



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira



ADALBERTO NASCIMENTO E SILVA

PRODUÇÃO DE AGUARDENTE DE ABACAXI (*Ananás comosus*) A PARTIR DE
UMA COLUNA DE DESTILAÇÃO E UM ALAMBIQUE DE COBRE

JOÃO PESSOA/PB

2021

ADALBERTO NASCIMENTO E SILVA

PRODUÇÃO DE AGUARDENTE DE ABACAXI (*Ananás comosus*) A PARTIR DE
UMA COLUNA DE DESTILAÇÃO E UM ALAMBIQUE DE COBRE

Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia
Sucroalcooleira do Centro de Tecnologia e
Desenvolvimento Regional da Universidade
Federal da Paraíba como requisito para a obtenção
do grau Tecnólogo em Produção Sucroalcooleira.

Orientador (a): Prof. Dr. Kelson Carvalho Lopes

JOÃO PESSOA/PB

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586p Silva, Adalberto Nascimento e.

Produção de aguardente de abacaxi (*Ananás comosus*) a partir de uma coluna de destilação e um alambique de cobre / Adalberto Nascimento e Silva. - João Pessoa, 2021.

60 f. : il.

Orientação: Kelson Carvalho Lopes.

TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Aguardente de abacaxi. 2. levedurara *Sacharomyces cerevisiae*. 3. Fermentação Alcoólica. 4. Coluna de destilação. 5. Alambique de cobre. I. Lopes, Kelson Carvalho. II. Título.

UFPB/CTDR

CDU 663.54:634.774

PRODUÇÃO DE AGUARDENTE DE ABACAXI (*Ananás comosus*) A PARTIR DE
UMA COLUNA DE DESTILAÇÃO E UM ALAMBIQUE DE COBRE

Adalberto Nascimento e Silva

TCC aprovado em 14/07/2021 como requisito para a Conclusão do Curso de
Tecnologia em Produção Sucroalcooleira da Universidade Federal da Paraíba

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr Kelson Carvalho Lopes - (UFPB –Orientador)



Profa. Dr^a. Marcia Helena Pontieri (UFPB – Membro interno)



Profa. Dr^a. Solange Maria de Vasconcelos (UFPB – Membro interno)

João Pessoa, 14 de julho de 2021

DEDICATÓRIA

A Deus, por ter me dado a vida, a minha família pelo total apoio nessa trajetória vitoriosa. Dedico também a todos os professores do curso e a todos os meus amigos que participaram desse caminho ao conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois sem ele nada disso teria acontecido, a minha família e amigos pela força e paciência durante os momentos de estudos, aos docentes na qual eu tive contato durante esta passagem pelo CTDR.

A Clodenor, por viabilizar o funcionamento da coluna de destilação, através da instalação elétrica da mesma.

Enfim, gratulo com todas as pessoas que auxiliaram, colaboraram e facilitaram neste aprendizado.

*“Sonhos determinam o que você quer.
Ação determina o que você conquista.”
(Aldo Novak)*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a utilização do suco de abacaxi (*Ananás comosus*) como substrato para fermentação alcoólica e obtenção de uma aguardente de abacaxi por meio de duas destilações diferentes. Os frutos foram limpos, moídos, do suco com °Brix 9, parte do caldo foi evaporado para se alcançar o °Brix 12 e 20. Foram feitas duas fermentações alcoólicas distintas, com volumes de 32 e 14 litros de mosto. Ao final das fermentações os vinhos foram destilados em uma coluna de destilação e em um alambique de cobre, respectivamente. Na primeira fermentação, °Brix 14,7, que levou 4 dias, levedurara *Sacharomyces cerevisiae* (CA 11) foi para fermentar adequadamente o mosto do suco de abacaxi. Na segunda fermentação, °Brix 11,7, que levou dois dias, foram reutilizadas as leveduras da primeira fermentação, já adaptadas com o mosto do suco de abacaxi. Como resultados comparamos a acidez total dessas aguardentes de abacaxi com cachaças e aguardente de cana comerciais. Os resultados da acidez total da aguardente de abacaxi, obtido por coluna apresentam valores dentro dos limites estabelecidos pela legislação e próximos a acidez total para as cachaças e para a aguardente de cana, já a acidez total do aguardente de abacaxi, obtido por alambique de cobre apresentou valores acima dos limites estabelecidos pela legislação

Palavras-chave: Aguardente de abacaxi. levedurara *Sacharomyces cerevisiae*. Fermentação Alcoólica. Coluna de destilação. Alambique de cobre.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the use of pineapple juice (*Ananas comosus*) as a substrate for alcoholic fermentation and obtaining a pineapple spirit through two different distillations. The fruits were cleaned, ground, juiced with °Brix 9, and part of the juice was evaporated to reach °Brix 12 and 20. Two different alcoholic fermentations were carried out, with volumes of 32 and 14 liters of fermented must to be distilled in a distillation column and a copper still, respectively. In the first fermentation, °Brix 14.7, which took 4 days, we prepared the yeast *Saccharomyces cerevisiae* (CA 11) to properly ferment the pineapple juice must. In the second fermentation, °Brix 11.7, which took two days, we reused the yeast from the first fermentation, already used to the pineapple juice must. As a result, we compared the total acidity of these pineapple brandies with commercial cachaça and sugarcane spirit. The results of the total acidity of the pineapple spirit, obtained by column, present values within the limits established by the legislation and close to the total acidity for the cachaça and the sugarcane spirit, whereas the total acidity of the pineapple spirit, obtained by a copper still presents values above the limits established by legislation

Keywords: Pineapple spirit. yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Alcoholic fermentation. Distillation column. Copper still.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fruto do abacaxi (exterior e corte)	18
Figura 2 - Principais estados produtores de abacaxi no Brasil em 2019, em amarelo escuro	21
Figura 3 - Variedade Pérola	22
Figura 4 - Bebidas alcoólicas vinho, whisky, vodka e cerveja	23
Figura 5 - Coluna de destilação de 4 pratos, chille e o controlador.....	31
Figura 6 - Alambique de cobre usado na destilação	32
Figura 7 – Frações resultantes da destilação por coluna	38
Figura 8 – Frações obtidas na coluna de destilação	39
Figura 9 – Frações resultantes da destilação no alambique de cobre	40
Figura 10 – Frações obtidas no alambique de cobre	41
Figura 11 – Verificando a Teor Alcoólico da vinhaça	41
Figura 12 – Titulação das amostras	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites permitidos conforme a legislação vigente para aguardente de cana e para aguardente de frutas.	24
Tabela 2 – Cálculo de Rendimento de 18 abacaxis e extrapolação para a quantidade total.	34
Tabela 3 – Volumes obtidos após a evaporação do caldo.	35
Tabela 4 – Resumo da fermentação utilizada na coluna de destilação.	35
Tabela 5 – Resumo da fermentação utilizada no alambique de cobre.....	35
Tabela 6 - Resumo do volume obtido, °brix e grau alcoólico das fermentações para coluna de destilação e alambique de cobre.	36
Tabela 7 – Ponto de Ebulição do metanol e do etanol.	37
Tabela 8 – Frações obtidas na destilação por coluna.	38
Tabela 9 - Frações obtidas no alambique de cobre.	40
Tabela 10 - Limites permitidos conforme a legislação vigente para aguardente de cana e para aguardente de frutas.	42
Tabela 11 – Acidez do destilado de abacaxi, utilizando a coluna de destilação.	43
Tabela 12 - Acidez do destilado de abacaxi, utilizando o alambique de cobre.	43
Tabela 13 – Acidez total de cachaças e aguardente de cana comerciais.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°GL - Teor Alcoólico

°C – grau centigrado

mg L⁻¹ - miligramas por litro

°Brix – grau brix

kg – quilograma

l – litros

L – litros

ml - mililitro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	OBJETIVOS GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	REVISÃO TEÓRICA.....	17
3.1	ANANÁS	17
3.1.1	Etimologia	17
3.2	CONSUMO	17
3.3	PRODUÇÃO	20
3.4	VARIEDADES DE ABACAXI	21
3.4.1	'Pérola'	21
3.5	BEBIDAS ALCOÓLICAS	22
3.6	AGUARDENTE DE FRUTAS	23
3.7	FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA.....	24
3.8	DESTILAÇÃO	25
4	MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1	MATÉRIA PRIMA	26
4.1.1	Teste de rendimento.....	26
4.1.2	Quantidade de suco:.....	27
4.2	ETAPAS DE PRODUÇÃO.....	27
4.2.1	MOAGEM	27
4.2.2	FILTRAÇÃO.....	27
4.2.2.1	Com a peneira	27
4.2.2.2	Com o Tecido tipo microfibras	27
4.2.3	EVAPORAÇÃO.....	28
4.2.4	FERMENTAÇÃO	28

4.2.4.1	Preparação da levedura	28
4.2.4.2	Preparação do suco.....	29
4.2.4.3	Processo de fermentação (COLUNA DE DESTILAÇÃO)	29
4.2.4.3.1	1º dia da fermentação.....	29
4.2.4.4	2º dia da fermentação.....	30
4.2.4.5	3º dia da fermentação.....	30
4.2.4.6	4º dia da fermentação, foi:.....	30
4.2.4.7	Processo de fermentação (ALAMBIQUE DE COBRE)	30
4.2.4.7.1	1o e 2o Dia da fermentação	31
4.2.5	DESTILAÇÃO	31
4.2.5.1	Destilação através da coluna de destilação	31
4.2.5.2	Destilação através do alambique de cobre	32
4.3	ACIDEZ TOTAL	33
4.4	REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5.1	RENDIMENTO EM KG DE ABACAXI POR ML DE SUCO	34
5.1.1	Abacaxi com casca.....	34
5.1.1.1	Abacaxi descascado.....	34
5.1.1.2	Quantidade de resíduos	34
5.1.1.3	Quantidade de suco.....	34
5.1.2	Resultados da Etapa de evaporação	35
5.2	FERMENTAÇÃO	35
5.2.1	Fermentação para uso na coluna de destilação Tabela 4.....	35
5.2.2	Fermentação para uso no Alambique de cobre Tabela 5	35
5.2.3	Resumo das fermentações para coluna de destilação e alambique de cobre Tabela 6.....	36
5.3	DESTILAÇÃO	37

5.3.1.1	Destilação através do alambique de cobre	37
5.3.2	Destilação por coluna	38
5.3.3	Destilação por alambique de cobre	40
5.3.4	Vinhaça.....	41
5.4	ACIDEZ TOTAL.....	42
5.4.1	Destilação por coluna	43
5.4.2	Destilação por alambique de cobre	43
6	CONCLUSÃO.....	45
7	REFERÊNCIAS	46
8	APÊNDICES	48

1 INTRODUÇÃO

A fruta é uma cultura importante do Brasil; no entanto, há uma alta quantidade de desperdícios. Este desperdício inclui o excedente da temporada especialmente porque é uma matéria-prima degradável. Portanto, grandes quantidades de frutas ruins são descartadas diariamente por causa de defeitos em as cascas, tamanhos, cor e consistência, entre outros fatores.

O processamento de frutas gera uma grande quantidade de resíduos como cascas, resíduos e sementes, entre outras partes originadas de cada etapa de produção, variando de acordo com o produto específico. Lá é portanto, a necessidade de desenvolver novos processos para minimizar as perdas e aumentar a renda do pequeno agricultor. Encontrar alternativa viável para os resíduos agroindustriais são fundamentais hoje. Uma das alternativas é a fermentação para produzir vinagres e licores. Indústrias alimentícias produzem resíduos que podem ser reaproveitados pelo homem e beneficiar o meio ambiente. São materiais que podem ser uma fonte de proteínas, enzimas, óleos essenciais e outros produtos. O aproveitamento de resíduos do processamento de frutas na etapa de fermentação alcoólica pode gerar especial e mais valioso produtos, além de evitar desperdícios. (OLIVEIRA et al., 2014)

A legislação brasileira define aguardente de fruta como a bebida com graduação alcoólica de 36 a 54% em volume, a 20 °C, obtida de destilado alcoólico simples de fruta, ou pela destilação de mosto fermentado de fruta. (BOLSON MORO, 2016)

Teoricamente, qualquer fruta que contenha açúcar para a levedura pode servir como substrato para a fermentação alcoólica. Através do processo de fermentação da fruta, podem ser obtidas bebidas alcoólicas, como bebidas fermentadas (vinhos) e aguardentes. As aguardentes de frutas são obtidas por destilação (ALVARENGA et al., 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAL

Obter aguardente através da fruta abacaxi

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver aguardente de abacaxi utilizando uma coluna de destilação.
- Desenvolver aguardente de abacaxi utilizando um alambique de cobre
- Determinar a acidez do aguardente de abacaxi obtido por coluna de destilação.
- Determinar a acidez do aguardente de abacaxi obtido por um alambique de cobre

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 ANANÁS

O **ananás** ou **abacaxi** (*Ananás comosus*) é uma infrutescência tropical produzida pela planta de mesmo nome, caracterizada como uma planta monocotiledônea da família das bromeliáceas da subfamília Bromelioideae. É um símbolo das regiões tropicais e subtropicais. Os abacaxizeiros cultivados pertencem à espécie *Ananás comosus*, que compreende muitas variedades frutíferas. Há também várias espécies selvagens, pertencentes ao mesmo gênero. O fruto, quando maduro, tem o sabor bastante ácido e, muitas vezes, adocicado. (WIKIPEDIA, 2021)

3.1.1 Etimologia

O termo "abacaxi" (em português brasileiro) é oriundo da junção dos termos tupis *i'bá* (fruto) e *ká'ti* (recendente, que exala cheiro agradável e intenso), documentado já no início do séc. XIX. (FERREIRA, 1986)

O termo "ananás" (em português europeu e espanhol) é do guarani e tupi antigo *naná*, e documentado em português na primeira metade do séc. XVI e em espanhol na segunda (1578), sendo empréstimo do português do Brasil ou da sua língua geral. (NAVARRO, 2013).

3.2 CONSUMO

O abacaxi pode ser consumido *in natura* ou industrializado, sob a forma de fatias ou pedaços em CAUDA, pedaços cristalizados, passa, pickles, suco, xarope, geleia, licor, bebida fermentada, vinagre e aguardente. Todavia, os principais produtos são as fatias ou pedaços em CAUDA e o suco. Com o suco do abacaxi, podem ser preparados refrescos, sorvetes, cremes, balas e bolos. Como subprodutos da industrialização do abacaxi, obtêm-se álcool, ácido cítrico (citrato), ácido málico, ácido ascórbico (vitamina C), bromelina (enzima proteolítica que entra na composição de diversos medicamentos) e rações para animais; do restante da planta, são aproveitados, industrialmente, as fibras e o amido. (ALCÂNTARA, 2009)

Figura 1 - Fruto do abacaxi (exterior e corte)



FONTE (WIKIPEDIA, 2021)

O suco do abacaxi contém cerca de 12 por cento de açúcar e 1 por cento de ácidos orgânicos (principalmente ácido cítrico); é considerado boa fonte de vitaminas A e B1, bem como razoável fonte de vitamina C, Quadro 1.

Quadro 1 – Composição Nutricional do Abacaxi

Abacaxi (ao natural)	
Valor nutricional por 100 g (3,53 oz)	
Energia	202 kJ (50 kcal)
Carboidratos	
Carboidratos totais	12,63 g
• Açúcares	9,26 g
• Fibra dietética	1,4 g
Gorduras	
Gorduras totais	0,12 g
Proteínas	
Proteínas totais	0,54 g
Vitaminas	
Tiamina (vit. B ₁)	0.079 mg (7%)
Riboflavina (vit. B ₂)	0.031 mg (3%)
Niacina (vit. B ₃)	0.489 mg (3%)
Ácido pantotênico (B ₅)	0.205 mg (4%)
Vitamina B ₆	0.110 mg (8%)
Ácido fólico (vit. B ₉)	15 µg (4%)
Vitamina C	36.2 mg (44%)
Minerais	
Cálcio	13 mg (1%)
Ferro	0.28 mg (2%)
Magnésio	12 mg (3%)
Manganês	0.9 mg (43%)
Fósforo	8 mg (1%)
Potássio	115 mg (2%)
Zinco	0.10 mg (1%)

FONTE (WIKIPEDIA, 2021)

3.3 PRODUÇÃO

Os principais países produtores de abacaxi, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (2018), são a Costa Rica, as Filipinas, o Brasil, a Indonésia, a China, etc. (FAO, 2021)

Quadro 2 - Os principais países produtores de abacaxi

País	Produção em 2019 (toneladas anuais)
Costa Rica	3328100
Philippines	2747856
Brazil	2426526
Indonesia	2196456
China	2158691
China, mainland	1727607
India	1711000
Thailand	1679668
Nigeria	1671440
Mexico	1041161
Colombia	1008687
Angola	870257
Ghana	743098
Viet Nam	707880
Peru	568907

FONTE (FAO, 2021)

Em 2019, o Brasil produziu 1,6 milhões de toneladas de abacaxi, sendo o 3º maior produtor do mundo. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), os principais Estados brasileiros produtores de abacaxi são o Pará, com 311 947 mil frutos; a Paraíba, com 307 116 mil frutos; Minas Gerais, com 179 287 mil frutos; o Rio de Janeiro, com 116 109 mil frutos; Tocantins, com 85 634 mil frutos;

Figura 2 - Principais estados produtores de abacaxi no Brasil em 2019, em amarelo escuro



FONTE (IBGE, 2019)

3.4 VARIEDADES DE ABACAXI

3.4.1 'Pérola'

Cultivada amplamente no Brasil, é também conhecida como 'Pernambuco'. A sua planta apresenta porte médio e crescimento ereto; é vigorosa, com folhas com cerca de 65 cm de comprimento e espinhos nos bordos e pedúnculo longo (em torno de 30 cm). Produz muitos filhotes (10 a 15) presos ao pedúnculo, próximos da base do fruto, casca amarelada (quando maduro), polpa branca, com sólidos solúveis totais de 14 a 16 °Brix, e pouco ácida, agradável ao paladar do consumidor brasileiro. O fruto pesa de 1,0 a 1,5 kg, possui coroa grande, casca verde e formato cônico Figura 3. (CABRAL & JUNGHANS, 2020).

Figura 3 - Variedade Pérola



FONTE (CABRAL & JUNGHANS, 2020)

3.5 BEBIDAS ALCOÓLICAS

De acordo com a legislação Brasileira, Lei nº8.918 de 1994, as bebidas são todo produto industrializado, destinado à ingestão humana, em estado líquido, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica.

Pela legislação brasileira, Decreto Lei nº 3.510, de 16 de junho de 2000, define-se bebida alcoólica como um produto refrescante, aperitivo ou estimulante, destinada à ingestão humana no estado líquido, sem finalidade medicamentosa e contendo mais de 0,5°GL (medida de quantos mililitros de álcool absoluto contém em 1 litro da bebida) ou 0,5%, (percentual de volume) de álcool etílico presente. Figura 4

As bebidas alcoólicas se dividem em bebidas fermentadas, fermento-destilladas e misturadas. Todas elas possuem a mesma base de obtenção, através da fermentação alcoólica. Entretanto as fermento-destilladas possuem uma etapa a mais, a destilação, para se obter uma maior concentração de álcool na bebida, como exemplo o whisky que o seu teor alcoólico varia entre 38% a 54%. As bebidas misturadas é a junção entre uma bebida fermentada ou fermento-destillada com outra bebida não alcoólica ou algum ingrediente não alcoólico, como os coquetéis. (PET-UFG, 2021)

Figura 4 - Bebidas alcoólicas vinho, whisky, vodka e cerveja



FONTE (PET-UFG, 2021)

3.6 AGUARDENTE DE FRUTAS

A utilização de sucos de frutas para elaboração de bebidas alcoólicas é uma forma de aproveitamento destas frutas com o intuito de evitar o desperdício quando não se tem um consumo imediato, agregando valor às bebidas regionais. A partir dos fermentados de frutas, por meio de destilação, se obtêm as aguardentes

A legislação brasileira (BRASIL, 2008), diz que aguardente de fruta é a bebida com graduação alcoólica de 36 a 54% em volume, a 20 °C, obtida de destilado alcoólico simples de fruta, ou pela destilação de mosto fermentado de fruta. Na Tabela 1 estão apresentados os limites estabelecidos pela legislação brasileira para aguardente de cana e para aguardente de frutas. (BOLSON MORO, 2016).

Tabela 1 - Limites permitidos conforme a legislação vigente para aguardente de cana e para aguardente de frutas.

Parâmetros	Aguardente de Cana (BRASIL, 2005)	Aguardente de Frutas (BRASIL, 2008)
Teor Alcoólico °GL a 20 °C	38 a 54	36 a 54
Cobre ^{1*}	5	5
Ésteres ^{2**}	200	250
Aldeídos ^{2**}	30	30
Furfural ^{2**}	5	5
Metanol ^{2**}	20	20
Acidez volátil ^{3***}	150	100
Álcoois Superiores ^{2**}	360	360

FONTE: (BOLSON MORO, 2016)

3.7 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

A fermentação alcoólica (catabolismo anaeróbico) fornece energia na forma de ATP ou outros compostos de transferência de energia para a biossíntese do material celular e produção do etanol. Estas reações catabólicas acontecem com uma grande diminuição na energia livre, a qual junto com a subsequente hidrólise do ATP durante as reações de biossíntese, transporte e manutenção, resulta na produção de calor. Um balanço energético simplificado para a equação do catabolismo anaeróbico da glicose pela *S. cerevisiae*, pode ser descrito da seguinte forma: (VOLPE, 2021)



Durante o processo de fermentação alcoólica do mosto, as leveduras transformam os açúcares presentes no mosto em etanol e gás carbônico. Porém, outros compostos são formados em quantidades menores, tais como ácidos orgânicos, metanol, ésteres, aldeídos e álcoois superiores. Tais compostos contribuem para a formação do aroma e do sabor de bebidas destiladas (Moreira et al., 2012).

¹ * Expresso em mg L⁻¹.

² ** Expresso em mg de ácido acético 100 mL⁻¹ de álcool anidro.

³ *** Expresso em mL 100 mL⁻¹ de álcool anidro.

3.8 DESTILAÇÃO

Aguardente de cana pode ser produzida mediante destilação em colunas contínuas ou em alambiques intermitentes.

O processo tradicional para produção de aguardente de cana-de-açúcar é a monodestilação. No início da destilação do vinho, realiza-se a separação da fração “cabeça”, correspondente a 1,5% do volume útil da caldeira. Então começa a se recolher a fração “coração”, a qual será utilizada para produção da aguardente, sendo esta recolhida até que o teor alcoólico do destilado na saída do condensador esteja em torno de 38% a 40% (v/v), sendo a concentração alcoólica média entre 44% e 48% nesta fração do destilado. Em seguida, começa a fração “cauda”, também conhecida como “água fraca”, e esta é destilada até que o destilado na saída do condensador apresente-se isento de etanol. (SILVA et al., 2021)

A fração volátil das aguardentes de cana está diretamente relacionada com a qualidade e a aceitação sensorial da bebida. Todas as etapas do processo de produção da aguardente influenciam a composição qualitativa e quantitativa da fração volátil da bebida. Apesar de serem os principais componentes das aguardentes de cana, o etanol e a água pouco influenciam o sabor e o aroma dessas bebidas, pois são os compostos secundários que determinam a percepção sensorial da aguardente. Os álcoois, ésteres, aldeídos e ácidos são os grupos de compostos que mais contribuem neste sentido. (SILVA et al., 2021)

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho mostra, a produção de aguardente através do suco do abacaxi, expondo as etapas de produção, desde a compra da matéria prima, até o resultado do produto.

A fruta escolhida foi o abacaxi, devido uma maior oferta no mercado e quantidade de Brix, em comparação com o suco da goiaba e do melão.

As atividades práticas foram realizadas no laboratório de tecnologia sucroalcooleira no CTDR e outra parte no domicílio do discente.

4.1 MATÉRIA PRIMA

Para a definição da matéria prima, foram observadas três características, a quantidade do °Brix, a disponibilidade no mercado e o preço. Diante destes atributos, foram selecionadas três frutas: a goiaba, o melão e o abacaxi.

Para uma boa fermentação e produção de álcool, é requerido uma fruta que tenha uma boa quantidade de açúcares, para as leveduras produzirem o álcool. Logo, dentre as três frutas previamente escolhidas, a que apresentasse a maior concentração de sólidos solúveis (°Brix) seria a matéria prima selecionada. Perante estes fatos, fizemos os procedimentos para verificação do °Brix e chegamos aos seguintes dados

A goiaba com 2,3 °Brix, o melão com 4,3 °Brix e o abacaxi com 6,3 °Brix, diante dos resultados, a fruta abacaxi foi a escolhida por ter a maior quantidade de açúcares dissolvidos.

Foram comprados cerca de 125 abacaxis, em três lugares distintos, 50 no local A, 25 no local B, 50 no local C, no valor média de 2,00 reais a unidade.

4.1.1 Teste de rendimento

Foram selecionados 18 abacaxis que foram pesados (P1), em seguida foram descascados e pesados novamente (P2).

A diferença $P1 - P2$ nos deu a quantidade de resíduo gerado

4.1.2 Quantidade de suco:

Os abacaxis descascados foram moídos com adição de um volume conhecido de água ($V_{\text{água}}$ em mL). Ao final foi medido o volume obtido (V_{final} em mL)

$$V_{\text{final}} - V_{\text{água}} = \text{rendimento de suco de abacaxi (mL)}$$

4.2 ETAPAS DE PRODUÇÃO

Para a realização da produção da aguardente do abacaxi, foram realizadas as seguintes etapas: Moagem, filtração, evaporação, fermentação e destilação.

4.2.1 MOAGEM

Este processo é caracterizado pela trituração das frutas, que foi realizado e num liquidificador, onde os abacaxis, já descascados, eram colocados dentro do copo do liquidificador, adicionando água mineral e em seguida moído, transformando-os em suco de abacaxi.

4.2.2 FILTRAÇÃO

Este processo foi necessário para retirar a espuma formada na moagem. O processo foi realizado utilizando peneira de inox de uso doméstico, com abertura da malha maior .

4.2.2.1 Com a peneira

Este processo foi necessário devido após a moagem o suco ter ficado com muitas espumas, sendo necessário uma peneira com granulometria maior para arrastar estes resíduos sólidos.

4.2.2.2 Com o Tecido tipo microfibras

Este processo foi usado um tecido com a granulometria menor que a da peneira, para a retirada dos resíduos sólidos que ainda restavam da etapa anterior, pois o suco deveria conter o máximo possível de homogeneidade.

Após a filtração foi medido o volume, em litro, de suco produzido e o Brix de cada fração de acordo com o local de origem do abacaxi (local de compra A, B e C)

4.2.3 EVAPORAÇÃO

Este processo é necessário para a retirada da água que está diluída no suco, com isso conseguimos aumentar o °Brix, ficando em uma faixa adequada em torno de 15 °Brix.

Esta etapa foi realizada em apenas uma das frações, da seguinte forma:
O caldo foi dividido em três porções:

1ª porção: foi medido o volume, o brix e transferido para um caldeirão. Este foi pesado e a altura do caldo, no interior do caldeirão foi medido.

2ª porção: foi medido o volume, o brix e transferido para um caldeirão. Este foi pesado e a altura do caldo, no interior do caldeirão foi medido. Em seguida foi aquecido para a evaporação da água até Brix em torno de 12°

3ª porção: foi medido o volume, o brix e transferido para um caldeirão. Este foi pesado e a altura do caldo, no interior do caldeirão foi medido. Em seguida foi aquecido para ser usado na fermentação.

4.2.4 FERMENTAÇÃO

Inicialmente, antes do processo de fermentação, foi realizada uma higienização de todos os equipamentos e vidrarias. Para isto utilizou-se água sanitária comercial diluída em água.

A fermentação alcoólica é um processo que ocorre com a degradação da glicose, na ausência de oxigênio.

Para a fermentação 1, foram utilizadas 4 porções de caldo com brix diferentes, aumentando até próximo à 15° Brix. Esta forma de escalonamento se deu como uma forma para a levedura ir se adaptando às concentrações mais altas de açúcar.

4.2.4.1 Preparação da levedura

Foram pesados 24 gramas de levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* CA11.

Foram colocados 2 litros de água em um recipiente, e em seguida submetidos à , fervura até 100° C para pode matar todos os micro-organismos possíveis e evitar algum tipo de contaminação.

Após o processo de fervura, a temperatura foi reduzida. Em seguida foi baixado a temperatura, para poder ficar entre 35 - 42°C para poder adicionar as leveduras.

Após chegar à temperatura 41°C foi adicionado as leveduras.

Em seguida homogeneizado e feito aeração por 30 minutos, para que haja a multiplicação das leveduras.

4.2.4.2 Preparação do suco

A fermentação foi realizada em um recipiente tipo “bombona” com capacidade útil de 20 L, denominado de fermentador. Ao fermentador foram adicionados 16 litros de suco, tendo em vista que ainda iriam ser adicionados 2 litros de leite das leveduras (inóculo). Sempre devemos deixar um espaço livre dentro no fermentador, visto que durante o processo fermentativo ocorrerá a liberação de gás carbônico causando a formação espumas.

A) Logo foi utilizado 16 litros de suco do abacaxi com °Brix 6.

B) Em seguida aumentado a temperatura do suco para ficar na faixa de 35 - 42°C

C) O suco está pronto para ser adicionado o leite de levedura

Em seguida foi encaminhado para a dorna para ocorrer a fermentação, contabilizou-se 18 litros na bombona para ser fermentado no primeiro dia de fermentação.

4.2.4.3 Processo de fermentação (COLUNA DE DESTILAÇÃO)

4.2.4.3.1 1º dia da fermentação

Pela manhã fizemos a rotina abaixo, retirando uma amostra para;

A) Verificação do °Brix

B) Verificação do pH

C) Verificação da temperatura

D) Em seguida, foram retirados 15 litros de vinho, para liberar espaço na dorna, o que possibilitou nova adição de caldo.

Após esta etapa do vinho fermentado, ocorreu a adição de 4 litros do °Brix 9 com 6 litros do °Brix 6 para a fermentação do 1º dia para o 2º dia.

Colocamos na dorna para a fermentação com uma temperatura controlada de 34 C.

4.2.4.4 2º dia da fermentação

Pela manhã no 2º dia fizemos a rotina abaixo, retirando uma amostra para;

- A) Medição do °Brix
- B) Verificação do pH
- C) Verificação da temperatura

Em seguida preparamos o suco do 2º para o 3º, com o °Brix 12. Aumentamos a temperatura do suco até 34 °C e colocamos dentro da dorna, fazendo a homogeneização com a levedura que estava dentro.

Em seguida o fermentador foi fechado e levado para ser fermentado a uma temperatura controlada de 34 °C

4.2.4.5 3º dia da fermentação

- A) Verificamos o °Brix
- B) Verificamos o pH
- C) Retirado vinho fermentado

Em seguida preparamos o suco do dia 3º dia para o 4º dia, através da equação de índice de diluição (LOPES, 2007), foi ajustado o °Brix 20 do vinho, foi diluído o suco com 666 ml de água, que formou 2,66 litros a °Brix de 14.7.

4.2.4.6 4º dia da fermentação, foi:

- A) Verificado o °Brix
- B) Retirado o vinho fermentado para congelamento e posterior destilação
- C) Retirada da levedura para armazenamento e reutilização

Esta fermentação gerou um total de 32 litros de vinho fermentado e retiramos 2 litros de leveduras.

4.2.4.7 Processo de fermentação (ALAMBIQUE DE COBRE)

Na produção de aguardente obtida através da destilação em alambique de cobre, utilizou-se como mosto de fermentação 19 litros de suco de abacaxi (compra C).

Para a destilação no alambique de cobre, foi realizado a fermentação dos 19 litros de suco da compra C.

- A) Foi verificado o °Brix do suco
- B) Realizamos a evaporação na qual houve perda de 5 litros de água
- C) Depois da evaporação foi medido o °Brix

Logo ficamos com 14 litros de suco e o °Brix 11.2, ao qual foram adicionado 2 litros de leite de levedura aquecido a 34 °C.

4.2.4.7.1 1o e 2o Dia da fermentação

Verificado °Brix e o Teor Alcoólico.

4.2.5 DESTILAÇÃO

4.2.5.1 Destilação através da coluna de destilação

Abaixo se encontram-se fotos do destilador, condensador, chille e o controlador usado na realização da destilação por coluna. Figura 5

Figura 5 - Coluna de destilação de 4 pratos, chille e o controlador



(A) Destilador



(B) Chille



(C) Controlador



(D) Destilador montado

FONTE: (DO AUTOR)

4.2.5.2 Destilação através do alambique de cobre

Abaixo encontram-se fotos do alambique de cobre, condensador, e do chille
Figura 6

Figura 6 - Alambique de cobre usado na destilação



(A) Alambique



(B) Manômetro e Termômetro



(C)Alambique pronto

FONTE: (DO AUTOR)

4.3 ACIDEZ TOTAL

A acidez total das aguardentes obtidas, assim como das cachaças e da aguardente de cana, foi determinada utilizando-se a metodologia disponível em (LUTZ, 2008),

Reagentes utilizados na titulação

Reagente: NaOH (0,02 mol/litro)

Amostra: 20 ml

Indicador: Fenolftaleína

4.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO

Foi feito o registro fotográfico de todo o procedimento. As fotos foram anexadas a este trabalho na forma de Apêndices.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RENDIMENTO EM KG DE ABACAXI POR ML DE SUCO

5.1.1 Abacaxi com casca

Foram pesados 18 abacaxis o que resultou em 24,5 kg. Dividimos por 18, e nos deu uma média de 1,36 kg para cada abacaxi.

5.1.1.1 Abacaxi descascado

Descascamos os 18 abacaxis e pesamos, que deu o resultado de 12 kg, logo dividimos por 18, onde conseguimos chegar em uma média de 0,66 kg para cada abacaxi descascado.

5.1.1.2 Quantidade de resíduos

Resíduo = abacaxi com casca – abacaxi sem casca

Resíduo = 24,5 – 12

Resíduo = 12,5 Kg

Rendimento do suco com 18 abacaxis

5.1.1.3 Quantidade de suco

Para moer 18 abacaxis, adicionamos 3250 ml de água, que resultaram em 9874 ml de suco.

Logo:

Rendimento do suco= total de suco – água adicionada

Rendimento do suco = 9874 – 3250

Rendimento do suco = 6624 ml

A seguir segue uma mostrando o peso do total dos abacaxis, tendo como amostra os 18 abacaxis.

Tabela 2 – Cálculo de Rendimento de 18 abacaxis e extrapolação para a quantidade total.

Abacaxi	Unidade em média	125 unidades
Com casca	1,36 (kg)	170,25 (kg)
Sem casca	0,66 (kg)	83,37 (kg)
Suco	368 ml	32 l + 14 l = 46 l

FONTE (DO AUTOR)

Após a fase de filtração foram obtidos cerca de 56,5 litros do suco, sendo que 24 litros com o 6 °Brix (compra no local A), 12 litros com 9 °Brix (compra no local B) e 19 litros com o 8,5 °Brix (compra no local C).

5.1.2 Resultados da Etapa de evaporação

Terminamos a etapa de evaporação com as seguintes quantidades:

Tabela 3 – Volumes obtidos após a evaporação do caldo.

°Brix	Litros (L)
9	4
12	4
20	2

FONTE (DO AUTOR)

5.2 FERMENTAÇÃO

5.2.1 Fermentação para uso na coluna de destilação Tabela 4

Tabela 4 – Resumo da fermentação utilizada na coluna de destilação.

ETAPA	°BRIX		TEOR ALCOÓLICO °GL
	ANTES	24 H DEPOIS	
1º DIA	6	1,5	7
2º DIA	9	2,2	9
3º DIA	12	2,7	3
4º DIA	14,7	3,8	12

FONTE: (DO AUTOR)

5.2.2 Fermentação para uso no Alambique de cobre Tabela 5

Tabela 5 – Resumo da fermentação utilizada no alambique de cobre.

ETAPA	°BRIX		TEOR ALCOÓLICO °GL
	ANTES	24 H DEPOIS	
1º DIA	11,2	4,6	14
2º DIA	4,6	4,3	14

FONTE: (DO AUTOR)

5.2.3 Resumo das fermentações para coluna de destilação e alambique de cobre

Tabela 6

Tabela 6 - Resumo do volume obtido, °brix e grau alcoólico das fermentações para coluna de destilação e alambique de cobre.

ETAPA	VOLUME	°BRIX	TEOR ALCOÓLICO °GL
1 FERMENTAÇÃO ⁴	32	14,7	12
2 FERMENTAÇÃO ⁵	14	11,2	14

FONTE: (DO AUTOR)

⁴ fermentação cujo vinho foi destinado à coluna de destilação

⁵ fermentação cujo foi destinado para destilação em alambique de cobre

5.3 DESTILAÇÃO

Foram colocados para a destilação cerca de 32 litros de vinho fermentado e adicionado 300 gramas de hortelã.

Através da tabela de ebulição dos álcoois (Tabela 7), iniciamos a destilação e controlamos através da temperatura as substâncias voláteis que estávamos destilando naquele momento.

Tabela 7 – Ponto de Ebulição do metanol e do etanol.

Substância	Ponto de ebulição/°C	Ponto de fusão/°C
Metanol	65	−98
Etanol	78	−112
Éter dietílico	35	−116
Ácido etanoico	118	17

FONTE: (DO AUTOR)

Fazendo-se o uso do controlador, devido ao ponto de ebulição do metanol ser 65 °C, a temperatura foi regulada para 70 °C. Assim, ocorreu a evaporação apenas do metanol, durante o período de 60 minutos.

Depois de destilado todo o metanol, deu-se início à destilação do etanol, de acordo com a Tabela 7, o ponto de ebulição do etanol é 78 °C, logo a temperatura foi aumentada para 80 °C

5.3.1.1 Destilação através do alambique de cobre

Foram destilados cerca de 14 litros de vinho fermentado através do alambique de cobre

5.3.2 Destilação por coluna

Com o início da destilação do etanol, foi realizado a separação das frações.

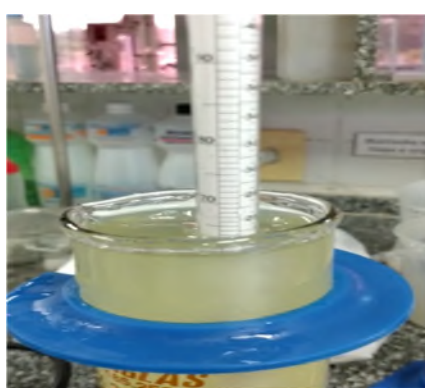
De acordo com a teoria, o destilado de aguardente individualizado em 3 fases, **CABEÇA** com o grau alcoólico entre 70-50 °GL, **CORAÇÃO** entre 50-38 °GL e a **CAUDA** abaixo de 38 a 14 °GL. Figura 7

(A) CABEÇA 63 °GL

(B) CORAÇÃO: 23 °GL

(C) CAUDA: 3 °GL

Figura 7 – Frações resultantes da destilação por coluna



(A) CABEÇA



(B) CORAÇÃO



(C) CAUDA

FONTE: (DO AUTOR)

Após o processo da destilação, obtivemos os seguintes resultados Tabela 8 e Figura 8

Tabela 8 – Frações obtidas na destilação por coluna.

DESTILADO	°GL	VOLUME (ml)
Metanol	87	170
Etanol	80	285
CABEÇA	63	305
CORAÇÃO	26	550
CAUDA	3	195
TOTAL		1505

FONTE: (DO AUTOR)

Figura 8 – Frações obtidas na coluna de destilação



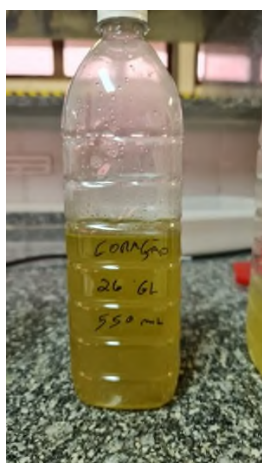
(A) Metanol



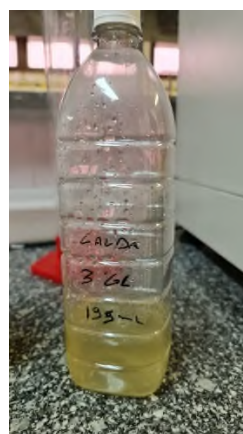
(B) Etanol



(C) Cabeça



(D) Coração



(E) CAUDA

FONTE (DO AUTOR)

5.3.3 Destilação por alambique de cobre

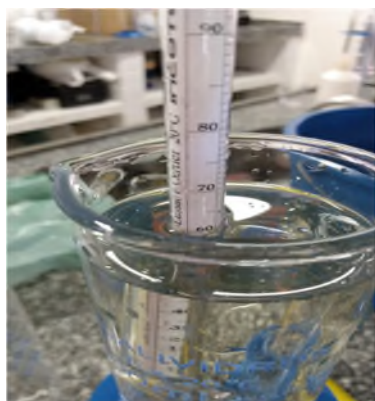
Frações Figura 9

A) Cabeça: 60 °GL

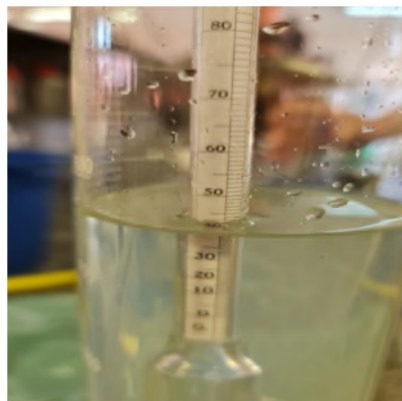
B) Coração: 42 °GL

C) CAUDA: 8 °GL

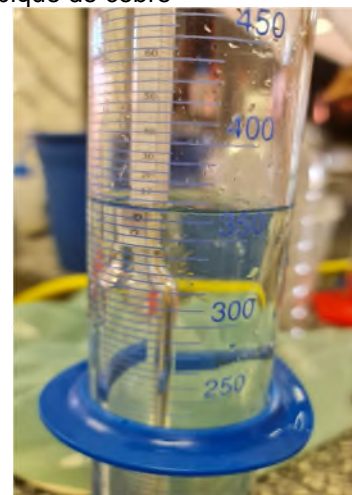
Figura 9 – Frações resultantes da destilação no alambique de cobre



(A) Cabeça



(B) Coração



(C) CAUDA

FONTE (DO AUTOR)

Após o processo da destilação no alambique de cobre, foram obtidos os seguintes resultados , apresentados na Tabela 9 e Figura 10

Tabela 9 - Frações obtidas no alambique de cobre.

DESTILADO	°GL	Volume (ml)
CABEÇA	60	320
CORAÇÃO	42	760
CAUDA	8	360
TOTAL		1440

FONTE: (DO AUTOR)

Figura 10 – Frações obtidas no alambique de cobre



(A) Cabeça

(B) Coração

(C) CAUDA

FONTE (DO AUTOR)

5.3.4 Vinhaça

Ao final de destilação determinou-se, com um alcoômetro, o Teor Alcoólico da vinhaça Figura 11

Figura 11 – Verificando a Teor Alcoólico da vinhaça



FONTE (DO AUTOR)

5.4 ACIDEZ TOTAL

A Figura 12, mostra a titulação para determinação da acidez total.

Figura 12 – Titulação das amostras



(A) Titulando

FONTE (DO AUTOR)

A legislação vigente para Aguardente de Cana e Aguardente de Frutas, são apresentados na Tabela 10

Tabela 10 - Limites permitidos conforme a legislação vigente para aguardente de cana e para aguardente de frutas.

Parâmetros	Aguardente de Cana (BRASIL, 2005)	Aguardente de Frutas (BRASIL, 2008)
Teor Alcoólico °GL a 20 °C	38 a 54	36 a 54
Cobre ^{6*}	5	5
Ésteres ^{7**}	200	250
Aldeídos ^{2**}	30	30
Furfural ^{2**}	5	5
Metanol ^{2**}	20	20
Acidez volátil ^{8***}	150	100
Álcoois Superiores ^{2**}	360	360

FONTE: (BOLSON MORO, 2016)

^{6 *} Expresso em mg L⁻¹.

^{7 **} Expresso em mg de ácido acético 100 mL⁻¹ de álcool anidro.

^{8 ***} Expresso em mL 100 mL⁻¹ de álcool anidro.

5.4.1 Destilação por coluna

Os resultados da acidez total para a destilação por coluna são apresentados na Tabela 11

Tabela 11 – Acidez do destilado de abacaxi, utilizando a coluna de destilação.

DESTILADO PELA COLUNA DE DESTILAÇÃO				
	°GL	Acidez total (mg/100ml)		
		1° Titulação	2° Titulação	Média
CABEÇA	63	19,1	19,8	19,45
CORAÇÃO	26	42,8	42,1	42,45
CAUDA	3	50,4	51,7	51,05

FONTE: (DO AUTOR)

Os resultados da acidez total para o aguardente de abacaxi Tabela 11, obtido por coluna apresentam valores **DENTRO** dos limites estabelecidos pela legislação Tabela 10 e próximos a acidez total para a cachaças e para a aguardente de cana , usadas para comparação apresentados na Tabela 13

5.4.2 Destilação por alambique de cobre

Os resultados da acidez total para a destilação por coluna são apresentados na Tabela 12

Tabela 12 - Acidez do destilado de abacaxi, utilizando o alambique de cobre.

DESTILADO PELO ALAMBIQUE DE COBRE				
	°GL	Acidez total (mg/100ml)		
		1° Titulação	2° Titulação	Média
CABEÇA	60	90	91	90
CORAÇÃO	42	164	164,2	164,5
CAUDA	8	258,7	261,9	260,3

FONTE: (DO AUTOR)

Os resultados da acidez total para o aguardente de abacaxi Tabela 12, obtido por alambique de cobre apresentam valores **ACIMA** dos limites estabelecidos pela legislação Tabela 10 e **MUITO ACIMA** dos valores de acidez total para a cachaças e o aguardente de cana , usadas para comparação apresentados na Tabela 13

Estes valores maiores de acidez para a aguardente de abacaxi, obtida por destilação no alambique de cobre, precisa ser melhor avaliado se a maneira diferente utilizada na segunda fermentação e o fato de termos deixado a fermentação por mais 1 dia, foram responsáveis pelo aumento dos valores da acidez total.

Os resultados da acidez total para a cachaças e o aguardente de cana são apresentados na Tabela 13

Tabela 13 – Acidez total de cachaças e aguardente de cana comerciais.

Amostras de cachaça				
	°GL	Acidez total (mg/100ml)		
		1º Titulação	2º Titulação	Média
AMOSTRA 01	50	40,8	40,8	40,8
AMOSTRA 02	42	30,6	29,3	29,9
AMOSTRA 03	40	33,2	31,9	32,5
AMOSTRA 04	45	35,1	35,1	35,1
AMOSTRA 05	40	17,8	18,5	18,1
AMOSTRA 06	42	28,7	30	29,3
AMOSTRA 07	40	46,6	47,2	46,9
AMOSTRA 08	39	8,3	8,3	8,3

FONTE: (DO AUTOR)

Os resultados da acidez total das cachaças e da aguardente de cana, apresentam valores bem abaixo dos 150 mg/100ml, permitidos pela legislação.

6 CONCLUSÃO

A proposta da obtenção de uma aguardente de abacaxi por duas destilações diferentes, foi conseguida.

Utilizamos a acidez total, como parâmetro para avaliar a aguardente de abacaxi obtida com cachaças e a aguardente de cana comerciais, obtendo;

Os resultados da acidez total para o aguardente de abacaxi, obtido por coluna apresentam valores **DENTRO** dos limites estabelecidos pela legislação e próximos a acidez total para a cachaças e o aguardente de cana , usadas para comparação.

Os resultados da acidez total para o aguardente de abacaxi, obtido por alambique de cobre apresentam valores **ACIMA** dos limites estabelecidos pela legislação e **MUITO ACIMA** dos valores de acidez total para a cachaças e para a aguardente de cana , usadas para comparação.

7 REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 14141. (1998). ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14141: Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro.
- BOLSON MORO, K. I. (2016). DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE FRUTAS A BASE DE POLPA DE BANANA (*Musa sp.*) E DE SUCO DE ABACAXI (*Ananás comusus* (L) Merrill). Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 20 de junho de 2005: Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Portaria nº 65, de 23 de abril de 2008: regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de frutas. Diário Oficial. Brasília, DF. 24 de abril de 2008. Seção 1, p.11.
- CABRAL, J. R., & JUNGHANS, D. T. (2020). Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz da Almas, BA.
- FAO.org (FAOSTAT). «Pineapple production in 2018, Crops/World regions/Production quantity (from pick lists)». Consultado em 19 de julho de 2021
- FERREIRA, A. B. H. Novo dicionário da língua portuguesa. 2ª edição. Rio de Janeiro. Nova Fronteira. 1986. p. 2.
- GULARTE, M. A. (2009). Manual de Análise Sensorial de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, Rio Grande do Sul. 105p.
- IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2019. <
http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/abacaxi/b1_abacaxi.pdf>, Consultado em 19 de julho de 2021
- ISO (DIS 3972/1979). (1990). INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/DIS 3972/1979. Sensory analysis: method of investigating sensitivity of taste. Geneva: ISO, 5 p.
- LOPES, R. T. (2007). D O S I Ê T É C N I C O. Processamento de Cachaça de Alambique. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. CETEC, agosto. Obtido de <http://www.respostatecnica.org.br>
- LUTZ, I. A. (2008). Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos - 4ª Edição.
- MACBETH, G. (1997). FM Test: Quick Guide to Operation – Munsell Color. New York /USA, 1997. 31 p.

- MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V., & CARR, B. T. (1991). *Sensory Evaluation Techniques*. 2 ed., Flórida: CRC press, 354 p.
- MELO, M. S. (1946). Caracteres Organolépticos de Alimentos e Bebidas. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, v. 6, n. 1, p. 77-95.
- Moreira, R. F. A., Neto, C. C., & Maria, C. A. B. (2012). A fração volátil das aguardentes de cana produzidas no Brasil. *Química Nova*, 35(9), 1819-1826.
- NAVARRO, E. A. *Dicionário de tupi antigo: a língua indígena clássica do Brasil*. São Paulo. Global. 2013. p. 326.
- Oliveira, L. M. A., Dutra, M. B. L., Alvarenga, R. M., Lacerda, I. C. A., Yoshida, M. I., & E.S. (2014). Analysis of alcoholic fermentation of pulp and residues from pineapple processing [research-article]. <http://mc.manuscriptcentral.com/tcyt>. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.902865>
- PET-UFG, 2021 <<https://pet.agro.ufg.br/n/129817-bebidas-e-suas-classificacoes>> Consultado em 19 de julho de 2021
- SALES, A. M. (2014). Estudo do aproveitamento da polpa e das cascas do abacaxi (*Ananás comosus* L.) para obtenção do álcool etílico. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia.
- Silva, A. P. d., Silvello, G. C., Bortoletto, A. M., & Alcarde, A. R. (2021). Composição química de aguardente de cana obtida por diferentes métodos de destilação. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.30818>
- Volpe, P. L. O. (2021). Estudo da fermentação alcoólica de soluções diluídas de diferentes açúcares utilizando microcalorimetria de fluxo. *Química Nova*, 20, 528-534. <https://doi.org/10.1590/S0100-40421997000500013> ALVARENGA, L. M.; ALVARENGA, R. M.; DUTRA, M. B. L.; OLIVEIRA, E. S. Avaliação da fermentação e dos compostos secundários em aguardente de banana e manga. *Alimentos e Nutrição*. v. 24, n. 2, p. 195-201, abr./jun. 2013.
- WIKIPEDIA. (2021). Ananás. Obtido em 01 de junho de 2021, de Obtida de "<https://pt.wikipedia.org/w/index.pHp?title=Ananás&oldid=61126987>"

8 APÊNDICES

Apêndice 1 - Fruto, polpa e oBrix da goiaba



(A) Fruto

FONTE (DO AUTOR)



(B) Polpa



(C) Brix

Apêndice 2 - Fruto, polpa e °Brix do melão



(A) Fruto

FONTE (DO AUTOR)



(B) Polpa



(C) Brix

Apêndice 3 - Fruto, polpa e °brix do abacaxi



(A) Fruto

FONTE (DO AUTOR)



(B) Polpa



(C) Brix

Apêndice 4 - Filtração com a peneira e com o pano microfibras



Peneira



Pano microfibras

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 5 - 4 litros com o °Brix 9



Suco com °Brix 9

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 6 - Verificação do °Brix (9), peso e altura



(A)°Brix



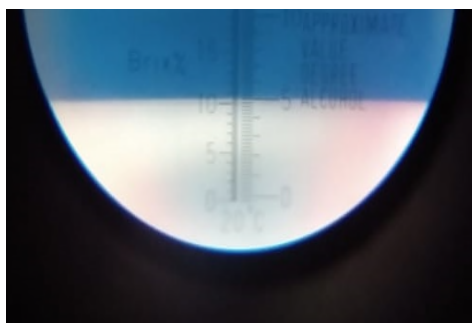
(B)Pesagem



(C)Altura

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 7 - Verificação do °Brix (11), peso e altura



(A)°Brix



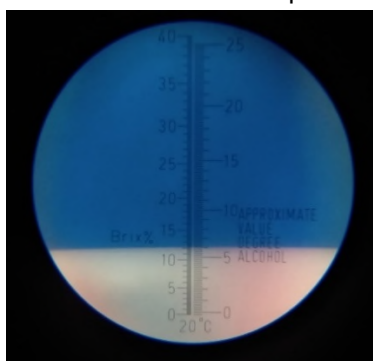
(B)Peso



(C)Altura

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 8 - Verificação do °Brix (12), peso e altura



(A)°Brix



(B)Pesagem



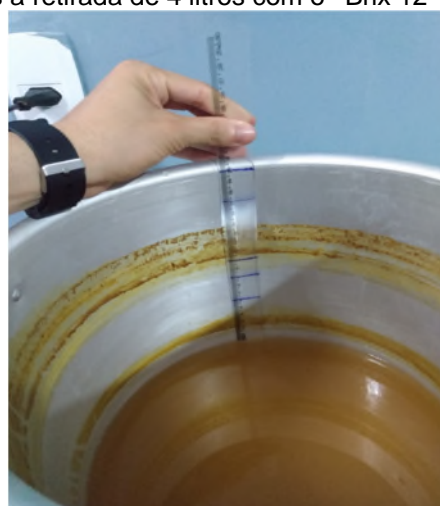
(C)Altura

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 9 - Pesagem e altura após a retirada de 4 litros com o °Brix 12



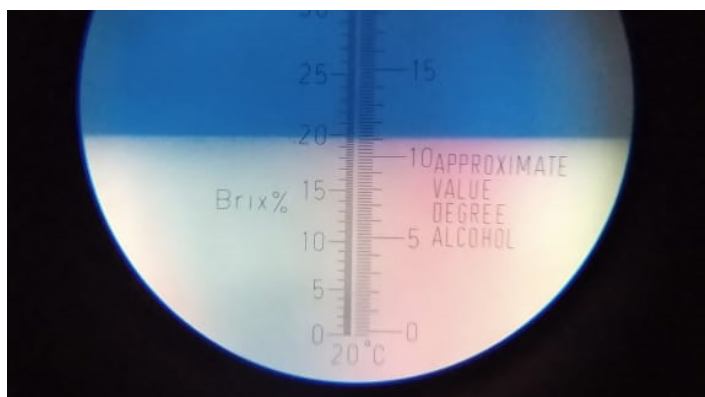
(A)Pesagem



(B)Altura

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 10 - Verificação do °Brix (20), peso e altura



(A)°Brix



(B)Pesagem

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 11 - Resultados da evaporação



Garrafas com caldo para futura fermentações

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 12 - Procedimentos de higienização



Higienização dos materiais utilizados na fermentação

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 13 - Preparo da levedura



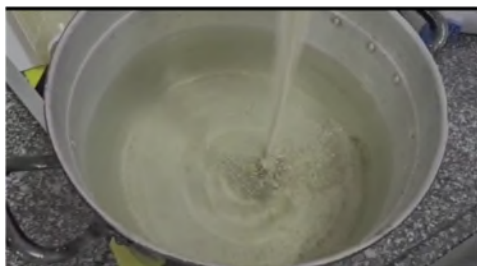
(A) Pesagem



(B) Aumentando a temperatura



(C) Diminuindo a temperatura



(D) Adicionando levedura na água

FONTE (DO AUTOR)



(E) Homogeneização

Apêndice 14 - Preparação do suco



(A) Medindo o volume do suco

FONTE (DO AUTOR)



(B) Verificando a temperatura



(C) Adicionando a levedura ao suco

Apêndice 15 - Dorna de fermentação



FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 16 - Procedimentos do 1ºDia da fermentação



(A) vinho fermentado



(B) °Brix



(C) PH



(D) Temperatura do vinho



(E) Bombonas

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 17 - Preparando o suco



Aquecimento do suco

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 18 - Procedimentos do 2ºDia da fermentação



(A) °Brix 2.2



(B) PH



(C) Temperatura

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 19 - Prepara do suco do 2º dia para 3º dia



(A)homogeneização



(B) Dorna

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 20 - Procedimentos do 3ºDia da fermentação



(A)°Brix



(B) PH



(C) Bombona

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 21 - °Brix após a diluição



(A)°Brix 14.7

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 22 - Cálculo do índice de diluição

- Cálculo aproximado para diluição do caldo

O ajuste do teor de açúcares do caldo de cana deve ser feito com água potável, com base nos seguintes cálculos:

- a) Cálculo do índice de diluição (ID):

$$ID = \frac{100 \times BC}{BD}$$

onde ID = índice de diluição
BC = Brix do caldo de cana
BD = Brix do caldo diluído

- b) Cálculo do volume de caldo a adicionar (VC):

$$VC = \frac{100 \times VUD}{ID}$$

onde VC = volume de caldo
VUD = volume útil da dorna

- c) Cálculo do volume de água a adicionar (VA):

$$VA = VUD - VC$$

onde VA = volume de água

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 23 - Procedimentos do 4º Dia da fermentação



(A) °Brix



(B) Bombona



(C) Leveduras



(D) Grau alcoólico

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 24 - Procedimentos para evaporação



(A) °Brix antes



(B) Evaporação



(C) °Brix depois

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 25 - Procedimento para Fermentação



(A) levedura

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 26 - Verificação do °Brix e do grau alcoólico



(A) °Brix 1º Dia



(B) °Brix 2º Dia



(C) Grau alcoólico

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 27 - Adicionando hortelã para destilação



(A) Hortelã



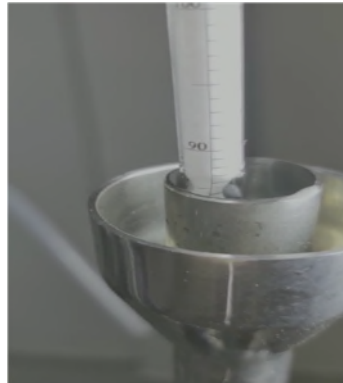
(B) Hortelã no vinho

FONTE: (DO AUTOR)

Apêndice 28 - Destilando Metanol



(A) Temperatura



(B) Graduação alcoólica do Metanol

FONTE: (DO AUTOR)

Apêndice 29 - Destilando o Etanol



(A) Controlador



(B) Teor Alcoólico do Etanol

FONTE (DO AUTOR)

Apêndice 30 - Procedimento para análise da acidez total

221/IV Bebidas fermento-destiladas – Determinação de acidez total

Este método baseia-se na titulação de neutralização dos ácidos com solução padronizada de álcali, com o uso de indicador fenolftaleína ou com o pHmetro até o ponto de equivalência. A acidez total é expressa em g de ácido acético por 100 mL de amostra.

Material

pHmetro, agitador magnético, barra magnética, béquer de 250 ou 500 mL, frasco Erlenmeyer de 500 mL, pipeta volumétrica de 50 ou 100 mL, bureta de 10 mL e pipeta graduada de 1 mL.

Reagentes

Solução de hidróxido de sódio 0,1 M (ou 0,05 M) padronizada

Solução de fenolftaleína

Procedimento – Transfira 50 ou 100 mL da amostra, para um frasco Erlenmeyer de 500 mL. Adicione 0,5 mL do indicador fenolftaleína. Titule com solução de hidróxido de sódio até coloração rósea ou transfira a amostra para um béquer e titule com solução de hidróxido de sódio até ponto de viragem pH 8,2 - 8,4, utilizando o pHmetro.

Cálculo

$$\frac{n \times M \times f \times PM}{10 \times V} = \text{ácidos totais, em g de ácido acético por 100 mL de amostra}$$

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

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

PM = peso molecular do ácido acético (60g)

V = volume tomado da amostra, em mL

Nota: para amostras com baixo valor de acidez (bebidas destilado-retificadas e álcool etílico) utilize solução de hidróxido de sódio em menor concentração (0,01 M).

FONTE (LUTZ, 2008)