



Universidade Federal  
de Campina Grande

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS



## **RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

**Acompanhamento do processo produtivo em R. Fernandes & CIA – Engenho São Paulo**

**Thays Muniz Barreto Magalhães**

Campina Grande - PB

2019

**THAYS MUNIZ BARRETO MAGALHÃES**

**Acompanhamento do processo produtivo em R. Fernandes & CIA – Engenho São Paulo**

Relatório de Estágio Supervisionado  
apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos,  
da Universidade Federal de Campina Grande, para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de  
Alimentos.

**Orientador: Prof. Dr. Hugo Miguel Lisboa  
Oliveira**

Campina Grande - PB

2019



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

## **THAYS MUNIZ BARRETO MAGALHÃES**

### **Acompanhamento do processo produtivo em R. Fernandes & CIA – Engenho São Paulo**

Relatório de Estágio Supervisionado defendido em 05 de Julho de 2019, pela banca examinadora constituída por:

#### **Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Hugo Miguel Lisboa Oliveira  
UAEAlí/CTRN/UFCG - Orientador

---

Msc. Sâmela Leal Barros - Examinadora  
Engenharia Agrícola – CTRN/ UFCG

---

Msc. Mylena Olga Pessoa Melo - Examinadora  
Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - CTRN/UFCG

## AGRADECIMENTOS

Ao longo da vida, encontramos pessoas que fazem nosso caminhar mais leve e bonito, que dão a vida um significado, que nos arrancam o sorriso em meio a um dia difícil e força para alcançar os sonhos.

Agradeço primeiramente a Deus, pois Ele me sustentou até aqui, me dando força, consolo e acima de tudo sendo meu fiel Amigo!

Aos meus pais Hélio Antônio Magalhães e Neyr Muniz Barreto, por toda minha formação. Mainha, obrigada por pensar sempre em mim, por ser meu porto seguro. Painho, obrigada por ser o exemplo de nunca desistir do que sonhamos.

A Tiago Miranda, por ser meu maior incentivador, meu companheiro e amigo, por tanta paciência, dedicação em me ouvir e aconselhar com tanto amor e preocupação nesse momento.

Gostaria de agradecer aos meus amigos de graduação, que se tornaram uma verdadeira família, que juntos dividimos momentos bons e ruins, e me auxiliaram por inúmeras vezes. E hoje estão participando mais uma amiga, porque essa conquista também pertence a eles, muito obrigado por tudo, em especial: Amanda Priscilla, Diego França, Douglas Vinicius, Eudson Gustavo, Henrique Valentim, Jeane Maria, Mylena Olga, Sâmela Leal, Susy Larrinny e Vinicius Azevedo. Apesar das dificuldades, vocês fizeram parecer tudo mais leve. Peço a Deus que recompense a cada um, com toda sorte de bênçãos, caminhando em constante vitória.

A minha supervisora Luciana Loureiro Fernandes, pela oportunidade que foi aberta na empresa, pela confiança depositada, por todo empenho e dedicação em passar sua experiência e me fazer aprender durante o estágio.

E todos que fazem parte do Engenho São Paulo, por todos os dias vividos juntos, por todas experiências passada, por todas as orientações e ajuda, á toda equipe que sempre estava disposta a me ajudar e me fazer crescer, desde setor de produção ao setor de direção.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Hugo Miguel Lisboa Oliveira, pela confiança depositada, por acreditar que eu seria capaz de realizar esse trabalho de pesquisa, pela motivação, pelo empenho nas orientações, pela paciência e incansável disposição de me ajudar durante o Curso, por me fazer crescer academicamente.

*“Muitos abandonam os seus sonhos  
pois os veem inatingíveis, no cume da mais alta montanha.  
Rendem-se ao esforço da escalada  
sem imaginar que, a cada degrau conquistado, mais fôlego haverá.”*  
**Cassio Engel**

## Terminologia

- Bagaço: Resíduo fibroso resultante da extração do caldo de cana.
- Caldo primário: Caldo extraído da primeira unidade de esmagamento do conjunto de moendas.
- Dornas: Recipientes nos quais os mostos são submetidos ao processo fermentativo, sendo transformados em vinho.
- Pé de Cuba: Suspensão de células de leveduras concentradas, que garantem a fermentação de determinado volume de mosto em condições econômicas.
- Graus GL (°GL): Percentagem de álcool, em volume.
- Mosto: Líquido açucarado capaz de fermentar
- Óleo de fúsel: Mistura concentrada das impurezas do flegma.
- Retificação: Operação de purificação e concentração do flegma.
- Vinhaça: Resíduo aquoso da destilação, que contém todas as substâncias não voláteis e alguns voláteis do vinho.
- Vinho: Produto de fermentação do mosto ou mosto fermentado.
- Embebição: Água aplicada ao bagaço durante o processo de extração.
- Sacarose: Principal produto da cana, dissacarídeo de fórmula  $C_{12}H_{22}O_{11}$
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Mín. - mínimo
- Máx. - máximo
- ITEP - Instituto de Tecnologia de Pernambuco
- ART- Açúcares Redutores Totais
- °Brix – Teor de Sólidos Solúveis

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....</b>	<b>10</b>
<b>3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....</b>	<b>11</b>
<b>4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>13</b>
4.1 Breve histórico .....	13
4.2 Cachaça.....	14
4.3 Processo Produtivo da Cachaça .....	16
4.3.1 Recepção.....	16
4.3.2 Moagem .....	17
4.3.3 Filtração e Decantação.....	17
4.3.4 Fermentação.....	18
4.3.5 Destilação .....	19
4.3.6 Descanso e Envelhecimento .....	20
4.3.7 Filtração .....	21
4.4 Composição Química.....	21
4.5 Matéria prima para produção da cachaça .....	22
4.5.1 Cana-de-açúcar .....	22
4.5.2 Leveduras.....	22
4.6 Consumo – Mercado Interno e Externo .....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
<b>CAPITULO I – ACOMPANHAMENTO DE ANÁLISES LABORATORIAIS DE ROTINA NA PRODUÇÃO DA CACHAÇA DE ALAMBIQUE .....</b>	<b>28</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>28</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
2.1 Análises Físico-Químicas .....	30
2.1.1 Sólidos Solúveis - °Brix.....	30
2.1.2 Açúcares Redutores Totais – ART .....	30
2.1.3 Câmara de Neubauer .....	31
2.1.4 Determinação da acidez volátil.....	31
2.1.5 Teor Alcoólico .....	32
2.2 Parâmetros do Processo de Produção .....	32
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
3.1 Campo.....	33



3.2	Moenda e Alimentação .....	33
3.3	Câmara de Neubauer.....	35
3.4	Fermentação.....	36
3.5	Destilação.....	37
3.6	Parâmetros do Processo de Produção .....	37
<b>4.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
<b>CAPITULO II – AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS DE REDESTILAÇÃO E PURIFICAÇÃO COM CARVÃO ATIVADO DA CACHAÇA DE ALAMBIQUE, PARA PRODUÇÃO DE VODCA.....</b>		
	<b>RESUMO.....</b>	<b>41</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
2.1	Planejamento Experimental .....	42
2.2	Moagem, Alimentação das dornas e Fermentação .....	44
2.3	Destilação e Retificação.....	44
2.4	Filtração .....	44
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
3.1	Moenda e Alimentação .....	45
3.2	Câmara de Neubauer.....	46
3.3	Vinho .....	47
3.4	Destilação e Retificação.....	47
<b>4.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>51</b>
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
<b>CAPITULO III– AVALIAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DE CONTROLE DE QUALIDADE DURANTE O PROCESSAMENTO DA CACHAÇA.....</b>		
	<b>RESUMO.....</b>	<b>53</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>55</b>
2.1	Acompanhamento das Boas Práticas de Fabricação.....	55
2.2	Aplicação da ferramenta do controle de qualidade.....	56
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS E DICUSSÃO.....</b>	<b>56</b>
3.1	Acompanhamento das Boas Práticas de Fabricação.....	56
3.2	Aplicação da ferramenta do controle de qualidade.....	58
<b>4.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>60</b>
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61

## 1. INTRODUÇÃO

A cachaça é uma bebida alcoólica brasileira que tem obtido destaque nos mercados nacional e internacional, sendo a segunda bebida alcoólica mais consumida no Brasil e a terceira bebida destilada consumida no mundo. O setor tem sido responsável por expressivos faturamentos e por boa parte de empregos gerados através da mão de obra brasileira. Estima-se que são produzidos 800 mil litros de cachaça anualmente, distribuídos entre 12 mil unidades produtivas presentes em todo o país, embora a capacidade instalada seja de, aproximadamente, 1,2 bilhão de litros ao ano (IBRAC, 2018).

A bebida foi produzida pela primeira vez ainda no Brasil Colônia e desde a primeira produção, tem sido crescente o número de adeptos a seu consumo. O ato de beber cachaça possui as mais peculiares simbologias. Em momentos tristes, a bebida é utilizada como consolação; em momentos alegres, como comemoração; no inverno, como aquecimento para o corpo, e, no verão, para refrescamento. Apesar das motivações para o consumo serem diversas, a paixão do brasileiro pela cachaça é sempre a mesma. Seja no século XV, seja nos dias atuais, os admiradores da bebida são fiéis. Tendo-se em vista essa rica trajetória histórica e os efeitos culturais, sociais e simbólicos atrelados à bebida, este ensaio teórico possui um caráter reflexivo. Torna-se necessário, diante de tal contexto, uma compreensão sobre o processo de institucionalização da cachaça como bebida genuinamente brasileira (PAIVA et al., 2018).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Descrever as atividades realizadas durante todo o período de estágio, visando à otimização dos processos realizados no Engenho São Paulo, através da aplicação dos conhecimentos adquiridos nas diversas disciplinas do curso de Engenharia de Alimentos.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Acompanhamento de análises laboratoriais de rotina;
- Acompanhamento nas análises microbiológicas e físico-químicas;
- Acompanhamento nos indicadores de qualidade de produção;
- Acompanhamento de desenvolvimento de novos produtos;
- Coleta de dados de produção de novos produtos;
- Avaliação das Boas Práticas de Fabricação;
- Aplicação de ferramentas de controle de qualidade.

### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa R. Fernandes & CIA – Engenho São Paulo foi fundada no ano de 1909, está localizada no município de Cruz do Espírito Santo, nas várzeas do Rio Paraíba, a 28km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, na região Nordeste do Brasil.

Iniciou suas atividades no início do século XX, com a produção voltada principalmente para açúcar mascavo, mel e rapadura. No final da década de 1930, com a queda no consumo destes produtos, o Engenho São Paulo direcionou sua produção para a cachaça de alambique.

Após 100 anos, o Engenho São Paulo conta com um moderno parque industrial que utiliza tecnologia de ponta para a produção de cachaça e grande diferencial no processo de fermentação: todas as cepas das leveduras utilizadas no seu processo produtivo são selecionadas a partir da cana de açúcar produzida no próprio engenho e só então multiplicadas no laboratório de microbiologia. Este controle resultou em um aumento expressivo na produtividade como também na qualidade da cachaça produzida.



**Figura 1-** Foto do Engenho São Paulo.

O engenho possui uma engenheira de alimentos, responsável pela produção da cachaça, produção da bebida mista alcoólica e testes realizados, Luciana Loureiro Fernandes que foi a supervisora do estágio e com um técnico de laboratório, para auxílio nas análises laboratoriais.

Atualmente o Engenho São Paulo é o maior produtor de Cachaça de Alambique do Brasil, com uma capacidade de produção anual de 6 milhões de litros. Possui um grande portfólio de cachaças possuindo sua linha Tradicional, com as marcas: São Paulo, São

Paulo Cristal, Caipira, e Caipira Mini. E sua linha Premium, com as marcas: Cigana, Cigana Carvalho e São Paulo Amburana.

Em fevereiro de 2019, o Engenho São Paulo lançou seu novo produto, uma bebida mista alcoólica Fly One, desenvolvida pela mistura da cachaça, água, açúcar, aromatizantes e aditivos, com teor alcoólico rebaixado a 12°GL, é constituída por seis sabores diferentes: Abacaxi com hortelã, frutas vermelhas, grappe fruit, limão com gengibre, maracujá e tangerina com pimenta.

**Tabela 1-** Portfólio da empresa

<b>Produto</b>	<b>Descrição</b>
<b>Cachaça São Paulo - 1000ml</b>	Cachaça São Paulo passa por um período de descanso de no mínimo quatro meses em pipas de madeira Freijó. Prêmios: 2009: Medalha de Prata do Concurso Brasileiro de Cachaça.
<b>São Paulo Cristal - 355mL</b>	São Paulo Cristal é o resultado da mistura da cachaça mono destilada com a bidestilada. Prêmios: 2008 e 2010: Medalha de Prata do Concurso Brasileiro de Cachaça; 2013: 1° lugar no Concurso Paraibano de Cachaça; 2014: Medalha de Ouro no San Francisco World Spirits Competitio
<b>Cachaça Caipira Mini – 275mL</b>	Cachaça Caipira é a mistura perfeita das cachaças mono e bidestiladas na qual resulta em um sabor suave e aveludado. Prêmios: 2013: 2° lugar no Concurso Paraibano de Cachaça
<b>Cigana – 1000mL</b>	A Cachaça Cigana, exportada há mais de vinte anos para os Estados

---

Unidos, é uma cachaça bidestilada que fica armazenada por pelo menos um ano em pipas de madeira Freijó. Prêmios: 2009: Medalha de Ouro no Concurso Brasileiro de Cachaça

**Cigana Carvalho – 1000mL**

A Cigana Carvalho é uma cachaça bidestilada que faz parte de nossa linha de bebidas para exportação. Depois de produzida, vai para tonéis de carvalho com capacidade de 200 litros, onde fica envelhecendo por período não inferior ao de três anos, adquirindo com isto um sabor inigualável.

**Amburana – 700mL**

Cachaça São Paulo Amburana é uma mistura de cachaças de madeira de Amburana, Carvalho e Freijó. Seu sabor é suave e ligeiramente doce.

**Fly One – 275 ml**

Bebida alcoólica mista recém lançada no mercado, composta por uma mistura de cachaça são Paulo, água potável, açúcar, acidulante, regulador de acidez, aromatizante e corantes.

---

#### **4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

##### **4.1 Breve histórico**

Segundo historiadores relatam que no ano de 1531, no processo de fabricação do açúcar, os escravos realizavam a colheita da cana e, após ser feito o esmagamento dos caules, cozinhavam o caldo em enormes tachos até se transformarem em melado. Nesse processo de cozimento, era fabricado um caldo mais grosso, chamado de cagaça, que era comumente servido junto com as sobras da cana para os animais. Esse hábito fazia com que o melado esquecido no fogo e depois escondido do feitor, fermenta-se, após evaporar, condensou-se no teto do engenho e seria gotejado, dando origem à denominação “pinga”

ou ainda a potoca que afirma ser o termo “aguardente” advinda de uma suposta ardência do líquido em contato com as feridas nas costas do escravo vítima dos castigos, onde recebeu o nome de “água ardente” (SOUZA, 2010).

Não existem documentos históricos que comprovem as especificidades sobre o surgimento da cachaça e, portanto, existem poucas certezas sobre a real origem do produto. Ainda não foi obtido um consenso entre os autores sobre a data e descobrimento do processo de produção da bebida (CAVALCANTE, 2011). Porém, a Associação Mineira de Produtores de Cachaça de Qualidade- AMPAQ (2019) informa que a bebida teria surgido entre os séculos XVI e XVII.

Apesar das divergências quanto à origem da cachaça, não existem dúvidas que, depois de seu surgimento, ela se tornou uma “paixão” tanto dos brasileiros, quanto dos estrangeiros que experimentavam a bebida. Do século XVI até os dias atuais, a cachaça tem exercido papel semelhante ao da cerveja na Inglaterra e de muitas bebidas em diversas outras sociedades, como o vinho em Portugal, a vodca na Rússia ou o uísque na Escócia (SILVA, 2009).

#### **4.2 Cachaça**

Segundo o Decreto no 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994 e que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas:

*Cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38 a 48% volume a 20 °C, obtida do mosto fermentado de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares (BRASIL, 2009).*

Cachaça é uma bebida genuinamente brasileira, apreciada em todo o mundo e que vem sendo cada vez mais valorizada pelos seus consumidores, deixando para trás aquela imagem de bebida de baixa qualidade, sendo agora comparada com destilados considerados nobres como o uísque e a vodca (SEBRAE, 2014). Segundo a ABRABE (2019), é a bebida fermento-destilado mais antigo e mais consumida no Brasil.

O destilado da cachaça é constituído principalmente por dois componentes majoritários que são o álcool e a água, os demais compostos secundários e suas respectivas concentrações são formados, em diferentes níveis, tais como, compostos orgânicos, os quais são incorporados ao longo de todo o processo produtivo, sendo

conhecidos como congêneres (ácidos orgânicos, ésteres, aldeídos e álcoois superiores), que dão a cada cachaça características peculiares em relação ao sabor, aroma e flavor.

A produção de cachaça no Brasil, do ponto de vista tecnológico, pode ser segmentada em dois tipos: artesanal e industrial. A conjuntura atual da cadeia produtiva da cachaça de alambique e da cachaça industrial no Brasil é de profunda modificação institucional e legislativa, com ênfase na melhoria da qualidade da bebida e na ampliação das exportações e do consumo interno, e nesse contexto, o estado da Paraíba está incluso (SILVA, 2011).

O processo artesanal é realizado por batelada, em pequenos volumes, em destiladores denominados “alambiques”, geralmente de cobre. Já no processo industrial, a destilação é feita de forma contínua, em equipamentos denominados colunas de destilação, nos quais o volume de produção é maior, com fluxo constante (FEITOSA, 2005).

Cachaça de alambique é a bebida com graduação alcoólica de 38% a 54% v/v, à temperatura de 20°C, obtida pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar, em alambique de cobre, sem adição de açúcar, corante ou outro ingrediente qualquer. A Cachaça de Minas corresponde à fração denominada “coração”, que vem a ser a parte destilada, de mais ou menos 80% do volume total, que fica entre as frações “cabeça” e “cauda” ou “água fraca” (AMPAQ, 2019).

O mercado de cachaça artesanal ou de alambique tem crescido continuamente nos últimos anos, especialmente na última década, e isso é um reflexo dos programas governamentais de incentivo aos pequenos produtores, que são responsáveis por 30% da produção de cachaça em todo o Brasil.

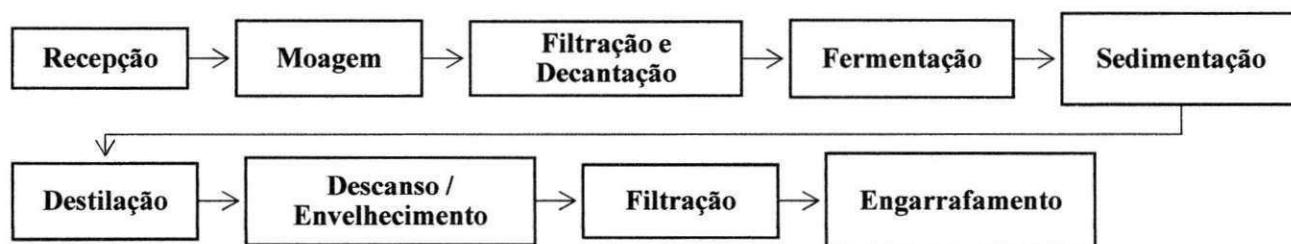
Segundo o Instituto Brasileiro de Cachaça – IBRAC (2019) a produção da cachaça anual é em média de 1,2 bilhões de litros por ano, possuindo aproximadamente 4 mil marcas registradas, ocasionando assim cerca de 600 mil empregos, de forma direta e indireta.

A cachaça é categoria de bebidas que mais investe em controle de qualidade e marketing para mudar de status, eliminar o preconceito que sempre ameaçou a bebida e prosperar no mercado internacional. As empresas têm tornado as garrafas mais sofisticadas, detalhes que surtiram efeitos na estratégia de internacionalização (MARTINS, 2013).



### 4.3 Processo Produtivo da Cachaça

A figura a seguir mostra ao fluxograma da produção da cachaça de alambique produzida no Engenho São Paulo.



**Figura 2** – Fluxograma da produção de cachaça de alambique do Engenho São Paulo.

#### 4.3.1 Recepção

A matéria-prima utilizada na produção da cachaça é a cana de açúcar, sendo assim a mesma utilizada no processo é cortada em pequena amostra de cada talhão que será moído durante a safra, e submetida à análise de PUI que indica o índice de maturação da cana-de-açúcar e também uma previsão da possível data de corte do talhão. Após a cana-de-açúcar atingir o índice de maturação ideal, os funcionários do campo da empresa realizam o corte e o transporte da mesma até o engenho.

A primeira etapa do fluxograma da cana-de-açúcar destinada à produção de cachaça é a recepção e pesagem da cana-de-açúcar, que visa avaliar a qualidade inicial que a matéria-prima apresenta. Nesta etapa é verificado o teor de sacarose, expresso em graus “Brix”, que indica se a cana foi colhida no seu ponto ideal de maturação, que é verificado quando o teor de sacarose da cana-de-açúcar coletada esteja em torno de 15°Brix, como também é verificada a quantidade de açúcares redutores totais ART.

Ainda na etapa da recepção certifica-se que o corte desta cana foi realizado em período menor que 24 horas ao exposto e direcionado a moagem no pátio, pois após esse período de tempo a cana-de-açúcar começa a perder seu teor de açúcar e consequentemente ao processando uma matéria-prima com baixa qualidade e possíveis contaminações microbiológicas devido ao longo período exposto no pátio.

Após a etapa da recepção, a cana-de-açúcar vai para a etapa de limpeza, onde passa por uma lavagem no pátio com jatos de pressão para retirar toda e qualquer impureza contida: torrões de terras, insetos e resíduos de outras naturezas. É necessário que a matéria-prima esteja limpa, para reduzir o risco de contaminações. Após a limpeza, a

cana-de-açúcar está pronta para a moagem, etapa essencial para a fabricação de qualquer subproduto a partir dessa matéria-prima.

#### **4.3.2 Moagem**

A moagem é feita utilizando ternos de moenda, que podem ser únicos ou múltiplos, agrupados na unidade de moagem de funcionamento simultâneo. Quanto maior a quantidade de moendas, melhor a extração. Ao passar pelo primeiro terno obtém-se menor rendimento devido ao retorno da cana-de-açúcar e por isso no segundo terno é realizada a embebição composta, com caldo extraído do primeiro terno e água, submetendo-o assim a um novo processo de compressão.



**Figura 3-** Processo de moagem da cana-de-açúcar.

No terceiro terno é realizada a embebição simples, onde é utilizada apenas água. O bagaço resultante da extração do caldo do último terno da moenda é utilizado como combustível para as caldeiras.

A embebição consiste na aplicação de água ou mistura de água mais caldo de cana sobre o bagaço que está sendo processado com a finalidade de diluir a sacarose contida no bagaço, aumentando a extração do açúcar no esmagamento posterior. Sem este procedimento a eficiência da extração situa-se baixo para os engenhos e usinas.

#### **4.3.3 Filtração e Decantação**

Em seguida, o caldo é submetido às etapas de filtração com objetivo de remover diversas impurezas presentes no caldo de cana após a moagem, como bagacilho e terra, que podem ser fonte de contaminações microbianas durante a fermentação. As partículas

mais densas se deslocam para o fundo por meio do processo de decantação, originando-se o mosto, que é o produto com condições apropriadas para a fermentação (OLIVEIRA, 2010).

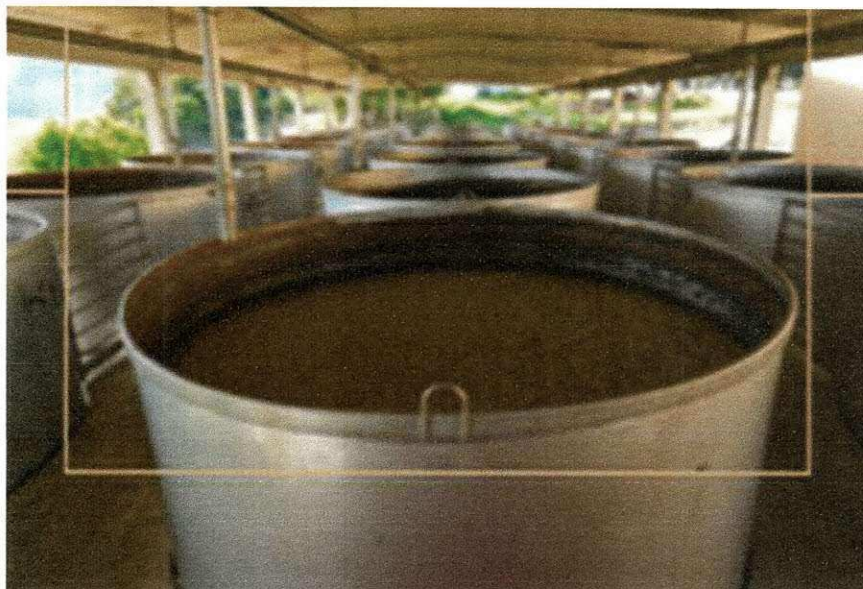
O caldo, denominado de mosto está pronto para ser fermentado na presença de fermento, usualmente chamado de “pé-de-cuba”, é durante a etapa da fermentação que ocorre a transformação dos açúcares fermentescíveis em álcool e CO<sub>2</sub>. Esta etapa dura cerca de 24 horas, e é uma das principais etapas do processo. Na fermentação, há o processo de crescimento das leveduras no laboratório de microbiologia do engenho, as leveduras selecionadas são multiplicadas até que atinjam o nível industrial e são armazenadas em dornas chamadas de pré-fermentadores, com capacidade de 20000L, possuindo um sistema de aeração.

#### **4.3.4 Fermentação**

Durante a fermentação, o açúcar e outros constituintes do mosto são metabolizados pelo fermento produzindo etanol, CO<sub>2</sub> e outros produtos que são responsáveis pela qualidade da bebida.

O engenho São Paulo dispõe de 27 dornas de fermentação com capacidade 25000L na qual se utiliza 16000L de caldo de cana com aproximadamente 6000L de pé de cuba em cada bateada de fermentação.

A fermentação se inicia quando há a interação entre o mosto e as leveduras presentes no pé-de-cuba, e apresenta três fases distintas: a fase preliminar; a principal (tumultuosa) e a complementar. A fase preliminar dura aproximadamente 4 horas e é caracterizada por apresentar alta multiplicação celular, baixo aumento da temperatura e pouca produção de gás carbônico. A fase principal (tumultuosa) dura cerca de 12 a 16 horas, e é caracterizada por alta produção de gás carbônico responsável pela agitação do mosto na dorna, normalmente surge grossas, viscosas com grandes bolhas, assim como o aumento da temperatura. A fase complementar, dura entre 4 e 6 horas, apresenta declínio da produção de CO<sub>2</sub> e da temperatura, enquanto o açúcar restante é consumido pelas leveduras.



**Figura 4** – Operação de fermentação do mosto.

Terminada a fermentação do mosto, onde o caldo passa a ser chamado de “vinho” possui aproximadamente 7% (v/v) de volume alcoólico, é feita uma sedimentação e separação do fermento, estando o “vinho” pronto para a destilação e o fermento reservado para uma dorna vazia para a próxima fermentação, chamando assim de batelada com reciclo de inóculo.

#### **4.3.5 Destilação**

Destilação é o processo de volatilizar líquidos pelo aquecimento, condensando-os a seguir, objetivando especialmente a purificação ou formação de produtos novos por decomposição de frações (VENTURINI FILHO, 2016).

O “vinho” da cachaça é constituído de água, aldeídos, ácido acético, álcool etílico e gás carbônico, que são substâncias voláteis e os sais minerais e bactérias, que são as substâncias não voláteis. A destilação funciona como um processo termoquímico com finalidade de separar essas substâncias. Que ocorre através de uma fervura do vinho dentro do alambique e a geração de vapores, onde as substâncias voláteis sofrem um resfriamento as partículas se condensam e formam três frações, denominadas, cabeça, coração e calda.

A primeira fração é a cabeça é descartada, sua graduação alcoólica fica entre 65-70% (v/v), tem como característica grande quantidade de etanol e de compostos com temperatura de ebulição baixa, muito desses compostos não são desejáveis por serem prejudiciais na qualidade da bebida, alguns mesmo menos voláteis acabam sendo

arrastados pelo vapor d'água e por álcoois superiores. A última fração é a cauda, e é também descartada por conter grande quantidade de água e produtos menos voláteis e pobres em etanol. Ambas as frações cabeça e cauda podem ser redestiladas e incorporadas em *blends* de cachaças ou usadas como combustíveis. O coração, a fração do meio da destilação possui graduação alcoólica em torno de 50% (v/v), e corresponde à parte mais nobre da cachaça.

A destilação é realizada em 6 alambiques de cobre com capacidade de 20000L, que foram projetados e desenvolvidos pelo corpo técnico do próprio engenho. A cada batelada utiliza-se 16000L de vinho e possui em média 6 horas de duração. A destilação produz cerca de 1800L de cachaça a 52% de álcool.



.Figura 5 – Alambique usados para destilação.

#### 4.3.6 Descanso e Envelhecimento

Após o processo de destilação, a cachaça é armazenada por um período no mínimo de quatro meses, chamado de período de “descanso”. Este descanso ocorre empipas de freijó, que são madeiras inertes para que não ocorra nenhuma interação entre a madeira e o produto.

Ocorre também o descanso em barris de madeiras específicas com barris de amburanas e barris de carvalho, processo que é denominado como envelhecimento, neste processo há uma interação entre a madeira e o produto a fim de aprimora o sabor da bebida, tanto o tempo de envelhecimento como o tipo de madeira empregada nos barris são determinados pela linha de produção.

#### 4.3.7 Filtração

Após o descanso e envelhecimento, a cachaça é encaminhada para filtração que opera com objetivo de eliminar qualquer impureza residual, aumentando a limpidez, brilho e transparência da bebida. Nesta etapa vários tipos de filtros podem ser usados, os mais comuns são o de carvão ativado, resina de troca iônica e/ou neutra e de celulose.

Ao término desta etapa, as amostras de cachaça são encaminhadas ao ITEP- Instituto de Tecnologia do Pernambuco, laboratório credenciado pelo Ministério da Agricultura e pelo INMETRO- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, para análise dos padrões de identidade e qualidade, para que o produto receba a certificação de qualidade e seja engarrafada e comercializada.

#### 4.4 Composição Química

Os componentes da cachaça, classificados como secundários, são representados por produtos minoritários oriundos de reações provenientes dos processos de destilação, envelhecimento e principalmente da fermentação (CARDOSO, 2013.) Estes componentes são especialmente importantes, por conferirem aroma, gosto e “bouquet” especiais, definindo as características químico-sensoriais da bebida. Para tanto, estes devem obedecer aos limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 13/2005 (BRASIL, 2005) e Instrução Normativa nº 28/2014 (BRASIL, 2014).

De acordo com a legislação, a soma dos congêneres não deverá ser inferior a 200 mg e nem superior a 650mg por 100 mL de álcool anidro, sendo que os componentes do coeficiente devem estar compreendidos entre os seguintes limites (BRASIL, 2005):

**Tabela 2** – Padrões de Identidade e Qualidade da Cachaça – Regulamentada pela Legislação Brasileira.

Componentes	Unidade	Limite	
		Min	Max
Graduação Alcoólica	mg/100 mL	38°GL	48° GL
Acidez, expressa em ácido acético	mg/100 mL	-	150
Ésteres totais, expresso em acetato de etila	mg/100 mL	-	200
Aldeídos, em acetaldeídos	mg/100 mL	-	30
Soma de furfural e hidroximetilfurfural	mg/100 mL	-	5
Soma de alcoóis superiores*	mg/100 mL	-	360
Coeficiente de congêneres**	mg/100 mL	200	650

<b>Contaminantes</b>	<b>Unidade</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Álcool metílico	mg/100 mL	-	20
Carbamato de etila	mg/100 mL	-	150
Acroleína (2-propenal)	mg/100 mL	-	5
Álcool sec-butílico (2-butanol)	mg/100 mL	-	10
Álcool n-butílico (1-butanol)	mg/100 mL	-	3
Cobre (Cu)	mg/100 mL	-	5
Chumbo (Pb)	mg/100 mL	-	200
Arsênio (As)	mg/100 mL	-	200

\*Álcoois superiores = (isobulico+isoamilico+n-propilico) \*\*Congêneres = (Acidez volátil + ésteres + aldeídos + furfural + hidroximetilfurfural + álcoois superiores). Fonte: Brasil (2005).

## **4.5 Matéria prima para produção da cachaça**

### **4.5.1 Cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma das gramíneas mais cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre devido à enorme contribuição socioeconômica que representa a sua exploração, além de sintetizar e armazenar significativa quantidade de sacarose em seus tecidos de reserva. A cana-de-açúcar foi introduzido no Brasil pelos portugueses no início do século XVI, sendo introduzida em duas regiões distintas: no Nordeste, onde no estado de Pernambuco teve melhores resultados no seu cultivo, e no Sudeste brasileiro, na região de São Paulo (MICHEL JUNIOR, 2010).

Sua composição é essencialmente formada de duas partes: uma subterrânea, formada pelos rizomas e pelas raízes e outra aérea constituída pelo colmo, folhas e flores. O colmo constitui um sistema de duas fases: sólida e líquida. A fase sólida é um complexo composto de celulose, lignina e pentosanas, conhecida geralmente como fibra. A fase líquida é uma solução aquosa, contendo uma grande variedade de substâncias orgânicas, entre as quais aproximadamente 90% é sacarose (DIAS, 2008).

### **4.5.2 Leveduras**

As leveduras para bebidas fermentadas são selecionadas a partir do isolamento de cepas com características desejáveis. Para que ocorram fermentações ideais, o fermento escolhido deve apresentar alta velocidade de fermentação, tolerância ao álcool, resistência à acidez e à temperatura elevada, estabilidade genética e rendimento do processo (MUTTON e MUTTON, 2010).

A escolha do tipo de linhagem pode influenciar a eficiência e a qualidade do processo fermentativo, bem como a qualidade química e sensorial da bebida alcoólica produzida (SOARES; SILVA e SHWAN, 2011).

A levedura da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, especialmente, possui a habilidade de converter vários substratos em produtos de interesse biotecnológico e apresentam elevado poder vegetativo, alta capacidade de multiplicação, fácil conservação e ação enzimática prolongada. Essa levedura possui relevância no mercado industrial e há uma busca crescente por condições fermentativas e/ou organismos fermentadores ainda mais eficientes (MARTINS et al, 2013).

O uso de cepas selecionadas de *S. cerevisiae* no processo de produção de cachaça tem aumentado a produtividade e melhorado a qualidade da bebida em muitos alambiques, especialmente no que se refere aos teores de acidez e concentração de álcoois superiores. A utilização de levedura selecionadas na produção de cachaça de alambique acelera o início do processo fermentativo, diminui o risco de contaminação microbiológica, reduz a concentração de açúcares residuais, aumenta a produtividade do processo e melhora a padronização da fermentação, contribuindo para a qualidade da bebida (ALCARDE, MONTEIRO e BELLUCO, 2012).

#### **4.6 Consumo – Mercado Interno e Externo**

A cachaça é a bebida destilada mais consumida no Brasil, ficando atrás da cerveja, que é uma bebida fermentada. Alguns números expressam a grande importância econômica dessa bebida. Calcula-se que seu consumo anual seja da ordem de cinco vezes maior que o do uísque (348 milhões de litros) e da vodca (270 milhões de litros). Em números oficiais, pois ainda existe grande mercado informal, cuja qualidade não é submetida a nenhum controle, o Brasil conta com uma capacidade instalada de produção da ordem de 1,2 bilhão de litros anuais, sendo 70% cachaça industrial e 30% cachaça artesanal, proveniente de alambiques, envolvendo mais de 40 mil produtores, que fornecem material para 5 mil marcas. O setor gera cerca de 600 mil empregos, diretos e indiretos (SEBRAE, 2017).

De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a produção brasileira de cachaça é de 1,4 bilhões de litros por ano e os principais estados produtores são: São Paulo, Ceará, Pernambuco, e Minas Gerais. O Produto Interno Bruto (PIB) do setor é de cerca de US\$ 500 milhões, com a presença de cerca de



4 mil marcas e 30 mil produtores em todo país, gerando aproximadamente 400 mil empregos diretos e indiretos ao longo de toda a cadeia produtiva. Sua exportação encontra-se ainda em níveis incipientes, representando apenas cerca de 1% do total produzido no país. No entanto, as exportações do produto atingem os US\$ 14 milhões anuais (11,7 milhões de litros), tendo como principais compradores países como a Alemanha, Paraguai, Uruguai, Portugal, Estados Unidos, Argentina e Itália (BRASIL, 2015).

No ano de 2017, foram exportados 8,4 milhões de litros, para mais de 60 países, gerando uma receita de R\$ 15,80 milhões, números que representam crescimento em relação a anos anteriores (IBRAC, 2019); ou seja, percebe-se que esse mercado tem sido cada vez mais promissor tanto internamente quanto em outros países (SOUZA, 2018). Portanto, pode-se verificar que o agronegócio em geral, e o setor de cachaças em particular, têm sido responsáveis por geração de renda, emprego, exportações e divisas para o país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, A. R. MONTEIRO, B. M. S.; BELLUCO, A. E. S. Composição química de aguardentes de cana-de-açúcar fermentadas por diferentes cepas de leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n.8, p.1612-1618, 2012.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE PRODUTORES DE CACHAÇA DE QUALIDADE – AMPAQ. **História da Cachaça**. 2017. Disponível em . Acesso em: 15 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 30 de junho de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 jun. 2005, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 28, de 8 de agosto de 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 ago. 2014, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O Setor Produtivo da Cachaça. Brasília, 2015. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto no 6.871, de 4 de junho de 2009. **Regulamenta a Lei no 8918, de 14 de julho de 1994**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 jun. 2009. p. 20.

CARDOSO, M. G. **Produção de aguardente de cana**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2013. 340 p.45.

CAVALCANTE, M. S. **A verdadeira história da cachaça**. [S.l.]: Sá Editora, 2011.

DIAS, M. O. S. **Simulação do processo de produção de etanol a partir do açúcar e do bagaço, visando a integração do processo e a maximização da produção**

**de energia e excedentes do bagaço.** 253 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FEITOSA, P., C., L. – **A cachaça como identidade cultural.** Monografia (Especialização) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.2005

INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA. **Dados de mercado.** Disponível em: . Acesso em: 19 fev. 2019.

MARTINS, João dos Santos. **Perfil da produção de aguardente de cana e cachaça em mato grosso.** 53º Congresso Brasileiro de Química Realizado no Rio de Janeiro/RJ, de 14 a 18 de Outubro de 2013.

MARTINS S. C. S; FIÚZA L. M. C. G.; MARTINS C. M. Comparação de diferentes meios de cultivo para a avaliação da viabilidade celular de fermentos biológicos. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 9, nº. 16, p. 2478, 2013.

MICHEL JUNIOR, R. J. S. **Obtenção do álcool etílico hidratado, com graduação alcoólica para uso automotivo: validação de um processo em batelada.** 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

MUTTON, M. J. R; MUTTON, M. A. Aguardente de cana. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Bebidas alcóolicas: ciência e tecnologia.** São Paulo: Editora Blucher, 2010.

OLIVEIRA, A. M. L. **O processo de produção da cachaça artesanal e sua importância comercial.** 2010. 55 f. Monografia (Especialização em Microbiologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

RIBEIRO, M.L.D., FERREIRA, O.E.; TEIXEIRA, V.; MUTTON, M.A.; MUTTON, M.J.R. **Tratamento físico-químico do caldo de cana produz cachaça de qualidade.** Revista Ciência Agronômica, v. 48, n. 3, p. 458-463, jul-set, 2017

SEBRAE/SEAMA. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas no Espírito Santo/Secretaria do Estado para assuntos do meio ambiente/ES. **Recomendações de controle ambiental para produção de cachaça**. Vitória, 2014

SEBRAE. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Ideias de Negócios**. 2017 Agronegócios – Fabricação de Cachaça. 2017.

SILVA, F. R. da. **Na embriaguez da cachaça: produção, imaginário e marketing** (Minas Gerais 1982-2008). 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

SILVA, M. J. Percepção da qualidade de cachaça artesanal pelo consumidor: notoriedade das marcas versus aceitação sensorial. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar)**. Universidade Federal da Paraíba. – Bananeiras, PB, 2011. 99f.:il.

SOARES, T. L. SILVA, C. F.; SCHWAN, R. F. Acompanhamento do processo de fermentação para produção de cachaça através de métodos microbiológicos e físicoquímicos com diferentes isolados de *Saccharomyces cerevisiae*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.1, p.184-187, 2011.

SOUZA, M. das G. **Exportações cachaça no primeiro semestre de 2018**. 2018.

SOUZA, R. A.; HENRIQUE, R. S.; SILVA, M. T. P. Perfil sensorial de cachaças industriais produzidas no sudeste do Brasil safra 2008/2009. **Revista Agrotecnologia**, v. 4, n. 1, p. 97-108, 2013.

SOUZA, Leandro Marelli. **Produção de cachaça de qualidade** Piracicaba –SP, ESALQ, 2010.

NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, Waldemar G. V. **Aguardente de cana**. Botucatu: UNESP, 2005. 71 p.

## **CAPITULO I – ACOMPANHAMENTO DE ANÁLISES LABORATORIAIS DE ROTINA NA PRODUÇÃO DA CACHAÇA DE ALAMBIQUE**

### **RESUMO**

A cachaça é a segunda bebida alcoólica mais consumida no Brasil, e a terceira bebida destilada mais consumida no mundo. Esta bebida tem se destacado como produto de crescente importância econômica, com grande aceitação nos mercados nacional e internacional (ZACARONI et al., 2011). De acordo com o processo produtivo e a matéria-prima empregada, a bebida pode apresentar qualidades sensoriais agradáveis ao paladar ou compostos que depreciam a bebida, desse modo o monitoramento e controle dos dados gerados da recepção, moagem, fermentação e destilação da cachaça destacam-se como importantes etapas, que através de um bom monitoramento podem reduzir as falhas e impurezas que atuam no processo. Neste contexto, buscou-se acompanhar o monitoramento e controle de qualidade das cachaças produzidas no Engenho São Paulo durante a safra de 2018/2019, os resultados obtidos foram satisfatórios.

**Palavras-chaves:** Bebida alcoólica, destilada, monitoramento.

## **1. INTRODUÇÃO**

A cachaça é a segunda bebida alcoólica mais consumida no Brasil, e a terceira bebida destilada mais consumida no mundo. Esta bebida tem se destacado como produto de crescente importância econômica, com grande aceitação nos mercados nacional e internacional, distinguindo-se de outras pela presença de componentes secundários que são formados durante o processo de fermentação do mosto, podendo ser eliminados durante o processo de destilação (ZACARONI et al., 2011).

De acordo com o processo produtivo e a matéria-prima empregada, a bebida pode apresentar qualidades sensoriais agradáveis ao paladar ou compostos que depreciam a bebida. Neste sentido, o monitoramento e controle dos dados gerados da recepção, moagem, fermentação e destilação da cachaça destacam-se como importantes etapas, que através de um bom monitoramento podem reduzir as falhas e impurezas que atuam no processo.

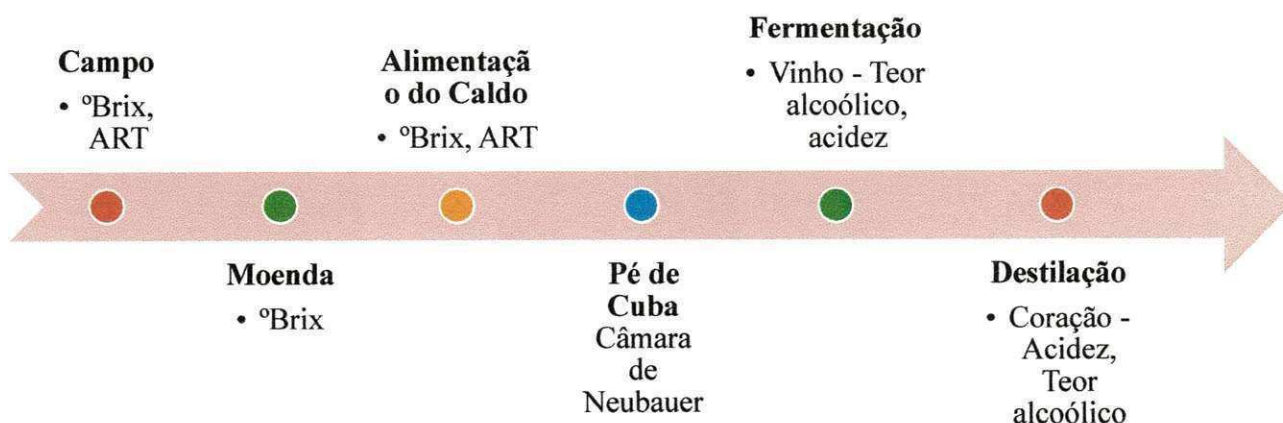
Os componentes da cachaça, classificados como secundários, são representados por produtos minoritários oriundos de reações provenientes dos processos de destilação, envelhecimento e principalmente da fermentação (CARDOSO, 2013.) Estes componentes são especialmente importantes, por serem responsáveis pelo aroma, gosto e flavor diferentes da cachaça de alambique. Para tanto, estes devem obedecer aos limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 13/2005 (BRASIL, 2005) e Instrução Normativa nº 28/2014 (BRASIL, 2014).

Neste contexto, buscou-se acompanhar o monitoramento e controle de qualidade das cachaças produzidas no Engenho São Paulo durante a safra de 2018/2019 no período do mês de novembro, de 2018.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

As análises referentes à acidez voláteis, sólidos solúveis, açúcares redutores totais e teor alcoólico, foram realizadas no laboratório de microbiologia do Engenho São Paulo, em Cruz do Espírito Santo – PB, durante a safra de 2018/2019, de acordo com as metodologias recomendadas pela Instrução Normativa nº 24, de 08/09/2005, do Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2005b).

- **Cronograma das análises**



**Figura 6** - Cronograma do acompanhamento das análises laboratoriais de rotina.

## 2.1 Análises Físico-Químicas

### 2.1.1 Sólidos Solúveis - °Brix

Os sólidos solúveis do caldo podem ser determinados pelo método densimétrico ou refratométrico. Durante todo o período de acompanhamento das análises realizadas foi utilizado o método densimétrico.

A análise de sólidos solúveis é qualitativa se referindo diretamente a qualidade do produto, por essa razão essa análise ela é realizada e acompanhada em várias faces do processo de produção, sendo esta em três etapas principais da produção.

A primeira etapa a ser realizada a análise é ainda no campo, quando o colaborador do engenho coleta amostras dos talhões que vão ser moídos uma semana após a análise e leva-os até o laboratório da empresa. O segundo momento que é realizado a análise é após a moagem, é coletado o caldo do 1º, 2º e 3º terno da moenda, a cada hora do dia e realizado a leitura, portanto 8 coletadas por dia. E a terceira etapa, é realizada após a coleta do caldo de alimentação das dornas que irão sofrer fermentação, coletados a cada hora do dia, 8 amostras também coletadas. Assim como durante todo o processo de fermentação, até a mesma cessar.

### 2.1.2 Açúcares Redutores Totais – ART

Açúcares Redutores Totais – ART foram determinados pelo método de *Fehling* com uso do equipamento próprio para determinação de açúcares *Redutec*, de acordo com a metodologia empregada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

A análise de ART era realizada em duas vezes durante o acompanhamento da rotina laboratorial. Em duas principais etapas, a primeira etapa a ser realizada a análise é como já citada ainda no campo, através da coleta de amostras dos talhões que vão ser moídos uma semana após a análise e leva-os até o laboratório da empresa. A segunda etapa que é realizado a análise é após a coleta do caldo de alimentação das dornas que irão sofrer fermentação. Esta análise era realizada duas vezes ao dia, uma vez a cada turno.

### 2.1.3 Câmara de Neubauer

Foram realizadas em amostras do pé de cuba, por meio de coletas pontuais (1/dia). O método usado para a determinação da viabilidade celular, índice de brotamento e índice de infecção, foi o da contagem em câmara de Neubauer e coloração das células com azul de metileno (CTC, 2011). A tabela abaixo mostra as equações usadas para a determinação da viabilidade celular, índice de brotamento e índice de infecção realizado no pé de cuba das dornas de fermentação.

**Tabela 3** – Equações utilizadas para cálculos da Viabilidade Celular, Índice de Brotamento e Índice de Infecção.

Viabilidade Celular	$VC (\%) = \frac{n^{\circ} \text{ leveduras vivas}}{n^{\circ} \text{ leveduras vivas} + n^{\circ} \text{ leveduras mortas}} \times 100$	Equação (1)
Viabilidade de Brotamento	$VB (\%) = \frac{n^{\circ} \text{ brotos vivos}}{n^{\circ} \text{ brotos vivos} + n^{\circ} \text{ brotos mortas}} \times 100$	Equação (2)
Índice de Infecção	$I (\%) = \frac{n^{\circ} \text{ bastonetes vivos}}{n^{\circ} \text{ leveduras vivas}} \times 100$	Equação (3)

### 2.1.4 Determinação da acidez volátil

A acidez fornece informações sobre o conteúdo total de substâncias ácidas, que podem apresentar grande diversidade de estruturas químicas.

A acidez volátil da cachaça foi determinada por titulometria utilizando hidróxido de sódio e solução alcoólica de fenolftaleína de acordo com a metodologia empregada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Segundo a legislação os valores encontrados não devem ultrapassar 150 mg/100 mL de álcool anidro (BRASIL, 2005).



### **2.1.5 Teor Alcoólico**

A análise de teor alcoólico era realizada em três vezes durante o acompanhamento da rotina laboratorial de produção. A primeira vez, era realizada após o término da fermentação, no vinho, através do método com ebulliômetro, a segunda e terceira eram realizadas a coleta e análise após o término da destilação, sendo realizada uma análise no coração, a parte nobre da cachaça através do alcoômetro e na vinhaça que é o resíduo da destilação e que era direcionada a irrigação dos talhões de cana-de-açúcar no campo da empresa, era realizada através do ebulliômetro.

O ebulliômetro foi utilizado para quantificar o teor de álcool em soluções mistas álcool-água, como no caso do vinho e da vinhaça, por meio da diferença entre as temperaturas de ebulição da água pura e da solução. Baseado nessa comparação foi possível determinar o percentual de álcool (v/v), com o auxílio de uma régua referencial. O equipamento contou com um condensador acoplado, assim como um termômetro para a medição de temperatura. Em seguida o pavio da lamparina foi aceso e aguardou-se entre 3 e 5 minutos para que a temperatura ficasse estabilizada. Anotou-se a temperatura e com o auxílio da régua de correção foi determinado o teor alcoólico do fermentado. Ao término de cada leitura, o termômetro foi removido e o ebulliômetro foi lavado direto para água corrente, contando com o auxílio de uma luva (proteção quanto ao material do equipamento aquecido).

O alcoômetro ou densimétrico foi utilizado conforme descrito pelo MAPA (BRASIL, 2009), utilizado para quantificação através do valor de densidade relativa do destilado a 20°C, na etapa após a destilação, para a fração coração.

## **2.2 Parâmetros do Processo de Produção**

Além disso, todo processo produtivo desde recepção da cana-de-açúcar até o final da destilação era monitorado através das planilhas de controle que davam suporte ao controle e qualidade do produto final, a cachaça. Participavam do processo de monitoramento e controle dados referentes ao fornecedor, talhão, data de recepção e local aonde foi exposta a cana-de-açúcar ao chegar ao engenho. Dados referentes à alimentação das dornas de fermentação, horário de início, horário de término, altura da dorna, primeira ou segunda alimentação. Dados referentes ao pré-fermentador, quanto à rodada do pé de cuba, primeira, segunda ou terceira, pois ao chegar à terceira rodada do pé de cuba o mesmo era desprezado. Ao final da fermentação, controle de dados referente à qual dorna se

direcionava ao pré-aquecedor. E durante a destilação, anotar os dados referentes ao horário de início e fim de destilação, altura do tanque, teor alcoólico e temperatura.

Através do controle de todo o processo, foi possível calcular o rendimento prático, produtividade e eficiência, para fermentação e o rendimento da destilação, por meio das equações exibidas na tabela.

**Tabela 4-** Equações utilizadas para cálculos do rendimento prático, produtividade e eficiência nas operações de fermentação e destilação.

<b>Fermentação</b>	
Rendimento Prático [ $L_{C_2H_5OH}/Kg_{ART}$ ]	$Rp = \frac{Vv * TAv}{100 * ART}$
Eficiência (%)	$\eta f = \frac{Rp}{Rt} * 100$
Produtividade [ $Kg_{C_2H_5OH}/m^3 * h$ ]	$Prf = \frac{[C_2H_5OH]v}{Tf}$
<b>Destilação</b>	
Eficiência (%)	$\eta d = \frac{Vcoração}{Vtotal} * 100$

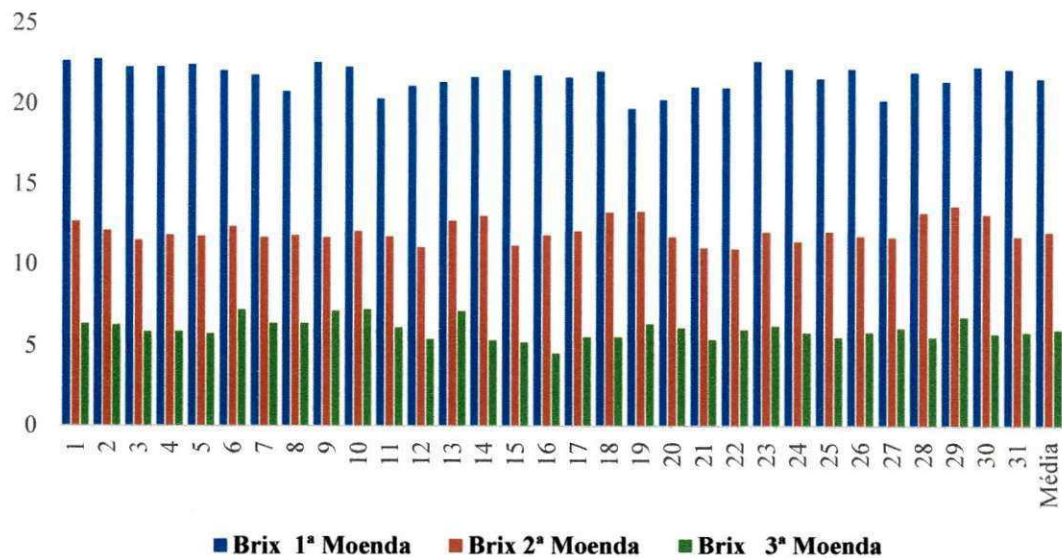
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Campo

Durante o acompanhamento realizado nas análises de rotina do laboratório durante a produção da cachaça, houve a moagem da cana-de-açúcar de apenas um mesmo fornecedor, denominado fornecedor A, obtendo os seguintes resultados das análises realizadas uma semana antes da moagem, para a análise de sólidos solúveis iguais a 22°Brix, e açúcares redutores totais iguais a 20,27. Esses valores estão dentro do esperado, tendo em vista que o corte e moagem da cana-de-açúcar serão apenas uma semana após a análise, e este valores apresentam bons valores como indicadores da cana-de-açúcar.

#### 3.2 Moenda e Alimentação

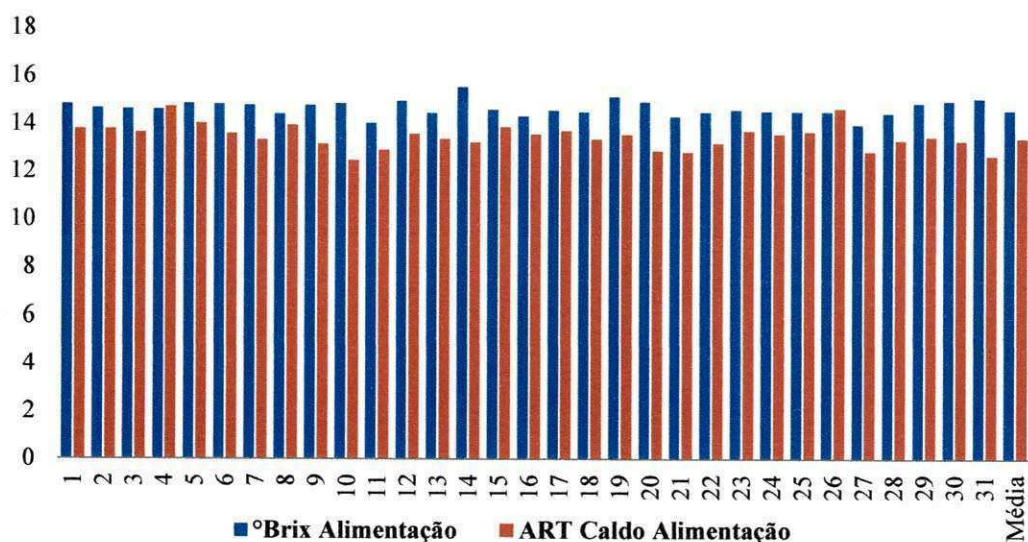
As médias dos resultados obtidos das análises realizadas durante a moagem e a alimentação das dornas de fermentação, se encontram nas Figuras 7 e 8 respectivamente.



**Figura 7-** Resultados das análises realizadas durante moagem na moenda.

Com relação às médias obtidas durante a etapa da moagem, pode-se observar que o °brix se manteve respectivamente em 21,79°, 12,06° e 6,03° para primeiro terno, segundo terno e terceiro terno da moenda, o que corresponde às expectativas, tendo em vista que o °brix da cana-de-açúcar uma semana antes da moagem obteve 22° brix.

Durante a moagem, no primeiro terno obteve-se maior concentração de sólidos solúveis, em virtude do excesso de partículas sólidas, da própria cana-de-açúcar, como também sujeira contida no caldo, necessitando assim de uma hidratação e posterior moagem. Após o segundo terno da moenda o resultado foi médio de 12,06°brix que possuía uma embebição composta, e após a embebição simples no terceiro terno obteve teor de 6,03°brix, representando uma concentração reduzida de sólidos solúveis totais presentes no caldo de cana.

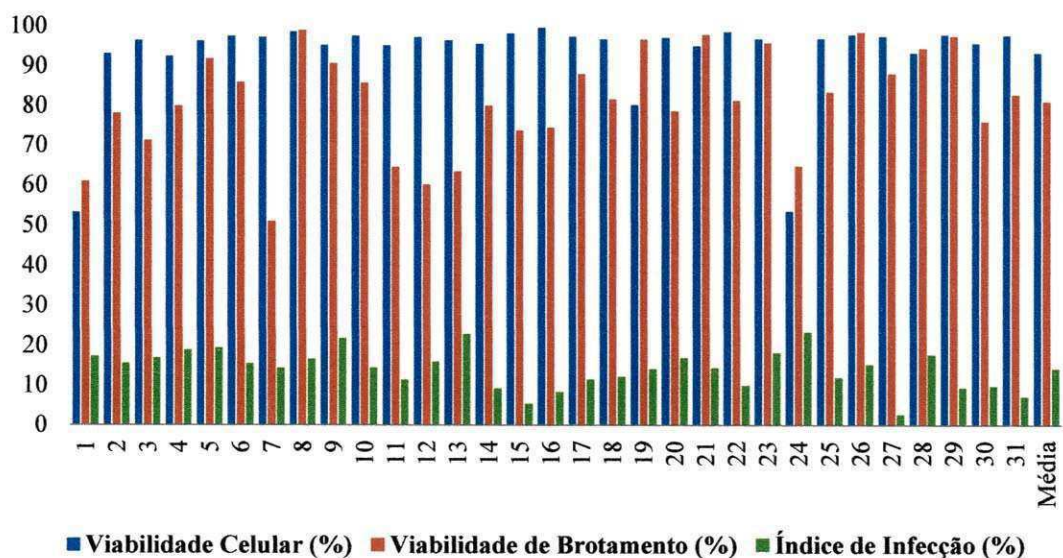


**Figura 8-** Resultados das análises realizadas durante alimentação das dornas.

Com relação às médias obtidas durante a etapa da alimentação, consegue-se observar que o °brix e teor de açúcares redutores se mantiveram em torno de 15,26° e 13,52 respectivamente delineando um bom resultado para ambas variáveis para prosseguir com uma boa fermentação e objetivar uma produção de qualidade.

### 3.3 Câmara de Neubauer

As médias dos resultados obtidos das análises realizadas no vinho após a fermentação com a câmara de Neubauer se encontram na Figura 9.



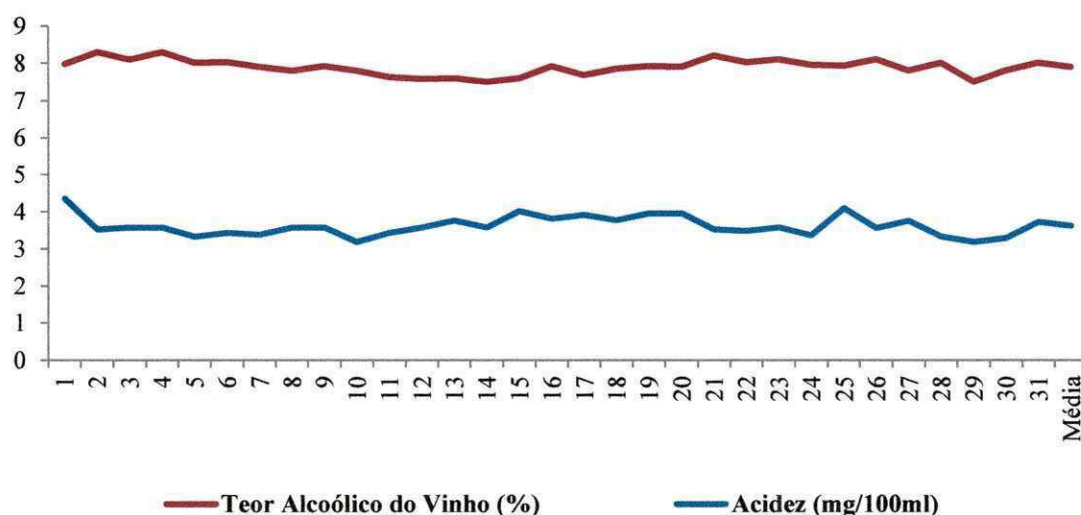
**Figura 9 -** Resultados das análises realizadas na Câmara de Neubauer.

De acordo com a Figura 9, constata-se que a viabilidade celular variou de 53,27 a 99,62% (média de 93,36%), a viabilidade de brotamento de 60,12 a 98,91% (média de 77,73%) e o índice de infecção de 5,33 a 21,72% (média de 14,77%).

Para os parâmetros de viabilidade celular e viabilidade de brotamento os resultados das análises estavam conforme o desejado, sinalizando que a levedura utilizada durante o processo da fermentação se adapta bem ao meio e possuía desenvolvimento confortável. Quanto ao índice de infecção, os valores não foram satisfatórios no decorrer dos dias, indicando um possível início de contaminação nas dornas de fermentação. Este fato foi reportado à supervisão e medidas foram tomadas para retificação e correção deste problema.

### 3.4 Fermentação

As médias dos resultados obtidos das análises realizadas após a fermentação, no vinho destinado a destilação se encontram na Figura 10.



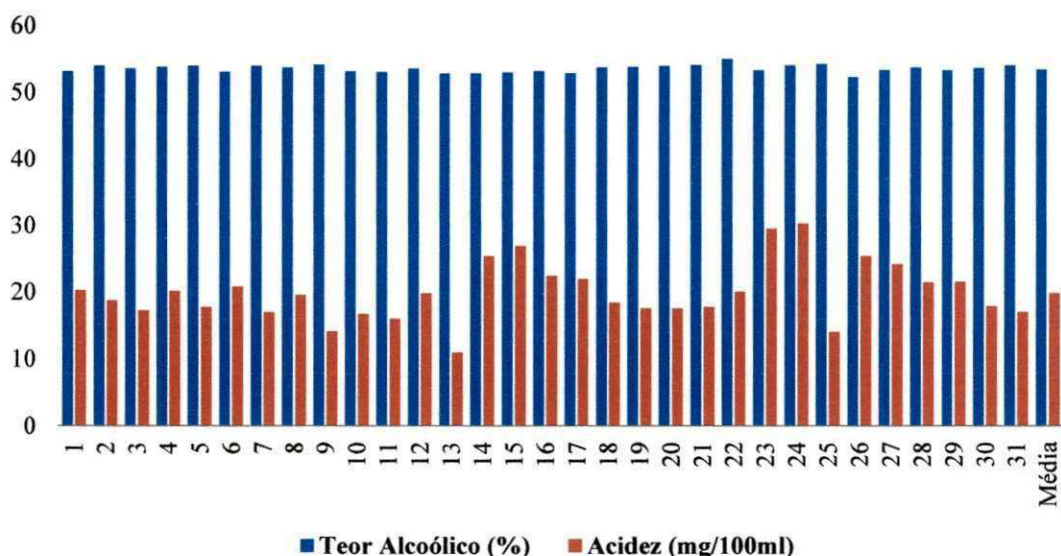
**Figura 10-** Teor alcoólico e acidez no vinho, realizado após a fermentação.

De acordo com a Figura 10, é possível observar que o teor alcoólico do vinho esteve entre 7,5 a 8,3%, obtendo como média mensal de 7,86 (%) correlatando uma boa média e evidenciando uma estabilização do fermento com cepas mais resistentes às condições experimentais locais e aproximando-se da faixa ideal de rendimento da fermentação. A

acidez esteve entre 3,18 a 4,36mg/100mL, obtendo média 3,65 mg/100mL demonstrando uma baixa acidez no vinho.

### 3.5 Destilação

As médias dos resultados obtidos das análises realizadas após a destilação encontram-se na Figura 11 abaixo.



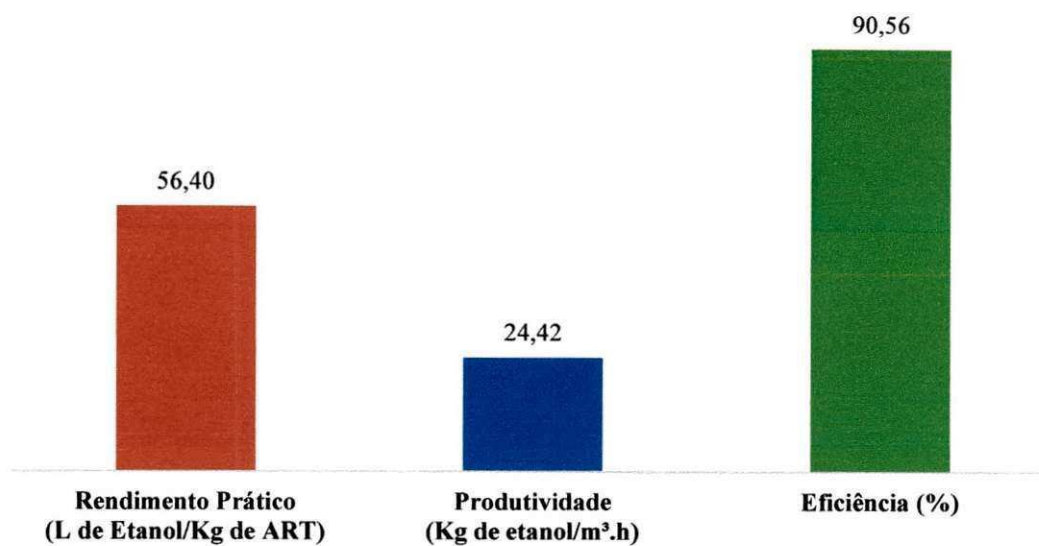
**Figura 11-** Teor alcoólico e acidez no coração, realizado após a destilação e fracionamento do destilado.

As análises de teor alcoólico apresentaram valores de uma média mensal de 53,51% (v/v) em álcool. Tendo em vista que o teor alcoólico deve ser de 38 - 54 % v/v em álcool, as amostras analisadas estavam dentro do intervalo permitido.

As análises de acidez da fração coração, como também a média mensal da mesma, obtida após o processo de destilação apresentaram valores dentro do permitido pela legislação. Conforme a Instrução Normativa 13, o valor máximo permitido para acidez volátil é 150 mg de ac. acético/ 100 mL do destilado (BRASIL, 2005). Com os valores médios de 19,06 mg de ácido acético/100ml de etanol, as amostras apresentaram acidez volátil baixa.

### 3.6 Parâmetros do Processo de Produção

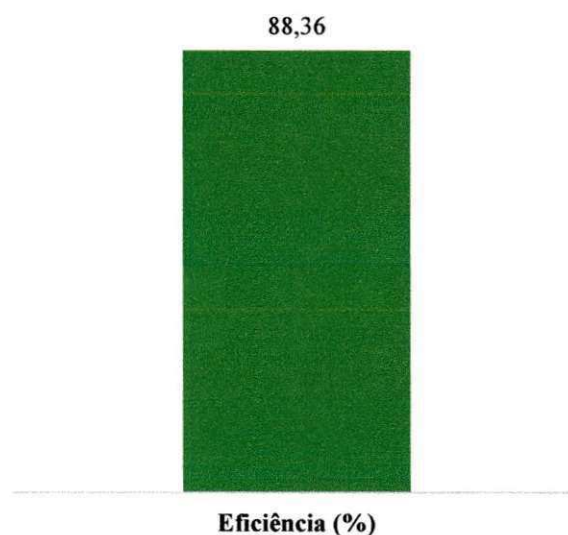
As médias dos resultados obtidos dos cálculos realizados para fermentação encontram-se na Figura 12.



**Figura12-** Resultados dos parâmetros do processo de produção- Fermentação.

De acordo com a Figura 12, pode-se observar parâmetros de produção do processo na fermentação durante o período de acompanhamento, é possível perceber que o rendimento prático da fermentação obteve média de 56,40 L de Etanol/kg\*ART, a produtividade obteve média de 24,42 (kg de Etanol/m<sup>3</sup>\*h) e eficiência média de 90,56%. Demonstrando através destes parâmetros que a fermentação atua com um bom rendimento e alta eficiência durante o processo de produção da cachaça de alambique.

A média obtida do cálculo realizado para destilação, para parâmetro de eficiência encontra-se na Figura 13.



**Figura13 -** Resultados dos parâmetros do processo de produção- Destilação.

E com relação a Figura 13, pode-se observar o a eficiência durante a destilação do vinho produzido após a fermentação atuava com alta eficiência, com média de 88,36%.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do acompanhamento das análises laboratoriais de rotina na produção da cachaça de alambique foi possível realizar análises de sólidos solúveis, açúcares redutores totais, teor alcoólico, viabilidade celular, viabilidade de brotamento e índice de infecção, estas três últimas através da câmara de Neubauer. Foi ainda realizado acompanhamento das anotações do processo de rastreabilidade da cana-de-açúcar desde recepção até a produção da cachaça.

Obteve-se resultados satisfatórios quanto as análises realizadas durante o cronograma de acompanhamento de análises, demonstrando que a empresa possui um bom controle de qualidade das análises físico-químicas e microbiológicas.

De acordo com o que foi exposto foi possível calcular os parâmetros de produção para fermentação e destilação e como resultado a eficiência para ambos se apresentou em média com 90,56% e 88,36% respectivamente, apresentando uma alta eficiência em ambas etapas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 30 de junho de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 jun. 2005, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 28, de 8 de agosto de 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 ago. 2014, Seção 1.

BRASIL, Instrução Normativa nº 24, de 08 de setembro de 2005b. Publicado no **Diário Oficial da União**, 20 de setembro de 2005, Seção 1, Página 11.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. **Regulamenta a Lei nº 8918, de 14 de julho de 1994**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 jun. 2009. p. 20.

CARDOSO, M. G. **Produção de aguardente de cana**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2013. 340 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 2ª ed. São Paulo; 2008.

ZACARONI, L. M. *et al.* Caracterização e quantificação de contaminantes em aguardentes de cana. **Química Nova**, v. 34, n. 2, p. 320-324, 2011.

## **CAPITULO II – AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS DE REDESTILAÇÃO E PURIFICAÇÃO COM CARVÃO ATIVADO DA CACHAÇA DE ALAMBIQUE, PARA PRODUÇÃO DE VODCA.**

### **RESUMO**

Visando o aperfeiçoamento das cachaças tradicionais destiladas e desenvolvimento de novos produtos, alguns produtores têm empregado o método da redestilação de cachaças prontas, visando um produto com características neutras. Com isso, objetivou-se realizar na planta piloto do Engenho São Paulo, a redestilação da cachaça de alambique acompanhado de filtração com carvão ativado para produção de vodca de alambique. Após o produto finalizado foi coletado algumas amostras do destilado com e sem filtração por períodos de tempo diferentes. Foram obtidos resultados positivos quanto a redestilação da cachaça, porém foi observado que esta metodologia para produção de vodca não seria viável economicamente para empresa.

**Palavras-chaves:** Carvão ativado; Novo produto; Vodca.

## **1. INTRODUÇÃO**

Pretendendo a melhoria de cachaças destiladas tradicionais e desenvolvimento de novos produtos, alguns produtores têm empregado o método da redestilação de cachaças prontas, visando à elaboração de um produto com características neutras.

O processo de redestilação consiste na diluição de cachaças consideradas defeituosas, que apresentam grandes quantidades de contaminantes ou com uma baixa qualidade sensorial, e uma nova destilação realizando corretamente os cortes de cabeça e cauda.

Nesse caso, o vinho foi inicialmente destilado até que praticamente todo álcool presente seja recuperado, e o destilado assim obtido e então submetido a uma nova destilação, e uma posterior redestilação onde são separadas a “cabeça” (10%), o “coração” (80%) e a “cauda” (10%) conforme a destilação tradicional da cachaça.

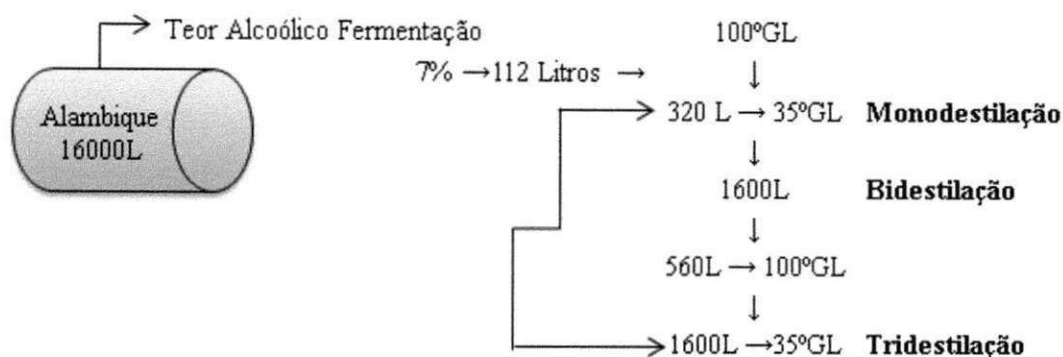
A vodca é uma bebida destilado-retificada, tradicionalmente é mais consumida em países com clima frio, porém, seu consumo no Brasil tem crescido de forma bastante expressiva. A vodca é, entre os destilados, a bebida mais consumida no mundo, sua produção anual no Brasil ultrapassou os 25 milhões de litros em 2002 com perspectivas de expansão no mercado internacional e brasileiro (ABRABE, 2014).

Objetivou-se neste trabalho realizado no Engenho São Paulo em sua planta piloto, a redestilação da cachaça de alambique acompanhado de filtração com carvão ativado para produção de vodca de alambique. Após o produto finalizado foi coletado algumas amostras do destilado com e sem filtração por períodos de tempo diferentes. Todo o processamento de produção foi inspecionado e controlado através da coleta de amostras e análises físico-químicas realizadas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Planejamento Experimental**

Antes de iniciar o processo de produção foi realizado o planejamento experimental, apresentado na Figura 14, para teste em planta piloto.

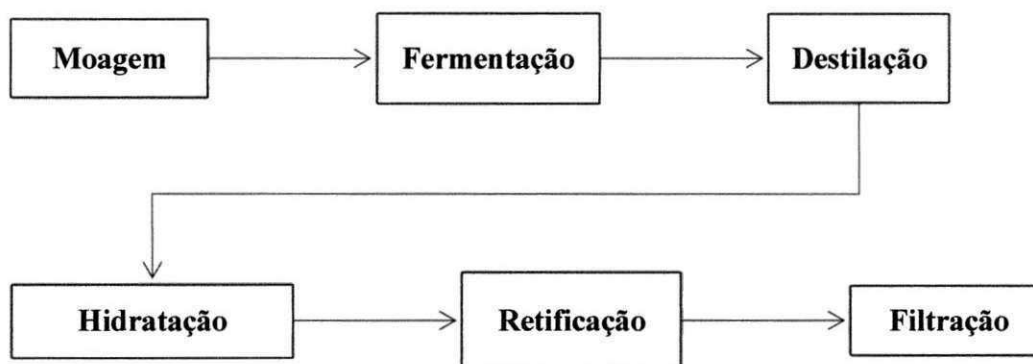


**Figura 14-** Planejamento experimental para teste.

Levando em conta que o alambique piloto possui capacidade de 1600L, foram realizados alguns cálculos e visto que seriam necessário cinco monodestações para obtenção de volume suficiente para proceder às etapas de hidratação da monodestilada e posteriormente á bidestilação, novamente hidratação e tridestilação no alambique, resultando assim em um álcool etílico com alto teor alcoólico.

Para realização do planejamento experimental levou-se em consideração que a média de teor alcoólico do vinho seria em torno de 7% (v/v) o que iria gerar 112 litros de álcool a 100°GL da monodestilação, levando em consideração a hidratação para posteriores destilações, o volume final de cada monodestilação seria de 320 litros á 35°GL o que seria necessário para obtenção de 1600 litros, no caso 5 monodestações.

Segue abaixo o fluxograma resumido das operações realizadas:



**Figura 15 -** Fluxograma resumido das operações realizadas para redestilação e filtração da cachaça de alambique.

## **2.2 Moagem, Alimentação das dornas e Fermentação**

As etapas referentes às análises da moenda (sólidos solúveis totais), alimentação (sólidos solúveis totais e açúcares redutores totais) e fermentação (câmara de Neubauer) foram descritas no capítulo I e realizadas nas mesmas condições.

## **2.3 Destilação e Retificação**

O processo de bidestilação e retificação da cachaça foram propostos como uma forma de se obter um destilado mais neutro com objetivo para produção da vodca.

Nesse caso, o vinho foi inicialmente destilado até que praticamente todo álcool presente seja recuperado, e o destilado assim obtido e então submetido a uma hidratação se sucedendo para nova destilação, e uma posterior hidratação para suceder a retificação da bidestilação onde são separadas a “cabeça” (10%), o “coração” (80%) e a “cauda” (10%) conforme a destilação tradicional da cachaça.

Em virtude do objetivo de se recuperar praticamente todo o álcool, durante estas operações foi definido que, durante a monodestilação e a bidestilação haveria apenas a eliminação apenas da cauda, por conta da flegma e óleo fúsel que são fragmentos indesejáveis. Após eliminação da cauda, houve hidratação do produto a 35% ao final da primeira e da segunda destilação e redestilação do produto.

Enquanto que a terceira destilação se procedeu a uma separação de frações, cabeça, coração e cauda. As frações cabeça e cauda foram destinadas ao tanque de caxixi, quanto à fração coração, a porção mais importante para o produto teve seu grau alcoólico rebaixado e destinado à filtração em carvão ativado.

Após a cada etapa de destilação e retificação da cachaça a mesma era submetida às análises de teor alcoólico, acidez e pH.

## **2.4 Filtração**

No processo de produção de vodca, ela é tratada com carvão ativado, para diminuir sua concentração de congêneres e, conseqüentemente, minimizar suas características sensoriais. Esse processo pode ser feito, mediante a dispersão e agitação de carvão ativado na bebida e posterior filtração.

O produto retificado foi destinado ao tanque com média de 71,4° GL e rebaixado com água potável á 40°GL e logo após destinado a operação de filtração em quatro bombonas de 200L na qual foi realizada a imersão do carvão ativado depositando 1kg de carvão ativado por bombona e colocando-o em repouso por 8,12 e 16 horas. Após o período de imersão e repouso do carvão foi iniciado o processo de filtração.

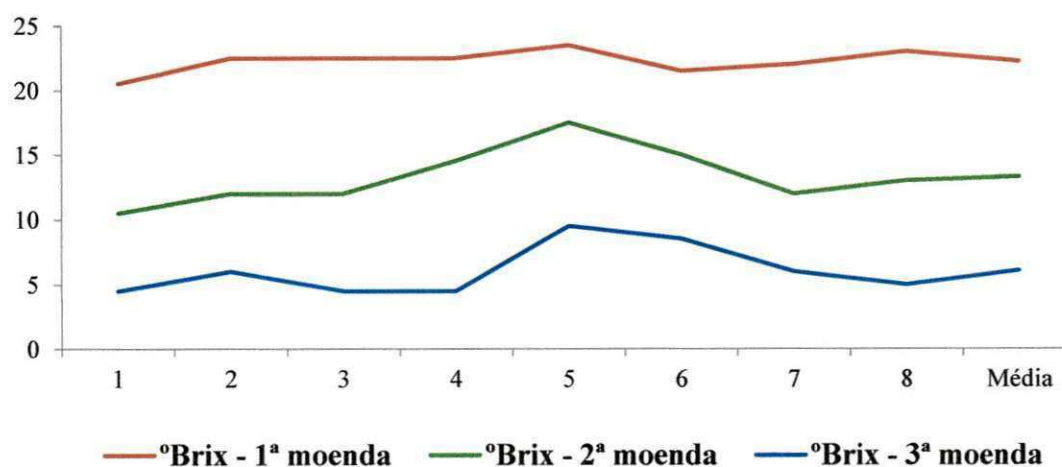
A filtração ocorreu de dois passos, o primeiro se forma com o auxiliar filtrante (terra diatomácea) uma fina camada sobre a tela do filtro, a pré-capa. Depois da formação da pré-capa, inicia-se a filtração. A filtração da amostra neutra iniciou-se com a pré-capa que ocorreu por cerca de 20 a 30 minutos. E em seguida se sucedeu a filtração da amostra com a imersão no carvão de acordo com o horário previsto.

Após a filtração, foram coletadas amostras e submetidas às análises de teor alcoólico, acidez e pH.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Moenda e Alimentação

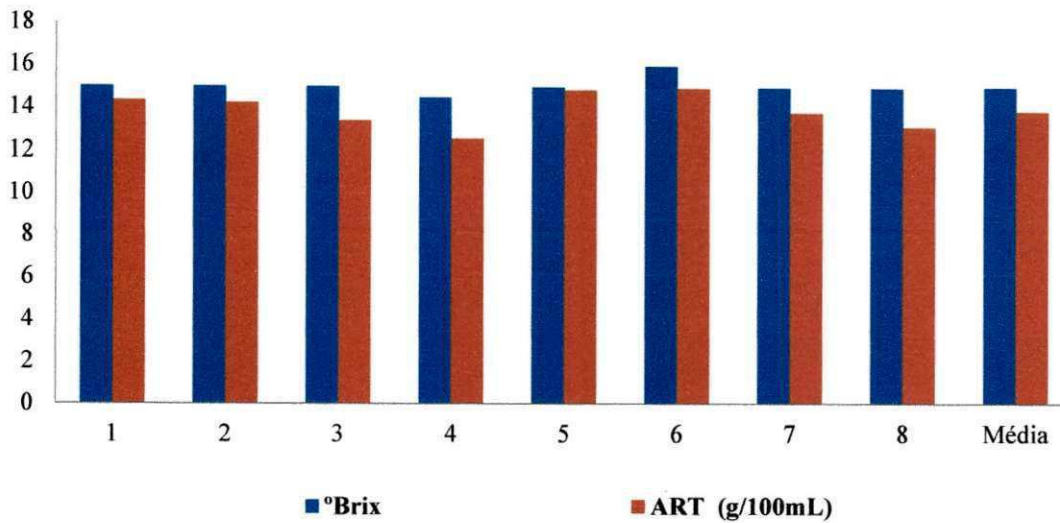
As médias dos resultados obtidos das análises realizadas durante a moagem se encontram na Figura 16.



**Figura 16-** Resultados das análises realizadas durante moagem das dornas.

Os resultados obtidos referentes ao caldo coletado durante a moagem na primeira, segunda e terceira moenda, respectivamente apresentaram intervalos de 20,5 a 23° brix, 10,5 a 17,5°brix e 4,5 a 9,5°brix, apresentando médias de 22,25; 13,31 e 6,06°brix.

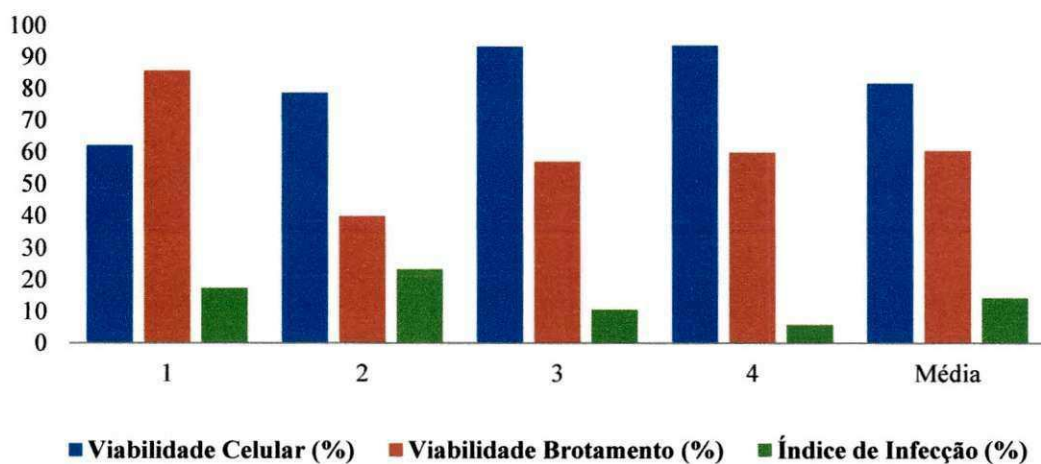
Em relação aos resultados obtidos ao caldo coletado correspondente a alimentação das dornas, observou-se uma média de 15,06°brix quanto ao teor de sólidos solúveis totais foi de 13,9(g/100mL).



**Figura 17** - Resultados das análises realizadas durante alimentação das dornas.

### 3.2 Câmara de Neubauer

As médias dos resultados obtidos das análises realizadas no vinho após a fermentação com a câmara de Neubauer se encontram na Figura 18.

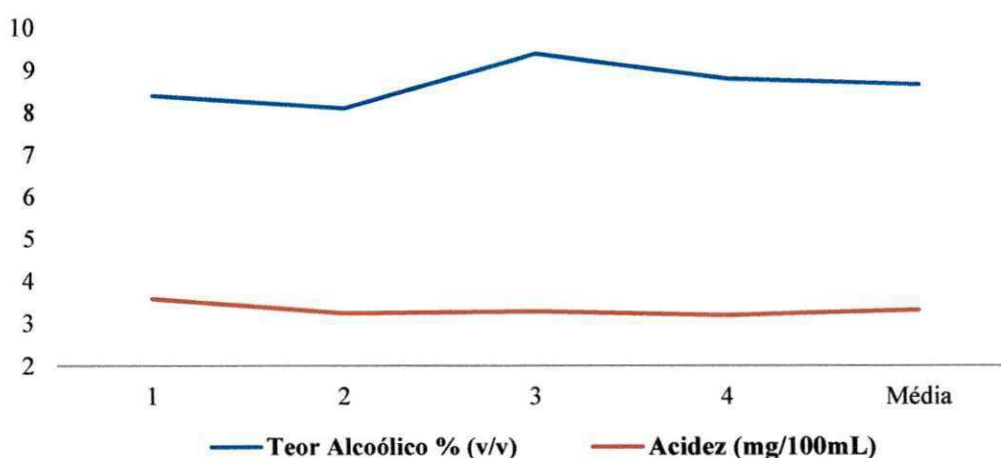


**Figura 18**- Resultados das análises realizadas na Câmara de Neubauer.

Mediante a análise realizada na câmara de Neubauer no vinho, foi possível observar que a viabilidade celular obteve intervalos de 62,16 a 93,84% (média de 82,09%), a viabilidade de brotamento de 40 a 85,71% (média de 60,71%) e índice de infecção de 5,84 a 23,33 (média de 14,29%). Este resultado denotou baixo teor quanto à viabilidade de brotamento.

### 3.3 Vinho

A média dos resultados obtidos das análises realizadas no vinho após a fermentação quanto ao teor alcoólico e acidez apresentam-se na Figura 19.



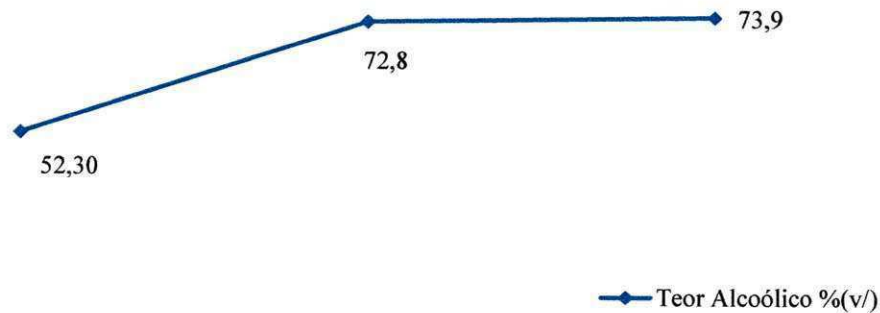
**Figura 19-** Teor alcoólico e acidez no vinho, realizado após a fermentação.

Conforme a Figura 5 é possível observar que a acidez apresentou intervalos entre 3,18 a 3,57 mg/100mL, obtendo média 3,32 mg/100mL demonstrando uma baixa acidez. Quanto teor alcoólico, o vinho esteve entre 8,1 a 9,4%, obtendo como média de 8,6(%) correlatando um teor alcoólico maior do que o supostamente utilizado no planejamento experimental, portanto devido ao teor alcoólico do vinho apresenta-se maior do que o esperado (7%), os cálculos foram refeitos e com isso, foi necessário apenas quatro monodestações.

### 3.4 Destilação e Retificação

As médias dos resultados obtidos das análises realizadas após a destilação e fracionamento do coração, encontram-se na Figura 20 abaixo.



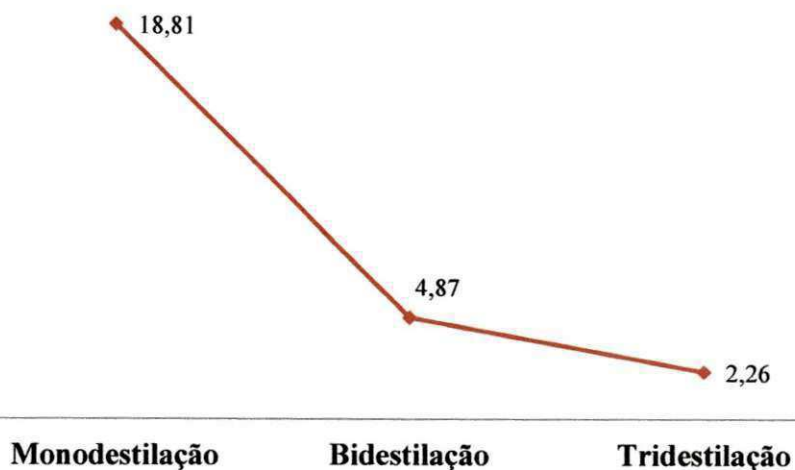


**Figura 20-** Teor alcoólico obtido após a monodestilação, bidestilação e tridestilação.

As análises de teor alcoólico apresentaram valores crescentes representando que a cada vez que se sucedia a retificação da cachaça, ou seja, a destilação seguida de hidratação e redistilação novamente o teor alcoólico aumentava.

Quanto ao teor alcoólico, as amostras obtiveram 52,30% (v/v) para monodestilação, 72,80% (v/v) para bidestilação e 73,9 % (v/v) para terceira destilação. As amostras estavam acima do intervalo permitido pela legislação e para que a cachaça produzida fosse comercializada seria necessária uma nova hidratação para que a mesma atingisse o intervalo permitido de 38-54 % (v/v) em álcool e assim comercializada.

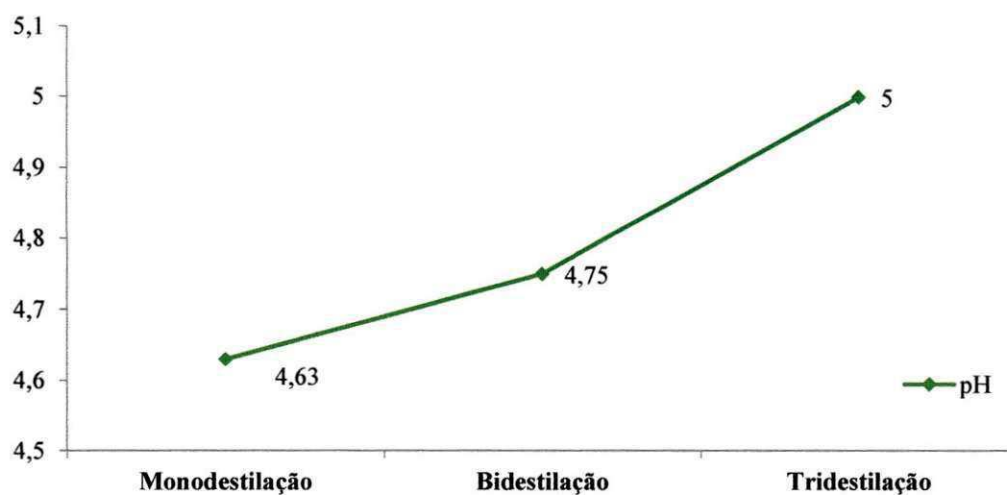
A análise de acidez possibilitou verificar uma redução de 74% em relação à acidez volátil na amostra de cachaça que passou pelo processo de bidestilação, e redução de 88% para cachaça que passou pelo processo de tridestilação, conforme apresenta a Figura 21.



**Figura 21-** Acidez após a monodestilação, bidestilação e tridestilação.

A acidez é ocasionada pelos compostos ácidos que são solúveis em água através de altas temperaturas de ebulição, estes são detectados na fração final do coração e na cauda. E devido o processo de retificação da cachaça realizar novos fracionamentos, os compostos que cada vez mais se acumulariam na cauda são removidos de forma mais eficiente.

Com relação às análises realizadas para o pH das amostras das cachaças, pode-se dizer que houve um aumento e tendência a neutralização das cachaças de acordo com a Figura 22, gerando cachaça com sabor mais suave e mesmo agressivo ao paladar.



**Figura 22-** pH obtido após a monodestilação, bidestilação e tridestilação.

Portanto, é possível perceber que a série de destilações da cachaça produz um produto com características físico-químicas mais agradáveis e suaves ao paladar, como também sensorialmente uma cachaça menos oleosa.

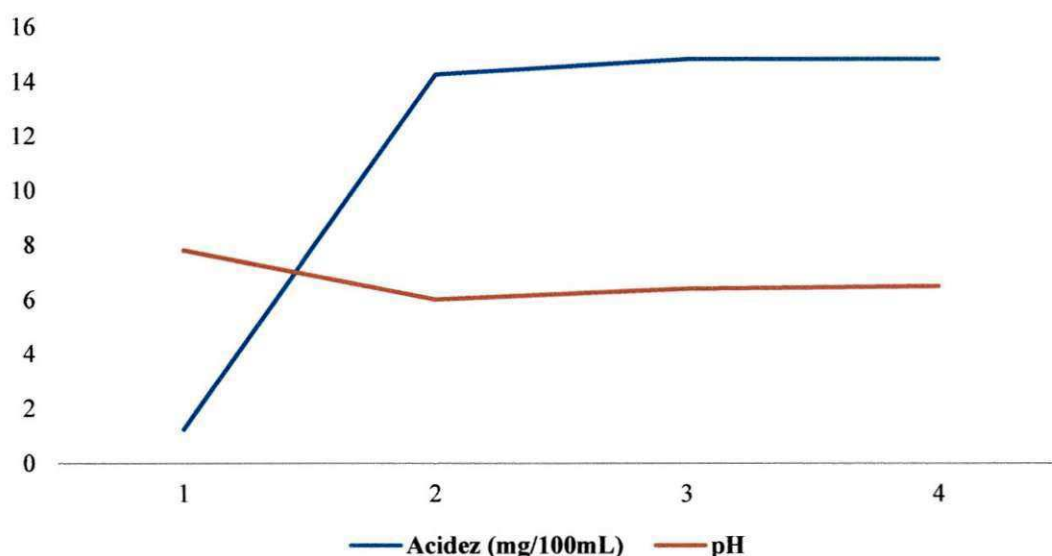
### 3.5 Filtração

As amostras receberam as seguintes denominações, conforme exposto na tabela 4 abaixo.

**Tabela 4-** Filtração do tridestilado.

Amostra 1	Tridestilado sem carvão - Branco
Amostra 2	Repouso de 8 horas com carvão
Amostra 3	Repouso de 12 horas com carvão
Amostra 4	Repouso de 16 horas com carvão

Após a filtração foram realizadas as análises acidez e pH, conforme apresentado na Figura 23 abaixo.



**Figura 23-** pH obtido após a monodestilação, bidestilação e tridestilação.

Nas amostras que passaram por filtração no carvão ativado, foi possível perceber um aumento no teor de acidez. Esses dados concordam com o estudo realizado por Lima *et al.* em 2006, no qual também ocorreu aumento da acidez na concentração de carvão ativado de 2 g/L. E com relação ao pH foi possível perceber que as amostras tendiam a manter um pH neutro, ponto positivo tendo em vista que a vodca é um álcool neutro e o tridestilado da cachaça se encaminha a neutralização.

Como também foi possível notar diferenças nos aspectos visuais, a qual a amostra que passou por maior tempo de descanso no carvão ativado e posterior filtração se apresentava mais límpida e brilhosa, como também com aspecto mais fina.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do desenvolvimento e acompanhamento da avaliação dos processos de redestilação e purificação com carvão ativado na cachaça de alambique, para a produção de vodca, foram analisados quanto aos parâmetros físico-químicos as mudanças durante as retificações da cachaça e filtrações com carvão ativado.

De acordo com o que foi exposto conclui-se que a série de destilações na cachaça tradicionalmente produzida no Engenho São Paulo em alambique sofreu modificações, quanto ao teor alcoólico alcançando 73,9% (v/v), quanto ao pH e acidez ocasionando uma redução no teor dos ácidos presentes. Quanto à filtração, se mostrou um método conveniente para o objetivo do trabalho, embora tenha causado o aumento no teor de acidez as amostras estavam dentro do permitido pela legislação, mas inviável devido ao longo período de tempo em descanso no carvão e também os custos referente a quantidade de carvão ativado utilizado.

Embora o teste tenha demonstrado resultados positivos para redestilação da cachaça, a produção de vodca por essa metodologia não se tornou viável para empresa, devido ao tridestilado da cachaça ainda permanecer com alguns congêneres indesejáveis, para a vodca, levando em conta que a mesma é um álcool neutro. Assim como inviável economicamente, devido aos custos referentes às quantidades de carvão ativado utilizado, como também ao longo período em descanso no carvão, acarretando uma operação descontinua e inviável para empresa.

Os resíduos gerados a partir do processo produtivo de cachaça, especialmente o bagaço de cana possui elevado potencial, diversos pesquisadores observaram a viabilidade para o aproveitamento em diversos segmentos como para a alimentação animal (SOUZA et al., 2017), como solvente de óleo vegetal (GUILARDUCI et al., 2016), para a remoção de contaminantes presentes na água (SILVA et al., 2018), adsorção de chumbo (PAZ et al., 2017).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRABE. **Associação Brasileira de Bebidas - Abrabe - IBRAC. CATEGORIAS DE MERCADO.** 2014.

GUILARDUCI, V.V.S.; GORGULHO, H.F.; MARTELLI, P.B.; SANTOS, V.S.; CORRÊA, W.G. **Avaliação do bagaço de cana natural e modificado como potencial sorvente de óleo vegetal.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.11, n.4, p. 129-134, 2016

LIMA, J. B. Oportunidades: identificação, exploração e construção de novas oportunidades no processo de exploração da produção da Cachaça em Minas Gerais: o caso da Cachaça Bocaina (Lavras-MG). In: MACHADO, H. P. V. (Org.). **Empreendedorismo, Oportunidades e Cultura: seleção de casos no contexto brasileiro.** Maringá. cap. 3, p. 67-90, 2013.

PAZ, J. E. M.; GARNICA, A. I. C., CURBELO, F. D. S. **Estudo da adsorção de chumbo utilizando como adsorvente bagaço de cana-de-açúcar ativado.** HOLOS, v.8, n.32, p.1-16, 2018.

SILVA, R.; GOMES, V.L.A.; SANTOS, J.B. **Caracterização físico-química do bagaço da cana-de-açúcar e da casca de laranja na remoção de contaminantes da água produzida.** Ciências exatas e tecnológicas, v. 5, n.1, p. 79-86, 2018.

SOUZA, F.T.C.; SOUSA, M.E.S.; SANTOS, N.L.B. **Gestão de resíduos sólidos: uma alternativa para alimentação de animais ruminantes.** Revista ciência agrícola, v.15, p.45-48, 2017.

### **CAPITULO III– AVALIAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DE CONTROLE DE QUALIDADE DURANTE O PROCESSAMENTO DA CACHAÇA**

#### **RESUMO**

A alta competitividade no mercado de cachaça vem, promovendo cada vez mais um cenário amplo de variedades e impulsionando melhorias contínuas nos processos e produtos, com o intuito de serem destacados bons produtos com alta qualidade. Para este fim, é necessário que os produtores de cachaça estejam atentos, às mudanças que ocorrem e elaborem ações capazes de efetuar a prevenção, manutenção e correção de alguns itens que sejam necessários. A implantação do controle de qualidade surgiu da necessidade de melhorar o desempenho da produção, afetado pelas falhas compostas por elementos como custos atribuídos a refugo e/ou retrabalho, de inspeção, e com a perda financeira decorrente de reclamações dos consumidores pelo recebimento de produtos insatisfatórios. Além desses aspectos, as perdas da qualidade inferior dos produtos podem provocar problemas por responsabilidade legal, e contribuir para o declínio da posição comercial da empresa. A avaliação de boas práticas de fabricação permitiu quantificar os percentuais de 57% dos itens conformes, 20% dos itens não conformes, e 23% dos itens não aplicáveis. Bem como, aplicação da ferramenta do controle de qualidade 5W2H mostrou que as ferramentas do controle de qualidade podem ser facilmente aplicadas e que é eficaz para melhoria do processo e de todo um conjunto industrial

**Palavras Chave:** BPF; RDC; 5W2H.

## 1. INTRODUÇÃO

A cada ano a competitividade no mercado de cachaça e aguardente de cana-de-açúcar vem aumentando significativamente, gerando um cenário amplo de variedades e impulsionando melhorias contínuas nos processos e produtos, com o intuito de serem destacados bons produtos com alta qualidade e bom preço de custo.

Para este fim, é necessário que os produtores de cachaça estejam atentos, às mudanças que ocorrem e elaborem ações capazes de efetuar a prevenção, manutenção e correção de alguns itens que sejam necessários. Com isso, é imprescindível a utilização das boas práticas de fabricação (BPF) e uso das ferramentas do controle de qualidade, ambas muito importantes, para diversas atividades do setor industrial.

A avaliação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) corresponde a um importante instrumento para verificação da qualidade higiênico-sanitária dos alimentos, permitindo levantar pontos críticos ou não conformes e conseqüentemente definir medidas preventivas para as não conformidades, conhecendo, desta forma, os itens que devem ser analisados pelos produtores para o aprimoramento da qualidade. O *check-list* é uma ferramenta que tem sido utilizada para avaliação das BPF, possibilitando fazer uma verificação preliminar das condições higiênico-sanitárias do estabelecimento produtor. Esta avaliação inicial possibilita, a partir dos dados coletados, traçar ações corretivas para a adequação de instalações, procedimentos e processos produtivos, buscando assim eliminar riscos que possam comprometer a qualidade final da bebida (GENTA, MAURÍCIO e MATIOLI, 2005).

A ficha de inspeção de estabelecimentos na área de alimentos é determinada pela Resolução RDC nº. 275 de 21 de outubro de 2002 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), sendo esta ficha fornecedora de todos os parâmetros higiênico-sanitários a serem observados nos estabelecimentos Produtores/Industrializadores de alimentos.

A implantação do controle de qualidade surgiu da necessidade de melhorar o desempenho da produção, afetado pelas falhas compostas por elementos como custos atribuídos a refugo e/ou retrabalho, de inspeção, e com a perda financeira decorrente de reclamações dos consumidores pelo recebimento de produtos insatisfatórios. Além desses aspectos, as perdas da qualidade inferior dos produtos podem provocar problemas por responsabilidade legal, e contribuir para o declínio da posição comercial da empresa. Com isso, as ferramentas do controle de qualidade são aplicadas buscando a implantação e

gestão do sistema de controle de qualidade através da otimização e eficiência do processo, como também a qualidade do produto final.

Sendo assim, o controle estatístico da qualidade (CEQ) possibilita a utilização das ferramentas que possibilitam que as empresas tenham formas para analisar as variações no processo e a partir disso buscar a melhor decisão para a questão que se coloca, avaliando as questões de variabilidade do processo (GERLACH, 2011)

Segundo Lisboa & Godoy (2012), o método do 5W2H proporciona ao tomador de decisão um auxílio na identificação de problemas. A ferramenta é aplicada de forma a decompor e analisar os aspectos de um problema, facilitando assim a busca por soluções. A ferramenta possui tal nome porque objetiva a responder a sete perguntas as quais Lisboa & Godoy (2012) especificam como sendo:

**Tabela 5-** Método dos 5w2H – Adaptado de Lisboa e Godoy, 2012.

<b>Método 5W2H</b>		
<i>What</i>	O que?	Que ação será executada?
<i>Who</i>	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
<b>5W</b> <i>Where</i>	Onde?	Onde será executada a ação?
<i>When</i>	Quando?	Quando a ação será executada?
<i>Why</i>	Por quê?	Por que a ação será executada?
<i>How</i>	Como?	Como a ação será executada?
<b>2H</b> <i>How much</i>	Quanto custa?	Quanto custará para executar a ação?

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Acompanhamento das Boas Práticas de Fabricação

Foram analisadas as condições de fabricação da cachaça , através da aplicação de um *check list* baseado na Resolução RDC n° 275 de 21 de Out de 2002, que dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados, que são aplicados aos Estabelecimentos Produtores e/ou Industrializadores de Alimentos e a Lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos.

Dentre os itens avaliados, estão: armazenamento da matéria prima, higiene dos manipuladores, do ambiente e equipamentos, processamento dos alimentos, armazenamento de produtos de limpeza, controle integrado de pragas, instalações sanitárias.



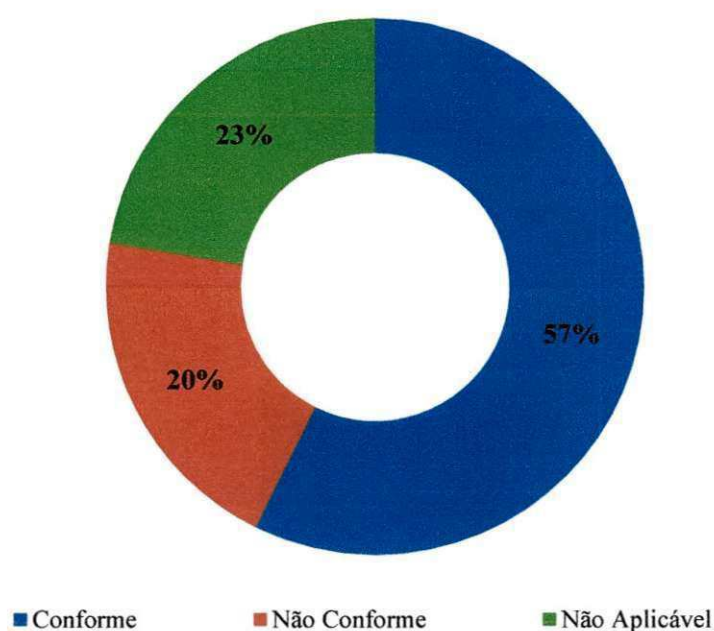
## 2.2 Aplicação da ferramenta do controle de qualidade

Após o *Check-list* ser aplicado, foram observados alguns itens não conformes durante o processamento da cachaça e nestes itens não conformes foram aplicados a ferramenta do 5W2H, para que o processo mantenha com alto padrão de conformidade e maior qualidade do produto.

## 3. RESULTADOS E DICUSSÃO

### 3.1 Acompanhamento das Boas Práticas de Fabricação

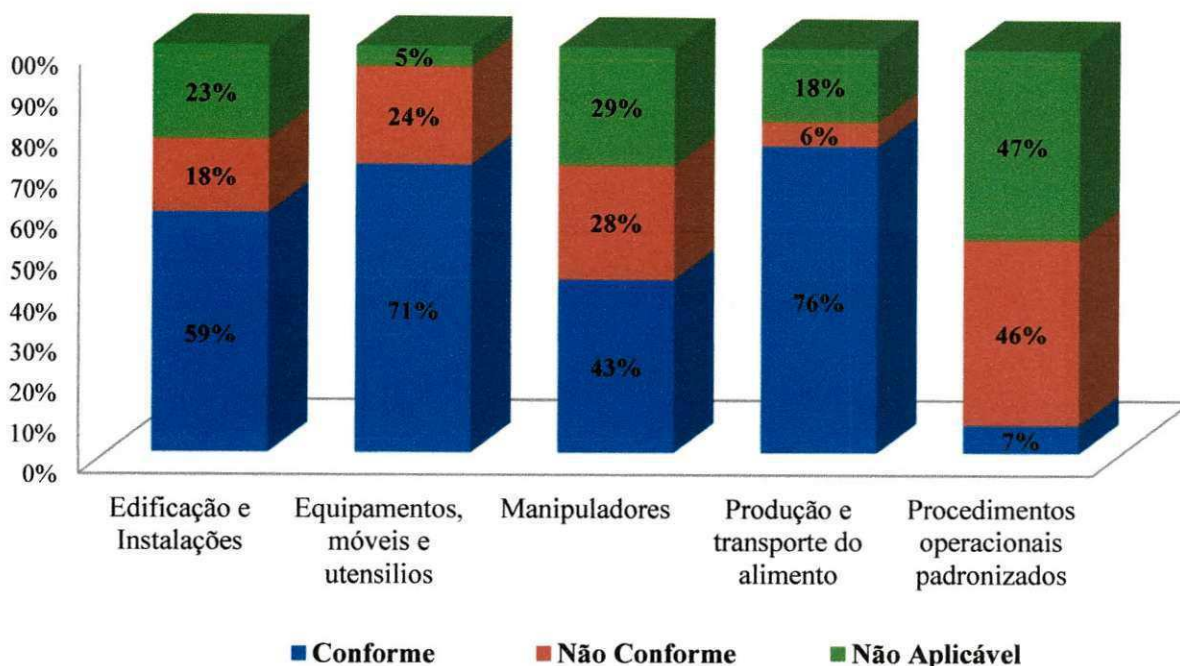
O resultado obtido da aplicação do *check list* de avaliação da implantação das Boas Práticas de Fabricação, segundo a RDC nº275, 21/02 pode ser verificado na Figura 24.



**Figura 24-** Aplicação do *Check-List*, itens conformes, itens não conformes e itens não aplicáveis

Nota-se que 57% dos itens avaliados estavam de acordo com a conformidade, 20% não apresentavam conformidade e 23% eram itens não aplicáveis a cadeia produtiva.

A figura 25 abaixo apresenta o resultado obtido da aplicação do *check list* de acordo com as cinco áreas de implantação : Edificação e instalações, equipamentos móveis e utensílios, manipuladores, produção e transporte do alimento e procedimentos operacionais padronizados (POP).



**Figura 25-** Aplicação do *Check-List*, com as respectivas cinco áreas de aplicação.

É possível verificar através da figura 25, que após a aplicação da RDC nº275 a área que apresentou maior percentual de itens conformes foi a de produção e transporte do alimento, com respectiva média de 76% itens conformes e 6% itens não conformes e 18% itens não aplicáveis. No entanto a área que apresentou menor percentual de itens conformes foi a de procedimentos operacionais padronizados, com 7% de itens conformes, 46% de itens não conformes e 47% de itens não aplicáveis.

Na área que obteve maior conformidade, a área de produção e transporte do alimento, estão relacionados itens ligados à matéria prima, ingredientes e embalagens, fluxo de produção, rotulagem e armazenamento, controle de qualidade e transporte do produto final. Antagônico a área de procedimentos operacionais padronizados, representados por itens relacionados á implantação e execução de POP's,

Com relação às demais áreas, a área de edificação e instalações a empresa apresentou percentuais de 59% para itens conformes, 18% itens não conformes e 23% itens não aplicáveis; a área de equipamentos móveis e utensílios obteve êxito de 71% conformidade dos itens, 24% de não conformidade e 5% de não aplicáveis os itens apresentados; a área de manipuladores obteve 43% de itens conformes, 28% de itens não conformes e 29% de itens não aplicáveis.

### 3.2 Aplicação da ferramenta do controle de qualidade

Diante do que foi observado com o resultado do *check list*, foi realizado um plano de ação objetivando a redução de problemas, por meio da aplicação da ferramenta 5w2h, para que fiquem claros os objetivos, as ações à serem tomadas e os responsáveis pelas correções. A tabela 6 apresenta a aplicação da ferramenta, considerando as ações discutidas anteriormente. Os prazos estabelecidos foram discutidos e estipulados em conjunto.

**Tabela 6-** Plano de Ação desenvolvido utilizando a ferramenta de controle de qualidade 5W2H.

PLANO DE AÇÃO - Ferramenta 5W2H						
<i>What?</i> (O que)	<i>Who?</i> (Quem)	5W			2H	
		<i>When?</i> (Quando)	<i>Where?</i> (Aonde)	<i>Why?</i> (Por que)	<i>How?</i> (Como)	<i>How much?</i> (Quanto Custa)
Remoção dos objetos em desuso presente no pátio da moagem e na área da destilação	Equipe de manutenção	Imediato	Pátio da moagem e setor produção-destilaria	Manter a organização do ambiente e consequentemente evitar acúmulo de pragas e vetores	Removendo os objetos em desuso, descartando e/ou reaproveitando o necessário, destinando-os ao ambiente correto	Não há custo
Aplicação de ralos e telas de proteção contra insetos e roedores	Equipe de manutenção	Imediato	Setor de produção e destilaria	Prevenir a presença indesejada de insetos, roedores durante produção da cachaça	Aplicação de telas e ralos	Não informado
Implantar avisos com os procedimentos corretos para lavagem das mãos	Técnico do Laboratório	Aguardo	Instalações sanitárias	Orientar e estimular aos manipuladores as boas práticas de fabricação através da higienização pessoal	Implantação de informativos nos espaços sanitários	Não há custo
Instalar proteção nas luminárias	Equipe de manutenção	Imediato	Setor de produção	Prevenir acidentes com que ocorram quebra da luminária e contamine o processo	Instalação de proteção nas luminárias	Não informado
Controle químico sobre vetores e pragas urbanas	Empresa terceirizada	Aguardo	Parque industrial - setor de produção	Prevenir riscos de contaminação cruzada	Adotar controle químico através de dedetização	Não informado

Criar procedimentos operacionais padrões (POP)	Engenheira de Alimentos	Imediato	Laboratório	Assegurar controle e qualidade dos equipamentos consequentemente gerando maior qualidade dos produtos	Avaliação equipamentos presentes no processo de produção da cachaça, que serão necessária implantação e atualização do POP	Não há custo
Realização de análise de principais pontos críticos de controle (APPCC)	Engenheira de Alimentos	Imediato	Setor recepção /produção e envase	Avaliação de pontos susceptíveis a contaminação e possíveis problemas durante produção	Acompanhamento do processo	Não há custo
Realização <i>Check List</i> quinzenal	Engenheira de Alimentos	Imediato	Setor recepção /produção e envase	Verificação constante do acompanhamento do processo com relação ao produto	Acompanhamento	Não há custo
Padronizar os uniformes dos colaboradores do setor de produção	Departamento Pessoal	Quando possível	Setor de produção	Identificação dos colaboradores do setor de produção	Padronizar os uniformes dos colaboradores referentes ao setor de produção de cor clara	Não informado
Promover práticas de higienização pessoal	Engenheira de Alimentos e Técnico Laboratório	Início da safra	Setor de produção	Prevenir contaminações através de corpos estranhos	Promoção de práticas de higienização pessoal, com uso de máscaras e tocas	Não informado
Uso de equipamentos de proteção individual	CIPA	Imediato	Parque industrial	Proteção individual contra acidentes de trabalho	Promoção de conscientização e inventivo ao uso de equipamentos de proteção individual	Não há custo
Controle da circulação e acesso do pessoal	CIPA	Imediato	Todos os setores	Manter o controle dos colaboradores e visitantes que a empresa recebe	Implantação de crachá e/ou forma de identificação para visitantes	Não divulgado
Demarcação nas áreas	CIPA / Equipe de Manutenção	Agosto	Parque industrial	Obter maior segurança de trabalho, evitando acidentes indesejáveis	Demarcando as áreas permitidas para o acesso de deslocamento, através de sinalização no parque industrial	Não divulgado

Após a execução das melhorias planejadas, uma vez que sejam verificados resultados positivos e de acordo com os objetivos planejados, após é o momento de padronizar as ações que deram resultados positivos e agir de forma corretiva para possíveis problemas que possam surgir.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação das boas práticas de fabricação, através da RDC nº275, 21/10/2002 com auxílio do *check list* para a avaliação dos itens nas áreas de edificação e instalações, equipamentos móveis e utensílios, manipuladores, produção e transporte do alimento, e procedimentos operacionais padronizados. O resultado da aplicação permitiu quantificar os percentuais de 57% dos itens conformes, 20% dos itens não conformes, e 23% dos itens não aplicáveis, como também classificar o engenho São Paulo no grupo 2, que são indústrias alimentícias que possuem de 51 a 75% de atendimento aos itens. Assim como, a aplicação do *check list* permitiu identificar quais áreas necessitavam de maior acompanhamento e ações corretivas.

Bem como, aplicação da ferramenta do controle de qualidade 5W2H mostrou que as ferramentas do controle de qualidade podem ser facilmente aplicadas e que é eficaz para melhoria do processo e de todo um conjunto industrial, possibilitando assim a criação da cultura de melhoria contínua que abrange todos os níveis. O plano de ação desenvolvido mostra que por meio dos métodos de controle de qualidade podem-se atingir melhorias nos processos. E após o processo ser melhorado a tendência é atingir um novo patamar e serem identificadas novas oportunidades de melhoras, e a realização.

Assim, a melhoria no processo produtivo da cachaça se mostra algo essencial para qualidade do produto final e competitividade do mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 jun. 2005.

GENTA, Tânia Maria de Souza. MAURÍCIO, Angélica Aparecida. MATIOLI, Graciette. **Avaliação das Boas Práticas através de Check-list aplicado em restaurantes self-service da região central de Maringá, Estado do Paraná.** Acta Sci. Health Sci. Maringá, v. 27, n. 2, p. 151-156. 2005.

GERLAOH, E.P. **Práticas ultrapassadas e mitos de qualidade na cadeia de produção artesanal.** XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto-MG, out.2011.

LISBÔA, M. G. P.; GODOY, L. P. **Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: A joia.** Iberoamerican Journal of Industrial Engineering., Florianópolis. V.4, n.7 p.32-47, 2012.

## SUGESTÕES PARA EMPRESA E SAFRA 2019/2020

Setor	Atividade	Método	Frequência
Laboratório	Implantação de controle de qualidade quanto ao índice microbiológicos durante todo o processo e produção da cachaça	Realizar verificação de coletas referente as etapas dos processos, com isso realizar análise microbiológica relacionando seu resultado com a frequência de coleta e assepsia	Diária
Produção	Levantamento das principais etapas de contaminação e aplicar medidas de controle	Folha de controle	Mensal
Produção	Realizar controle de dornas de fermentação e pipa de cachaça armazenada	Folha de controle	-
Produção	Acompanhamento de referência pipa/mosto	Acompanhar por meio de anotações referenciando a pipa produzida com o caldo de alimentação utilizado	-
Produção e Laboratório	Acompanhamento das análises realizadas no mosto (alimentação) quanto aos teores de glicose, frutose e nitrogênio e cruzamento desses dados com dados referentes a quantidade de carbamato de etila realizado na cachaça	Laudos emitidos pelos laboratórios FERMENTA e ITEP	-
Laboratório	Realizar inventário do material do laboratório	Realizar verificação do material/ vidraria presente no material / vidraria	Todo início e término de safra