compartilhado, Ana Paula que mesmo de longe se fez tão presente e Dábila por me proporcionar as melhores lembranças e tantos outros. Vocês fizeram que o caminho fosse mais fácil e divertido.

E especialmente a Maria Beatris e sua família por me aceitar na sua casa e ter ajudado a cuidar de mim em todos os momentos que eu precisava.

Ao meu orientador que durante minha graduação me ajudou em diversas causas e vezes, obrigada por toda a paciência, principalmente quando as dúvidas eram simples demais.

A empresa que me permitiu reproduzir esse projeto utilizando tudo que eu precisasse. Aos meus colegas de trabalho que me ajudaram durante a execução desse experimento e que afirmaram que ia dar certo. A minha amiga e pra sempre chefe Taina por toda paciência e ajuda.

E a todos aqueles que não foram citados, mas que de alguma maneira colaboraram para que isso fosse possível.

RESUMO

ALMEIDA, S. C. AVALIAÇÃO DE DIFERENTES AGENTES CLARIFICANTES NO FERMENTADO DE ARROZ PARA A PRODUÇÃO DE SAQUÊ. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2022.

O arroz pode ser utilizado no processo de fermentação alcoólica, que associa a sacarificação do grão que é a transformação de amido em açúcares mais simples, o uso de um fungo filamentosos da espécie *Aspergillus* e a fermentação do açúcar em álcool por meio da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. A clarificação tem por objetivo eliminar todas as substâncias, em suspensão existentes em um líquido, para torná-lo límpido e cristalino e mais atrativo. Um dos métodos realizados para clarificação é a utilização da bentonita, que age através de cargas eletrostáticas. Outras alternativas é o uso da gelatina, que tem sido amplamente utilizada na clarificação de bebidas por sua efetiva precipitação de agentes como o tanino, e o uso de goma carragena que também age por meio de ação eletrostática. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi obter um fermentado alcoólico proveniente do mosto de arroz e testar o uso de diferentes tipos de agentes clarificantes como a argila de bentonita, a bentonita e gelatina associadas e a goma carragena. Os produtos resultantes foram analisados quanto às suas características físico-químicas, sendo que todos os parâmetros estavam em conformidade com a legislação vigente para produção de saquê. A bentonita associada a gelatina foi o agente clarificante que obteve resultado mais satisfatório, com valores de turbidez de 11,2 NTU, podendo-se concluir que seu uso é viável como agente clarificante e na redução da turbidez e absorvância.

Palavras-chave: Fermentação. Arroz. Clarificação. Bentonita. Gelatina. Goma Carragena.

ABSTRACT

Rice can be used in the alcoholic fermentation process, which combines the saccharification of the grain (transformation of starch into sugar), the use of a filamentous fungus of the *Aspergillus* species and the reaction of transformation of sugar into alcohol by the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Clarification is an operation that aims to eliminate all substances, in suspension or dissolution, existing in a liquid, to make it clear and crystalline. One of the methods used for clarification is the use of bentonite, which acts through electrostatic charges. Other alternatives are the use of gelatin, which has been widely used in the clarification of beverages for its effective precipitation of agents such as tannin, due to its ability to form insoluble complexes with proteins, and the use of carrageenan gum, which has the ability to maintain particles in suspension and electrostatic connection. Therefore, the objective of this work was to obtain an alcoholic fermented product from rice wort and to test the use of different types of clarifying agents such as bentonite clay, associated bentonite and gelatin and carrageenan gum. The results were analyzed in terms of their physicochemical characteristics, and all parameters were in accordance with current legislation for sake production. Bentonite associated with gelatin was the clarifying agent that obtained the most satisfactory result, with turbidity values of 11.2 NTU, which can be concluded that its use is viable as a clarifying agent and in the reduction of turbidity and absorbance.

Keywords: Fermentation. Rice. Clarification. bentonite. Gelatin. Carrageenan Gum.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Variação de sólidos solúveis com o tempo de fermentação..... 9
- FIGURA 2 - Variação da acidez total titulável x Tempo de fermentação.....10
- FIGURA 3 - Variação do pH x tempo de fermentação..... 11
- FIGURA 4 – Amostras após 24 horas da adição do agente clarificante bentonita na concentração de 1,5 g/500 mL, 2,5 g/500 mL e 3,5 g/500 mL e amostra controle..... 12
- FIGURA 5 - Amostras após 24 horas da adição do agente clarificante bentonita associada a gelatina na concentração de 1,5 g/500 mL e 0,1 ml de gelatina, 2,5g g/500 mL e 0,1 ml gelatina e 3,5 g/500 mL com 0,1 ml de gelatina e amostra sem tratamento..... 13
- FIGURA 6 - Amostras após 24 horas da adição do agente clarificante goma carragena na concentração de 1,5 g/500 mL, 2,5 g/500 mL, 3,5 g/500 mL e amostra sem tratamento..... 14
- FIGURA 7 – Amostras após 48 horas, da adição do agente clarificante bentonita na concentração de 1,5 g/500 mL, 2,5 g/500 mL e 3,5 g/500 mL e amostra controle..... 15
- FIGURA 8 - Amostras após 48 horas da adição do agente clarificante bentonita associada a gelatina na concentração de 1,5 g/500 mL e 0,1 ml de gelatina, 2,5 g/500 mL e 0,1 ml gelatina e 3,5 g/500 mL com 0,1 ml de gelatina e amostra sem tratamento..... 16

FIGURA 9 - Amostras após 48 horas da adição do agente clarificante goma carragena na concentração de 1,5 g/500 mL, 2,5 g/500 mL, 3,5 g/500 mL e amostra sem tratamento..... 17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentrações dos agentes clarificantes para cada teste de tratamento utilizado.....7

Tabela 2 – Valores de Turbidez (NTU) e absorvância com os três tipos de agentes clarificantes: bentonita, bentonita associada com gelatina (0,1 mL) e goma carragena, em concentrações de 1,5 g/500 mL, 2,5 g/500 mL e 3,5 g/500 mL.
..... 18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
2.1. Arroz.....	2
2.2. FERMENTADO DE ARROZ PARA PRODUÇÃO DE SAQUÊS	
2.4. AGENTES Clarificantes	4
2.4.1. ARGILA BENTONITA.....	4
2.4.2. GELATINA	5
2.4.3. GOMA CARRAGENA	5
3. Materiais e métodos	5
3.1. DETERMINAÇÃO De sólidos solúveis durante O PROCESSO DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA	6
3.2. DESTILAÇÃO.....	6
3.3. determinação da densidade e teor alcoólico.....	6
3.4. ANÁLISE DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL E POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH).....	7
3.5. CLARIFICAÇÃO	7
3.6. ESPECTROfotometria	8
3.7. TURBIDEZ	8
4. RESULTADOS	9
4.1. DETERMINAÇÃO De sólidos solúveis.....	9
4.2. TEOR ALCOÓLICO.....	10
4.3. ANÁLISE DE ACIDEZ TOTAL E POTENCIAL HIDROGENiCO (pH).....	10
4.4. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CLARIFICAÇÃO.....	11
6. CONCLUSÕES/ CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

O fermentado de arroz ou mosto de arroz que dá origem ao saquê, é tradicionalmente e culturalmente originário do Japão. Sua produção se dá por meio do arroz (*Oryza sativa* L.) e água, onde o amido é transformado em açúcares mais simples, ocasionado pelo fungo filamentosos *Aspergillus oryzae*. Após a sacarificação, ocorre uma fermentação alcoólica gerada pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que é responsável pela conversão dos açúcares em álcool, resultando em uma bebida com flavor e aroma delicados e característicos (BOKULICH, 2014).

Além de ser a principal matéria prima do fermentado, o arroz tem como característica ser um excelente alimento, fonte de carboidratos, proteínas e fibras, estando presente na dieta básica de mais da metade de toda a população mundial (PERRETTI et al, 2003). Seu maior produtor, o continente Asiático com a China, o Brasil se encontra em nono lugar correspondendo cerca de 1,5% da produção mundial (EMBRAPA, 2021).

Segundo a Portaria nº 64, 23 de abril de 2008, define-se saquê como sendo uma bebida com graduação alcoólica de quatorze (14) à vinte e seis (26) por cento a vinte graus Celsius (20°C), possuindo como ingrediente básico o mosto de arroz sacarificado pelo fungo *Aspergillus oryzae*, e como ingredientes opcionais o álcool etílico potável agrícola, água, aromas naturais e açúcar (BRASIL, 2008).

O processo de clarificação em fermentados, tem como objetivo eliminar as substâncias em suspensão, a fim de garantir um produto de qualidade, com aparência mais límpida e cristalina. Existem diversas maneiras de realizar a clarificação em fermentados, sendo a mais comum a filtração, porém, a aplicação somente desse processo pode gerar posteriormente uma bebida turva e desinteressante ao público consumidor (AQUARONE et al., 2002; CHARLES et al.,1995). Portanto, o uso desses agentes pode garantir uma melhor limpeza e clarificação em menor tempo de processo, assegurando a qualidade da bebida. Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito de três potenciais agentes clarificantes no fermentado de arroz: a argila bentonita, gelatina incolor e goma carragena no fermentado de arroz, por meio da análise visual e determinação da turbidez e medida de absorvância.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ARROZ

O arroz é um cereal com elevado teor de amido, consumido no Brasil principalmente na forma de grãos inteiros (CASTRO et al. 1999). De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), durante o ano de 2020 foram colhidas aproximadamente 11 milhões de toneladas, de uma área de aproximadamente 1.6 milhões de hectares.

De acordo com Castro et al. (1999), já que a forma predominante de consumo arroz no Brasil é de grãos inteiros, nota-se que a preocupação maior do consumidor recai sobre a aparência do produto cru, no entanto, para a produção de saquê, Zhang (2020) cita que a qualidade das variedades de arroz é crucial para a qualidade do produto final, e que as variedades japonesas possuem grãos grandes, baixo teor proteico e alta absorção de água.

No Brasil, foi observado que quase 95% dos brasileiros consomem arroz e destes, 50% o fazem no mínimo uma vez por dia. A preferência nacional de consumo é pelo arroz da classe longo fino, comercialmente conhecido como “arroz-agulhinha” (BARATA, 2005).

De acordo com Bortolini (2010), o arroz polido e o arroz quebrado apresentam as mesmas propriedades nutricionais. O farelo de arroz contém entre 11,0 e 13,0% de proteína bruta e aproximadamente 11,5% de fibras, sendo ainda uma boa fonte de lipídios. Em contrapartida, pode conter mais de 20% do seu peso em óleo, o que muitas vezes limita seu uso, já que a gordura é altamente insaturada e oxidável. Embora o farelo de arroz possa também componentes antioxidantes e funcionais, dentre eles o orizanol e tocotrienol, se o grão não for parboilizado, ocorrerá a rancidez após sua produção na indústria (LEMOS *et al.*, 2000).

A indústria de beneficiamento de arroz é responsável pelo polimento dos grãos, que através de atrito, remove em proporções variáveis, as camadas mais externas do grão, resultando em subprodutos na forma de grãos quebrados e farelo. A quebra dos grãos pode representar cerca de 14,0% em comparação com a quantidade inicial de arroz em casca, ou em torno de 17,5% quando comparado com o arroz polido. Esta quebra é ocasionada por diversas razões, dentre as quais estão a presença de rachaduras no momento da saída do campo e complicações climáticas, como excesso de chuvas (CASTRO et al., 1999).

2.2. FERMENTADO DE ARROZ PARA PRODUÇÃO DE SAQUÊ

Uma das formas de utilização do arroz é na fabricação do saquê, uma tradicional bebida japonesa obtida por meio de um processo de fermentação alcoólica, que associa a sacarificação do grão (transformação de amido em açúcar), por meio do fungo filamentoso da espécie *Aspergillus oryzae* e as reações de transformações do açúcar em álcool por meio de estirpes da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, resultando em um delicado e característico sabor (PEIXOTO, 2006; MCGEE, 2014).

O fermentado de arroz, conhecido como mosto, é a base para o saquê, que é definido conforme a Portaria nº 64, 23 de abril de 2008:

“Saquê ou Sake é a bebida alcoólica fermentada com graduação alcoólica de 14 a 26%, em v/v, a 20 °C, obtida pela fermentação alcoólica do mosto de arroz, sacarificado pelo Aspergillus oryzae, ou por suas enzimas, podendo ser adicionada de álcool etílico potável de origem agrícola e aroma natural” (BRASIL,2008).

Podendo ter ou não teores de açúcares sendo classificados como licoroso e seco, respectivamente.

A fermentação é uma das formas mais antigas de conservação dos alimentos, pois ela pode prolongar a vida de prateleira do produto. O vinho de arroz tradicional japonês, o saquê, é produzido por um processo de fermentação muito conhecido como fermentação múltipla em paralelo, onde a sacarificação do amido do arroz e a fermentação alcoólica acontecem ao mesmo tempo no mosto. O amido do arroz é digerido em oligossacarídeos e glicose pela ação das enzimas fúngicas α -amilase, glucoamilase e α -glucosidase, e a glicose é subsequentemente catabolizada em etanol por leveduras (TOKUOKA et al., 2017).

A sacarificação se dá por meio da necessidade de fazer com que as enzimas hidrolisem o amido do grão em glucose, açúcares mais simples, para que as leveduras consigam crescer e ocorrer o processo de fermentação, uma vez que o amido contenha uma complexidade estrutural e não pode ser usado diretamente como fonte energética para as leveduras (Yoshizawa et. al, 2004).

Com o açúcares mais simples já disponíveis é iniciado a fermentação alcoólica pela levedura, fazendo com que o açúcar seja consumido e bioconvertido em etanol e dióxido de carbono. Além de realizar a fermentação a levedura é importante para a produção dos compostos aromáticos presentes no saquê como álcoois, ácidos e ésteres (Yoshizawa et. al, 2004).

2.4. AGENTES CLARIFICANTES

A fim de deixar o produto com aparência límpida, realiza-se a etapa de clarificação na produção de diversas bebidas. Existem vários métodos para isso sendo a filtração um dos mais utilizados, contudo, esse processo pode posteriormente turvar e ser prejudicial a qualidade final da bebida. Esta turvação ocorre quando a bebida é resfriada em torno de 0°C, tornando o complexo proteico polifenol insolúvel. Nos primeiros dias, a turbidez a frio é reversível caso seja retornada a temperatura ambiente, mas, caso permaneça por um longo período de tempo, ela se transformará em sedimentos, sendo então um efeito irreversível. Uma maneira de evitar é a utilização de agentes clarificantes, que removem os polifenóis, ou as proteínas, ou até mesmo o complexo formado. Além disso, os equipamentos de filtração geram alto custo de produção (AQUARONE, 2001).

Para Rizzon e Meneguzzo (1996), a clarificação é uma operação que tem por objetivo eliminar todas as substâncias em suspensão e dissolução existentes em um líquido, para torná-lo límpido e cristalino. Após a clarificação de produtos, há formação de flocos insolúveis, constituídos basicamente por precursores da turbidez e pelos próprios agentes clarificantes adicionais, seguida ou não de um processo de filtração (ALBUQUERQUE, 2009).

2.4.1. ARGILA BENTONITA

Um dos métodos de clarificação bastante utilizado é a aplicação da bentonita, nome genérico dado à argila, composta predominantemente de argila-mineral montmorilonita, do grupo das esmectitas, independentemente de sua origem ou ocorrência. A mesma age através de cargas eletrostáticas, uma vez que a superfície plana de suas plaquetas é carregada negativamente e dessa forma, compostos com cargas positivas acabam sendo adsorvidos. Composta de silicato de alumínio hidratado é utilizada para a remoção de proteínas que não participaram da reação de floculação e ainda se encontram presentes em sucos e vinhos (KEAN; MARSH, 1956; ALBUQUERQUE, 2009).

As moléculas de proteína são atraídas por possuírem cargas positivas e assim ficam aderidas às partículas de bentonita de modo que o complexo precipita. A bentonita também atrai outras cargas positivas, tais como antocianinas, compostos fenólicos e nitrogenados. Esse agente clarificante pode ainda adsorver, indiretamente, alguns componentes fenólicos, através da ligação com proteínas que foram complexadas com eles (ZOECKLEIN, 2001).

2.4.2. GELATINA

A gelatina é uma proteína, ou seja, um polímero de aminoácidos ligados por cadeias peptídicas. Tem sido utilizada para a clarificação de bebidas desde a civilização romana e ainda hoje é um agente clarificante bastante empregado pela indústria, já que apresenta vida útil elevada, manipulação simples, baixo custo, melhora da cor, sabor e odor do líquido, além de tornar a clarificação mais brilhante e ser efetiva para a precipitação de agentes como o tanino, em virtude da sua capacidade de formar complexos insolúveis com proteínas (COLE, 1986; COURI et al., 2002).

A gelatina pode apresentar cargas positivas ou negativas dependendo do pH do meio. Em vinhos e bebidas que contenham pH em torno de 3,6, espera-se que a maioria dos aminoácidos esteja carregada positivamente e a maioria dos grupos ácidos esteja descarregada (COLE, 1986). O tratamento com gelatina consiste em duas etapas: a remoção do material particulado já existente e a posterior retirada do precipitado formado pela gelatina (COURI *et al.*, 2002).

2.4.3. GOMA CARRAGENA

A carragena é um nome genérico dado aos hidrocoloides que são provenientes da alga vermelha. É um aditivo muito utilizado na indústria de alimentos por possuir boa reação com proteínas, principalmente as do leite, formando um gel com baixo teor calórico aplicado principalmente para produtos dietéticos (ANTUNES & CANHOS, 1984).

Em função do conteúdo e distribuição dos grupos de ésteres sulfatados, as carragenas podem ser classificadas em iota, kappa e lambda. Esta goma pode atuar como emulsificante, eletrificante, estabilizante e possui capacidade de manter partículas em suspensão (PASQUEL, 1999). O modo de ação da carragena está relacionado à ligação eletrostática. O grupo éster sulfato da molécula é carregado negativamente, atraindo partículas com cargas positivas (BEMILLER; WHISTLER, 1993).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do trabalho uma empresa que produz bebidas diversas fermentadas e destilaria, concordou em fornecer amostras de um determinado lote em escala industrial, sendo o 06/22 de sua produção de fermentado de arroz para a realização dos testes e elaboração do projeto. Ficou acordado manter a discricção da mesma e não abordar seu processo de fermentação assim como as etapas e ingredientes.

Portanto, o estudo realizado não aborda a parte de processo produtivo, mas as análises necessárias realizadas a partir da fermentação do fermentado de arroz, que futuramente é padronizado sua graduação para se tornar um saquê.

3.1. DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SOLUVEIS DURANTE O PROCESSO DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

O resultado de sólidos solúveis representado na unidade de °BRIX, indica o teor aproximado de açúcares no mosto fermentativo. O mesmo foi verificado em densímetro digital de leitura e correção de temperatura automática modelo Density Meter DMA 500 da marca Anton Paar, em todos os dias de fermentação. Onde a análise foi injetada com uma seringa no aparelho e esperou-se o mesmo estabilizar, em todos os dias de fermentação.

3.2. DESTILAÇÃO

Com o auxílio de uma pipeta volumétrica de 25 mL, a amostra do fermentado de arroz foi transferida para a câmara de destilação, com posterior passagem de água destilada para lavagem do local onde a amostra teve contato. Após a água da caldeira ter entrado em ebulição, as torneiras da caldeira e do coletor de amostras foram fechadas e o termostato ajustado para a temperatura de 70 (setenta) °C. A destilação foi conduzida até que o volume de 25 (vinte e cinco) mL fosse coletado em um balão volumétrico colocado na válvula de saída do condensador do destilador (PRADO, 2017).

3.3. DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE E TEOR ALCOÓLICO

Para o densímetro atingir as condições de trabalho, primeiramente adequou-se sua temperatura em 20 (vinte) °C com um desvio de 0,05 (cinco centésimos) °C. Após a estabilização, foram injetados água e ar para a verificação de calibração do equipamento, densímetro digital. Posteriormente foram transferidas as alíquotas de amostra no tubo receptor de amostra, de modo que não houvesse formação de bolhas de ar no visor de leitura. Depois de completar o tubo com a amostra, o botão “start” foi pressionado e pode-se verificar o valor da densidade na tela. Para o cálculo do valor em grau alcoólico foi feita a conversão da densidade lida, para concentração alcoólica da solução em %v/v, retirado de uma tabela de conversão de densidade relativa à 20 (vinte) °C (PRADO, 2017).

3.4. ANÁLISE DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL E POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Segundo Oliveira (2015), a determinação da acidez total foi feita por titulação volumétrica com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 (um décimo) mol L⁻¹, utilizando-se solução alcoólica de fenolftaleína a 1% como indicador ácido-base. Foram utilizados, em cada titulação, 10 (dez) mL de amostra diluída em 90 (noventa) mL de água destilada e 3 (três) gotas do dado indicador.

O pH foi determinado utilizando pHmetro da marca Tecnal modelo Tec-5, com determinação direta das amostras de fermentado de arroz e estabilizadas a 20 (vinte) °C, conforme descrito por Amerine e Ough (1976).

3.5. CLARIFICAÇÃO

Foram separadas amostras do fermentado de arroz em garrafas de 500 (quinhentos) mL. Antes da introdução da bentonita, esta foi intumescida em água morna, durante 24 horas, na proporção de 8 mL de água para cada grama de produto (HASHIZUME, 1991). Cada garrafa foi submetida a um tipo de tratamento, sendo elas carragena, argila bentonita e argila bentonita associada a gelatina, em três concentrações diferentes apresentadas na Tabela X.

TABELA 1 -Concentrações dos agentes clarificantes para cada teste de tratamento utilizado

AGENTE CLARIFICANTES	CONCENTRAÇÕES (G/500 ML)		
Goma carragena	1,5	2,5	3,5
Argila bentonita	1,5	2,5	3,5
Argila bentonita + 0,1 mL gelatina	1,5 + 0,1	2,5 + 0,1	3,5 + 0,1

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

As quantidades, assim como no processo da batelada na escala industrial da empresa são determinadas através de um teste preliminar com uma quantidade de bentonita associada com gelatina e a partir dele foram determinadas as concentrações para a avaliação da melhor dosagem para a avaliação.

Esse teste ocorre na empresa de maneira em que uma amostra do tanque a ser tratado é retirado e a partir dela foi testado uma quantidade de tratamento com gelatina associado a argila

bentonita, método utilizado na escala industrial, observando se a quantidade testada é eficaz ou não. Com o resultado dela é realizado os testes levando em consideração uma grama a mais e uma a menos, a fim de melhorar os resultados com o objetivo de diminuir a quantidade de produto testado inicialmente e uma clarificação límpida.

Os valores para a concentração de bentonita e goma carragena foram definidos com aumentos e diminuição de 1(um) g/L para cada tratamento e após isso, foi convertido a porção para amostra de 500 (quinhentos) mL (COURI et al, 2002). Os tratamentos com suas devidas concentrações e agentes foram agitados durante 2 (duas) horas, com o agitador magnético Fisatom 753A, ficando posteriormente em repouso em garrafas de 500 (quinhentas) mL devidamente identificadas. O processo de agitação, adição de agentes foram realizados a temperatura ambiente, já a fase de repouso e clarificação foram realizados em baixas temperaturas em torno de 0° C a 2°C, assim como acontece nos tanques quando realizado em escala industrial, buscou-se a realização de um piloto que fosse o mais parecido com o que acontece em toda produção.

Uma garrafa foi mantida sem nenhum tratamento, ficando exposta apenas à decantação natural, pelo mesmo período que as demais. Com 2 (dois) dias de tratamento, verificou-se a efetividade de todas as amostras, uma vez que se seguiu o padrão e metodologia decorrente na produção da empresa que permite três dias para que o agente clarificante possa agir a uma faixa de temperatura de 0° C a 2°C.

3.6. ESPECTROFOTOMETRIA

Depois de 48 horas a partir da data de aplicação de cada tratamento e após a filtração, foi utilizado o espectrofotômetro modelo *Visible Spectrophotometer* da marca Tecnal, para que se pudesse medir a absorbância de cada tratamento. Álcool extra neutro 96,0 (noventa e seis) % v/v foi definido como valor padrão. Os resultados foram obtidos em ABS com o uso do espectrofotômetro em comprimento de onda de 540nm (PRADO, 2017).

Para a leitura foram adicionadas as amostras nas cubetas e em seguida na régua de leitura, ajustando o comprimento de onda para 540 nm, na primeira cubeta da régua de leitura ficava o padrão que era o álcool e as demais eram para as amostras. Ao inserir a amostra fechava-se o compartimento e selecionava o botão de leitura esperando estabilizar a leitura.

3.7. TURBIDEZ

Os valores obtidos para a medição da turbidez, através de um turbidímetro de bancada da marca Hach, modelo 2100Q, foram expressos em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU)

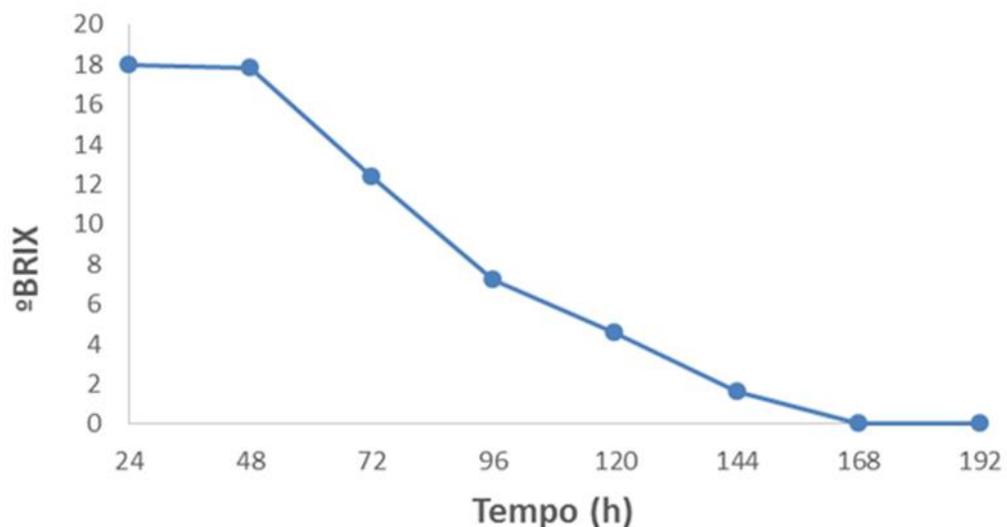
(BRUNELLI, 2015). Realizado com a amostra adicionado a cubeta do equipamento e realizado a leitura em triplicada, adotando como resultado sempre o menor deles.

4. RESULTADOS

4.1. DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SOLUVEIS

Após realização dos testes, pode-se observar que o valor de sólidos solúveis, representado por °BRIX, no início do processo fermentativo foi de 17,97 e nas 48 horas seguintes apresentou um leve declínio, tendo sofrido brusca alteração a partir do período de 72 horas, quando essa queda se tornou frequente até o final do processo. Para a total fermentação, o período necessário foi de 192 horas, momento em que o °BRIX chegou a zero e ocorreu a conversão total desejada de açúcar em álcool (Figura 1).

FIGURA 1 - Variação de sólidos solúveis com o tempo de fermentação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Brunelli (2015) descreve em seus estudos, que bebidas produzidas a partir de mostos com menores concentrações de açúcar de até 20,0 (vinte) °BRIX apresentaram uma fermentação completa, sendo possível afirmar que o presente processo fermentativo se encontra dentro dos parâmetros desejados, já que teve início com 17,97 (dezesete e noventa e sete) °BRIX.

4.2. TEOR ALCOÓLICO

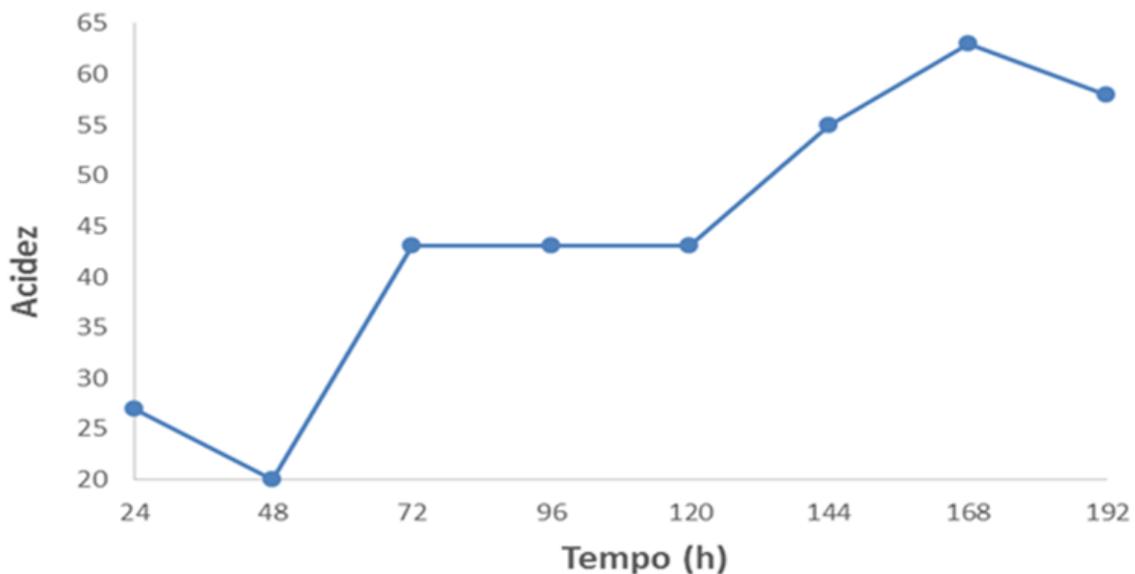
Durante o processo fermentativo, não houve acompanhamento do teor alcoólico do fermentado de arroz, já que este parâmetro não viria a influenciar nos demais testes realizados. A título de registro, após o fim da fermentação, foi realizada a destilação da amostra do fermentado (item 3.2), sendo posteriormente injetada no densímetro digital (item 3.3), resultando em um teor alcoólico de 10,50 (dez e meio) % v/v.

Após o processo de fermentação e clarificação há a correção do grau alcoólico do fermentado para que ele se torne o saquê contendo uma graduação final de 14 (quatorze) a 26 (vinte e seis) % v/v, o que era conforme a demanda da empresa.

4.3. ANÁLISE DE ACIDEZ TOTAL E POTENCIAL HIDROGENIONICO (PH)

No período do primeiro para o segundo dia de fermentação, foi possível observar um declínio na acidez (Figura 2). Porém, com o passar do tempo, notou-se ascensões nos valores, apresentando nova queda somente após o período de 168 horas.

FIGURA 2 - Variação da acidez total titulável x Tempo de fermentação.

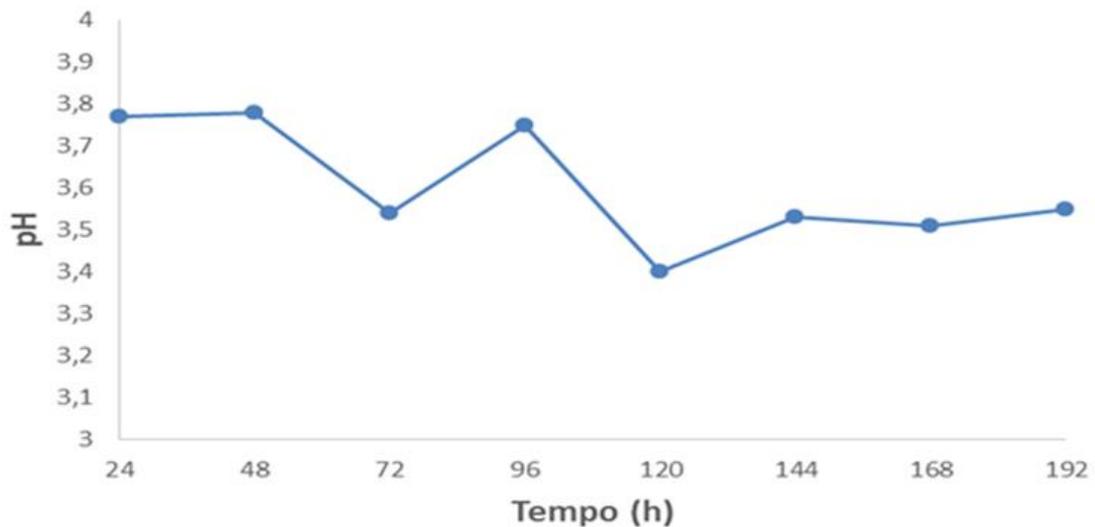


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Consoante com Costa et al. (2016), é esperado que ocorra um aumento gradual da acidez total titulável durante o processo de fermentação, que pode ser decorrente da produção de ácidos orgânicos, como o ácido lático, o acético e o succínico.

O gráfico do pH (Figura 3), indica constância durante os dois primeiros dias de fermentação, seguido de uma variação que perdurou até 120 (cento e vinte) horas. A partir de 144 (cento e quarenta e quatro) horas do início do processo fermentativo, o pH atingiu um valor próximo de 3,50 (três e meio) e manteve-se assim até o final da fermentação.

FIGURA 3 - Variação do pH x tempo de fermentação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A fermentação alcoólica ocorreu a diminuição de pH ao decorrer dela, finalizando com valores entre 3,5 (três e meio) e 4,0 (quatro). Fermentações conduzidas em meios ácidos resultam em maiores rendimentos de etanol, pelo fato de restringirem o crescimento do fermento, com a conseqüente redução da produção de glicerol, ao mesmo tempo em que reduzem a contaminação microbiana (LIMA et al., 2001).

4.4. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CLARIFICAÇÃO

O processo de clarificação tem por objetivo reduzir a turbidez dos produtos que são causadas por, principalmente, substâncias em suspensão como pectinas, resíduos e leveduras (RIBEREAU-GAYON; et al., 2006), como é o caso do fermentado de arroz. Em líquidos a turbidez pode ser definida como a dificuldade em que um feixe luminoso atravesse o mesmo, contendo assim uma aparência mais turva (SOUSA, 2001).

A seguir apresentam-se as figuras 4, 5 e 6 que representa as amostras com 24 (vinte e quatro) horas que foram submetidas ao tratamento de clarificação, comparada com uma amostra de controle que não foi submetida a nenhum tratamento. Todas as amostras ficaram submetidas

as mesmas condições decorrentes nos tanques de processamento com uma temperatura de 0° C a 2°C.

FIGURA 4 – Amostras após 24 horas da adição do agente clarificante bentonita na concentração de 1,5 g/500 mL, 2,5 g/500 mL e 3,5 g/500 mL e amostra controle.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

FIGURA 5 - Amostras após 24 horas da adição do agente clarificante bentonita associada a gelatina na concentração de 1,5 g/500 mL e 0,1 ml de gelatina, 2,5 g/500 mL e 0,1 ml gelatina e 3,5 g/500 mL com 0,1 ml de gelatina e amostra sem tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

FIGURA 6 - Amostras após 24 horas da adição do agente clarificante goma carragena na concentração de 1,5 g, 2,5 g, 3,5 g e amostra sem tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Pode-se observar que com um total de 24 horas após a exposição das amostras ao tratamento, o tratamento com goma carragena respondeu melhor ao tratamento, apresentando-se mais límpido e claro que a amostra controle e os demais tratamentos, como demonstrado na Figura 6.

As Figuras 7, 8 e 9 apresentam os testes com 48 (quarenta e oito) horas de repouso, sendo também o tempo final de processo para a empresa.

FIGURA 7 – Amostras após 48 horas, da adição do agente clarificante bentonita na concentração de 1,5 g/500 mL, 2,5 g/500 mL e 3,5 g/500 mL e amostra controle.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

FIGURA 8 - Amostras após 48 horas da adição do agente clarificante bentonita associada a gelatina na concentração de 1,5g/500 mL e 0,1 ml de gelatina, 2,5 g /500 mL e 0,1 ml gelatina e 3,5 g/500 mL com 0,1 ml de gelatina e amostra sem tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

FIGURA 9 - Amostras após 48 horas da adição do agente clarificante goma carragena na concentração de 1,5 g/500 mL, 2,5 g/500 mL, 3,5 g/500 mL e amostra sem tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Com o período de 48 horas após o tratamento, pode-se notar que nas amostras tratadas com bentonita e principalmente bentonita associada a gelatina, demonstradas nas Figuras 7 e 8, apresentaram-se mais límpidas que no dia anterior. As amostras da Figura 9, tratadas com goma carragena continuaram límpidas visivelmente, como no dia anterior. Por outro lado, a amostra controle (sem tratamento), manteve-se turva.

A seguir, na Tabela 1, apresenta-se os valores de turbidez e absorvância para os diferentes tratamentos e dias.

TABELA 2: Valores de Turbidez (NTU) e absorvância com os três tipos de agentes clarificantes: bentonita, bentonita associada com gelatina (0,1 mL) e goma carragena, em concentrações de 1,5 g, 2,5 g e 3,5 g.

Tratamentos	24 horas		48 horas	
	Turbidez (NTU)	ABSORBANCIA (ABS)	Turbidez (NTU)	ABSORBANCIA (ABS)
Amostra Controle (sem agentes clarificantes)	Fora de intervalo de leitura	3,093	Fora de intervalo de leitura	2,682
Bentonita 1,5 g	Fora de intervalo de leitura	2,595	Fora de intervalo de leitura	2,494
Bentonita 2,5 g	Fora de intervalo de leitura	1,627	95,6	1,327
Bentonita 3,5 g	Fora de intervalo de leitura	0,710	87,4	0,591
Bentonita 1,5 g + gelatina 0,1 mL	Fora de intervalo de leitura	2,349	Fora de intervalo de leitura	1,997
Bentonita 2,5 g + gelatina 0,1 mL	Fora de intervalo de leitura	1,029	12,8	0,371
Bentonita 3,5 g + gelatina 0,1 mL	Fora de intervalo de leitura	0,826	11,2	0,107
Goma Carragena 1,5 g	77,7	0,498	68,4	0,480

Goma Carragena 2,5 g	12,6	0,367	11,5	0,352
Goma Carragena 3,5 g	11,8	0,086	10,6	0,076

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Foram avaliadas as clarificações do fermentado de arroz mediante o uso dos agentes clarificantes (bentonita, bentonita e gelatina e a goma carragena) em diferentes concentrações. A carragena como demonstrado na Tabela 1, apresentou os melhores resultados com valores de turbidez inferiores a 15 NTU, o que está dentro da especificação da empresa e clientes, abaixo de 20 NTU. Para os valores de absorvância que assim como a turbidez não possuem especificações na literatura ou legislação, foi realizado como um comparativo, onde confirmou-se que a carragena foi o melhor tratamento. No geral, um fermentado é considerado atrativo para o processo mais pelo seu visual, sendo o mais límpido e incolor possível.

Nas amostras somente com a bentonita e as associadas com a gelatina, observou-se que tiveram a turbidez diminuída com o passar do tempo, nas concentrações de 2,5 g/500 mL e 3,5 g/500 mL. A amostra controle não teve uma diminuição significativa na turbidez, durante o período que ocorre a produção, fazendo-se necessário o uso de agentes clarificantes.

O desempenho dos agentes clarificantes é relacionado com suas estruturas moleculares. A carragena que apresentou o melhor resultado, e a bentonita são formadas por moléculas carregadas negativamente, que acabam atraindo partículas com cargas positivas e neutralizando-as. Diferentemente da gelatina, que é carregada positivamente, atraindo os materiais turvantes carregados negativamente (COLE, 1986).

De acordo com Manfredni (1989), o principal efeito da bentonita é a precipitação do material proteico, desnaturando enzimas oxidativas. A bentonita também possui uma ação física, já que à medida que sedimenta, carrega consigo partículas suspensas encontradas no meio.

Portanto as concentrações de 2,5 g/500 mL e 3,5 g/500 mL testadas para a carragena foram efetivas uma vez que apresentaram os melhores resultados de turbidez, conseguindo assim atrair o maior número de partículas de cargas positivas, e apresentou resultados com menor período quando comparado as demais, sendo vantajoso para a produção.

O teste com bentonita não foi tão efetivo, mesmo possuindo a mesma propriedade de neutralizar as moléculas positivas, o que pode ser explicado por uma concentração não efetiva,

visto que com o aumento da concentração da argila a tendência foi a melhora da clarificação (COLE, 1986). Por outro aspecto, a junção da bentonita associada a gelatina apresentou resultados tão satisfatórios quanto a carragena, uma vez que houve o arraste de precipitado tanto de cargas positivas quanto negativas da amostra, sendo visualmente mais límpido que o teste de carragena quando se compara nas concentrações de 3,5 g/500 mL, conforme as Figuras 8 e 9.

Outro fator que influencia na escolha do teste para a produção dos lotes na empresa é a quantidade e volume de precipitado ou borra que são resultantes nos testes, pois quanto maior a quantidade de precipitado maior a perda no processo, uma vez que a retirada do produto clarificado é retirada por sifonação ficando uma quantidade juntamente com a borra ao fundo do tanque. Após, essa borra restante são destinados para indústria que utilizam as borras para a produção de ração animal.

Por esse motivo mesmo a carragena possuindo os melhores resultados ela acaba sendo desvantajosa por gerar uma grande quantidade de precipitado. Sendo então mais vantajoso o uso combinado de bentonita e gelatina na concentração de 3,5 g/500 mL e 0,1 mL, quando comparado com a carragena a 3,5 g/500 mL, por possuírem turbidez com diferenças menor que 1 NTU e menor quantidade de precipitado ao fundo das amostras.

6. CONCLUSÕES/ CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as condições nas quais foram conduzidos os testes experimentais, o fermentado de arroz apresentou características físico-químicas adequadas, estando todos os parâmetros em conformidade para que posteriormente seja ajustado o grau alcoólico para que se torne um saquê, conforme a legislação vigente.

Através das análises físico-químicas realizadas, pode-se observar que a carragena apresentou o melhor desempenho em menor tempo quando comparado a bentonita e a bentonita associada a gelatina, porém a segunda apresentou resultados tão bons quanto somado a vantagem de apresentar menor volume de borra, sendo vantajoso para o processo em escala industrial. A bentonita usada sozinha não obteve os melhores resultados mesmo possuindo potencial para agir sobre as partículas do fermentado, quando comparado as demais e amostra controle em 48 horas de processo não sedimentou de maneira significativa, necessitando assim de mais tempo.

Quanto à concentração, nota-se que 3,5 g/ 500 mL de bentonita associada a gelatina são suficientes para a clarificação ideal do produto, já que valores abaixo deste, não são capazes de sedimentá-lo totalmente ficando com aparência esbranquiçada e turva comparada as demais. Além de ser um processo já utilizado e vantajoso por ser efetivo e não gerar muitas perdas nos processos com um volume de borra aceitável.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, Carolina Maria. Clarificação de suco de laranja core wash por processo de flotação auxiliado por enzimas pectinolíticas e agentes clarificantes. 2009. 117 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90771?show=full>. Acesso em: 27 fevereiro de 2022.
- AMERINE, Maynard Andrew; OUGH, Cornelius S. Análisis de vinos y mostos. 1976.
- ANTUNES, A. J. & CANHOS, V. P. Aditivos em alimentos. São Paulo: FTPT, 1984
- AQUARONE, E. et al. Biotecnologia Industrial. In: Biotecnologia na Produção de Alimentos, v. 4, São Paulo: Edgard Blucher, 2002.
- Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar / Carlos Magri Ferreira, José Alexandre Freitas Barrigossi, editores técnicos. - Brasília, DF: Embrapa, 2021. PDF (164 p.): il. Color. Cap. 7. P. 117.
- BARATA, Tiago Sarmento. Caracterização do consumo de arroz no Brasil: um estudo na Região Metropolitana de Porto Alegre. 2005.
- BEMILLER, J.; WHISTLER, R. Industrial Gums. p. 642, 1993.
- BOKULICH, N. A.; OHTA, M.; LEE, M.; MILLS, D. A. Indigenous Bacteria and Fungi Drive Traditional Kimoto Sake Fermentations. Applied and Environmental Microbiology. v. 80, n. 17. p. 5522- 5529, 2014.
- BORTOLINI, V. M. S. Determinação da composição centesimal do arroz parboilizado (oriza sativa) e seu subproduto. **8ª Jornada de pós-graduação e pesquisa-Educação e sustentabilidade. Urcamp-Bagé-RS**, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 64, de 23 de abril de 2008. Aprovam os regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas: fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê.
- BRUNELLI, Luciana Trevisan. Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel. 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/145493/000871644.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 de março de 2022.
- CASTRO, E. da M. de; VIEIRA, N.R. de A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. da. Qualidade de grãos em arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 34).
- CHARLES A. SIMS, JANET S. EASTRIDGE, R. P. B. Changes in Phenols, Color, and Sensory Characteristics of Muscadine Wines by Pre- and Post-Fermentation Additions of PVPP, Casein, and Gelatin. american journal of enology and viticulture, 1995.
- COLE, C. G. B. THE USE OF GELATINE IN WINE FINING. Proceedings of the 1st SAAFoST Technical Symposium, Emulsifiers, Stabilisers and Thickeners in the Food Industry, 1986. Disponível em: <https://www.gelatin.co.za/fining.htm>. Acesso em: 27 fevereiro de 2022.
- COSTA, A. M. G. et al. Caracterização E Análise Sensorial De Hidromel: Tipo Seco Tradicional E Saborizado Com Morango. 2016.

COURI, Sonia et al. COMPARAÇÃO ENTRE OS TRATAMENTOS COM TANASE E COM GELATINA PARA CLARIFICAÇÃO DO SUCO DE CAJU (*Anacardium occidentale* L.). Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 20, n. 1, 2002. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/1134>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2022.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Dados de conjuntura da produção de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil (1985-2020): área, produção e rendimento. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2016. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/estatistica-de-producao#:~:text=Em%201%C2%BA%20lugar%20est%C3%A1%20a,\(19%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas\)>](https://www.embrapa.br/estatistica-de-producao#:~:text=Em%201%C2%BA%20lugar%20est%C3%A1%20a,(19%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas)>). Acesso em: 26 ago. 2021.

FLORES, Oscar Raul Aviles et al. EVALUACION DE LA CAPACIDAD CLARIFICANTE DE LA ARCILLA DE SUCHITOTO/CINQUERA, EN COMPARACION CON BENTONITA USP EN LA PRODUCCION DE VINO DE Hibiscus sabdariffa (ROSA DE JAMAICA). 2009. Disponível em: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/159083>. Acesso em: 14 set. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION [FAO]. 2020. Faostat – Statistics Database. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 25 out.2021.

GOULART, Marcos Roberto et al. Metodologias para reutilização do resíduo de terra diatomácea, proveniente da filtração e clarificação da cerveja. Química Nova, v. 34, n. 4, p. 625-629, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/9tpRfDr9CbZyLRTMST5Yrzw/?lang=pt>. Acesso em: 05 de março de 2022.

HASHIZUME, T. Manual prático da fabricação de vinhos de frutas. ITAL-Instituto de, 1991.

KEAN, C. E.; MARSH, G. L. INVESTIGATION OF COPPER COMPLEXES CAUSING CLOUDINESS IN WINES. 2. BENTONITE TREATMENT OF WINES. Food Technology, v. 10, n. 8, p. 355-359, 1956.

LEMONS, Míriam Rejane Bonilla; DE SOUZA SOARES, Leonor Almeida. Arroz e Seus Produtos e Sub-Produtos na Região Sul do Brasil. **VETOR-Revista de Ciências Exatas e Engenharias**, v. 10, p. 21-36, 2000.

LIMA, U. A. et al. Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos. São Paulo - SP, Blucher, v. 3, 593p., 2001.

MANFREDINI, M. Coadiuvanti enologici: bentonite. **Vignevini**, v. 4, p. 43-46, 1989.

MARTINELLI FILHO, A. Tecnologia de vinhos e vinagres de frutas. **Departamento de Tecnologia Rural da ESALQ/USP. Piracicaba, São Paulo**, 1983.

MARTINELLI FILHO, A. Tecnologia de vinhos e vinagres de frutas. **Departamento de Tecnologia Rural da ESALQ/USP. Piracicaba, São Paulo**, 1983.

MCGEE, Harold. Comida & cozinha: ciência e cultura da culinária. **São Paulo: WMF Martins Fontes**, 2011.

OLIVEIRA, Janine Patrícia Melo et al. Produção de fermentado alcoólico de laranja. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 3, p. 22, 2015. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3561>. Acesso em: 03 de março de 2022.

PASQUEL, A. Gomas: utilização e aspectos reológicos. 1999.

PEIXOTO, Aristeu Mendes. Enciclopédia agrícola brasileira. vol. 4. **São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo**, 2002.

POERSCHKE, R. P.; MORAIS, I. A. C. de. Determinantes da demanda brasileira por importação de arroz: uma abordagem não linear. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 2014. 2014;52(1):177–194. Disponível: <https://www.scielo.br/j/resr/a/78BcPCNmFd3HCq3shxBNdWR/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 26 ago. 2021

PRADO, Laysa Maciel Lewandowski Meira. Controle de qualidade em fermentações para produção de etanol utilizando cromatografia de íons. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-27102017-093040/publico/Laysa_Maciel_Lewandowski_Meira_Prado.pdf. Acesso em: 03 março 2022.

RIZZON, LUIZ A.; MENEGUZZO, JÚLIO. Influência da clarificação do mosto na composição e na qualidade do vinho branco. *Embrapa Uva e Vinho-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 1996. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/542005/1/89881996p.171180.pdf> . Acesso em 27 fevereiro de 2022.

SILVA, José Aleksandro et al. Aplicação da metodologia de planejamento fatorial e análise de superfícies de resposta para otimização da fermentação alcoólica. *Química Nova*, v. 31, n. 5, p. 1073-1077, 2008.

TOKUOKA, M.; HONDA, C.; TOTSUKA, A.; SHINDO, H.; HOSAKA, M. Analysis of the oligosaccharides in Japanese rice wine, sake, by hydrophilic interaction liquid chromatography-time-of-flight/mass spectrometry. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 124, n. 2, p. 171-177, 2017.

VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R. Qualidade tecnológica. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. *A cultura do arroz no Brasil*. 2. ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. cap. 23. p. 869-900.

Yoshizawa, K. , Ishikawa, T. 2004. Industrialization of Saké Manufacture in Wrigley, Colin W. et al., *Industrialization of Indigenous Fermented Foods*, (pp. 149 -192). New York: Marcel Dekker, Inc

ZHANG, K.; WU, W.; YAN, Q. Research advances on sake rice, koji, and sake yeast: A review. *Food Science & Nutrition*, v. 8, p. 2995 - 3003, 2020. Disponível em: <http://europepmc.org/article/MED/32724564> . Acesso em: 22 fev. 2022.

ZOECKLEIN, Bruce W. et al. *Análisis y producción de vino*. 2001.