

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO  
CENTRO PAULA SOUZA

Pedro Henrique Mauro Soares  
Pietro Macho Pacanaro de Oliveira  
Tainan Gonçalves da Silva  
Willian Fernando Garcia Dias

PRODUÇÃO DE AGUARDENTE A PARTIR DA CASCA E MIOLO DA  
MAÇÃ

Fernandópolis  
2019

Pedro Henrique Mauro Soares  
Pietro Macho Pacanaro de Oliveira  
Tainan Gonçalves da Silva  
Willian Fernando Garcia Dias

## PRODUÇÃO DE AGUARDENTE A PARTIR DA CASCA E MIOLO DA MAÇÃ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em **Química Integrado ao Ensino Médio**, no Eixo Tecnológico de **Controle e Processos Industriais**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora **Flavia Meira Cotrim**.

Fernandópolis  
2019

Pedro Henrique Mauro Soares  
Pietro Macho Pacanaro de Oliveira  
Tainan Gonçalves da Silva  
Willian Fernando Garcia Dias

## PRODUÇÃO DE AGUARDENTE A PARTIR DA CASCA E MIOLO DA MAÇÃ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em **Química Integrado ao Ensino Médio**, no Eixo Tecnológico de **Controle e Processos Industriais**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora **Flavia Meira Cotrim**.

Examinadores:

---

Estela Aparecida Merino Zanon

---

Valdete Aparecida Zanini Magalhães

---

Flavia Meira Cotrim

Fernandópolis  
2019

## DEDICATÓRIA

Dedicamos este presente artigo para a orientadora Flavia Cotrim, por nos orientar muito bem, ao Fernando Corsini por sempre acreditar em nosso grupo e nos dar apoio. Dedicamos também à Taís Marino, ao Alex Lima, à Estela Zanon, à Midian Nickel, ao Joel Baptista e aos pais em geral por nos apoiar nesta longa trilha que marcamos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por nos ter dado força para aguentar a pressão e para lidar com o estresse devido a tanto esforço e ansiedade. Queremos agradecer também aos professores que nos ajudaram de alguma forma, facilitando e dando dicas para o progresso de nosso grupo. Em especial, agradecer a professora orientadora por nos ter nos auxiliado em todas as etapas do processo.

## EPÍGRAFE

“Um homem que não bebe, é um homem  
com sede.” (Ariel)

# PRODUÇÃO DE AGUARDENTE A PARTIR DA CASCA E MIOLO DA MAÇÃ

Pedro Henrique Mauro Soares  
Pietro Macho Pacanaro de Oliveira  
Tainan Gonçalves da Silva  
Willian Fernando Garcia Dias

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo produzir aguardente a partir da casca e miolo da maçã e analisar as características físico-químicas do produto para avaliar a viabilidade da sua produção. Sabendo que o Brasil produz cerca de 1,3 bilhões de litros de cachaça (aguardente de cana-de-açúcar), surgiu-se a ideia da fabricação de uma aguardente com uma matéria-prima diferente, que ainda não tivesse no mercado. Cerca de 20 a 30% da safra de grãos, frutas e hortaliças são desperdiçados entre a lavoura e o consumidor, logo, isso se tornou um motivo a mais para a criação da aguardente a partir da casca e miolo da maçã, visando o aproveitamento de resíduo orgânico. Para a produção da aguardente, uma correção do mosto antes da fermentação alcoólica se fez necessária, sendo ajustado os níveis de açúcares presentes para aproximadamente 15<sup>o</sup>Brix. Na ativação e aplicação das leveduras, foi utilizado cerca de 5g de fermento biológico a cada litro de mosto, para uma boa sobrevivência da *Saccharomyces Cerevisiae*. Na fermentação, utilizou-se um sistema fechado (anaeróbio), por um período de sete dias. Posteriormente, foi feita a destilação dos mostos fermentados para cada teste. Os resultados obtidos foram satisfatórios para o teste três, após dois processos de destilação, cujo o teor alcoólico final na aguardente foi favorável à legislação (de 36% a 54%), onde obtivemos 53% de teor alcoólico no produto final.

**Palavras-chave:** Aguardente. Casca e miolo da maçã. Fermentação. *Saccharomyces cerevisiae*.

**ABSTRACT:** This work aimed to produce brandy from apple peel and crumb and to analyze the physical and chemical characteristics of the product to evaluate the viability of its production. Knowing that Brazil produces about 1.3 billion liters of cachaça (sugarcane brandy), came the idea of making a brandy with a different raw material, which had not yet in the market. About 20-30% of the crop of grains, fruits and vegetables are wasted between the crop and the consumer, so this has become an additional reason for the creation of brandy from the apple peel and crumbs, aiming at the use of organic waste. For the production of the brandy, a correction of the must before the alcoholic fermentation was necessary, being adjusted the present sugar levels to approximately 15 °Brix. In the activation and application of yeast, about 5g of biological yeast was used per liter of must for a good survival of *Saccharomyces Cerevisiae*. For fermentation, a closed system (anaerobic) was used for a period of seven days. Subsequently, the fermented musts were distilled for each test. The results obtained were satisfactory for test three, after two distillation

processes, whose final alcohol content in the brandy was favorable to the legislation (from 36% to 54%), where we obtained 53% of alcohol content in the final product

**Keywords:** Brandy. Apple peel and bagasse. Fermentation. *Saccharomyces cerevisiae*.

**RESUMEN:** Este trabajo tiene como objetivo producir brandy a partir de cáscara y miga de la manzana y analizar las características físicas y químicas del producto para evaluar la viabilidad de su producción. Sabiendo que lo Brasil produce alrededor de 1.300 millones de litros de cachaça (brandy de caña de azúcar), surgió la idea de hacer un brandy con una materia prima diferente, que aún no había en el mercado. Alrededor del 20-30% del cultivo de granos, frutas y verduras se desperdicia entre el cultivo y el consumidor, por lo que esto se ha convertido en una razón adicional para la creación de brandy a partir de la cáscara y las migas de manzana, con el objetivo de utilizar residuos orgánicos para la producción del brandy, fue necesaria una corrección del mosto antes de la fermentación alcohólica, ajustándose los niveles actuales de azúcar a aproximadamente 15 ° Brix. En la activación y aplicación de la levadura, se usaron aproximadamente 5 g de levadura biológica por litro de mosto para una buena supervivencia de *Saccharomyces Cerevisiae*. En la fermentación, se utilizó un sistema cerrado (anaeróbico) durante un período de siete días. Posteriormente, los mostos fermentados se destilaron para cada prueba. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios para la prueba tres, después de dos procesos de destilación, cuyo contenido final de alcohol en el brandy fue favorable a la legislación (del 36% al 54%), donde obtuvimos el 53% del contenido de alcohol en el producto final.

**Palabras-clave:** Brandy. Cáscara y bagazo de la manzana. Fermentación. *Saccharomyces cerevisiae*.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo discute conceitos importantes da utilização do bagaço da maçã para a produção de aguardente, a ampliação de produtos que possam ser fabricados com a utilização deste resíduo orgânico, visando a sua diminuição no meio ambiente. O Brasil movimentava cerca de um bilhão na comercialização de 1,3 bilhões de litros de cachaça por ano, sendo a cachaça - aguardente proveniente da cana-de-açúcar - a segunda bebida mais consumida no mercado interno (SAKAI, 2009).



Conforme a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento nº 15 de março de 2011, que dispõe sobre os padrões de identidade e qualidade para bebidas alcoólicas destiladas, define-se como aguardente de fruta a bebida obtida por destilação do mosto fermentado de fruta, que tenha graduação alcoólica de trinta e seis a cinquenta e quatro por cento em volume, a vinte graus Celsius, e cujo processo de destilação deve “preservar o aroma e sabor proveniente dos elementos naturais voláteis contidos no mosto fermentado, derivados do processo fermentativo ou formados durante a destilação”.

Estudos feitos por Nogueira et al. (2005) apontam que o extrato do bagaço da maçã constitui num ótimo meio para a produção de fermentado alcoólico, cujo o teor de açúcares redutores é da ordem de  $7,52\text{g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ , podendo ser adicionado sacarose para obtenção do teor ideal de açúcar que, como destaca Gonçalves, (2009) é de quatorze a dezesseis graus Brix.

O crescimento da produção agrícola brasileira, considerando o período de 2000 a 2016, a partir de dados de Gasques, Bacchi e Bastos (2018), coloca o país em uma posição ótima para o desenvolvimento, destacando-se entre os países mais competitivos do mundo neste setor. Contrastando isso, há uma grande produção de resíduos orgânicos por parte das indústrias que utilizam produtos agrícolas em seus processos e, de acordo com Villas Bôas, (2001), o bagaço da maçã é um dos muitos resíduos gerados anualmente a partir do processamento de frutas para fabricação de sucos, doces, geleias, aromas e essências.

De acordo com Bittencourt (2011), a produção brasileira de maçã expandiu-se significativamente nas últimas duas décadas. Dados da safra 2017/18 mostram que a produção chegou a cerca de 1,1 milhão de toneladas (MORAIS; BARBIERI, 2018). Segundo a ONG Banco de Alimentos<sup>1</sup> apud Rosa et al (2011, p.99), estima-se que, em média, de 20% a 30% da safra de grãos, de frutas e de hortaliças colhidas no Brasil sejam desperdiçados no caminho entre a lavoura e o consumidor. Cerca de 30% da produção total de maçã no Brasil, que simbolizam as frutas de descarte provenientes do processo seletivo para o mercado de frutas in natura, é utilizado como matéria prima para a produção de cidras, por exemplo. (NOGUEIRA et al, 2005)

---

<sup>1</sup> ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL BANCO DE ALIMENTOS. Disponível em: [http://www.bancodealimentos.org.br/porque/dados\\_fome.htm](http://www.bancodealimentos.org.br/porque/dados_fome.htm)

Os resíduos orgânicos provenientes do processo de colheita e fabricação de produtos alimentícios na indústria, são encaminhados para a produção de adubo orgânico, como também podem ser empregados para a alimentação de animais, porém com riscos de acarretarem hiper-alcoolemia. (NOGUEIRA et al., 2005). Resíduos ricos em matéria orgânica também são, muitas vezes, direcionados à prefeitura para fazerem o descarte que, segundo Mucelin e Bellini (2008), tem como principal destino os aterros sanitários, os quais permitem que microrganismos ajam sob esses alimentos liberando gases nocivos à camada de Ozônio, como CO<sub>2</sub>.

Atualmente, vem sendo dada uma atenção especial à minimização de resíduos orgânicos a partir da produção de diversos materiais, reutilizando a matéria orgânica desperdiçada para produção de produtos de valor agregado. (MORAIS et al 2011). O interesse na conversão destes resíduos em produtos mais nobres vem crescendo nos últimos anos, apresentando bons resultados para a produção de aromas, etanol, enzimas, fungos comestíveis, polissacarídeos, ácido cítrico. (STREIT, 2004), aguardente de frutas (MORO, 2016).

No presente trabalho, utiliza-se para a produção de aguardente o bagaço da maçã, sacarose, água e uma levedura denominada *Saccharomyces Cerevisiae*, que é a mais utilizada nos processos de fabricação da cachaça, encontrada facilmente em supermercados e padarias (SAKAI, 2009). Primeiramente, o bagaço é moído para preparação do caldo, este então precisa ser filtrado para a retirada de sólidos (sementes e fibras insolúveis), adicionado açúcar q. s. p. (quantidade suficiente para) para a normalização do grau brix. Leva-se à fermentação alcoólica, sendo posteriormente filtrada a solução para a remoção do fermento. O processo posterior compreende a etapa de destilação para obtenção da aguardente. (SAKAI, 2009)

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo produzir aguardente artesanal a partir de resíduos da maçã (bagaço), utilizando uma levedura de fácil acesso, e analisar as características físico-químicas do produto gerado para influir sobre a sua qualidade e viabilidade da sua produção. Deste modo, este trabalho busca contribuir para área de pesquisa em aproveitamento de resíduos orgânicos para obtenção de novos produtos, como solução alternativa para redução da sua concentração no ambiente e dos impactos ambientais gerados.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. AGUARDENTE NO BRASIL**

Atualmente, no Brasil, é visível que a população ingere uma quantidade representativa de aguardente a partir de diversos produtos, como a cana-de-açúcar por tradição cultural. Com base em dados de Alcarde, et al (2007), a produção de aguardente no Brasil é de cerca de 1,3 bilhões de litros por ano, contando com mais de 5 mil marcas registradas e aproximadamente 30 mil produtores em todo o país.

A Agência Embrapa de Informação Tecnológica alega que o Brasil consome quase toda cachaça feita no país e que apenas 1% a 2% é exportado (aproximadamente 2,5 milhões de litros), onde os principais compradores são a Alemanha, Paraguai, Itália, Uruguai e Portugal. Produzida em todo os Estados do Brasil, a aguardente de cana artesanal tem uma forte fabricação principalmente no Estado de São Paulo, onde se direciona por volta de 45% da geração total. (SAKAI, 2009).

Cachaça e aguardente possuem significados distintos que, de acordo com a Instituição Normativa MAPA nº13 de 29/06/2005:

A aguardente de cana é a bebida com graduação alcoólica de 38% vol a 54% vol a 20°C, obtida do destilado simples de cana-de-açúcar ou pela destilação de seu mosto fermentado, onde pode ser adicionado até 6g/L de açúcares, expressos em sacarose. Já a cachaça, que é a denominação exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, a qual possui uma graduação alcoólica de 38% vol a 48% vol a 20°C, e é obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo-de-cana, podendo ser adicionada até 6g/L de açúcares, expressos em sacarose.

### **2.2. PRODUÇÃO INDUSTRIAL E ARTESANAL**

A cachaça no Brasil pode ser produzida em dois processos distintos: industrial e artesanal. Segundo o Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Aguardente de Cana, Caninha ou Cachaça (PBDAC), a produção industrial responde por cerca de setenta e cinco por cento da produção. A cachaça produzida

em modo artesanal possui um preço mais elevado ao do processo industrial e isso causa uma diminuição do público-alvo daquele e uma ampliação do público-alvo da cachaça industrial. (SAKAI, 2009).

O preço elevado da cachaça artesanal pode estar ligado ao seu método de fabricação e produção em pequena escala. O processo é muito mais demorado, comparado ao da produção industrial, pois se utilizam materiais mais simples, como por exemplo, o alambique de cobre ilustrado na Figura 1. Já a produção industrial de cachaça, geralmente utiliza-se de tonéis de aço inox e colunas de destilação, ilustrados na Figura 2. (SAKAI, 2009).

Figura 1. Destilador artesanal



Fonte: (Alambique Cachaça Excelência,2018)

Figura 2. Destilador industrial



Fonte: (Banggood, 2016)

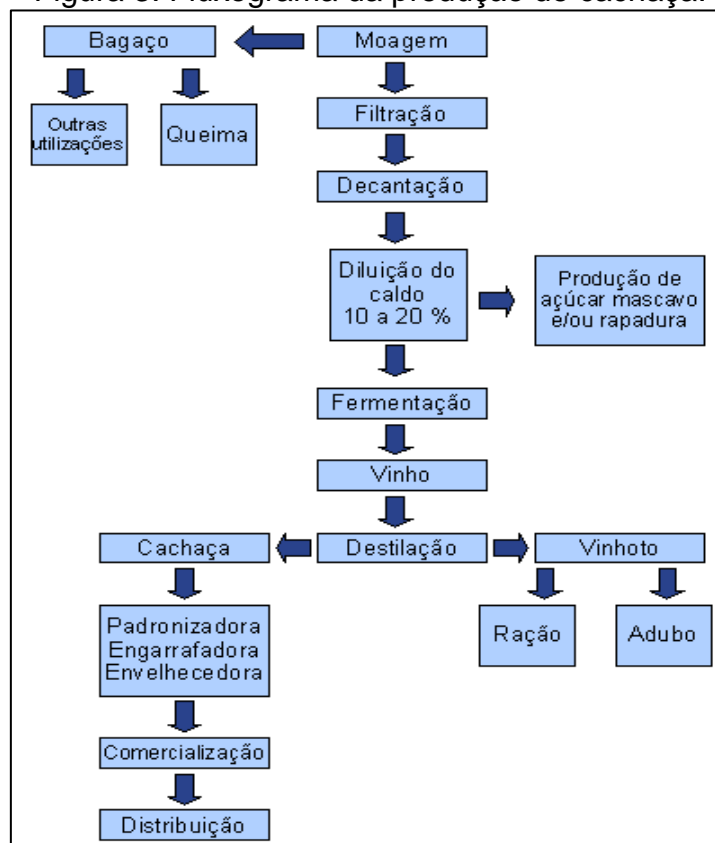
### 2.3. ETAPAS NA PRODUÇÃO DE AGUARDENTE

Na produção de aguardente, todas as etapas do preparo vão influenciar e determinar o desenvolvimento de seu aroma. De acordo com Cardello e Faria (1998, n.p):

Um grande número de reações químicas e bioquímicas produz compostos fixos e voláteis, simultaneamente com a degradação de polissacarídeos através de enzimas e através da fermentação de hexoses pelas leveduras. Muitos destes compostos agem posteriormente, como produtores de sabor, no produto final, após o envelhecimento.

Boza e Horii (1998), afirmam que quase toda produção de aguardente no Brasil, é direcionada ao mercado interno e para o consumo difundido entre a população de baixo poder aquisitivo pelo fato da bebida ter um preço relativamente baixo. O método de preparo da aguardente é bastante simples, baseia-se nos processos de fermentação anaeróbica e destilação simples, onde o procedimento pode ser observado na Figura 3 a seguir:

Figura 3. Fluxograma da produção de cachaça.



Fonte: (AGEITEC, 2008)

### 2.3.1. Moagem e preparo da matéria prima

A moagem da matéria-prima é a primeira etapa do processo e requer uma série de procedimentos de limpeza que, para o caso da produção de cachaça, Vilela (2005, pg.18) destaca:

A cana deve estar limpa, sem palhas, terras e outras impurezas que além de aumentar o volume a ser prensado pelo engenho, são fontes de contaminação do caldo e posteriormente do fermento, reduzindo a capacidade de fermentação e piorando a qualidade da cachaça.

### **2.3.2. Filtração**

O conceito de filtração consiste na captura de partículas tanto sólidas como gasosas de um líquido ou uma solução. De acordo com Steffens (2007), a coleta das partículas ocorre pelo contato físico entre as mesmas e o elemento coletor e para que isso seja possível, é necessário que haja aderência no filtro.

### **2.3.3. Preparo do mosto**

Após a retirada de impurezas grosseiras e as menores, o caldo extraído passa por uma fase de tratamento térmico e de purificação. Resultando essa fase, se obtém o mosto que, basicamente é o caldo açucarado com as características adequadas para a fermentação e posterior obtenção da aguardente. (SORATTO et al, 2007)

### **2.3.4. Fermentação Alcoólica**

A fermentação é um processo anaeróbico onde ocorre a transformação do açúcar em etanol e gás carbônico (CO<sub>2</sub>), que envolve doze reações em sequência ordenada, cada qual catalisada por uma enzima específica. O objetivo da levedura, ao metabolizar o açúcar por via anaeróbia, é a geração de energia ATP (adenosina trifosfato) que será empregada na realização dos trabalhos fisiológicos e biossínteses, que são necessários à espécie para o crescimento, multiplicação e manutenção da vida. O consumo de sacarose é essencial para a levedura utilizá-la para obter energia e não para produzir álcool. (LIMA; FILHO, 2011). Os mesmos afirmam que as leveduras são microrganismos que atuam enzimaticamente sobre os glicídios (açúcares – C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), produzindo etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) e gás carbônico (CO<sub>2</sub>), conforme a reação:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$ .

Os fatores que influenciam na fermentação alcoólica, de acordo com Cardoso<sup>2</sup> apud Sousa e Monteiro (2011, pg. 02) são: a concentração de substrato, pH, tempo e temperatura, presença de microrganismos contaminantes e esses fatores citados, se não tratados, agem na queda da eficiência do processo fermentativo ou na qualidade do produto final.

Gava (1998), afirma que a maioria das leveduras não sobrevivem bem à temperaturas entre 35 – 37°C, portanto o autor destaca que para um bom crescimento, estas devem estar em temperaturas entre 25 – 35°C, pois temperaturas abaixo desta faixa retardam a fermentação e temperaturas acima desta faixa provoca a evaporação do álcool e predispõe ao surgimento de contaminação bacteriana. Diferentes tipos e linhagens de leveduras vêm sendo utilizadas na fermentação alcoólica. A utilização destes tipos dispersos proporciona fermentações aleatórias, pois depende da quantidade e qualidade dos microrganismos presentes no caldo (ALCARDE et al, 2012); (MENEZES<sup>3</sup> apud PACHECO, 2010, pg. 13).

O pH ideal para ocorrer o processo de fermentação está entre 4,0 e 5,0 pois impede o aumento de diversos tipos de bactérias. Logo, o início da fermentação ocorre no mosto de caráter ácido, tendo os valores finais de 3,5 a 4,0. (MENEZES, 1980) (LIMA; BASSO; AMORIM, 2001<sup>4</sup> apud PACHECO, 2010, pg. 13.).

A partir de Basso<sup>5</sup> (1991), apud Pacheco (2010, pg. 12), menciona que:

Durante a fermentação, a levedura pode estar exposta a vários fatores estressantes. Dentre esses fatores, os mais frequentemente mencionados são os altos teores alcoólicos, a temperatura elevada, a acidez do meio (inclusive no tratamento ácido), a presença de sulfito, a contaminação bacteriana e, mais raramente documentada, a contaminação com leveduras não *Saccharomyces*.

Uma grande parte das enzimas invertases podem ser definidas como proteínas globulares que são formadas por resíduos de aminoácidos unidos por ligações peptídicas. Gürsel et al (2003) e Isik et al (2003) apud Barbosa (2010, p. 17), afirmam que estas enzimas são catalisadores biológicos que diminuem a

---

<sup>2</sup> CARDOSO, M.G. (Ed). **Produção de Aguardente de Cana**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2006. 445 p.

<sup>3</sup> MENEZES, T.J.B. **Etnanol, o combustível do Brasil**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., p.141-178, 1980.

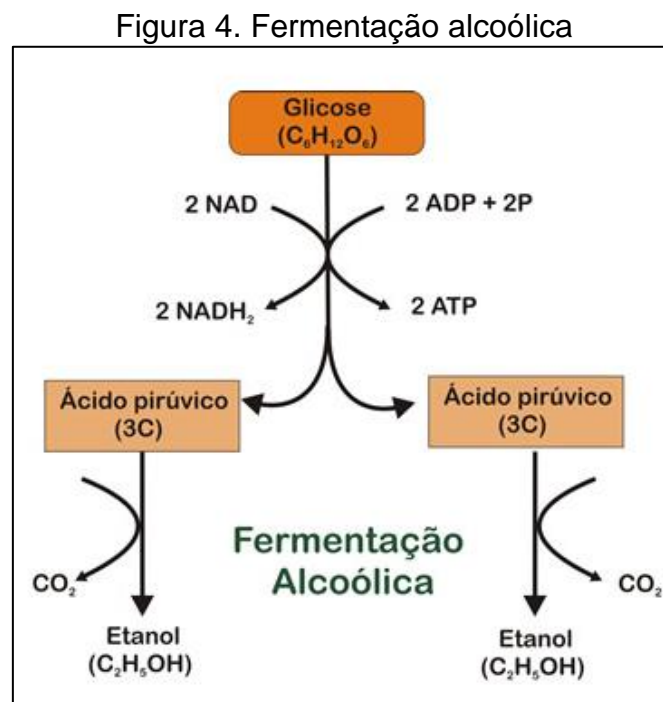
<sup>4</sup> LIMA, U.A.; BASSO, L.C.; AMORIM, H.V. In: LIMA, U.A. (Coord.). **Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos**. São Paulo: Edgar Blüncher, 2001. p. 1-43.

<sup>5</sup> BASSO, L.C. 1991. In: ALVES, D.M.G. Fatores que afetam a formação de ácidos orgânicos bem como outros parâmetros da fermentação alcoólica. (Tese Doutorado).ESALQ. Piracicaba, 1994, 199.p.

energia de ativação, acelerando uma reação termodinamicamente possível, sem alterar a constante de equilíbrio e a energia livre de reação.

Na fermentação em via extracelular, de acordo com Lagunas<sup>6</sup> (1993), apud Basso (2011, p. 30), ocorre a hidrólise da sacarose no ambiente periplasmático (espaço entre a membrana citoplasmática interior e a membrana bacteriana exterior), pela enzima invertase onde irá gerar glicose e frutose que são transportadas para o interior da célula e, em seguida, metabolizada por via glicolítica.

O ácido pirúvico sofre uma perda de carbono em uma reação irreversível catalisada pela enzima piruvato descarboxilase. Essa reação é uma descarboxilação simples onde o piruvato não oxida (LIMA; FILHO, 2011). A Figura 4 a seguir ilustra a reação da fermentação alcoólica.



Fonte: (Só Biologia, 2008)

#### 2.3.4.1. *Saccharomyces cerevisiae*

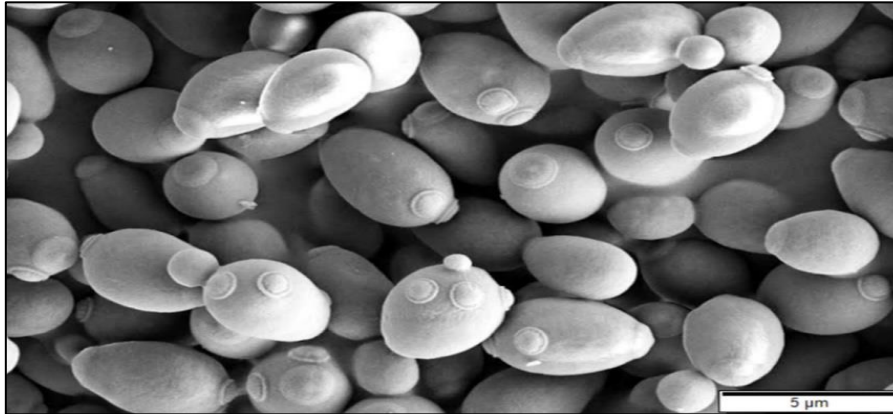
As leveduras são consideradas, por Tosetto (2002), a classe mais importante dos fungos, sendo elas, organismos eucarióticos. As *Saccharomyces*

<sup>6</sup> LAGUNAS, R. Sugar Transport in *Saccharomyces cerevisiae*. FEMS. **Microbiol Rev.**1993.p. 42-229.



*cerevisiae* se reproduzem, basicamente, por brotamento, onde a célula mãe, após estar em união com os citoplasmas, dá origem a uma nova célula. A Figura 5 ilustra imagem de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* sob microscópio óptico:

Figura 5. *Saccharomyces cerevisiae*



Fonte: (Wikipedia, 2019)

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é um anaeróbio facultativo, cujo mesmo tem a habilidade de se ajustar metabolicamente, tanto em condições de aerobiose (contato com oxigênio), como de anaerobiose (sem o contato com oxigênio). Assim, uma porção do açúcar vai ser transformado em biomassa, gás carbônico e água em aerobiose, e a maior parte vai ser convertida em etanol e gás carbônico em anaerobiose, processo que ocorre a fermentação alcoólica. (TOSETTO,2002).

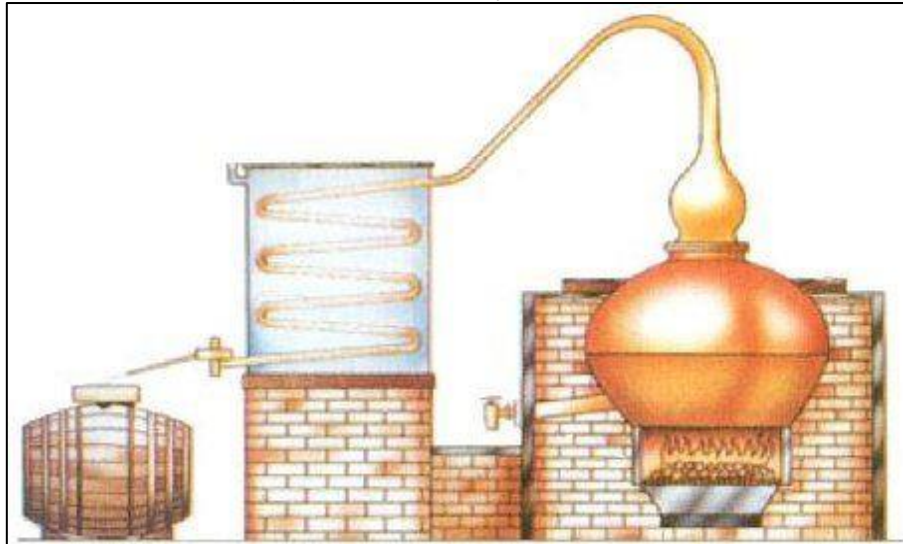
Bortoli et al (2013), implica que existem formas diversas de verificar a viabilidade (células vivas e mortas) nas culturas de microrganismos. O mesmo autor explica o método que se utiliza a câmara de Neubauer, uma lâmina especial usada no microscópio óptico, juntamente com azul de metileno ou eritrosina (corante microbiológico) para verificar as células coradas (mortas/inviáveis) e não coradas (vivas/viáveis).

### 2.3.5. Destilação

A destilação hoje em dia, de acordo com Beltran (1996), é o processo baseado nas diferenças entre os pontos de ebulição das substâncias. O sistema de

destilação simples é composto por: um frasco destilador que conterá a substância líquida, uma fonte de aquecimento, um condensador e um recipiente para coletar o destilado. (PERUZZO; CANTO<sup>7</sup>, 1996 apud SARTORI et al ,2009). A Figura 6 ilustra um sistema empregado na destilação simples

Figura 6. Destilação simples



Fonte: (Cachaça Curtida, 2019)

Lima e Filho (2013), afirmam que o líquido, após sua fermentação, entra na coluna de destilação e sofre um aquecimento gradativo onde irá volatilizar os diferentes compostos presentes no mosto conforme a variação de temperatura dentro da coluna de destilação. Os autores ainda afirmam que a maior concentração de etanol é volatilizada em maior quantidade onde, esta região é a de maior interesse para condensação de vapores produzidos.

### 2.3.6. Envelhecimento

O armazenamento, juntamente com o envelhecimento da cachaça em barris influi no seu aroma, sabor e cor, sendo a etapa determinante para o desenvolvimento da sua qualidade sensorial (DIAS<sup>8</sup> et al apud VILELA, 2005, p. 26).

<sup>7</sup> PERUZZO, T.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano**. São Paulo: Moderna, 1996.

<sup>8</sup> DIAS, S. M. B. C.; MAIA A. B.; NELSON, D. L. Efeito de diferentes madeiras sobre a composição da aguardente de cana envelhecida. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, p. 331-334, 1998.

Mesmo o processo tendo ocorrido rigorosamente correto, Lima<sup>9</sup> apud Vilela (2005, pg. 26), menciona:

A bebida pode não apresentar boas características sensoriais, em razão do elevado teor alcoólico e da presença de substâncias de aroma e/ou sabor desagradável. Desta forma, é de extrema importância o período de envelhecimento da cachaça, onde ocorrem reações como oxidação e esterificação tornando o produto significativamente melhor do ponto de vista sensorial.

## 2.4. LEGISLAÇÃO E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE

De acordo com Brasil (1997) apud Asqueire, Silva e Cândido (2009):

O Decreto nº 2314 define aguardente de frutas ou brandy de frutas como a bebida de graduação alcoólica de 36 a 54 °GL, a 20 °C, obtida de destilado alcoólico simples de fruta, ou pela destilação de mosto fermentado de fruta (BRASIL, 1997).

O Quadro 1 a seguir ilustra os parâmetros de qualidade estabelecidos para aguardente de frutas.

Quadro 1. Teores máximos e mínimos requeridos para uma aguardente de fruta

| <b>Aguardente de fruta</b>                       | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
|--|---------------|---------------|
| Teor alcoólico                                   | 38%           | 54%           |
| Açúcares   | 6g/L          | 30g/L         |
| Acidez Volátil                                   | -             | 100mg/100mL   |
| Ésteres totais                                   | -             | 250mg/100mL   |
| Aldeídos totais                                  | -             | 30mg/100mL    |
| Furfural e Hidroximetilfurfural                  | -             | 5mg/100mL     |
| Álcoois isobutílicos, isoamílicos e n-propílicos | -             | 360mg/100mL   |
| Álcool metílico                                  | -             | 400mg/100mL   |
| Coeficiente de congêneres                        | 200mg/100mL   | 650mg/100mL   |
| Cobre (Cu)                                       | -             | 5mg/L         |
| Chumbo (Pb)                                      | -             | 200µg/L       |
| Arsênio (As)                                     | -             | 100µg/L       |

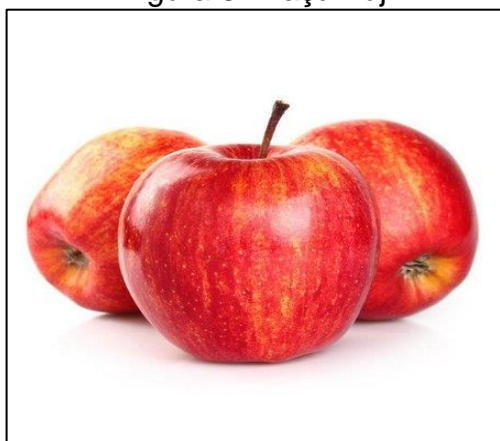
Fonte: (BRASIL, 2011)

<sup>9</sup> LIMA, U. A. Produção nacional de aguardentes e potencialidade dos mercados interno e externo. In: MUTTON, M. J. R.; MUTTON, M. A. (Eds). Aguardente de cana: produção e qualidade. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 54-98

## 2.4. MAÇÃ

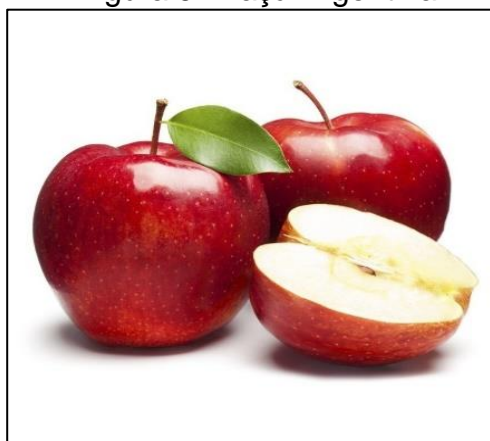
A maçã cujo nome científico é *Malus doméstica*, pertence à família *Rosaceae* com sua subfamília sendo a *Pomoidae*. (EPAGRI<sup>10</sup>, 2002 apud RECH; CARIO; AUGUSTO, 2014, pg. 91). As Figuras 8 e 9 ilustram maçãs Fuji e Argentina, respectivamente:

Figura 8. Maçã Fuji



Fonte: (Jardim Exótico, 2019)

Figura 9. Maçã Argentina



Fonte: (Chico Granjeiro, 2019)

O conhecimento dos alimentos que são consumidos nacionalmente é fundamental, portanto, a Universidade Estadual de Campinas (2011), apresenta uma tabela denominada TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos), a qual disponibiliza valores nutricionais e constituintes químicos de cada alimento produzido ou consumido no Brasil, assim como a da maçã nacional (Fuji) e argentina, visível no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2. Tabela nutricional e constituintes químicos da maçã

| Tipo da maçã                  | Umidade<br>% | Energia |      | Proteína<br>(g) | Lipídeo<br>(g) | Colesterol<br>(mg) |
|-------------------------------|--------------|---------|------|-----------------|----------------|--------------------|
|                               |              | (kcal)  | (kj) |                 |                |                    |
| Argentina, com<br>casca, crua | 82,26        | 63      | 262  | 0,2             | 0,2            | NA                 |
| Fuji, com casca,<br>crua      | 84,3         | 56      | 232  | 0,3             | -              | NA                 |

<sup>10</sup> EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). A cultura da macieira. Florianópolis: EPAGRI, 2002

| <b>Tipo da maçã</b>           | <b>carboidrato<br/>(g)</b> | <b>fibra<br/>(g)</b> | <b>cinza<br/>(g)</b> | <b>cálcio<br/>(mg)</b> | <b>magnésio<br/>(mg)</b> |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
| Argentina, com<br>casca, crua | 16,6                       | 2                    | 0,3                  | 3                      | 5                        |
| Fuji, com casca,<br>crua      | 15,2                       | 1,3                  | 0,2                  | 2                      | 2                        |

Fonte: (TACO, 2011)

A indústria de insumos agrícolas tem uma produção bastante alta, principalmente na região Sul do país. No ano de 2001, por exemplo, somente o Estado de Santa Catarina superou a produção de maçãs no Estado de São Paulo em aproximadamente 175 vezes. Dados da produção de maçã por estado podem ser vistos no Quadro 3:

Quadro 3. Produção de maçã (toneladas) por Estado produtor e total, entre as safras 1999/00 a 2002/03.

| <b>SAFRA</b>   | <b>SC</b> | <b>RS</b> | <b>PR</b> | <b>SP</b> | <b>OUTROS</b> | <b>TOTAL</b> |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|--------------|
| <b>1999/00</b> | 500.142   | 427.036   | 36.000    | 4.885     | -             | 968.063      |
| <b>2000/01</b> | 378.748   | 304.447   | 23.800    | 2.820     | -             | 709.815      |
| <b>2001/02</b> | 474.516   | 346.314   | 33.800    | 2.710     | -             | 857.340      |
| <b>2002/03</b> | 374.302   | 301.130   | 25.583    | -         | -             | 701.015      |

Fonte: (ABPM, 2016)

O bagaço de maçã produzido pela indústria está, de acordo com Sturza<sup>11</sup> apud Paganini, et al (2005, pg. 1232), relacionado com o processo empregado na extração do suco de maçã, podendo o bagaço representar de 20-40% do peso das maçãs processadas. Chen et al e Downing, apud Paganini, et al (2005, pg. 1232) afirmam que:

<sup>11</sup> STURZA, R. C. M. C. Aproveitamento biotecnológico dos resíduos provenientes da extração do suco de maçã por fermentação no estado sólido. 1995. 81 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

Esse subproduto contém 80% de umidade, 5% de fibras (composta por 31% de celulose, 15% de lignina, 12% celulose e 9% de pectina insolúvel em água) e 14% de sólidos solúveis dos quais a maioria corresponde a açúcares invertidos, uma mistura de glicose, frutose e sacarose, o que o torna muito susceptível à deterioração por microrganismos e, por esse motivo, a incorreta disposição do material pode acarretar problemas ambientais.

### **3. METODOLOGIA**

O trabalho referido foi concretizado por meio de pesquisas bibliográficas para levantamento de dados sobre a produção de aguardente de fruta e a análise de legislações brasileiras referenciadas para manter um padrão de produção e análises do produto final. Foi, juntamente, uma pesquisa experimental, pois foram feitos testes para analisar a possibilidade da produção de aguardente a partir do miolo e casca da maçã. Não obstante, foram feitas análises com diferentes concentrações de levedura e diferentes tipos de maçãs, para averiguar as melhores condições para uma maior viabilidade e, por conseguinte, ser levado a uma maior produção de etanol.

### **4. DESENVOLVIMENTO**

O grupo utilizou de metodologias de produção de aguardente, adaptadas para a realização dos experimentos no Laboratório de Química da Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo.

#### **4.1. MATERIAIS E REAGENTES**

Os materiais utilizados em cada etapa do processo de desenvolvimento encontram-se citados a seguir, no Quadro 4.

Quadro 4. Materiais e reagentes usados em todo desenvolvimento

| MATERIAIS   | REAGENTES  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcoômetro</li> <li>• Autoclave</li> <li>• Balança analítica</li> <li>• Balança semi-analítica</li> <li>• Banho maria</li> <li>• Béquer 50mL</li> <li>• Bico de Bunsen</li> <li>• Bonequinha</li> <li>• Câmara de Neubauer</li> <li>• Colher</li> <li>• Copo 250mL</li> <li>• Destilador</li> <li>• Erlenmeyer 2L</li> <li>• Estante para tubos de ensaio</li> <li>• Faca</li> <li>• Fita crepe</li> <li>• Funil</li> <li>• Garrafa de vidro 1,5L</li> <li>• Lamínula</li> <li>• Liquidificador</li> <li>• Luva</li> <li>• Mangueira de plástico</li> <li>• Microscópio</li> <li>• Panela 600mL</li> <li>• Papel Kraft</li> <li>• Papel higiênico</li> <li>• Peneira</li> <li>• pHmetro</li> <li>• Pipeta de Pasteur</li> <li>• Pisseta</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Açúcar</li> <li>• Água</li> <li>• Água destilada</li> <li>• Álcool 70%</li> <li>• Casca da maçã</li> <li>• Detergente neutro</li> <li>• Eritrosina</li> <li>• Fermento biológico fresco</li> <li>• Levedura<br/><i>Saccharomyces cerevisiae</i></li> <li>• Miolo da maçã</li> <li>• Óleo de imersão</li> <li>• Soluções tampão</li> </ul> |

- 
- Proveta 50mL
  - Refratômetro
  - Termômetro
  - Tripé
  - Tubo de ensaio.
- 

Fonte: (Dos autores, 2019)

## 4.2. PREPARO DO MOSTO

Para ocorrer o fatiamento da maçã, foi feito um processo de controle de qualidade no qual foi realizada a higienização com detergente neutro e desinfecção com álcool 70% das mãos, da bancada e dos materiais utilizados. Foi feita uma cobertura da bancada com papel *Kraft* e fita adesiva, utilizou-se luvas durante a operação dos cortes das maçãs, visível na Figura 10 a seguir:

Figura 10. Corte das maçãs



Fonte: (Dos autores, 2019)

Após a retirada da casca e do miolo da maçã, transferiu-se para uma panela na qual o peso da mesma já havia sido anotado e depois da pesagem subtraído do valor total. A pesagem foi realizada numa balança semi-analítica com



intuito de obter o peso do miolo e cascas da maçã, como mostra a Figura 11 a seguir:

Figura 11. Pesagem do miolo e das cascas



Fonte: (Dos autores, 2019).

Após a pesagem foi feito um cálculo para medir a quantidade de água a ser colocada com as maçãs, tal cálculo foi feito na proporção de 1:2 (a cada 1g de maçã, foi adicionado 2mL de água), após isso, foram colocadas as maçãs e a água em um liquidificador e triturados durante dois minutos.

Com a obtenção do mosto a partir da trituração do bagaço da maçã com água, foram feitos quatro experimentos, variando os seguintes dados: como quantidade de água (ml), peso do bagaço (g), peso da levedura (g) e qual o tipo de maçã utilizada para a fabricação de aguardente. Assim como demonstrado na Tabela 1 seguir.

Tabela 1. Condições do mosto para a produção de aguardente de maçã.

| <b>Experimento</b> | <b>Água (mL)</b> | <b>Bagaço (g)</b> | <b>Levedura (g)</b> | <b>Tipo da maçã</b> |
|--------------------|------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1                  | 806              | 403               | 5                   | Argentina           |
| 2                  | 571              | 285,5             | 6                   | Argentina           |
| 3                  | 610              | 305               | 5                   | Nacional (Fuji)     |
| 4                  | 1132             | 566               | 6,7                 | Nacional (Fuji)     |

Fonte: (Dos autores, 2019)

### 4.3. ANÁLISES DO MOSTO

Foram feitas as análises do mosto para cada experimento, medindo os valores de pH, °Brix, temperatura, como mostram as Figuras 12 e 13 e 14 a seguir:

Figura 12. Análise de °Brix



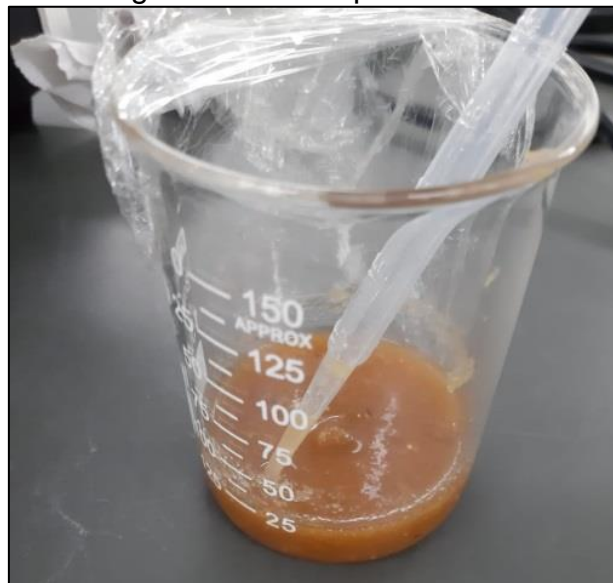
Fonte: (Dos autores, 2019)

Figura 13. Análise de pH



Fonte: (Dos autores, 2019)

Figura 14. Mosto para análise



Fonte: (Dos autores, 2019)

A correção do mosto foi utilizada com o intuito de buscar o padrão de qualidade, tendo os valores ilustrados na Tabela 2.

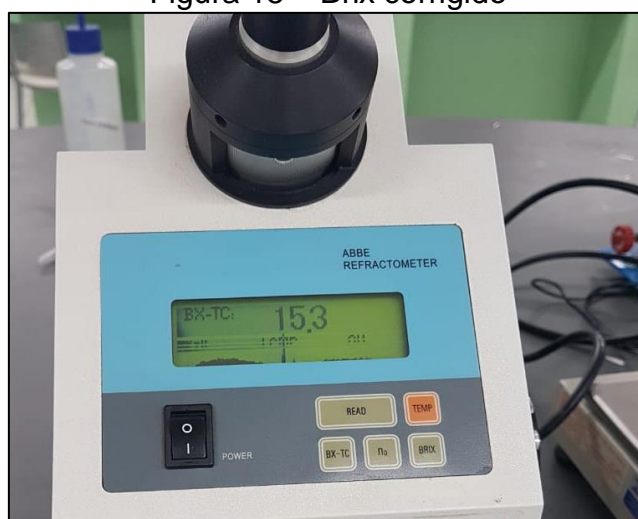
Tabela 2. Valores de pH, temperatura (°C), °Brix (%) inicial e °Brix (%) corrigido, do mosto antes da fermentação.

| Exp | pH   | Temperatura (°C) | °Brix inicial (%) | °Brix corrigido (%) | Açúcar (g) |
|-----|------|------------------|-------------------|---------------------|------------|
| 1   | 4,48 | 23,7             | 4,8               | 15,3                | 170        |
| 2   | 3,95 | 23,4             | 4,8               | 16,3                | 130        |
| 3   | 4,18 | 24               | 4,9               | 15,2                | 130,74     |
| 4   | 4,5  | 23,5             | 4,8               | 20,6                | 301        |

Fonte: (Dos autores, 2019)

A figura 15 a seguir ilustra a medida de ° Brix no mosto corrigido:

Figura 15 – Brix corrigido

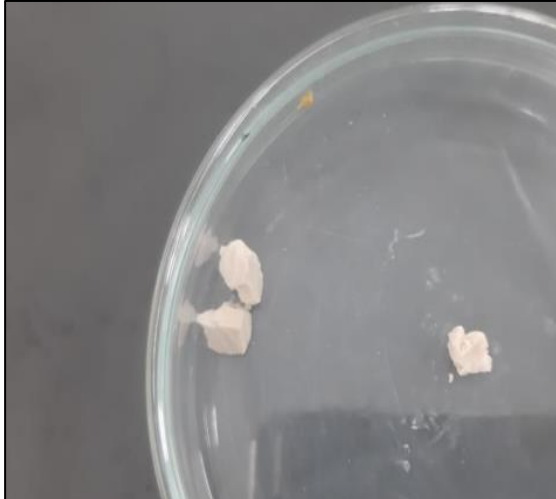


Fonte: (Dos autores, 2019)

#### 4.4. ATIVAÇÃO E ADIÇÃO DAS LEVEDURAS

Utilizou-se como microrganismo para a fermentação alcoólica, fermento biológico fresco, ilustrado na Figura 16, o qual foi pesado em uma balança analítica 5g ou 6g, dependendo da condição de cada experimento. A levedura foi ativada à 30°C em uma solução de sacarose com cerca de 150mL de água e 10g de açúcar, onde a água foi aquecida em banho maria, como mostra a Figura 17 a seguir.

Figura 16. Fermento biológico fresco



Fonte: (Dos autores, 2019)

Figura 17. Banho-maria

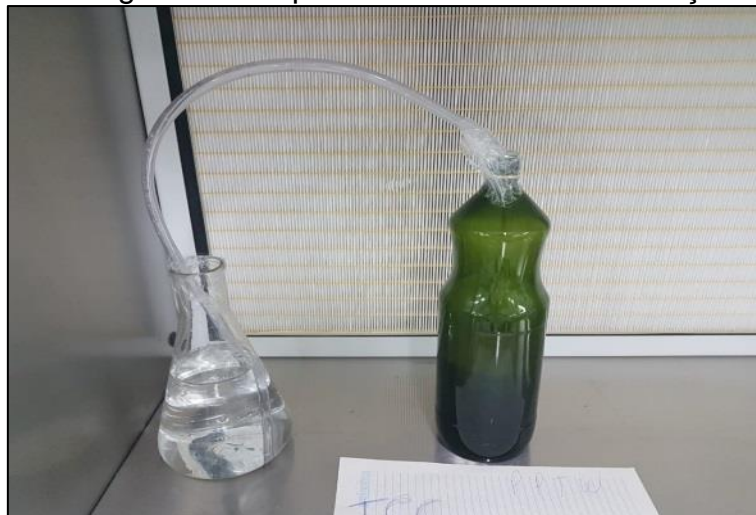


Fonte: (Dos autores, 2019)

#### 4.5. FERMENTAÇÃO

Para ocorrer um controle de qualidade primeiramente autoclavamos as garrafas de vidro e utilizamos um processo de fermentação utilizando uma mangueira acoplada a um erlenmeyer submersa em água e a outra ponta na garrafa com o mosto não submersa, para que o CO<sub>2</sub> produzido saia pela única via de escapatória, a qual inibirá a entrada do oxigênio, liberando o dióxido de carbono, segundo a Figura 18. Todo o processo foi feito em regime fechado por contas de riscos de erro analítico.

Figura 18. Esquema utilizado na fermentação



Fonte: (Dos autores, 2019)

## 4.6. ANÁLISE DO MOSTO FERMENTADO

### 4.6.1. Resultados:

Para o procedimento de análise de mosto após a fermentação, verificou-se o °Brix, temperatura e pH, com uma alíquota retirada do mosto. Os valores obtidos se encontram expressos na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3. Valores de pH, temperatura (°C), °Brix final (%) do mosto após a fermentação.

| Exp | pH   | Temperatura (°C) | °Brix final (%) |
|-----|------|------------------|-----------------|
| 1   | 3,64 | 23,5             | 5,1             |
| 2   | 3,71 | 22,9             | 11,8            |
| 3   | 3,53 | 25,2             | 5,1             |
| 4   | 3,51 | 26               | 6,6             |

Fonte: (Dos autores, 2019)

A redução do °Brix foi devido ao consumo da sacarose contida no mosto. Uma boa fermentação é visível quando se é reduzido uma boa parte do °Brix, após a correção do mosto.

O experimento 2 não obteve uma redução satisfatória do °Brix, pois foi inserido uma quantidade a mais do necessário de fermento para a sobrevivência das leveduras, o que as fez competirem pela sacarose, causando pouca produção de álcool e a morte de grande parte das leveduras. O teor alcoólico deste experimento (experimento 2) não pôde ser analisado devido à pouca quantidade de álcool produzida e retirada na destilação.

## 4.7. DESTILAÇÃO

### 4.7.1. Resultados:

Após o processo de fermentação foi feita uma destilação simples com um destilador de escala laboratorial, caseiro, de aço inox. Na qual pegou-se o

mosto, fez-se uma peneiração para retirada da parte mais grossa e viscosa onde só restou a parte totalmente líquida e, através de um funil, o líquido foi colocado dentro do destilador e iniciou-se o processo de destilação.

Com o destilador alcançando uma temperatura de aproximadamente 78°C o álcool começou a entrar em ebulição e completar o circuito do destilador, chegando ao outro lado, que se resfriou na serpentina, voltando a forma líquida e sendo depositado em um copo, como ilustram as Figuras 19 e 20. Após a destilação, foi realizada a medida de teor alcoólico.

Figura 19. Destilador



Fonte: (Dos autores, 2019)

Figura 20. Álcool obtido



Fonte: (Dos autores, 2019)

O objetivo foi aumentar o teor alcoólico até o valor estipulado pela legislação (38 a 54%), e caso o mesmo passasse do valor estabelecido, seria feita uma diluição da amostra obtida, adicionando água como um solvente, obteríamos a porcentagem (%) necessária. Os valores dos teores alcoólicos obtidos estão representados na Tabela 5 a seguir:

Tabela 5. Valores de teor alcoólico após a destilação

| <b>Experimentos</b> | <b>Teor alcoólico</b> |
|---------------------|-----------------------|
| 1                   | 26%                   |
| 2                   | NA                    |
| 3*                  | 53%                   |
| 4*                  | 64%                   |

\*O fermentado alcoólico foi bidestilado – NA = Não Avaliado  
Fonte: (Dos autores, 2019)

O experimento que apresentou resultados satisfatórios foi o terceiro (Exp. 3), pois mesmo não alcançando um nível adequado na primeira destilação, foi destilado novamente, obtendo assim, um teor alcoólico de 53%. O primeiro experimento foi considerado insatisfatório, por ter ocorrido erros etapa da destilação, onde não foi utilizado o destilador adequadamente, ocasionando assim, uma queda no teor alcoólico.

O segundo experimento também foi considerado insatisfatório, pois como já explicado anteriormente, as leveduras competiram entre si pela sacarose presente no mosto, ocasionando a morte de grande parte das mesmas e uma baixa produção de álcool. A quantidade obtida não foi suficiente para fazer a medição, portanto, não conseguimos descobrir o teor alcoólico deste experimento.

No último experimento (Exp.4) os resultados não foram satisfatórios, no qual o teor alcoólico determinado foi de 64%, sendo este acima do ideal estabelecido pela legislação brasileira. Neste experimento, foi adicionado uma quantidade elevada de açúcar ao mosto. Seria necessária a realização de uma diluição na aguardente obtida até chegar a 54% o seu teor alcoólico, para assim satisfazer os requisitos exigidos pela norma.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização deste experimento e suas devidas análises, conclui-se, portanto, que é possível a produção de aguardente a partir da casca e miolo da maçã, tendo em mente as normas, leis e os procedimentos corretos. Obteve-se um resultado satisfatório com a produção de aguardente cujo teor alcoólico foi de 53%, que está adequado às normas, sendo assim, considerada boa para a produção e consumo desta aguardente. Abre-se, portanto, o artigo, para futuras pesquisas sobre o aprimoramento das condições da aguardente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPM. **Maçã Brasileira**. Disponível: em <abpm.org.br>. Acesso em: out. 2019.
- AGEITEC. **Árvore do conhecimento: Cana-de-açúcar. Cachaça**. 2008. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT000fiog1ob502wyiv80z4s473agi63ul.html>>. Acesso em: ago. 2019
- ALAMBIQUE CACHAÇA EXCELÊNCIA. **Alambique de Cobre**. 2018. Disponível em: <[https://www.tripadvisor.com.br/LocationPhotoDirectLink-g1927726-d12931050-i282091226-Alambique\\_Cachaca\\_Excelencia-Passa\\_Quatro\\_State\\_of\\_Minas\\_Gerais.html](https://www.tripadvisor.com.br/LocationPhotoDirectLink-g1927726-d12931050-i282091226-Alambique_Cachaca_Excelencia-Passa_Quatro_State_of_Minas_Gerais.html)>. Acesso em: ago. 2019.
- ALCARDE, A. R. et al. Composição química de aguardentes de cana-de-açúcar fermentadas por diferentes cepas de levedura *Saccharomyces cerevisiae*. **Química Nova**, v. 35, n. 8, p. 1612-1618, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422012000800022](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000800022)>. Acesso em: mai. 2019.
- ALCARDE, A.; et al. Qualidade química de cachaças e de aguardentes brasileiras. **Ciênc.Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27,n.4,p.897-901, 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/250045347\\_Qualidade\\_quimica\\_de\\_cachacas\\_e\\_de\\_aguardentes\\_brasileiras](https://www.researchgate.net/publication/250045347_Qualidade_quimica_de_cachacas_e_de_aguardentes_brasileiras)>. Acesso em: mai. 2019.
- ASQUIERI, E.R.; SILVA, A.G.M.; CÂNDIDO, M.A. et al. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 896-904, 2009.
- BANGGOOD. **Destilador do álcool etílico de 12/20 / 35L ainda Moonshine o vinho que faz ferramentas a caldeira - 35L**. Suprimentos Laboratoriais e Científicos. 2019. Disponível em: <<https://pt.banggood.com/122035L-Alcohol->



Ethanol-Distiller-Home-Brew-Still-Moonshine-Wine-Making-Tools-Boiler-p-1354506.html?ID=521078&cur\_warehouse=CN>. Acesso em: ago. 2019.

BARBOSA, E. F. **Avaliação da atividade da invertase de *Saccharomyces cerevisiae* imobilizada em polianilina sobre o caldo de cana**. 2009. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <[https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/1251/1/Dissertacao\\_Eduardo\\_Fernandes\\_Barbosa.pdf](https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/1251/1/Dissertacao_Eduardo_Fernandes_Barbosa.pdf)>. Acesso em: ago. 2019.

BASSO, T. O. **Melhoramento da fermentação alcoólica em *Saccharomyces cerevisiae* por engenharia evolutiva**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BELTRAN, M.H.R. Destilação: a arte de “extrair virtudes”. **Química nova na escola**. nov. 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/historia.pdf>>. Acesso em: ago. 2019.

BITTENCOURT, C.C. et al. **A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e *packinghouse***. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, ago. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S003476122011000400013&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S003476122011000400013&script=sci_arttext&tlng=pt)>. Acesso em: abr. 2019.

BORTOLI, Daiane A. da S. et al. Leveduras e produção de cervejas- Revisão. **Bioenergia em Revista: Diálogos** (ISSN: 2236-9171), v. 3, n. 1, p. 45-58, 2013.

BOZA, Y.; HORII, J. **Influência da destilação sobre a composição e a qualidade sensorial da aguardente de cana-de-açúcar**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 18, n. 4, p. 391-396, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 13, DE 29 DE JUNHO DE 2005**: Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. Brasília, 2005. 5p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 15, DE 31 DE MARÇO DE 2011**: Padrões de identidade e qualidade para bebidas alcoólicas. Brasília, 2011. 7p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto Nº 2.314 de 4 de setembro de 1997**: Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília, 1997. 31 p.

CACHAÇA CURTIDA. Pinterest. 2019. Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/638385315902017612/>>. Acesso em: ago. 2019.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. **Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (Quercus alba L.)**. *Food Science and Technology*, v. 18, n. 2, p. 169-175, 1998.

CAVALCANTE, S.S. **Determinação das características físico-químicas da cachaça de Alambique produzidas e comercializadas na Paraíba**. 2017. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)– CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS, UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA, CATOLÉ DO ROCHA, 2017. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/13968/1/PDF%20-%20Samara%20da%20Silva%20Cavalcante.pdf>>. Acesso em: abr. 2019.

COURLET, C. **Novas dinâmicas de desenvolvimento e Sistemas Industriais Localizados**. (SIL). *Ensaio Fee*, v. 14, n. 1, p. 9-25, 1993. Disponível em: <https://revistas.fee.tche.br/index.php/ensaio/article/viewFile/1549/1936>. Acesso em: ago. 2019.

GASQUES, J.C; BACCHI,M.R.P; BASTOS,E.T.**Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira de 1975 a 2016**. Carta de Conjuntura. Nota Técnica IV. 2018. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/180302\\_cc38\\_nt\\_crescimento\\_e\\_producao\\_da\\_agricultura\\_brasileira\\_1975\\_a\\_2016.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/180302_cc38_nt_crescimento_e_producao_da_agricultura_brasileira_1975_a_2016.pdf)>. Acesso em: mai. 2019.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo. Editora Nobel, 1998.

GONÇALVES, C. M. **Avaliação das boas práticas de fabricação da cachaça de alambiques no estado da Bahia como suporte para desenvolvimento biotecnológico dos processos produtivos da bebida**. 2009. 174 p. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia).Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de Feira de Santana, Bahia.

HAGUENAUER, L.; MARKWALD, R.; POURCHET, H. **Estimativas do valor da produção industrial e elaboração de coeficientes de exportação e importação da indústria brasileira: 1985-96**. 1998. Acesso em: ago. 2019.

JÚNIOR et al. O setor de bebidas no Brasil. **Bebidas BNDES Setorial** n. 40, p. 93-130. 2010. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3462/1/BS%2040%20O%20setor%20de%20bebidas%20no%20Brasil\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3462/1/BS%2040%20O%20setor%20de%20bebidas%20no%20Brasil_P.pdf). Acesso em: set.2019.

JUNIOR, D.C.A. **Autorização ANP nº 634 de 15/12/2009**. 2009. Disponível: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=7620>>. Acesso em: ago. 2019.

LIMA, L.L.A.; FILHO, A. B. M. **Tecnologia de bebidas**. Recife: EDUFRPE, 2011.126 p. Disponível em: [http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Tecnologia\\_de\\_Bebidas.pdf](http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Tecnologia_de_Bebidas.pdf). Acesso em: ago. 2019.

MENEZES, T.J.B. **Etanol, o combustível do Brasil**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., p.141-178, 1980.

MORAIS, D. O. C.; BARBIERI, J. C. Mecanismos de governança para gestão da sustentabilidade em cadeia de suprimentos: casos de indústrias no Brasil. In: XXII SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS. **Repositório FGV de Conferências**. São Paulo: FGV SB Sistema de Bibliotecas – Biblioteca Digital, 2018. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ocs/index.php/simpoi/simpoi2019/paper/view/6684>. Acesso em: ago. 2019.

MORAIS, J.P.S. et al. **Valorização dos resíduos da agroindústria**. 2005. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Joao\\_Paulo\\_Saraiva\\_Morais2/publication/259850615\\_Valorizacao\\_de\\_residuos\\_da\\_agroindustria/links/548f2f3c0cf214269f2637c1/Valorizacao-de-residuos-da-agroindustria.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Joao_Paulo_Saraiva_Morais2/publication/259850615_Valorizacao_de_residuos_da_agroindustria/links/548f2f3c0cf214269f2637c1/Valorizacao-de-residuos-da-agroindustria.pdf)>. Acesso em: abr. 2019.

MORO, K. I. B. **Desenvolvimento e caracterização de aguardente de frutas a base de polpa de banana (*musa sp.*) e de suco de abacaxi (*ananás comusus (L) merril*)**. 2016. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5792/MORO%2C%20KARINE%20INES%20BOLSON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: ago. 2019.

MUCELIN, C.A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a08v20n1>>. Acesso em: abr. 2019.

NOGUEIRA, A. et al. Avaliação da fermentação alcoólica do extrato de bagaço da maçã. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 187-194, abr./jun. 2005. Disponível em: <[http://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/571/ARTIGO\\_Avalia%c3%a7%c3%a3oFermenta%c3%a7%c3%a3oAlcoolica.pdf?sequence=1](http://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/571/ARTIGO_Avalia%c3%a7%c3%a3oFermenta%c3%a7%c3%a3oAlcoolica.pdf?sequence=1)>. Acesso em: mai. 2019.

PACHECO, T. F. **Fermentação alcoólica com leveduras de características flocculantes em reator tipo torre com escoamento ascendente**. 2010. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2010.

PAGANINI, C. et al. **Aproveitamento de bagaço de maçã para a produção de álcool e obtenção de fibras alimentares**. 2005. Acesso em: ago. 2019. Pós-Graduação em Biotecnologia. Feira de Santana, BA, 2009.

RECH, S.; CARIO, S. A. F.; AUGUSTO, C. A. **Avaliação conjuntural da produção e comercialização da maçã em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul: aspectos comparativos**. Indicadores Econômicos FEE, v. 42, n. 1, p. 89-106, 2014.

ROSA, M. F. et al. Valorização de resíduos da agroindústria. II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS–II SIGERA. **Palestras**. Foz do Iguaçu, PR, v. 1, p. 98-105, 2011. Disponível em: <http://www.sbera.org.br/2sigera/obras/p12.pdf>.

**SACCHAROMYCES** *cerevisiae*. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces\\_cerevisiae](https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae)>. Acesso em: ago. 2019.

SAKAI, R. Árvore do conhecimento: Cana de açúcar. **Tudo sobre cachaça no Brasil**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2009. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT000fiog1ob502wyiv80z4s473agi63ul.html>>. Acesso em: mar.2019.

SALOMÃO, B.C.M. **Detecção de patulina e desinfecção de maçãs destinadas à produção de suco**.2009. 240 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)– Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2009. Disponível em: <http://www.pgeal.ufsc.br/files/2011/01/TESE-DE-DOCTORADO-FINAL-VERS%C3%83O-LIVRO-Beatriz-Salom%C3%A3o-27-agosto.pdf>>. Acesso em: mai. 2019.

SARTORI, E. R.; et al. **Construção e Aplicação de um Destilador como Alternativa Simples e Criativa para a Compreensão dos Fenômenos Ocorridos no Processo de Destilação**. 2009. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_1/10-EEQ-0308.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/10-EEQ-0308.pdf). Acesso: set.2019.

SILVA, J. d; JESUS, J. C.; RODRIGUES, C. I. Noções sobre Fermentação e Produção de Álcool na Fazenda. **J. d. Silva, Produção de Álcool na Fazenda**, p. 383, 2011.

SIMIONE, F.J.; PEREIRA, L.B. **Cadeia agroindustrial da maçã: uma análise da estrutura de governança sob a ótica da economia dos custos de transação**. 2012. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/12/04O231.pdf>>. Acesso em: ago. 2019.

SORATTO, A. N.; VARVAKIS, G.; HORII, J. A certificação agregando valor à cachaça do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 681-687, 2007. Acesso em: ago. 2019.

SOUSA, J. L. U.; MONTEIRO, R. A. B. Fatores interferentes na fermentação alcoólica para a produção de etanol. **FAZU em Revista**, n. 08, 2012. Acesso em: ago. 2019.

SÓ BIOLOGIA. **Fermentação alcoólica**. 2008. Disponível em: [https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica3\\_2.php](https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica3_2.php)>. Acesso em: ago. 2019.

STEFFENS, J.et al. **Desempenho de filtros fibrosos operando na remoção de partículas nanométricas de aerossóis**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia

Química). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007. Disponível em: [http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=115196](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=115196). Acesso: ago. 2019.

STREIT, F. et al. **Estudo do aproveitamento do bagaço de maçã para produção de quitosana fúngica**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO). NEPA, UNICAMP, 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p. Disponível em: <[http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=taco\\_4\\_versao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf)>. Acesso em: set 2019.

TOSETTO, G. M. et al. **Influência da matéria-prima no comportamento cinético de levedura na produção de etanol**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Departamento de processos biotecnológicos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267622/1/Tosetto\\_GiseleMantei\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267622/1/Tosetto_GiseleMantei_M.pdf)>. Acesso em: set.2019.

VERGARA, S.; SILVA, H. Organizações artesanais: um sistema esquecido na teoria das organizações. **Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa**, v. 6, n. 3, p. 32-38, 2007. Acesso em: ago. 2019.

VILELA, A. F. **Estudo da adequação de critérios de boas práticas de fabricação na avaliação de fábricas de cachaça de alambique**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MBSA-7KUMG7>. Acesso em: ago. 2019.

VILLAS-BÔAS, S. G. **Conversão do bagaço de maçã por *Cândida utilis* e *Pleurotus ostreatus* visando a produção de suplemento para ração animal**. Florianópolis: UFSC, 2001. 126p. Disponível em: <[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSC\\_7903ddc3370c4524503c21024f2574f6](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSC_7903ddc3370c4524503c21024f2574f6)>. Acesso em: mai.2019.