

ESCOLA SUPERIOR DE TURISMO E TECNOLOGIA DO MAR



IPL

**escola superior de turismo
e tecnologia do mar**
instituto politécnico de leiria

**CARATERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE Cana-de-açúcar
“GROGUE DE CABO VERDE”**

Ailton César Neves Ramos

[2015]

ESCOLA SUPERIOR DE TURISMO E TECNOLOGIA DO MAR



**CARATERIZAÇÃO DE AGUARDENTE DE Cana-de-açúcar
“GROGUE DE CABO VERDE”**

Ailton César Neves Ramos

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Gestão da Qualidade
e Segurança Alimentar**

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor Raul José Silvério Bernardino e co-orientação da Doutora Susana Maria da Silva Agostinho Bernardino

[2015]

Título: Caracterização de Aguardente de Cana-de-açúcar “Grogue de Cabo Verde”

Copyright © Ailton César Neves Ramos

Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar – Peniche

Instituto Politécnico de Leiria

2015

A Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar e o Instituto Politécnico de Leiria têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação/trabalho de projeto/relatório de estágio através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e pelas oportunidades oferecidas.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram e apoiaram em todas as decisões importantes da minha vida. Só tenho que agradecer pelo amor incondicional, carinho e paciência a mim dedicados.

Aos meus irmãos que sempre estiveram presente quando precisei e pela ajuda dos dados importantes que facultaram para o meu trabalho.

À minha namorada JACQUELINE MORENO, que esteve comigo desde do primeiro minuto do mestrado até ao fim, com humildade paciência, compreensão e momentos mais difíceis desta caminhada. Muito obrigado pelo apoio e pelos sonhos partilhados.

À minha co-orientadora professora Susana Maria da Silva Agostinho Bernardino, agradeço pela orientação e amizade.

Ao meu orientador professor Raul José Silvério Bernardino, agradeço pela confiança e respeito a mim oferecidos. Obrigada pela orientação e amizade.

À professora Doutora Susana Mendes pela sua pronta disponibilidade, motivação e apoio no tratamento estatístico do presente trabalho.

Aos alunos do GIRM, com especial atenção para Sidónio Rodrigues e Carmen Pedro pela ajuda nas realizações das análises químicas.

Ao departamento técnico do laboratório pela disponibilidade e atenção que tiveram comigo.

Aos meus tios Carlos Correia e José Olívio, demonstro a minha gratidão pela ajuda, apoio, incentivo, para concretizar deste trabalho.

À todos os meus colegas do curso, amigos, professores e escola, uma vez que sem a ajuda de todos não seria uma caminhada fácil de executar.

Agradeço a todas as pessoas que de forma direta ou indireta me ajudaram nesta longa caminhada.

RESUMO

A aguardente de cana é uma bebida de grande importância económica para Cabo Verde, mais concretamente para as ilhas de Santiago, Brava, Nicolau e S. Antão, que apresentam boas condições climáticas para a produção de cana. O consumo tem vindo a crescer em todas as classes sociais e tem a pretensão de conquistar o mercado internacional. Mas isso gera dificuldades para os produtores de aguardente, que muitas vezes enfrentam barreiras para entrar no mercado externo, principalmente devido à qualidade do produto e à falta de padronização desta bebida. Este trabalho teve como objectivo obter uma identidade e qualidade padrão da aguardente de cana em Cabo Verde, portanto, fizeram-se 5 destilados na ESTM os quais foram avaliados sensorialmente quanto à padronização do produto e também quanto à qualidade através de comparação com duas aguardentes feitas por produtores cabo-verdianos. Para isso, foram preparados 40 litros de calda, dividida em 5 lotes de 7,5 litros no alambique, obtendo-se 5 destilados com 450, 470, 565, 300 e 430ml. Determinou-se o grau alcoólico, acidez total, teor furfural e teor de cobre dos destilados realizados na escola e em Cabo Verde. Os valores obtidos do grau alcoólico, acidez total e furfural encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela lei brasileira, com exceção para o furfural que apresentou um resultado positivo nas amostras dos destilados feitos em Cabo Verde, correspondente a 28,57%. Os valores de acidez total variaram entre 9,38 a 136,87 mg/100 ml (álcool anidrido). O cobre foi determinado através da técnica de espectroscopia de absorção atómica com câmara grafite. As amostras analisadas apresentaram valores de cobre que variaram de 0,406 a 7,380 mgL⁻¹. Das amostras analisadas 71,43% estavam dentro do limite e 28,57 % apresentaram teores de cobre acima do permitido pela legislação. Relativamente à padronização das 5 amostras feitas na escola, demonstrou-se que a estrutura de dados apenas se evidenciou validada para os atributos oleosidade e aroma ($p = 0.000$ e $p = 0.037$, respetivamente). Comparando as amostras feitas na escola com as duas de Cabo Verde, mostrou-se que à cor franca ($P < 0,000$) e aceitável ($P < 0,013$), limpidez ($P < 0,000$) brilhante e transparente ($P < 0,001$), as variáveis independentes não exercem influências na variável dependente segundo o modelo proposto.

Palavra-chave: Aguardente de cana, qualidade, padronização, destilação.

ABSTRACT

Sugar cane grogue is the major economic drink for Cape Verde, in particular for Santiago, Brava, S. Nicolau and St. Antão Islands, due to its favorable climate conditions for sugar cane production. The consumption has been growing up across all social classes, and intends to reach international market. The lack of standard in this product production has been compromising grogue producers' opportunity to achieve external market. The purpose of this research work was to analyze and identify grogue standard quality in Cape Verde, therefore five experiences were applied in ESTM between two Cape Verdean producers in order to assess different identity Standards on these products. 40 liters syrup were divided for this instance, into five batches of 7.5 liters in alembic, and 5 distillates of 450, 470, 565, 300 and 430ml were obtained. Was made in Cape Verde Schools some experience in order to measure alcohol content, the total acidity, furfurals and copper's level distillates. As a result it was concluded that. Besides furfural substances, which had a positive result on distillates samples done in Cape Verde all the rest was in agreement and within the limits established by Brazilian law, corresponding to 28.57%. The total acid values varied from 9.38 to 136.87 mg / 100 mL (alcoholic anhydride). The copper was determined by the technique of atomic absorption spectroscopy with graphite camera. The copper samples showed values ranging from 0,08 to 0,33 mgL⁻¹. 71.43% of the analyzed samples were within the limit and 28.57% had copper components above those permitted by law. Regarding the standardization of 5 samples taken at school, it was shown that the data structure showed only validated attributes oils and flavoring ($p = 0.000$ and $p = 0.037$, respectively). Comparing samples made at school in Cape Verde, it was shown that the open color ($P < 0.000$) and acceptable ($P < 0.013$), clarity ($P < 0.000$) bright and transparent ($P < 0.001$), variables do not exert independent influences on the dependent variable based on the model.

Keyword: Sugar cane grogue, quality, standardization, distillation.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	III
ABSTRACT.....	IV
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Caracterização da Cana-de-açúcar	3
2.2 Desenvolvimento da cana-de-açúcar.....	4
2.3 Variedade de cana-de-açúcar.....	5
2.3.1 Caraterística morfológica e agronómica de variedades de cana-de-açúcar.....	6
2.4 Processo de Fabricação	7
2.5 Matéria-prima – Cana-de-açúcar.....	7
2.5.1 Moagem.....	7
2.5.2 Filtração.....	8
2.5.3 Diluição	8
2.5.4 Fermentação	9
2.5.4.1 Controlo de qualidade do processo fermentativo	10
2.5.5 O vinho.....	11
2.5.6 Destilação	12
2.5.6.1 Tipo de Alambique.....	12
2.5.7 Maturação e ou envelhecimento.....	13
2.6 Limpeza dos equipamentos	14
2.7 Os principais componentes da fração não alcoólico	14
2.7.1 Acidez	16
2.7.2 Aldeídos	17
2.7.3 Ésteres	17
2.7.4 Álcoois superiores	18
2.7.5 Furfural + hidroximetilfurfural.....	19
2.7.6 Cobre	19
2.7.7 Metanol	20
2.8 Composição qualitativa da aguardente de cana-de-açúcar.....	20
2.8.1 Análise Sensorial.....	20
3 FABRICAÇÃO DE AGUARDENTE (GROGUE) PELOS DOIS PRODUTORES CABO- VERDIANOS.....	21

3.1	Processo de produção da aguardente do Produtor de Calheta (CV1).....	22
3.2	Processo de produção da aguardente do produtor de Santiago (CV2)	22
4	Materiais e Métodos	23
4.1	Variedades da cana-de-açúcar utilizadas.....	24
4.2	Processo de Moagem da cana.....	25
4.3	Filtração e Decantação	26
4.4	Fermentação da Calda	26
4.4.1	Determinação do grau Brix	27
4.4.2	Diluição da calda.....	27
4.4.3	Determinação do pH.....	27
4.4.4	Preparação do fermento.....	28
4.5	Determinação de grau alcoólico do vinho.....	28
4.6	Destilação.....	29
4.6.1	Determinação de grau alcoólico da aguardente.....	30
4.6.2	Maturação da aguardente de cana	30
4.7	Análise sensorial e estatística das aguardentes.....	31
4.8	Determinação dos componentes secundários	32
4.8.1	Determinação da acidez total expressa em ácido acético	32
4.8.2	Determinação de Furfural.....	34
4.8.3	Determinação de cobre.....	34
5	RESULTADO E DISCUSSÃO	36
5.1	Fermentação do mosto e o vinho.....	36
5.2	Destilação da aguardente de cana-de-açúcar.....	38
5.2.1	Grau alcoólico das aguardentes.....	39
5.2.2	Acidez total	40
5.2.3	Furfural.....	42
5.2.4	Cobre	43
5.3	Análise estatística.....	48
5.3.1	Padronização das amostras realizadas na ESTM.....	48
5.3.1.1	Oleosidade.....	48
5.3.1.2	Aroma.....	49
5.3.1.3	Cor e Sabor.....	50
5.3.2	Comparação das amostras realizadas na ESTM, com de Cabo-verde.....	51
5.3.2.1	Amostra 102 - COR.....	51

5.3.2.2	Amostra 102 - Limpidez	52
5.3.2.3	Amostra 102 – Aroma	53
5.3.2.4	Amostra 102 – Sabor.....	55
5.3.2.5	Amostra 102 – Sensação	57
5.3.2.6	Amostra 264.....	59
5.3.2.7	Amostra 264 - COR.....	59
5.3.2.8	Amostra 264 – Limpidez.....	60
5.3.2.9	Amostra 264 – Aroma	61
5.3.2.10	Amostra 264 – Sabor.....	61
5.3.2.11	Amostra 290	63
5.3.2.12	Amostra 290 - COR.....	63
5.3.2.13	Amostra 290 – Aroma	64
5.3.2.14	Amostra 290 – Sabor.....	64
6	CONCLUSÃO	67
7	RECOMENDAÇÃO	68
8	BIBLIOGRAFIA.....	69
9	ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - (a) constituição morfológica da cana-de-açúcar; (b) localização do parênquima no colmo (OLIVEIRA, 2006).	5
Figura 2 – fluxograma do processamento da aguardente de cana-de-açúcar, feito na ESTM	24
Figura 3 - variedades da cana-de-açúcar utilizadas para o fabrico de grogue.	25
Figura 4 – Moagem da cana e primeira filtração, no momento da extração da calda	25
Figura 5 – Filtração das impurezas do caldo através do funil com gaze	26
Figura 6 - Fermentadores com Termóstato em banho Maria. A-Armadilha de ar	27
Figura 7 - A medir o grau Brix.....	27
Figura 8 – Determinação de pH no caldo.....	28
Figura 9 – Preparação do fermento (<i>Saccharomyces Cerevisiae</i>).....	28
Figura 10 - Determinação do grau alcoólico do vinho.....	29
Figura 11 - A - Alambique, B - termómetro para controlar a temperatura e C - placa de aquecimento	30
Figura 12 – Determinação de Grau alcoólico de aguardente	30
Figura 13 – Filtragem de aguardente.....	30
Figura 14 - soluções preparadas, A - solução de carmim de indigo, B - Solução padrão de NaOH e C - solução de vermelho de fenol.	32
Figura 15 – Titulação da amostra.....	33
Figura 16 - Manta de aquecimento e condensador.....	33
Figura 17 - preparação da solução na hotte.....	34
Figura 18 - Diluição da amostra no vortex.....	34
Figura 19 - Medição de cobre através da espectrometria de absorção atómica com câmara de grafite	35
Figura 20 - Programa de temperaturas típico de atomização electrotérmica: 1 - secagem, 2 – calcinação ou pirólise, 3 - atomização, 4 – limpeza. Adaptado de (LAJUNEN, 1992).	35
Figura 21 - Ciclo de desenvolvimento da cana-de-ano em Portugal.....	37
Figura 22 – Quantidade de aguardente de cana e do teor alcoólico obtidos dos cinco destilados feitos na escola. e1 – primeiro destilado, e2 – segundo destilado, e3 – terceiro destilado, e4 – quarto destilado e e5 – quinto destilado	39
Figura 23 - Valores do grau alcoólico nas diferentes amostras do grogue analisados.	40
Figura 24 - Valores de acidez volátil nas diferentes amostras do grogue analisados.....	41
Figura 25 - Amostra Aguardente E _{1,2,3,4, e 5} e CV1 e CV2.....	42
Figura 26 - Amostra Aguardente E _{1,2,3,4, e 5} e CV1 e CV2.....	42
Figura 27 – Curva padrão estabelecida para a determinação da concentração de cobre nas amostras aguardentes, construída num intervalo de 1 – 1000 µg Cu/L, Adaptado (Pedro 2015)44	
Figura 28 – Valores de cobre encontradas nas amostras de aguardente feito na escola e em Cabo Verde.	45
Figura 29 - azinhavre no alambique da escola	47
Figura 30 - Padronização da oleosidade das cinco amostras da aguardente realizada na ESTM E180=e1, E220=e2, E135=e3, E180=e4, e E264=e5.	49
Figura 31 - Padronização da Aroma das cinco amostras da aguardente feito na escola	50
Figura 32 – Padronização da cor das 5 amostras da aguardente feito na escola	50
Figura 33 – Padronização do sabor das 5 amostras da aguardente feito na escola.....	50
Figura 34 Amostra 102, cor franca.....	52
Figura 35 - Amostra 102, cor aceitável	52
Figura 36 - Amostra 102, limpidez brilhante	53

Figura 37 - Amostra 102, limpidez transparente.....	53
Figura 38 - Amostra 102, aroma alcoólico.....	54
Figura 39 - Amostra 102, aroma adocicado	54
Figura 40 - Amostra 102, aroma irritante.....	55
Figura 41 – Amostra 102, aroma de caldo de cana.	55
Figura 42 - Amostra 102, sabor doce	56
Figura 43 - Amostra 102, sabor alcoólico	56
Figura 44 - Amostra 102, sabor frutado	57
Figura 45 - Amostra 102, sabor floral	57
Figura 46 Amostra 102, sensação ardente.....	58
Figura 47 Amostra 102, sensação agressiva.....	58
Figura 48 - Amostra 102, sensações adstringência	59
Figura 49 - Amostra 264, cor aceitável	60
Figura 50 - Amostra 264, limpidez brilhante	60
Figura 51 - Amostra 102, limpidez transparente.....	61
Figura 52 - Amostra 264, aroma alcoólico.....	61
Figura 53 - Amostra 264, aroma adocicado	61
Figura 54 - Amostra 264, sabor alcoólico	62
Figura 55 - Amostra 264, sabor ácido	62
Figura 56 - Amostra 264, sensação ardente	62
Figura 57 - Amostra 264, cor franca	64
Figura 58 Amostra 290, aroma irritante	64
Figura 59 - Amostra 290, sabor alcoólico	65
Figura 60 - Amostra 290, sabor ácido	65
Figura 61 - Amostra 290, Sabor amarga	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - fermentação da calda feita no mesmo da extração	36
Tabela 2 - Absorvâncias obtidas, por Espectrometria de Absorção Atômica, para o estabelecimento da curva padrão relativa ao metal Cobre	44
Tabela 3 - Valores de absorvencia para diferentes concentrações de cobre nas 7 amostras	45

ÍNDICE DE QUADRO

Quadro 1 - Quantidade de água para diluir o volume de caldo	9
---	---

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% – Percentagem

% V/V – Percentagem volume por volume

° N – Graus Norte

° S – Graus Sul

°C – Graus Celsius

Abs – Absorvância

ANOVA – “Analysis of Variance” – Análise de Variância

CO₂ – Dióxido de Carbono

CU²⁺ – Cobre

CV – Cabo Verde

e - Escola

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ESTM – Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar

g/L – gramas por litro

GL – Gay Lussac

HACCP – “Hazard Analysis and Critical Control Points” – Análise de Perigos e Pontos

HCL – Ácido clorídrico

HNO₃ – Ácido nítrico

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

mg/L - miligramas por litro

ml – miligrama

mol/ L – moles por litro

NaOH – Hidróxido de sódio

RB - Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro

µg/L – Micrograma por litro

Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é a caracterização da aguardente de cana-de-açúcar (Grogue), para obter um padrão de qualidade levando em conta os limites máximos dos contaminantes e também realizar uma análise sensorial de modo a obter um produto de qualidade no mercado nacional e internacional, garantido assim a segurança do consumidor.

Como não foi possível fazer este trabalho em Cabo Verde por motivo de financiamento, houve necessidade de o fazer em Portugal, utilizando a cana-de-açúcar de Lisboa e o alambique da ESTM, mas utilizando o processo do fabrico de Cabo Verde.

Objetivo específico

Padronização e avaliação da qualidade do grogue através de análise sensorial e de análises físico química, para obter uma linha de produção linear.

Inovação do produto mas não perdendo as características organolépticas de cada região.

Hipótese deste trabalho

Quantificar os contaminantes como acidez total (ácido acético), furfural e cobre, garantindo um nível tão baixo quando possível, para não causar efeitos adversos aos consumidores, mantendo o sabor e o aroma característicos do produto.

1 INTRODUÇÃO

O grogue, como é chamado em Cabo Verde, ou aguardente de cana-de-açúcar no Brasil, é uma bebida com graduação alcoólica de 38% a 54% volume a 20°C (vinte graus Celsius), pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, podendo ser adicionado açúcar até 6g/l (seis gramas por litro), expressos em sacarose, (BRAZIL, 2007).

Historicamente atribuem-se aos egípcios os primeiros indícios da produção de bebidas alcoólicas, as quais eram produzidas e utilizadas para a cura de doenças. (PATARO *ET.AL.*, 2002).

Segundo o autor (ROGÉRIO HAROU SAKAI – EMBRAPA, 2005), a aguardente surgiu das sobras do caldo da cana-de-açúcar feita a destilação do melaço. Foi descoberta pelos escravos em meados do século XVI, que deixavam o melaço no moinho do engenho de um dia para o outro. A fermentação acontecia e transformava-se num líquido de sabor apazível que causaria um efeito de embriaguez. Era considerada uma bebida das classes de baixo rendimento, pois era consumida apenas por escravos e brancos pobres. Os senhores do engenho ao descobrirem as qualidades e reacções da referida bebida tornaram-na popular ao disponibilizá-la para seus escravos com o fim de disfarçar o cansaço e assim aumentar a produtividade.

Ainda do autor (ROGÉRIO HAROU SAKAI – EMBRAPA, 2005), a aguardente produzida no Brasil começou a ganhar aceitação junto à classe média da época, levando à diminuição do consumo da bagaceira, importada de Portugal e, conseqüentemente, arrecadando menos impostos. Sem resultados, a metrópole portuguesa resolve taxar o destilado. Em 1756, a aguardente de cana-de-açúcar foi um dos produtos que mais contribuíram com impostos destinados à reconstrução de Lisboa, destruída no grande terremoto de 1755. Em Janeiro, em 1808, a aguardente já era considerada um dos principais produtos da economia e era moeda corrente para a compra de escravos em África, sendo também usada como alimento complementar na dieta das travessias do Atlântico (CASCUDO, 1968).

Até ao início da década de 80, cada alambique parecia produzir uma aguardente especial e diferente das outras. Hoje em dia, a produção de aguardente de cana-de-açúcar já

apresenta um conceito empreendedor, introduzindo a pesquisa e a postura de novos investidores do agronegócio, que visam qualidade e lucro (SEBRAE, 2005). Um dos desafios deste trabalho é tornar o grogue num produto chave para o agronegócio e adquirir a marca “Made in Cabo Verde” como alavanca para a exportação do produto.

A qualidade da aguardente de cana, são as suas propriedades organolépticas, tais como o brilho, a cor, o aroma, que dependem da qualidade da matéria-prima, do mosto, do fermento, das condições e do tempo da fermentação, do sistema de destilação, dos equipamentos e matérias, dos processos de envelhecimento, da padronização e do engarrafamento (VARGAS & GLOÓRIA, 1995).

O grogue é constituído maioritariamente por etanol e água, e em pequena quantidade por compostos secundários tais como álcoois superiores, ácidos, ésteres, acetais, fenóis, hidrocarbonetos, compostos nitrogenados, sulfurados e açúcares (SOUSA, 2012).

(LACHENMEIER *ET. AL.*, BMC CANCER, 2010), Embora haja consenso de que o etanol, juntamente com o acetaldeído são os principais fatores cancerígenos em bebidas alcoólicas, outros constituintes e contaminantes também podem contribuir adicionalmente, em especial a produção clandestina de aguardente e sem qualidade controlada.

Contudo, este trabalho tem como objectivo estudar a caracterização do processamento da aguardente Cabo-verdiana em todas as etapas e o controlo do processo de produção com o objetivo da padronização da identidade e da qualidade do produto. Tomando como referência os limites máximos de certos contaminantes presentes na aguardente de cana-de-açúcar, estabelecidos pela legislação brasileira (anexo A), dado que em Cabo Verde a lei relativamente à aguardente foi publicada no Boletim Oficial, no dia 12 de Fevereiro de 2015, mas só entrará em vigor a partir de Agosto deste ano e o Regulamento (CEE) N° 1238/92 da comissão de 8 de Maio de 1992 estabelece os métodos comunitários de análise do álcool neutro aplicáveis apenas no sector do vinho.

Para obter resultados fidedignos, será feita a comparação de três tipos de grogue: o primeiro feito no laboratório da ESTM, o segundo, por um produtor de Calheta (CV₁), que pretende comercializar o produto para o exterior (utiliza equipamentos industrializados) e o terceiro, um produtor artesanal de Santiago CV₂, que é conhecida a sua prática da produção de grogue (ambos da Ilha de Santiago).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização da Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma monocotiledónia, Alógama e Semiperene que pertence à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, subclasse Commelinidae, ordem Cyperales, família Poaceae, tribo Andropogonae, subtribo Saccharinae e género *Saccharum* (MATSUIKA, 1996; CASTRO; KLUGE, 2001). Neste género existem seis espécies descritas: *S. Officinarum*, *S. Spontaneum*, *S. Robustum*, *S Sinense*, *S Barbari* e *S. Edule*.

Actualmente, todas as variedades de cana-de-açúcar cultivadas no mundo para fins industriais, seja para produção de álcool, seja para a produção de açúcar ou aguardente, são híbridos envolvendo duas ou mais espécies diferentes, e daí, o nome científico da cana ser *Saccharum Spp* (ANDRADE, 2006).

É uma planta cultivada actualmente em toda a faixa tropical e em algumas áreas subtropicais. A cana-de-açúcar é cultivada em mais de 90 países e está difundida numa faixa de latitude de 35°N a 30°S, adaptando-se a diversas condições climáticas e de solo, exigindo precipitações pluviométricas entre 1500mm a 2500mm por ciclo vegetativo (OLIVEIRA, 2006; TAVARES, 2009).

A cana é uma planta de grande porte que forma rizomas e touceiras, produz caules suculentos divididos em nós e entrenós, com folhas alternas e bainha abertas e longas (cobrem completamente o talo, prolongando-se sobre pelo menos um entrenó completo), inflorescência do tipo panícula, com flores hermafroditas e fruto do tipo cariopse oblonga e pontiaguda (MILLER GILBERT, 2009).

Segundo (LIMA, 2011), ela representa a mesma família do milho, sorgo, arroz e muitas outras gramíneas. As principais características dessa família são a forma da inflorescência (espiga), o crescimento do caule em colmos, e as folhas com lâminas de sílica em suas bordas e bainha aberta. A cana é composta essencialmente de duas partes: uma subterrânea constituída pelos rizomas e pelas raízes e outra aérea, constituída pelo colmo, folhas e flores.

2.2 Desenvolvimento da cana-de-açúcar

Segundo (GASCHO & SHIH, 1983; CÂMARA, 1993), a cana-de-açúcar apresenta quatro estádios de desenvolvimento, que são os seguintes: do plantio à brotação das gemas, da brotação das gemas ao final do perfilhamento, do final do perfilhamento ao início da acumulação de açúcar e do início da acumulação de açúcar à maturação.

- Brotação - inicia-se de 20 a 30 dias após o plantio, quando o broto rompe as folhas da gema se desenvolve em direcção à superfície do solo. Aparecimento das primeiras raízes do tolete;
- Perfilhamento - regulado por hormonas, consiste na formação de novos brotos de 40 a 60 dias após o plantio e resulta na formação da touceira;
- Crescimento dos colmos – começa a partir de 120 dias, atinge o máximo de perfilhamento, os colmos passam a ganhar altura e a acumular açúcares. Esta fenofase é marcada também pelo intenso crescimento do sistema radicular nas laterais e em profundidade;
- Maturação - a parte mais importante para o fabrico da aguardente, ocorre da base para o ápice do colmo e caracteriza-se pelo intenso armazenamento de açúcares.

Em Cabo Verde não há nenhum estudo científico sobre a cana, o que dificulta o relacionamento entre as melhores variedades, a época da colheita, o clima, o solo, entre outros.

Segundo (OLIVEIRA, 2006), o colmo que é o principal componente de interesse industrial, é constituído pelos nós, entrenós e pelas gemas. Tem na sua composição 65-75% de água, 12-18% de açúcares, 7,0-17,0% de Fibras (celulose, hemicelulose e lignina), 0,3-0,6% de Compostos nitrogenados, 0,15-0,25% de Lipídeos (gorduras e ceras), 0,1-0,15% de Ácidos orgânicos, 0,15-0,25% de Substâncias pécticas e gomas e 0,3-0,8% de Cinzas.

Do colmo da planta é extraído o caldo que se encontra nas células do parênquima (é o tecido com a função principal de cana), como é representado na Figura 1, o principal tecido que compõe o colmo.

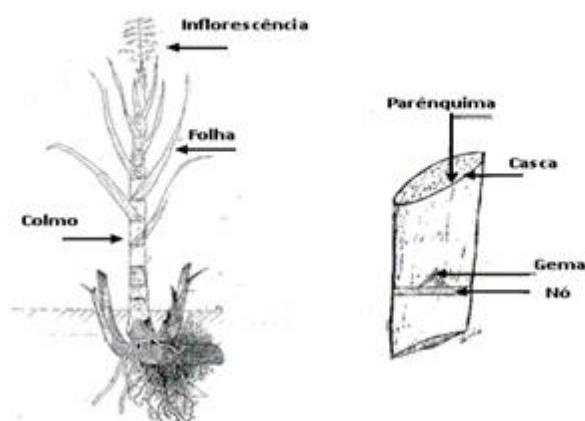


Figura 1 - (a) constituição morfológica da cana-de-açúcar; (b) localização do parênquima no colmo (OLIVEIRA, 2006).

O que constatei eu nos produtores CV_1 e CV_2 é a falta de conhecimento relativamente a algumas matérias mais exigentes, como, renovação da cana (de 5 a 10 anos), fertilização do solo, controlo do espaçamento nas linhas e em entrelinhas, controlo das pragas, limpezas da cana e época de estágio em que a planta necessita de mais recursos hídricos. Isto tudo irá influenciar a qualidade e o rendimento da aguardente.

2.3 Variedade de cana-de-açúcar

Segundo (NOVAES, 1995), não há variedades de cana que sejam específicas para a produção de aguardente, pois as pequenas diferenças na sua composição físico-química muito provavelmente não teriam qualquer influência na qualidade final da bebida. As variedades de cana devem ser adaptadas às condições climáticas da região onde se encontra instalada a unidade industrial, com a principal finalidade de apresentar elevada produtividade de açúcar por área.

Para (STUPIELLO, 1992a), os principais factores de qualidade e produtividade da cana-de-açúcar são: a variedade da cana, o local ou ambiente de cultivo, prevenção de pragas e doenças e planeamento agrícola (maturação e disponibilidade quantitativa da cana durante a colheita, queima da cana (prática que já não é usada), colheita, corte, carregamento e transporte). E das variedades desejáveis são: alto teor de sacarose, sem florescimento ou insuficiência da florescência, baixo teor de fibra e resistente a doenças (UDOP, 2011).

O elemento mais importante do caldo, responsável pela produção da aguardente durante a fermentação é o açúcar. Desta forma, para obter maior rendimento, deve plantar as variedades de cana que atinjam o teor máximo de sacarose na época do corte. Contudo os produtores em parceria com o Ministério do Desenvolvimento Rural de Cabo Verde devem trabalhar no sentido de fazer gestão do cultivo e de conhecer todas as variedades apropriadas para o nosso solo e clima, para melhorar a produtividade tanto a nível produção de aguardente como para a produção de mel.

2.3.1 Característica morfológica e agronómica de variedades de cana-de-açúcar.

- a) A variedade de cana-de-açúcar **RB72454** é mais plantada no mundo apresenta boas qualidades agronómicas, adaptabilidade às diferentes condições de clima e de solo. Os colmos possuem internódios cilíndricos, de diâmetro e comprimento médios, de cor amarelo esverdeada, a gema é ovalada, não muito proeminente, de tamanho médio;
- b) A Variedade **RB855156** tem uma maturação precoce, com óptima brotação e não muita exigência em ambientes. O colmo é de crescimento erecto, diâmetro médio a fino, de cor verde-clara, com tendência a apresentarem rachaduras, tem bom perfilhamento, recomenda-se o seu plantio apenas em condições boas, tanto de idade de muda como de preparo de solo, humidade e temperatura;
- c) A variedade **RB867515** Apresenta crescimento erecto, o perfilhamento é médio com colmos de diâmetro médio e alta uniformidade. Os colmos possuem entrenós cilíndricos, As gemas são de tamanho médio do tipo pentagonal, pouco proeminente Tem melhor desempenho em solos de textura leve e fertilidade média. Esta variedade tem apresentado boa capacidade de brotação mesmo em plantio tardio sob baixas temperaturas.

Cabo-Verde é um arquipélago situado no Oceano Atlântico, entre 17° 12' e 14° 28' de latitude Norte e 20° 44' e 25° 22' de longitude Oeste, apresenta um clima tropical seco com períodos de secas prolongados, a precipitação médias anual é de aproximadamente 250 mm nas zonas áridas junto ao litoral, e mais de 1400 mm nas zonas húmidas de altitude. A temperatura média mensal vai desde 27°C nas zonas junto ao litoral, até os 18°C-22°C. Portanto há possibilidade de fazer, cultivares extensivos com três épocas de plantação por ano. Também para fazer melhoramento da cana local bem como plantar as

variedades de acordo com o solo, uma vez que há muitas variedades que não são exigentes em recursos hídricos.

2.4 Processo de Fabricação

O desafio para o especialista em bebidas é a definição da composição química do produto final, pois o conhecimento das substâncias responsáveis pelo sabor, aroma e por outras características das bebidas, está longe de ser elucidativo, pois tais substâncias encontram-se em quantidades mínimas, o que dificulta seu isolamento, caracterização e quantificação. Sem o conhecimento delas torna-se muito difícil modificar as características, e/ou controlar a qualidade do produto (BOZA & HORII, 1998).

Uma destilação de aguardente não depende apenas de “saber fazer”, mas sim de fatores extrínsecos como a maturação, a limpeza da cana, a seleção da cana, a época da colheita e o tempo antes da moagem. E de factores intrínsecos como, o tempo de moagem, a filtração do caldo, a fermentação e o controlo dos parâmetros de qualidade. Nem todas estas exigências são respeitadas por produtores em estudos.

2.5 Matéria-prima – Cana-de-açúcar

A cana é a matéria-prima principal para o fabrico de grogue. A utilização da variedade de cana, o tempo de corte (maturação do colmo) e o transporte apropriados são os primeiros passos para obter um grogue de qualidade. A cana deve ser cortada na época da maturação assegurando a higienização. Para muitos autores não se pode deixar a cana mais de 48h após o corte à espera de moagem porque, começa a sofrer as deteriorações que causam perdas de rendimento e de qualidade do produto.

Os produtores cabo-verdianos, fazem a extração no mesmo dia ou um dia após o corte da cana.

2.5.1 Moagem

A moagem é o processo de separação do bagaço para a extração do caldo. Antes, devem retirar-se os ponteiros da cana uma vez que têm baixo teor de açúcar e alto teor em resinas.

Nas peças da moenda, tubulações e caixas por onde transita o caldo, encontram-se diversas bactérias e fungos que podem causar a fermentação do caldo, formando gomas e destruindo a sacarose portanto, deve ser feita a limpeza sempre antes e depois da moagem.

2.5.2 Filtração

Mesmo com todos os cuidados durante a colheita, transporte e armazenamento, o caldo extraído nas moendas ainda contém várias impurezas grosseiras, principalmente bagacilho e terra, as quais devem ser retiradas.

Quanto mais limpo é o caldo, menor será a probabilidade de contaminações e melhor é a qualidade da fermentação. Além disso, o caldo limpo facilita as operações de limpeza e manutenção das dornas e do alambique.

A filtração destina-se a separar das partículas maiores de bagaço arrastadas pelo caldo durante a moagem, e pela decantação, a partícula sólida sobrando do caldo filtrado que fica no fundo do recipiente.

A filtração e a decantação são muito importantes uma vez que o caldo da cana resultante pode conter bagacilhos e este quando chegam até o processo de fermentação, resultam no aumento do teor de metanol, segundo (BADOLATO & DURAN, 2000).

Segundo (NOVAES, 1995), a decantação é um processo que requer instalações simples, de fácil execução e supervisão. É importante fazer a decantação do caldo após a filtragem, 20 a 30 minutos, para separar as partículas mais finas das mais densas que acabam por sedimentar no fundo do recipiente.

2.5.3 Diluição

A diluição do caldo é o processo técnico que envolve a adição de água potável no caldo de cana madura para atingir o teor de sacarose entre 14 e 16 graus Brix (escala hidrométrica que indica a percentagem em peso de açúcar em solução).

Normalmente a calda madura contém 18% a 23% de açúcar, e o que se deve fazer é a correção diluindo com a água potável. Segundo (CARDOSO, 2006) é necessário o

ajuste da concentração de açúcares do caldo para valores entre 14° a 16° Brix, para melhorar o rendimento de fermentação e para a boa estabilidade do fermento ao longo de todo o processo.

Estudos de (OLIVEIRA *ET. AL.*, 2005), mostram que a calda diluída torna a fermentação mais fácil, enquanto mostos muito concentrados levam a fermentações incompletas e demoradas, levando a perda do açúcar e incrustações dos equipamentos.

O grau brix da calda de cana-de-açúcar de Cabo Verde ronda os 18% a 22%, o produtor CV₂ em vez de diluir a calda adiciona o açúcar, o que dificulta a fermentação do vinho.

Para fazer a correcção é utilizado a fórmula apresentada no quadro 1, de modo a calcular a quantidade de água a ser adicionada em certo volume de caldo.

Quadro 1 - Quantidade de água para diluir o volume de caldo

$$A = \frac{[C(G - g)]}{g}$$

A = Quantidade de água
C = Quantidade de caldo integral
G = Grau Brix do caldo integral
g = Grau Brix desejado na mistura

Fonte: Adaptado dos autores Oliveira et la (2005).

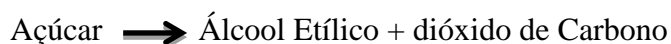
2.5.4 Fermentação

O processo de fermentação é o mais importante para a qualidade do produto final e utiliza-se um fermento (*Saccharomyces Cerevisae S.carlsbergensis*, *Pichia Membranaefaciens*, *Cândida Krusei*).

Segundo (NOVAES, 1996), para transformar o caldo da cana em vinho com graduação alcoólica, este processo deve ser concluído em aproximadamente 5 horas no modo industrial e 24 horas no modo tradicional. O produtor CV₁ consegue a fermentação da calda em 12 horas, sem adição de fermento, mas para o CV₂ a fermentação demora 24 horas. Entretanto, há muitos produtores cabo-verdianos em que o processo de fermentação demora mais de uma semana, porque utilizam o “vinhoto” (sub-produto de

cana-de-açúcar que sobra após a destilação), para preparar uma nova fermentação. Este método influencia negativamente o produto final.

Defende (BOZA, Y. & HORII, J., 1998), durante a fermentação alcoólica ocorre o desdobramento dos açúcares do caldo de cana com formação de dois produtos principais: álcool etílico e dióxido de carbono.



Partilhando do mesmo pensamento os autores (FARIA, 1995; NOVAES, 2000) aconselham ainda adicionar vitaminas, substâncias nitrogenadas, à base de fósforo e sais minerais, para favorecer o crescimento e a actividade da levedura, bactericidas e antibióticos, para minimizar a proliferação de bactérias contaminantes, substâncias antiespumantes.

Para (BORGES 1972; PINTO, 1991) é recomendável adicionar na dorna, a cada 8 a 10 dias, para 1000 litros de mosto:

- ✚ 1 Kg de Sulfato de Amónio (fonte de nitrogénio);
- ✚ 1 Kg de Farelo de Arroz (fonte de vitaminas);
- ✚ 250 g de Superfosfato Triplo (fonte de fósforo).

2.5.4.1 Controlo de qualidade do processo fermentativo

A temperatura óptima para a fermentação ronda na faixa de 25-30 °C (JONES *ET. AL.*, 1981; WATSON, 1987). A sala de fermentação deve ser arejada, higiénica e com rede mosquiteira. As dornas podem ser de madeira ou aço inox.

O pH é um factor importante no processo de fermentação alcoólica, são recomendáveis valores de pH iniciais, não inferiores a 4,5. Nesta faixa o pH pode ser suficiente para permitir uma fermentação alcoólica rápida e inibir bactérias indesejáveis (EIROA, 1989).

Devem os produtores ter os equipamentos e métodos necessários, uma sala adequada e bem arejada, um fermentador apropriado para minimizar as contaminações e o rendimento final do produto.

As fermentações bem conduzidas podem ser identificadas pela formação de espuma fina e de um aroma agradável, conseqüente dos compostos secundários produzidos durante o processo fermentativo (MAIA; CAMPELO, 2005).

O método visual para verificar que a calda se transformou no mosto pronto para ser destilado é quando não há presença de bolhas no mosto (sem libertação de dióxido de carbono), e assim se conclui que terminou a fermentação.

Dado que a fermentação é a fase mais importante num processo de destilação, devemos controlar alguns parâmetros entre os quais:

- **Concentração de açúcares:** avaliada através da medida do Brix do mosto, durante toda a fermentação, em intervalos regulares, do início ao final do processo;
- **Temperatura ambiente:** entre 26°C e 33°C;
- **pH:** 4,5 a 5,5
- **Acidez do mosto do Mosto:** não deve ser maior que 0,6 g/100 mL (em ácido acético)
- **Tempo de fermentação:** 5 a 24 horas;
- **Cheiro:** deve ser agradável, penetrante, frutado, variando com a matéria-prima e natureza do mosto. No caso de cheiro desagradável, isso indica possíveis contaminações;
- **Aspectos da Fermentação:** a espuma deve ser normalmente leve, rompendo-se com facilidade. Quando ocorrem contaminações, apresentam-se pesadas, dificultando o desprendimento do CO₂ formado durante a produção do etanol;
- **Açúcares residuais:** no final da fermentação, esperam-se valores inferiores a 0,5%.

Fonte: (ALVES, 2004).

2.5.5 O vinho

Após a fermentação deixa de ser chamado caldo para ser chamado vinho que é a matéria-prima pronta para se transformar em aguardente. Contém uma baixa concentração de etanol 5 a 8% de álcool etanol que, durante a destilação, se eleva para 52 a 54% (52 a 54°GL), correspondente a 19,85 a 20,47°Cartier.

2.5.6 Destilação

Nesta etapa, ocorre a separação de substâncias, assim como algumas reacções químicas dentro dos destiladores (BOZA & HORII, 1998). O álcool (etanol) ferve a 78,3°C, durante a destilação, no alambique, em sistema descontínuo.

Segundo (RIBEIRO, 1997) a destilação é considerada boa, quando a fração conhecida como coração representa pelo menos 85% do destilado, e apresenta teor alcoólico em torno de 50% (V/V). É importante controlar o tempo da destilação, volume e grau alcoólico das frações cabeça, cauda e coração.

Para (NOVAES, 2000), o destilado é separado em três porções: a primeira é a cabeça (5% a 10% do destilado total); a segunda o coração (80% do destilado) e a terceira a cauda. A cabeça (rica em metanol e ácidos) e a cauda são descartadas ou incorporadas em um novo vinho a ser destilado, enquanto o coração corresponde à cachaça propriamente dita, contendo ao redor de 47,5% v/v de etanol, a 20°C. O teor de etanol no destilado é medido utilizando um densímetro que o expressa em °GL (1° GL é aproximadamente igual a 1% v/v) ou em unidades Cartier.

O processo dá-se com a fervura do vinho dentro de alambique produzindo vapores que são condensados por arrefecimento e apresentam assim grande quantidade de álcool etílico. Após a retirada do álcool, este é padronizado para o teor alcoólico entre 38 e 54%, que se denomina aguardente.

Devido à falta de equipamentos como o alcoómetro, o produtor CV₂ utiliza a técnica visual artesanal para o acerto do teor alcoólico, ou seja, o ajustamento do grau alcoólico é feito através dos anéis que permanecem no grogue, quanto mais tempo demorar, maior será o grau alcoólico e vice-versa. Esta técnica pode induzir em erros porque não se consegue um padrão de qualidade.

2.5.6.1 Tipo de Alambique

Os alambiques podem ser de inox, em colunas (produção industrial) e de cobre (produções artesanais). O último é o mais utilizado, uma vez que apresenta resistência à corrosão, boa condução de calor, além de reagir com alguns componentes do vinho e

actuar como catalisador, em reacções altamente favoráveis às características sensoriais da bebida (LÉAUTÉ, 1990).

Segundo os autores (ANDRADE-SOBRINHO *ET. AL.*, 2002) os alambiques, na sua grande maioria, são construídos em cobre e as colunas, em aço inoxidável. A escolha do aço inoxidável para a construção das colunas de destilação deve-se ao facto deste material, não sofrer corrosão e não causar problemas de manutenção.

Ainda defendem que as bebidas destiladas em aparelhos construídos exclusivamente em aço inoxidável, apresentam características sensoriais desagradáveis, principalmente devido aos altos teores de dimetil, sulfeto que se liberta no processo e permanece no produto final.

Quanto é que um alambique de 500 litros pode produzir de aguardente?

Um caldo com 20°Brix fornece 18 litros de aguardente; um caldo de cana com 16°Brix, fornece 14 litros de aguardente por 100 litros de vinho destilado. Se a graduação em álcool for menor que 54°GL ou 20,47°Cartier, o rendimento será um pouco maior.

Exemplo: Um alambique de 500 litros de vinho, obtido de um caldo de cana com 16°Brix, o rendimento esperado de destilado será de 70 litros a 54°GL.

Retira-se 10% da cabeça 7 litros, sobram 63 litros. Retirando-se mais 10% de cauda (litros), sobram 56 litros de aguardente de coração.

2.5.7 Maturação e ou envelhecimento

Após a destilação, a aguardente ainda não está pronta para o consumo, pois apresenta um “bouquet” irregular (aroma adquirido por certas aguardentes quando maduras), por isso, há necessidade de um período de descanso de dois a três meses para completar a sua qualidade, devendo ser guardada em recipientes apropriados, em local protegido, evitando altas temperaturas (BARCELOS, 2006).

A maturação deve ser feita numa adega de armazenamento, para manter o grogue em boas condições ambientais de maturação e ou de envelhecimento, reduzindo assim as perdas de destilado por evaporação. Esta pode ser em tonéis de madeira que conferem características desejáveis ao produto ou de material inox, que não influencia

negativamente o aroma e o paladar da bebida. Não é aconselhável a utilização de recipientes de plástico, pois alguns componentes da aguardente podem reagir com componentes do material, comprometendo a qualidade sensorial do produto (ANJO, 2010).

Para (BOSCOLOET *ET. AL.*, 1995), o processo de maturação ou envelhecimento não é totalmente conhecido, além da perda de água e etanol por evaporação. Nesta etapa podem ocorrer outras reacções:

- ✚ Oxidação e esterificação: são reacções de álcoois e aldeídos com oxigénio e entre álcoois e ácidos produzindo ésteres;
- ✚ Extração, decomposição, oxidação e esterificação da lignina da madeira: em contacto com o etanol, a lignina da madeira forma um complexo etanol-lignina que se degrada nos álcoois coniferílicos e nos sinápicos.

2.6 Limpeza dos equipamentos

Uma higienização dos equipamentos usados na produção de aguardente influencia sobremaneira a qualidade da bebida.

Durante o processo de destilação, forma-se uma substância esverdeada nas paredes dos alambiques de cobre, o azinhavre ou verdete, resultante de sua oxidação, que é dissolvido por vapores ácidos, contaminando o destilado (NOVAES, 2000). Por isso, o alambique deve ser higienizado com ácido para diminuir o cobre, uma vez que o teor máximo de cobre permitido pela legislação europeia é 2mg/L.

Uma menor contaminação inicial do mosto pode ser conseguida através de boas práticas higiénicas em todas as etapas de contacto com o caldo como, no moedor, no filtro e no decantador do caldo.

2.7 Os principais componentes da fração não alcoólica

Além da água e do etanol, estão presentes aldeído acético, ácidos e ésteres desses ácidos, furfural e álcoois superiores como amílico, isoamílico, butílico, isobutílico, propílico e isopropílico (LIMA; BASSO; AMORIN, 2001). Portanto, entre muitos factores que podem influenciar na qualidade de bebidas alcoólicas, as condições de

fermentação são fundamentais na determinação do sabor e aroma, uma vez que a maioria dos compostos secundários são formados durante essa etapa do processo de produção (SCHWAN *ET. AL.*, 2006; BERNARDI *ET. AL.*, 2008; GOMES *ET. AL.*, 2009).

Segundo (NASCIMENTO *ET. AL.*, 1998), as aguardentes obtidas em alambiques de cobre e de aço inox apresentaram diferenças acentuadas relativamente aos teores de acetaldeído, ésteres e álcoois, que são responsáveis pelas diferenças sensoriais.

Segundo os autores (BOZA, Y. e HORII, J., 1998) durante a fermentação alcoólica, ocorre o desdobramento dos açúcares do caldo de cana com formação de dois produtos principais: álcool etílico e dióxido de carbono. Além desses, há, normalmente a formação de pequenas quantidades de outros componentes, os quais recebem a denominação de produtos secundários da fermentação alcoólica, tais como ácidos carboxílicos, metanol, ésteres, aldeídos e álcoois superiores.

A enzima invertase das leveduras desdobra a sacarose presente no caldo de cana em glicose e frutose, que são depois degradadas em etanol e dióxido de carbono (LALUCE, 1995):



De acordo com (LÉAUTÉ, 1990), durante a destilação, os componentes voláteis podem ser classificados em cinco tipos, de acordo com a solubilidade e ponto de ebulição (anexo B):

- Tipo 1 – possuem baixo ponto de ebulição e são solúveis em álcool; tais como acetaldeído (21 °C); acetato de etilo (77 °C). A sua concentração é muita alta na fração cabeça e no início da fração coração.
- Tipo 2 – apresentam ponto de ebulição relativamente alto e são completamente ou parcialmente solúveis em álcool. Os ácidos gordos e seus ésteres pertencem a esta categoria. Exemplos: caproato de etilo (166,5°C), capriolato de etilo (208°C) e laurato de etilo (269°C). São separados no início da destilação e alguns no meio da fracção coração.
- Tipo 3 – possuem ponto de ebulição acima de 200°C, são solúveis em álcool e completamente ou parcialmente solúveis em água. Exemplos: álcoois superiores; 1-

propanol, isobutanol, 2-metil-butanol e 3-metil-butanol. Estão presentes nas frações cabeça e coração.

- Tipo 4 – têm ponto de ebulição acima de ponto de ebulição da água e são solúveis ou parcialmente solúveis em água. Exemplos: ácido acético (110°C), 2-feniletanol, lactato de etila e succinato de dietila. Começam a transformar-se na metade da fração – coração do destilado.
- Tipo 5 – têm ponto de ebulição acima de ponto de ebulição da água e são muito solúveis em água. Exemplo: furfural (167°C). A concentração destes compostos aumenta a partir da segunda metade da fração coração e na fração cauda.

2.7.1 Acidez

Entre os ácidos produzidos durante a fermentação alcoólica, o ácido acético tem sido quantitativamente o principal componente da fração ácida das aguardentes, expresso em acidez volátil (NASCIMENTO *ET. AL.*, 1998). O ácido acético representa cerca de 60% a 95% da acidez total nas bebidas destiladas (NYKANEN & NYKANEN, 1991), sendo que a acidez total é composta pela acidez volátil e fixa.

O fermento *Sacharomyces Cerevisae* na presença de oxigénio pode converter até 30% do açúcar do mosto em ácido acético. Existem ainda os ácidos gordos que são produzidos durante a presença de oxigénio, temperatura de fermentação e suplementação do meio, sendo estes altamente indesejáveis, porque durante a destilação acarretam turvação e aromas desagradáveis à bebida (MAIA, 1994; FARIA, 1989).

Segundo MAIA (1994), a alta acidez presente em aguardentes pode ser atribuída a:

- ✚ Contaminação da cana ou do próprio mosto fermentativo por bactérias acéticas;
- ✚ Modo do armazenamento da cana ou do próprio caldo de cana.

A alta acidez em cachaça pode ser atribuída à contaminação da cana ou do próprio mosto por bactérias acéticas, fazendo com que parte do substrato sofra fermentação acética, elevando a acidez e diminuindo o rendimento da produção de etanol (CARDOSO, 2011).

2.7.2 Aldeídos

São compostos voláteis, que alteram o odor da aguardente, apresentam como principal componente o aldeído acético que afecta o aroma das bebidas alcoólicas. São ainda, compostos intermediários da formação dos álcoois, sendo formados pela descarboxilação de oxoácidos, ou então pela oxidação dos respectivos álcoois, como ocorre com o furfural e o hidroximetilfurfural (NOVAES *ET. AL.*, 1974; POTTER, 1980; PIGGOTT *ET. AL.*, 1989).

A formação desses compostos é resultado da acção de leveduras durante os estágios preliminares do processo de fermentação, tendendo a desaparecer nas etapas finais desde que o meio reaccional não sofra aeração (PEREIRA *ET. AL.*, 2003 & CARDOSO, 2006).

A intoxicação por aldeídos pode levar a sérios problemas relacionados com sistema nervoso central (CARDOSO, 1998).

2.7.3 Ésteres

Segundo (PEREIRA *ET. AL.*, 2003 & MIRANDA *ET. AL.*, 2006), os ésteres são formados em reacções de esterificação entre os álcoois e os ácidos carboxílicos durante o processo oxidativo. O acetado de etilo é o principal éster encontrado na aguardente de cana, é formado por pequenas quantidades de etanol e ácido, provenientes do processo de fermentação, sendo responsável, quando em quantidades limitadas pela incorporação de um aroma agradável de frutas, desejável nessa bebida. No entanto, em grandes quantidades, confere um sabor indesejável e enjoativo.

O carbamato de etilo também conhecido como uretana, é o éster do ácido carbâmico, apresenta-se na forma de cristal incolor, inodoro, de sabor salino refrescante e levemente amargo (BUDAVARI 2001; WEBER & SHARYPOV, 2008).

Pode ser uma substância potencialmente carcinogénica, se não for controlado o seu limite máximo na aguardente. O Canadá em 1985, por meio do “Health and Welfare Department”, foi o primeiro país a estabelecer limites para a sua quantidade nos alimentos.

Possui um ponto de ebulição próximo dos 183 °C, é solúvel em água e etanol, tem baixa solubilidade em soluções hidroalcoólicas e raramente está presente em aguardentes (BRUNO, 2006).

Os teores máximos de carbamato de etilo para bebidas alcoólicas são: vinhos 0,030 mg L⁻¹; vinhos fortificados 0,100 mg L⁻¹; bebidas destiladas 0,150 mg L⁻¹; destilados de frutas e licores 0,400 mg L⁻¹ (SOUZA, 2012).

Segundo (ARESTA, 2001; FRANCO, 2008), os factores que podem influenciar a formação de carbamato de etilo são o pH, a luz, a concentração de etanol, a temperatura e a concentração de iões Cu²⁺.

2.7.4 Álcoois superiores

São álcoois com mais de dois átomos de carbono formados durante o processo oxidativo. Provenientes, em grande parte, das transformações dos aminoácidos durante o processo de fermentação (GALHIANE, 1988). Os álcoois com até cinco átomos de carbono apresentam odores característicos (bouquet) tradicionalmente associados com bebidas destiladas. Estes são responsáveis directos pelo odor da bebida, possuindo aromas característicos, destacando-se os álcoois amílico e propílico, e seus respectivos isómeros.

São formados a partir do desvio do metabolismo dos aminoácidos pelas leveduras, ocasião em que cetoácido envolvido é descarboxilado a aldeído, com posterior redução a álcool superior (MAIA, 1994).

Vários factores influenciam a formação de álcoois superiores, como um fermento inadequado, a temperatura acima de 29°, a composição do meio e a utilização de cana com longo período após o corte (GUITIERREZ, 1993; AMORIM, 1996; MAIA, 2006). De acordo com (MAIA, 1994), a aeração durante a fermentação favorece a formação de álcoois superiores.

2.7.5 Furfural + hidroximetilfurfural

Os teores do furfural e do hidroximetil são geralmente baixos. O que contribui para a sua presença são a queima da cana-de-açúcar e do bagacilho no momento da destilação. (MAIA e CAMPELO, 2005)

A reacção ocorre mais em pH ácido e temperatura elevada, como é o caso da destilação de vinhos obtidos pela fermentação do caldo de cana (CHERUBIN, 1998). Ainda o mesmo autor afirma que, apesar da elevada toxicidade, o furfural e o hidroximetilfurfural geralmente não apresentam problemas por causa das reduzidas concentrações verificadas nas aguardentes.

O furfural e o hidroximetilfurfural são dois aldeídos que podem ser encontrados no caldo da cana quando essa é submetida à queima, levando à contaminação da aguardente durante o processo de produção, afetando a sua qualidade. Também, uma prática inadequada da temperatura de destilação e a presença de compostos não voláteis no vinho podem influenciar na formação de furfural (PEREIRA *ET. AL.*, 2003; MASSON *ET. AL.*, 2007).

2.7.6 Cobre

O excesso de cobre pode ser tóxico devido à afinidade do cobre com grupos S-H de muitas proteínas e enzimas. A sua presença em excesso está associada a várias doenças, como epilepsia, melanoma e artrite reumatóide, bem como à perda do paladar (SARGENTELLI, 1996). É um dos metais indesejáveis na aguardente, em grande quantidade.

Segundo (WAGGONER *ET. AL.*, 1999), o cobre está associado a doenças neuro degenerativas como: doença de Menkes, doença de Wilson, aceruloplasminemia, esclerose e doença de Alzheimer.

O cobre quando se oxida fica coberto por uma camada esverdeada (azinhavre ou verdete) $[CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2]$. Durante a destilação, essa camada é dissolvida e arrastada pelos vapores alcoólicos ácidos, contaminando a bebida (BOZA & HORII, 2000).

Para (SOUZA, 2012), a utilização de equipamentos de cobre (destiladores) nos alambiques é favorável por reduzir a acidez e os níveis de aldeídos e compostos sulfurosos, os quais conferem à bebida sabor e odor desagradáveis. Ainda o mesmo autor afirma que 1,5 g de bagaço de cana-de-açúcar tratado com HCl 1,0 mol L⁻¹ foi capaz de reduzir a concentração de íons cobre para níveis abaixo do permitido para exportação do produto (2,0 mg L⁻¹) de 210 mL de uma solução alcoólica 40% (v/v) que continha 10,0 mg L⁻¹ em cobre.

2.7.7 Metanol

O metanol é oxidado no organismo por ácido fórmico e posteriormente a CO₂, provocando uma acidose grave (diminuição do pH sanguíneo), afetando o sistema respiratório (MAIA *ET. AL.*, 1994). É um álcool indesejável na bebida, devido à sua alta toxicidade (PEREIRA *ET. AL.*, 2003).

A sua ingestão, mesmo em quantidades reduzidas, em longos períodos de consumo, pode ocasionar cegueira e morte (BADOLATO & DURAN, 2000). É originado pela degradação da pectina, um polissacarídeo presente na cana-de-açúcar, que se liberta durante o processo de fermentação.

O álcool metílico (metanol), um polissacarídeo presente na cana-de-açúcar em quantidades muito pequenas, chega até às dornas de fermentação através dos bagacilhos, quando não há filtragem do mosto (BADOLATO & DURAN, 2000).

Como o teor de matérias pécticas na cana-de-açúcar é baixo, o teor de álcool metílico nos seus destilados também é reduzido (CATÃO, 2011).

2.8 Composição qualitativa da aguardente de cana-de-açúcar

2.8.1 Análise Sensorial

A análise sensorial é importante para responder às questões das propriedades organolépticas como sabor, odor, aparência, textura, aceitação e outros factores de qualidade da aguardente de cana. Portanto, dependem da qualidade da matéria-prima, do mosto e do fermentado utilizados, das condições e do tempo de fermentação, do sistema de destilação, do material de fabricação dos equipamentos e dos processos de

envelhecimento, padronização e engarrafamento da bebida (VARGAS E GLÓRIA, 1995).

O aroma e o sabor da cachaça são determinados pela quantidade de produtos secundários, originados na fermentação, que passam para o destilado. Dentre esses compostos estão os ésteres e os aldeídos, compostos fenólicos e ácidos orgânicos e ainda os álcoois amílico, butílico, propílico e outros (AYLOTT, 2003).

Foram realizados numerosos trabalhos sobre a análise sensorial para avaliar e comparar a sua aceitação, bem como para estudar o efeito da modificação durante o processo de obtenção da bebida, assim como o efeito do envelhecimento da aguardente de cana em tonéis de carvalho e outras madeiras (CARDELLO & FARIA, 2000b).

O maior desafio para a tecnologia das bebidas é a definição da composição físico-química do produto final, que é responsável pelo *flavor*. Essas substâncias que se encontram em quantidades mínimas, dificultam o seu isolamento, caracterização e quantificação, e sem o conhecimento delas, torna-se muito difícil modificar as características e/ou controlar a qualidade do produto (BOZA & HORII, 1998).

Os aspectos gerais do controle de qualidade da aguardente exigem realização de análises físico-químicas periódicas (CARDOSO, 2001).

Em Cabo Verde existe um aumento do mercado da aguardente, mas os consumidores procuram a qualidade da bebida com sabores, cores e aromas característicos.

3 FABRICAÇÃO DE AGUARDENTE (GROGUE) PELOS DOIS PRODUTORES CABO-VERDIANOS

Segundo o estudo feito sobre a Confiança dos Cabo-verdianos nas Marcas e Personalidades (2014), consta que 60% dos inquiridos têm conhecimento das marcas de aguardente e indicaram correctamente o nome de uma marca da sua confiança. A Tropicana é eleita pela segunda vez consecutiva na categoria de aguardente de maior confiança dos cabo-verdianos, conquistando desta vez a simpatia de cerca de 38% dos cabo-verdianos. A melhoria da performance é assinalada junto das outras marcas,

designadamente, a Mel Branco que mantem a segunda posição e regista um aumento na ordem dos dez pontos percentuais, relativamente ao ano anterior.

3.1 Processo de produção da aguardente do Produtor de Calheta (CV1)

A cana é cortada e extraída no mesmo dia ou no dia seguinte após o corte. A filtragem é feita no momento da extração através da peneira, e de seguida faz-se o preparo do mosto (através da medição do pH, grau Brix, para a padronização do mosto a pH 5 e 16° de brix), por fim o mosto é fermentado naturalmente no fermentador. A fermentação é aeróbica à temperatura ambiente e demora 12 horas. Logo após o término da fermentação é feita a destilação no alambique de cobre a lenha, com controlo da temperatura do destilado (por um termostato) e com a separação da fracção cabeça, coração e cauda. Faz-se a separação da fracção coração (grogue), através do alcoolímetro, que depois é colocado num recipiente inox, com capacidade de 400 litros e armazenado.

3.2 Processo de produção da aguardente do produtor de Santiago (CV2)

A cana é cortada e extraída no mesmo dia ou no dia seguinte após o corte. A filtragem é feita no momento da extração através da peneira, e de seguida a calda é fermentada naturalmente no fermentador e adicionados o açúcar e a água, sem a medição do pH e do Brix. A fermentação é aeróbica à temperatura ambiente e demora um dia. Logo após o término da fermentação é feita a destilação no alambique de cobre a lenha, sem controlo da temperatura do destilado e sem a separação da cabeça, coração e cauda. O método para observar se o grogue já está ótimo é feito visualmente através da formação dos anéis (bolhas) que se apresentam no recipiente do destilado, que depois é colocado num garrafão de 20-30 litros e armazenado.

4 Materiais e Métodos

O processo da receção e moagem da cana foi realizado no distrito de Lisboa, concelho de Sintra mais concretamente na freguesia do Cacém.

A fermentação, a destilação, a análise sensorial e as análises físico-químicas foram feitas na Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar – ESTM.

A cana foi cortada no dia 29 de Janeiro e moída no dia 5 de Fevereiro. No mesmo dia da extração da calda foi feita a fermentação que demorou 10 dias. Após a fermentação foi destilado o vinho que deu origem ao grogue. Na mesma linha, foi feita a análise físico-química e sensorial, das amostras feita na escola e em Cabo Verde, com o auxílio de um painel formado por 10 provadores não treinados.

Colocaram-se dois fermentadores em banho-maria, com 20 litros de calda em cada um. Como o destilador da escola tem capacidade para 10 litros, foram colocados 7,5 litros, (para melhor desempenho do destilador).

Todos os métodos utilizados para determinar os parâmetros físico-químicos da calda, do vinho e da aguardente, foram efetuados em duplicado, com exceção do cobre, por motivo de falta de reagentes.

Na figura 2 é apresentado o fluxograma do processamento da aguardente de cana-de-açúcar, feito na ESTM com especial atenção para as etapas mais críticas, que são a fermentação e a destilação.

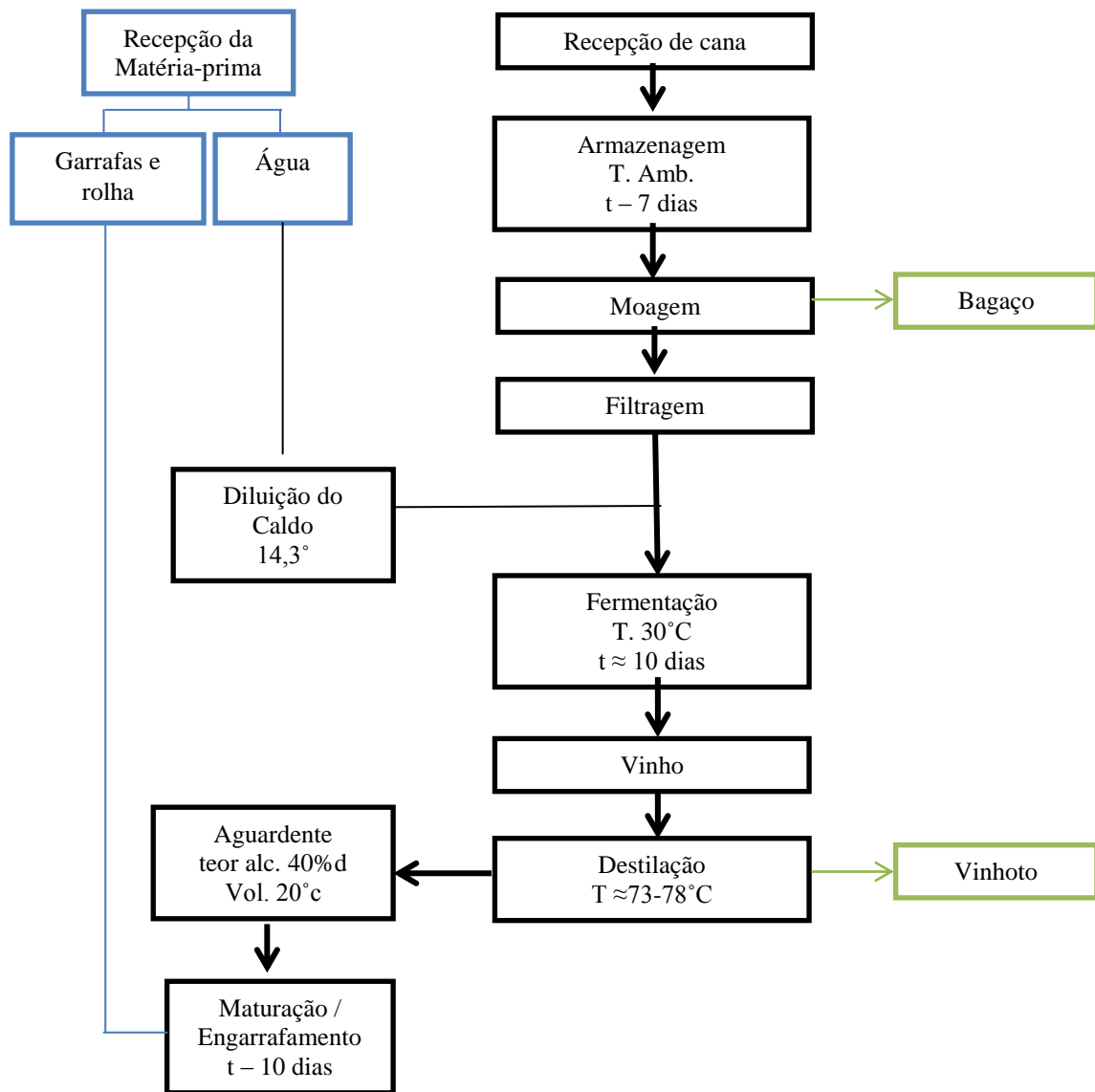


Figura 2 – fluxograma do processamento da aguardente de cana-de-açúcar, feito na ESTM

4.1 Variedades da cana-de-açúcar utilizadas

As variedades da cana-de-açúcar utilizadas para o fabrico de grogue foram **RB72454**, **RB867515** e **RB867515**. Apresentam boas qualidades agronómicas, adaptabilidade às diferentes condições de clima e de solo e dispõem de altos teores de sacarose. Estas variedades são chamadas cana- planta de 12 meses.



Figura 3 - variedades da cana-de-açúcar utilizadas para o fabrico de grogue.

4.2 Processo de Moagem da cana

Dado que estas canas não terminaram o seu ciclo vegetativo que seria a partir do mês de Maio, foram cortadas uma semana antes da extração e deixadas no solo para possível maturação.

É de realçar que o mês de Janeiro e Fevereiro em Portugal não é propício para a maturação da cana e nem para a fermentação do caldo, uma vez que as temperaturas não são muito favoráveis.

No dia que se seguiu à extração do caldo da cana, foram retirados os ponteiros e depois a separação da fibra bagaço através da moenda. A separação foi feita por pressão mecânica dos rolos da moenda sobre o colchão de cana desfibrada, como apresenta a figura 4.



Figura 4 – Moagem da cana e primeira filtração, no momento da extração da calda

4.3 Filtração e Decantação

Este processo foi feito no laboratório da escola (ESTM), através de um funil com três camadas de gaze para eliminar as impurezas da calda, conforme mostra a figura 5. A decantação não foi feita, porque a escola não possui o decantador do caldo de cana.



Figura 5 – Filtração das impurezas do caldo através do funil com gaze

4.4 Fermentação da Calda

A eficiência do processo fermentativo pode ser directamente influenciada pelos componentes do caldo. Além da qualidade da matéria-prima, outros factores podem afetar o processo fermentativo, tais como pH, acidez, temperatura, concentração de açúcares do meio, etanol, disponibilidade de nutrientes e presença de microrganismos contaminantes.

Antes da fermentação da calda foram determinados o grau Brix e o pH, e seguidamente após o acerto dos mesmos, foi feito o preparo do fermento.

A fermentação ocorreu em dois recipientes fechados separados, dentro de uma caixa com água e com termostato que controla a temperatura da água a 30°C. Os fermentadores são constituídos por uma armadilha de ar para libertação de dióxido de carbono, como mostra a figura 6.

4.4.1 Determinação do grau Brix

Em conformidade com o regulamento (CEE) n° 2676/90 da comissão de 17 de Setembro de 1990 que determina os métodos de análise comunitários aplicáveis no sector do vinho, fez-se a calibração do refratómetro com a água destilada com 3 réplicas, de seguida num copo com 20 ml da calda a temperatura 20 °C, com uma pipeta de Pasteur adicionou-se uma gota da calda sobre o aparelho e determinou-se o teor de sacarose na calda, como mostra a figura 7.



Figura 6 - Fermentadores com Termóstato em banho Maria. A - Armadilha de ar.

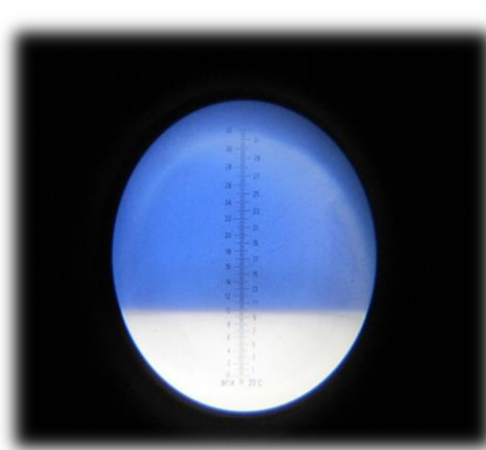


Figura 7 - A medir o grau Brix

4.4.2 Diluição da calda

Normalmente o teor da calda varia entra 18° a 22° Brix, mas com a calda não estava totalmente madura, o valor Brix da calda não excedeu este valor, portanto, não foi feita a diluição com água nem a adição de açúcar.

4.4.3 Determinação do pH

Avaliou-se o PH através do processo eletrométrico com o aparelho potenciómetro especialmente adaptado e que permitiu uma determinação direta, simples e precisa do H, como mostra a fig. 8.

Fez-se a calibração com as soluções-tampão de pH 4 e 7, mediram-se 20 ml da amostra à temperatura 20 °C num gobelet, agitou-se para homogeneizar e determinou-se o pH, com o aparelho previamente calibrado. Os registos dos valores encontrados foram com

duas casas decimais. Conforme o regulamento (CEE) n° 2676/90 da comissão de 17 de Setembro de 1990 que determina os métodos de análise comunitários aplicáveis no setor do vinho.

4.4.4 Preparação do fermento

Num copo de 200 ml, adicionaram-se 100 ml de água destilada, deixou-se a aquecer até aos 45 °C e juntou-se o fermento (*Saccharomyces Cerevisiae*). Foi-se mexendo durante 20 min entre as temperaturas de 45 °C e 30 °C, até ficar um líquido homogénico como mostra a fig. 9. Após este processo, dividiu-se por dois copos de 50 ml e colocaram-se nos fermentadores a temperatura controlada.



Figura 8 – Determinação de pH no caldo



Figura 9 – Preparação do fermento (*Saccharomyces Cerevisiae*)

4.5 Determinação de grau alcoólico do vinho

Após a fermentação, ficou-se com o vinho pronto a ser destilado. Antes de fazer a destilação, mediu-se o grau alcoólico do vinho. Colocaram-se 90 ml de vinho numa proveta de 100 ml e fez-se a leitura, expressa em percentagem volume. O teor alcoólico foi medido através de arcómetros 1.000-1.1000, definidos na Directiva 76/765/CEE do Conselho, de 27 de Julho de 1976, relativa aos alcoómetros e arcómetros para álcool (fig. 10). A medição do grau Brix, foi feita da mesma forma que a preparação do mosto.



Figura 10 - Determinação do grau alcoólico do vinho

4.6 Destilação

Após a determinação do teor alcoólico e do grau Brix, o vinho foi conduzido para o destilador de cobre com a capacidade de 10 litros. Este é constituído por um pote, que se encontra ligado a um recipiente de condensação (serpentina – imersa em água fria corrente), através de um tubo conhecido como pescoço de cisne. O vinho foi colocado no pote, vedado com farinha de trigo e alimentado por uma placa de aquecimento eléctrica. A temperatura foi monitorizada cuidadosamente através do pescoço do destilador, por auxílio do termómetro para controlar a evaporação do destilado, como mostra a figura 11.

Colocaram-se 7.5 litros do vinho no alambique em cima da placa de aquecimento a uma escala 4, que corresponde a 90 °C do vinho. Por evaporação, a partir da temperatura 72 °C, os vapores produzidos por esse aquecimento passaram pelo condensador onde foram arrefecidos e transformados em líquido. Por cada destilado foi separado a cabeça e o coração (dominado de grogue). O restante, dominado de cauda, não foi contabilizado.

Em cada destilado foi retirado o vinhoto e lavado o destilador com água potável, para reduzir o cobre que fica na borda da base do alambique. Uma prática comum para eliminação do cobre, segundo os autores, é a colocação da água e ácido a ferverem até à evaporação, antes de destilar o vinho. Mas este procedimento não foi feito, de forma a observar o limite máximo a que um alambique de cobre é sujeito apenas com uma lavagem por água.



Figura 11 - A - Alambique, B - termómetro para controlar a temperatura e C - placa de aquecimento

4.6.1 Determinação de grau alcoólico da aguardente

Depois de separar 10% da cabeça, em cada 100 ml do coração foi medido o teor alcoólico da aguardente de cana através de uma proveta de 100 ml, onde se colocaram 90 ml da aguardente e fez-se a leitura. O teor alcoólico foi medido através do alcoómetro, definidos na Directiva 76/765/CEE do Conselho, de 27 de Julho de 1976, relativa aos alcoómetros e arcómetros para álcool (fig. 12)

4.6.2 Maturação da aguardente de cana

Após a determinação do grau alcoólico na aguardente de cana, cada amostra foi colocada, com auxílio de funil e gaze (como mostra a figura 13), numa garrafa identificada com rolha e armazenadas num local fresco à temperatura ambiente durante 10 dias, antes da realização da análise físico-química e sensorial.

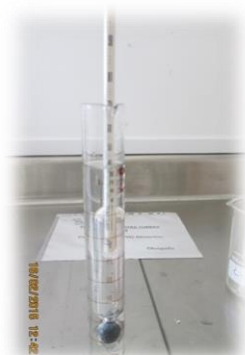


Figura 12 – Determinação de Grau alcoólico de aguardente



Figura 13 – Filtragem de aguardente

4.7 Análise sensorial e estatística das aguardentes

As cinco amostras da aguardente feita na escola, foram analisadas sensorialmente, relativamente à padronização usando os critérios da avaliação: a cor, a oleosidade, o sabor e o aroma, para examinar se são semelhantes ou diferentes. A ficha utilizada encontra-se em anexo C.

Depois, fez-se a comparação das aguardentes feitas na escola com as aguardentes feitas em Cabo Verde pelos dois produtores, avaliando a aparência, o aroma, o sabor, o sabor e a sensação. A ficha utilizada encontra-se em anexo C.

O método utilizado para a avaliação da análise sensorial foi qualitativo, por parte de um painel composto por 11 provadores não treinados. O corpo de provadores foi constituído por professores, funcionários e alunos da Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar.

As amostras foram apresentadas de forma equitativa, em taças transparentes tipo ISO, codificadas com um número, a temperatura ambiente. A avaliação das amostras foi feita através de uma ficha (anexo 1 e 2), sendo utilizadas escalas hedónicas de 0 a 10 pontos. As provas foram realizadas em cabines individuais, na sala de análise sensorial da Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar (ESTM), seguindo as normas.

Com o auxílio do programa estatístico SPSS foram aplicados análise de variância (ANOVA) e análise factorial. A primeira.

A análise de variância – é a comparação de médias de duas ou mais populações de onde foram extraídas amostras aleatórias e independente, se a distribuição da variável em estudo for normal e se as variâncias populacionais forem homogéneas. Ou seja é comparar a variância dentro das amostras ou grupos (também designada por variância residual) com a variância entre as amostras ou grupos (também designada por variância do fator). Se a variância residual (aquele associada à variabilidade natural entre os sujeitos, aos erros de medida for significativamente inferior à variância entre os grupos ou amostras (que seria devida ao efeito do fator sob estudo), então o efeito do fator sobre a variância da variável dependente será significativamente superior à variância dos sujeitos. Neste cenário podemos afirmar que o fator tem um efeito sobre a variação da variável dependente. Pelo contrário, se a variância entre os grupos não for superior à

variância dentro dos grupos, então a variância provocada pelo fator não é significativamente superior à variância residual dos sujeitos.

Análise fatorial – tem como objectivo descobrir e analisar a estrutura de um conjunto de variáveis interrelacionadas de modo a construir uma escala de medida para fatores (intrínsecos) que de alguma forma (mais ou menos explícitas) controlam as variáveis originais. Em princípio, se duas variáveis estão correlacionadas (e a correlação não é espúria), essa associação resulta da partilha de uma característica comum não diretamente observável.

4.8 Determinação dos componentes secundários

Para a qualidade da aguardente de cana é imprescindível a realização das análises físico-químicas do cobre, acidez volátil, furfural+hidroximetilfurfural, aldeídos, ésteres, metanol e álcoois superiores. Como este trabalho não teve financiamento e implicaria custos elevados, porém, dificultou a determinação de todas as análises com excepção da acidez total, furfural e cobre que foram realizadas na ESTM, em todas as amostra feitas na escola e por dois produtores de Cabo Verde.

4.8.1 Determinação da acidez total expressa em ácido acético

Para a determinação da acidez total nas amostras de aguardente, foi utilizado o Regulamento (CEE) N° 1238/92 da Comissão de 8 de Maio de 1992 que estabelece os métodos comunitários de análise do álcool neutro aplicáveis no sector do vinho (anexo E). Mas a titulação foi com a solução de hidróxido de sódio 1 mol/l.

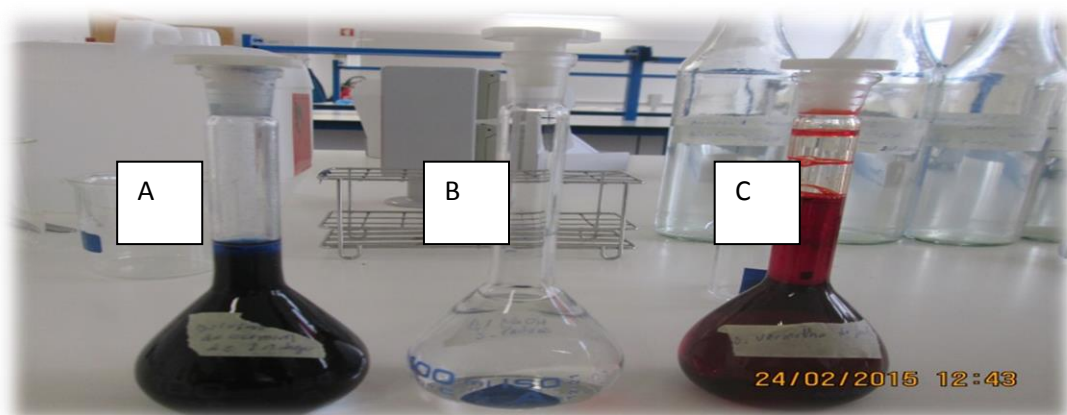


Figura 14 - soluções preparadas, A - solução de carmim de indigo, B - Solução padrão de NaOH e C - solução de vermelho de fenol.

Depois das soluções feitas (figura 14), colocaram-se 100ml da amostra numa proveta balão de 250 ml e juntaram-se alguns reguladores de ebulição. Aqueceu-se rapidamente sob refluxo (através da manta de aquecimento e condensador como mostra a figura 15), até à ebulição e rapidamente se adicionou uma gota da solução de carmim de indigo e uma gota de vermelho de fenol na amostra quente. Imediatamente titulou-se com a solução de hidróxido de sódio 1 mol/l, numa placa de agitação com o agitador magnético, até à mudança de cor, de amarelo-esverdeado para violeta, como mostra a figura 16.



Figura16 - Manta de aquecimento e condensador

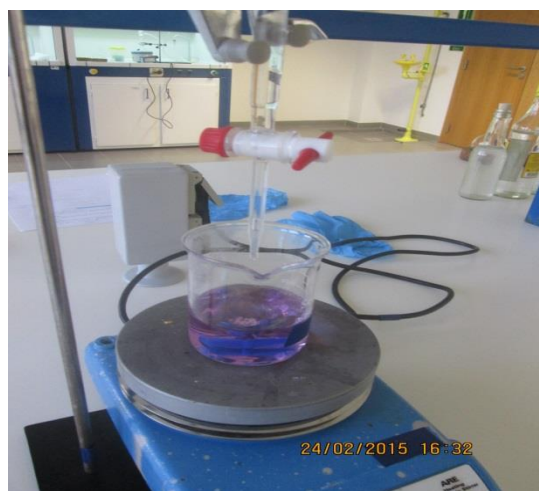


Figura 15 – Titulação da amostra

O resultado para ter os valores da acidez total, foi obtido através da fórmula:

$$Ac = \frac{V \cdot 60}{T \cdot 100} \text{ expresso em g de ácido acético por 100 mL de álcool anidro}$$

V = volume da solução de hidróxido de sódio a 1 mol/l, gasto na titulação

T = Teor alcoólico volumétrico da amostra

A acidez total é expressa em miligramas de ácido acético por 100 ml de álcool anidro pela fórmula a seguir:

$$Ac. a. a = \frac{Ac \cdot 100 \cdot 1000}{Gr}$$

Ac.a.a = Acidez total em mg/ 100 mL de álcool anidro

Gr = Teor alcoólico volumétrico da amostra

4.8.2 Determinação de Furfural

O método utilizado visa detetar a presença ou não de furfural nas amostras. Em cada um dos tubos identificados, transferiu-se 10 ml da amostra com uma pipeta, juntou-se 0,5 ml de anilina e 2 ml de ácido acético glacial e agitou-se por 10 segundos no vortex (fig. 18). A adição de anilina e ácido acético foi feito na hotte como mostra a fig. 17. Deixou-se em repouso durante 20 minutos, fez-se a leitura. Se aparecer uma coloração rosa-salmão antes de 20 minutos, o ensaio é considerado como positivo, ou seja a amostra contém furfural.



Figura 17 - preparação da solução na hotte

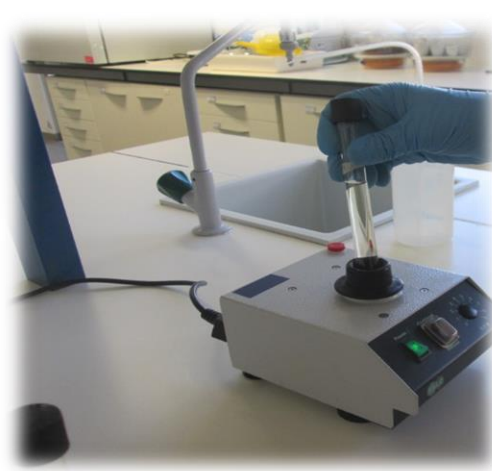


Figura 18 - Diluição da amostra no vortex

4.8.3 Determinação de cobre

Antes da determinação do cobre, todas as amostras foram acidificação para o $\text{pH} \leq 2$ com o ácido nítrico (HNO_3), e diluída por $\mu\text{g/L}$, com a água destilada. Mediu-se 20 ml da amostra para copo de plástico e colocou-se 30 gotas de $\text{HNO}_3 - 5\%$, retirou-se 1 $\mu\text{g/L}$ da amostra e diluiu-se com 1000 $\mu\text{g/L}$ de água destilada

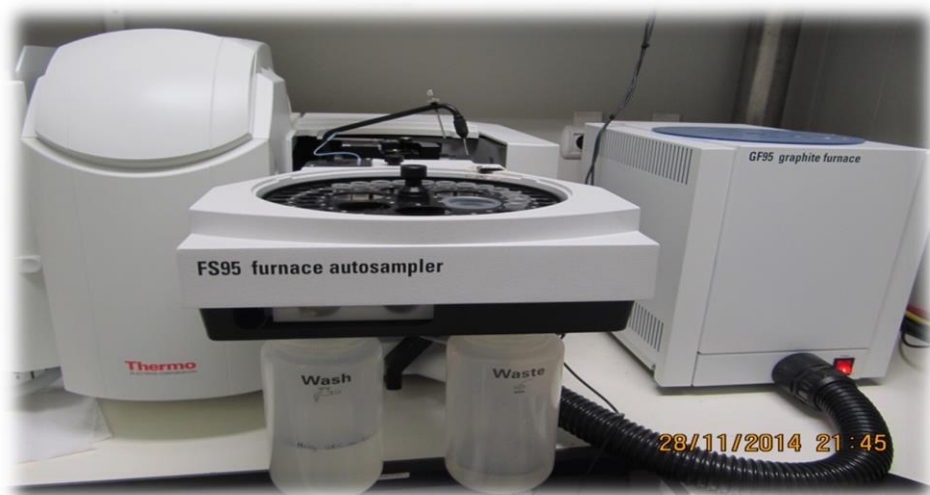


Figura 19 - Medição de cobre através da espectrometria de absorção atômica com câmara de grafite

A leitura foi realizada através da espectrometria de absorção atômica com câmara de grafite (figura 19), com o comprimento de onda de 324,8nm, de acordo com o Regulamento (CEE) N° 1238/92 da Comissão de 8 de Maio de 1992 que estabelece os métodos comunitários de análise do álcool neutro aplicáveis ao setor do vinho.

As amostras, o branco (água destilada), HNO₃ – 5% e o padrão foram introduzidos, com o auxílio de um capilar, no interior do tubo de grafite através do amostrador automático na câmara de grafite e submetidos a um aquecimento progressivo previamente programado (figura 20).

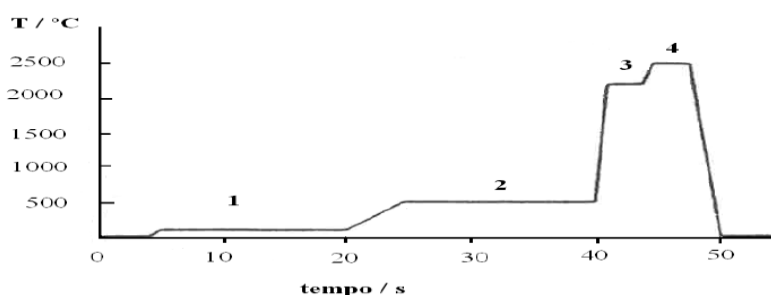


Figura 20 - Programa de temperaturas típico de atomização electrotérmica: 1 - secagem, 2 – calcinação ou pirólise, 3 - atomização, 4 – limpeza. Adaptado de (LAJUNEN, 1992).

Após a leitura das absorvências obtidas nas amostras, calculou-se a concentração do cobre em mg/l, utilizando a curva de calibração e a fórmula:

$$F * C$$

F – factor de diluição
C – Concentração de cobre na aguardente (mg/l)

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 Fermentação do mosto e o vinho

Os valores do pH, do Brix, da temperatura de fermentação, do tempo da fermentação e do teor alcoólico foram iguais, porque a cana foi colhida no mesmo lote e o processo de moagem e do preparo foram idênticas. O resultado das amostras do mosto e do vinho encontra-se na tabela 1.

A composição do mosto inicial foi, pH 5 e 14,3° Brix, entretanto, estes valores encontram-se dentro dos limites para a fermentação, isto quer dizer que não foi feita a correção do PH, diluição com a água ou adição com açúcar. Relata (VEIGA, 2006), que a fermentação ideal ocorre quando a concentração de açúcares está entre 14° e 16° Brix. (OLIVEIRA *ET. AL.*, 2005), afirmam que o pH ideal deve situar-se na faixa de 4,0 a 5,0. Segundo (MAPA, 2005), pode-se adicionar até 6 g/L (seis gramas por litro) de açúcares, expressos em sacarose no mosto fermentado de cana-de-açúcar.

Tabela 1 - fermentação da calda feita no mesmo da extração

Preparação e fermentação da calda	
pH	5
Brix inicial	14,3°
Brix Final	4
Temperatura da Fermentação	30°C
Tempo da fermentação	10 dias
Teor alcoólico do vinho (%v/100 ml)	10,8

O pH e a temperatura da fermentação encontram-se dentro dos parâmetros exigidos, em prol, o valor de 14,3° Brix inicial da calda, deve-se ao corte antes da época da colheita e numa fase em que a cana se encontrava no estágio de desenvolvimento da maturação. No entanto, estes factores podem influenciar a qualidade do produto e o rendimento do destilado. Valores semelhantes encontrados por (CAVALCANTI, 2009 & BORGES, 2011), que obtiveram resultados do pH entre 4 a 5,3.

Segundo (OLIVEIRA *ET. AL.*, 2005), a cana-de-açúcar deve ser cortada madura, e na quantidade suficiente para moagem do dia. Saber o momento de colher a cana-de-

açúcar, também, é importante, e existem técnicas que auxiliam a estabelecer a época certa da colheita. A cana-de-açúcar é considerada madura quando o Brix estiver em 16% ou mais (SOUZA, 2008).

Segundo (LIMA, 2001), quanto mais madura a cana, mais rico será o caldo em açúcares. As canas não devem ser colhidas com menos de 14% de açúcares que correspondem a 18° Brix.

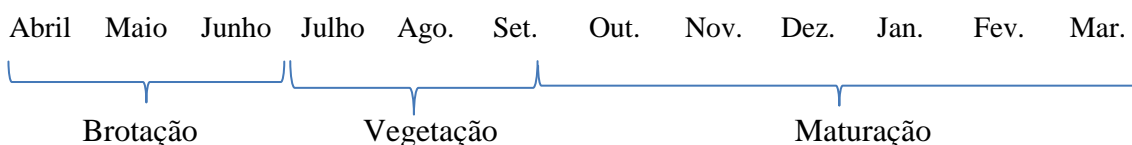


Figura 21 - Ciclo de desenvolvimento da cana-de-açúcar em Portugal.

Fonte Própria

Relativamente ao tempo da fermentação de 10 dias, pode ser pelo corte da cana imatura e ou então, o intervalo do corte (5 dias) da cana até à moagem. Em contrapartida a fermentação foi anaeróbica, o que manteve no mosto as suas características peculiares. Segundo (ALBERTO VIEIRA, 2004), a cana depois de cortada tem pouco mais de 48 horas para ser moída e cozida, pois caso contrário começa a perder sacarose e inicia o processo de fermentação. Quando o tempo de armazenamento da cana for maior do que 48 horas, causa alterações desfavoráveis às leveduras durante o processo fermentativo, provocando a floculação e perda do fermento, consome a sacarose e outros nutrientes do mosto, comprometendo o rendimento alcoólico (GALLO, 1992). Ressaltam (MUTTON & MUTTON, 2002) a importância do estudo do comportamento da fermentativa frente ao mosto proveniente de cana deteriorada, uma vez que a eficiência do processo fermentativo pode ser directamente influenciada pelos componentes do caldo. Ainda (NARENDRANATH ET. AL., 2001), os ácidos acéticos e lácticos encontrados na fermentação alcoólica são inibidores do crescimento das leveduras. Entretanto pode-se perspectivar que os ácidos acéticos e lácticos foram preponderantes para a interrupção da fermentação feita na escola, uma vez que o grau final foi de 4 Brix, tal ainda foi possível fazer a destilação da aguardente.

O Brix final foi de 4°, portanto, o mosto não terminou a fermentação, isto pode estar relacionado com a deterioração da cana após o armazenamento durante 7 dias, resultando no aumento da acidez total. Embora outros microrganismos do vinho, assim como leveduras e bactérias lácticas possam produzir ácido acético, que são as maiores

responsáveis pela produção desse ácido no vinho, o crescimento excessivo delas no mosto pode fazer com que a fermentação alcoólica não se complete (DRYSDALE; FLEET, 1988, 1989).

5.2 Destilação da aguardente de cana-de-açúcar

É importante realçar que o objectivo principal deste trabalho é a padronização da aguardente de cana, uma vez que os produtores cabo-verdianos não conseguem produzir com homogeneidade o produto, influenciando assim a qualidade do produto final. A exportação é reduzida, principalmente, pelo facto da aguardente cabo-verdiana não apresentar um padrão de qualidade, devido principalmente às condições técnicas, que deixam muito a desejar.

Os resultados da quantidade de aguardente de cana e do teor alcoólico obtidos dos cinco destilados feitos na escola são apresentados na figura 22. Em todos os cinco destilados, o coração ou aguardente propriamente dita, tiveram quantidades menores do que o esperado, 0,55 litro e era expectável 0,7 – 0,8 litro de aguardente. Esta variação pode ser explicada pelo tempo de fermentação, do armazenamento prolongado da cana antes da moagem e do clima não apropriado para cultivo de cana-de-açúcar. Segundo (BORGES, 2001), uma das possíveis causas para uma cachaça ou aguardente com grau alcoólico abaixo do limite permitido é a prática de longas esperas do mosto antes da destilação. Este procedimento acarreta perdas por evaporação do álcool.

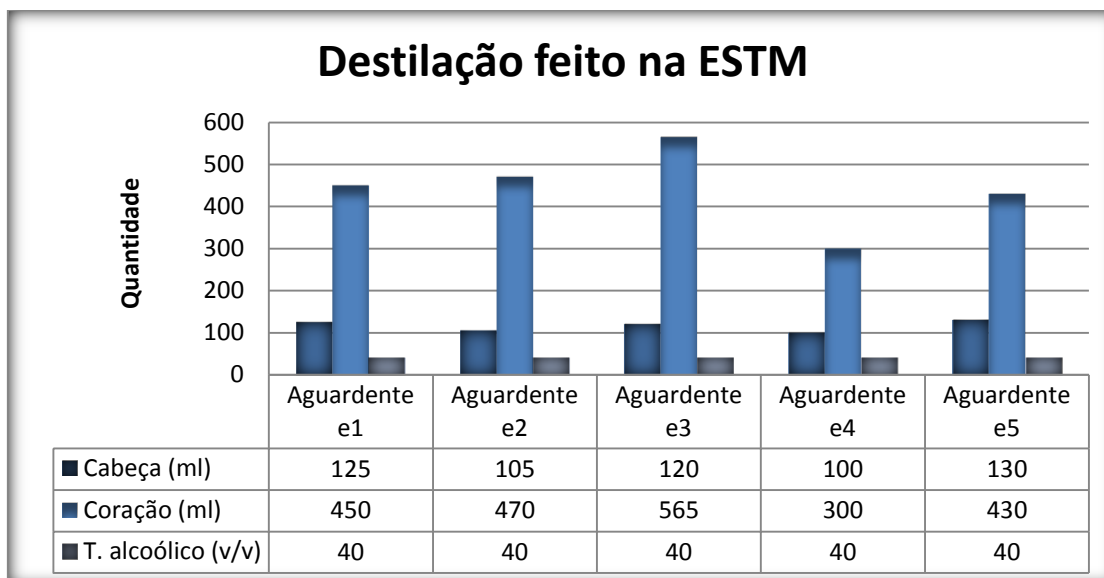


Figura 22 – Quantidade de aguardente de cana e do teor alcoólico obtidos dos cinco destilados feitos na escola. e1 – primeiro destilado, e2 – segundo destilado, e3 – terceiro destilado, e4 – quarto destilado e e5 – quinto destilado.

A explicação do quarto destilado (e4), possuir a quantidade mais baixo do coração em relação aos outros deve-se a falha técnica, uma vez que houve fuga de ar entre a panela e a coluna do alambique, pela imperfeita vedação do material utilizado (farinha de trigo).

A temperatura do destilado e_{1,2,3,4} e 5 foram controladas a 90°C, que segundo (ALCARDE *ET. AL.*, 2012), proporciona um processo de destilação mais padronizado do ponto de vista de velocidade de aquecimento e de temperatura e pressão dos vapores formados.

5.2.1 Grau alcoólico das aguardentes

Os resultados obtidos do grau alcoólico das amostras analisadas expresso (em °GL, a 20°), estão apresentados na Figura 23. Os valores encontrados variam entre 40°GL para os destilados feitos na escola e 48°GL, para os feitos em Cabo Verde. (BORGES, 2011) teve o resultado semelhantes, entre 37,06 e 46,4 °GL.

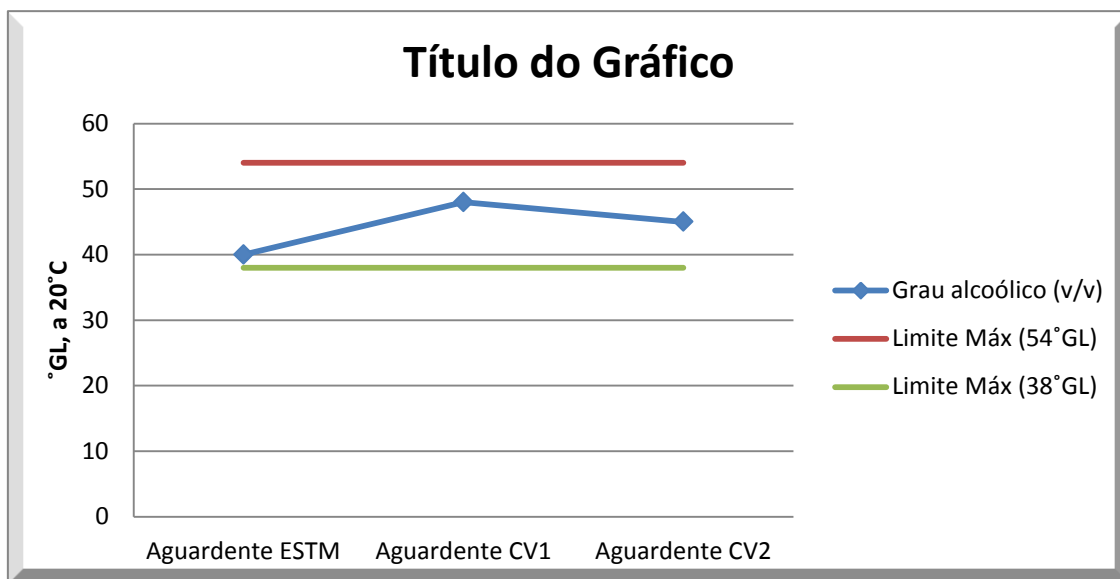


Figura 23 - Valores do grau alcoólico nas diferentes amostras do grogue analisados.

Os valores encontrados estabelecem os limites propostos pela legislação brasileira que determina os valores do grau alcoólico entre 38 a 54°GL, à 20°C. (VOLPE ET. AL., 2013), avaliaram as características físico-químicas da cachaça e encontraram valores média dentro dos limites, 47,28 e 44,3°GL, respectivamente para artesanal e industrial.

5.2.2 Acidez total

Os resultados da acidez total dos 5 destilados feitos na escola e dos dois produtores cabo-verdianos, estão apresentados na figura 24. O ácido acético representa cerca de 60% a 95% da acidez total nas bebidas destiladas (NYKANEN & NYKANEN, 1991), sendo que a acidez total é composta pela acidez volátil e fixa.

A contaminação por microrganismo deteriorantes geralmente leva a impedimentos tecnológicos no processo de maltagem e na produção de cervejas, incluindo a deterioração de material cru, problemas na filtração e outros efeitos deletérios, tanto no processamento como no produto final. Dentre esses efeitos incluem-se a turbidez na cerveja e a formação de aroma e sabor indesejáveis (LOWE ET. AL., 2005).

Segundo (ALCARDE & YOKOYA, 2003), a contaminação bacteriana é um dos fatores que mais afetam a fermentação alcoólica industrial, uma vez que é o mais frequente agente presente. O crescimento de bactérias acéticas em uvas ou através do processo de produção de vinhos influencia a qualidade do vinho, principalmente porque aumenta a acidez volátil (BRAGA, 2006).

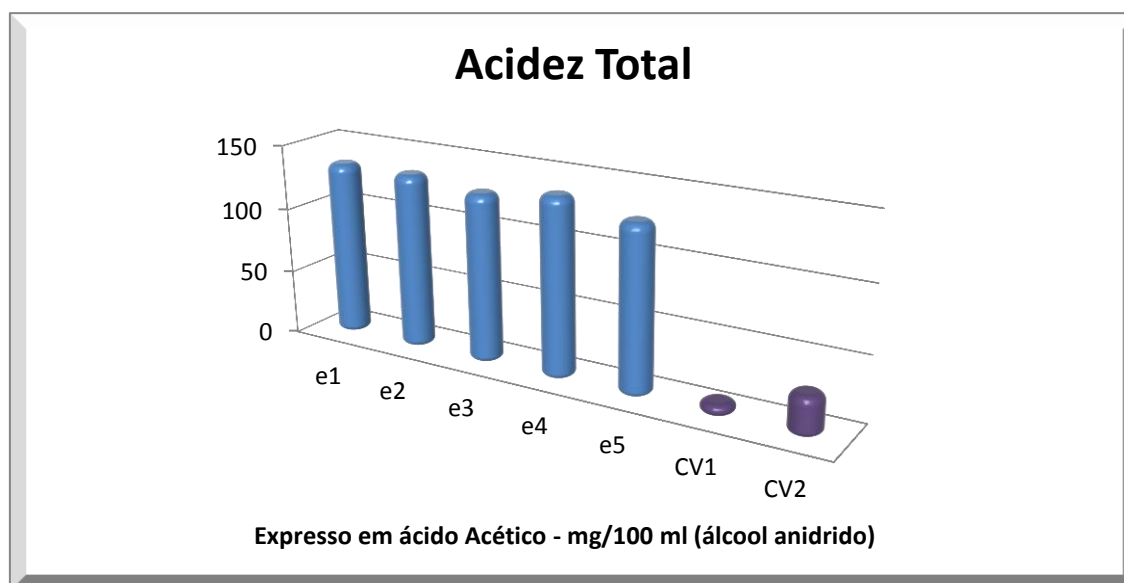


Figura 24 - Valores de acidez volátil nas diferentes amostras do grogue analisados.

CV1 – Produtor cabo-verdiano de Calheta e CV2 Produtor cabo-verdiano de Santiago.

Os valores médios da acidez total encontrados nos destilados feitos na escola e em Cabo Verde, variaram entre e 9,38 e 136,87 mg de ácido acético por 100 mL-1 álcool anidro. Entretanto (BORGES, 2011), analisou 44 amostras de marca registrada na Baía – Brasil, e encontrou valores que variam entre 64,10 e 210,78 mg de ácido acético.100 mL-1 álcool anidro. (VOLPE ET. AL., 2013), encontraram nas amostras artesanais e industriais, valores média final da acidez dentro do limite máximo.

Relativamente ao gráfico X, as aguardentes e_{1,2,3,4, e 5}, apresentam valores mais altos do que as aguardentes CV_{1 e 2}, porque nas aguardentes feitas em Cabo Verde, o corte da cana e a extração foram feitos no mesmo dia e o tempo da fermentação foi de 12 a 24 horas.

Estes valores eram esperados para e_{1,2,3,4, e 5}, porque o tempo do corte até à moagem foi de 7 dias e a fermentação demorou 10 dias, porém estes valores influenciaram na subida da acidez total. Segundo (MAIA e CAMPELO, 2005), os principais fatores determinantes de uma acidez elevada são o tempo e as condições de armazenamento da cana no período entre a colheita e a moagem. E mesmo após a fermentação, quando a destilação do vinho não é realizada logo após o final do processo fermentativo (MOSER, 2012).

Contudo estes valores tanto para aguardente feita na escola como em Cabo verde, encontram-se dentro do padrão especificado por legislação brasileira. (MAPA, 2005),

que estabelece os padrões de identidade e de qualidade da cachaça, em que o teor máximo da acidez volátil expresso em ácido acético é de 150mg/100 ml (álcool anidrido).

Uma contaminação bacteriana pode trazer consequências desfavoráveis para o produtor, pois as bactérias podem elevar a acidez das bebidas e também diminuir a concentração final de etanol, reduzindo a eficiência do processo (SCHWAN E CASTRO, 2001).

5.2.3 Furfural

A figura 25 e 26 mostram a ausência ou a presença do furfural nas aguardentes $E_{1,2,3,4, e 5}$ e CV_1 e CV_2 estudadas. A presença da coloração rosa-salmão nas amostras significa que contém furfural. A presença dos aldeídos furfural e hidromimetilfurfural não está associada com a fermentação e sim com outros fatores, tais como a queima da cana, a temperatura muito alta na destilação, e o envelhecimento (CARDOSO, 2006).

A legislação brasileira estabelece o valor máximo do composto furfural de 5mg/100mL de álcool anidro (BRASIL, 2005). O Regulamento (CEE) N° 1576 / 89 do Conselho de 29 de Maio de 1989 que estabelece as regras gerais relativas à definição, à designação e à apresentação das bebidas espirituosas, não tolera a presença do furfural nas bebidas espirituosas

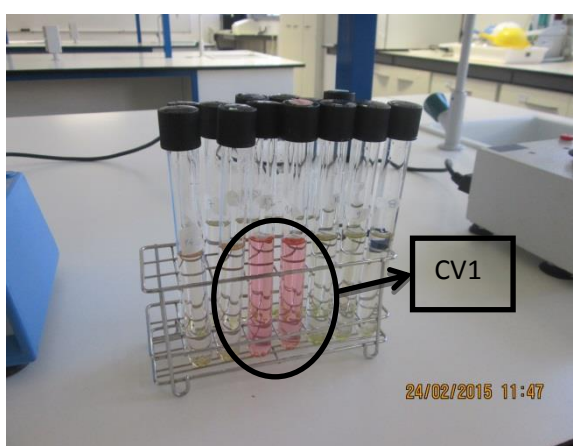


Figura 25 - Amostra Aguardente $E_{1,2,3,4, e 5}$ e CV_1 e CV_2



Figura 26 - Amostra Aguardente $E_{1,2,3,4, e 5}$ e CV_1 e CV_2

Como mostra a figura 25 e 26, nas duas aguardentes de Cabo Verde, as amostras apresentaram-se positivas, o que significa que há presença de furfural. Porém a presença do furfural nestas aguardentes deve-se provavelmente à falta de controlo da temperatura

e ou a uma deficiente higienização do caldo, ou então à não separação da fracção (cabeça, coração e cauda), dado que a prática da queima de cana não é usual em Cabo Verde. (VOLPE *ET. AL.*, 2013), encontraram valores bem inferiores aos limites estabelecidos.

Segundo (FARIA *ET. AL.*, 2003), o processo de produção da aguardente de cana, o furfural e hidroximetil são formados principalmente durante a destilação do vinho, surgindo predominantemente como produto de cauda em alambiques, dependendo do tipo de aquecimento. O bagacilho além de favorecer as contaminações, quando arrastado para o alambique, provoca a formação indesejável de furfural e metanol (BRAGA, citado por RIBEIRO, 2002b).

Em contrapartida as aguardente e_{1,2,3,4} e e₅, não apresentaram a presença da cor rosa-salmão, porque a temperatura das destilações foi controlada e também por boas práticas de higienização da matéria-prima.

É de realçar que no momento da extracção da calda, destilada na escola, foi filtrada com uma peneira e no momento do preparo do mosto mais uma vez foi filtrado com gaze para eliminação das impurezas (bagacilho). Para (MAIA, 1994), furfural e o hidroximetil não são formados durante a fermentação, esses aldeídos podem aparecer no próprio caldo da cana, quando a sua colheita é precedida da queima da folhagem, acarretando desidratação parcial de uma pequena fracção de açúcares (pentose e hexoses), livres no caldo ou presentes no bagaço.

5.2.4 Cobre

(MAPA, 2005) estabelece limites máximos de contaminantes orgânicos e inorgânicos, pela legislação brasileira na aguardente e cachaça de cana-de-açúcar, o valor máximo para o cobre (5,0 mg L⁻¹). Em determinados países o teor máximo permitido para o cobre nos destilados alcoólicos é de 2,0 mg L⁻¹, o que dificulta ainda mais a exportação da bebida (LIMA *ET. AL.*, 2009 & ANDRADE-SOBRINHO 2002).

Os valores das concentrações de Cobre (tabela 2), após diluição da solução µg/l, foram feitos pela minha colega (PEDRO, 2015).

Tabela 2 - Absorvâncias obtidas, por Espectrometria de Absorção Atômica, para o estabelecimento da curva padrão relativa ao metal Cobre

[cu] em (µg/l)	1ª Abs	2ª Abs	Média Abs	Desvio padrão
0	0	0	0	0
1	0,0061	0,0046	0,00535	0,0025
5	0,0206	0,0191	0,01985	0,017
10	0,05	0,057	0,0535	0,05065
25	0,0766	0,0762	0,0764	0,07355
50	0,1504	0,1505	0,15045	0,1476
100	0,3243	0,3273	0,3258	0,32295
1000	2,0224	1,9582	1,9903	1,98745

A curva padrão (Figura 27) para a determinação de cobre nas aguardentes foram construídas num intervalo de 1 – 1000 µg/L Curva padrão do cobre.

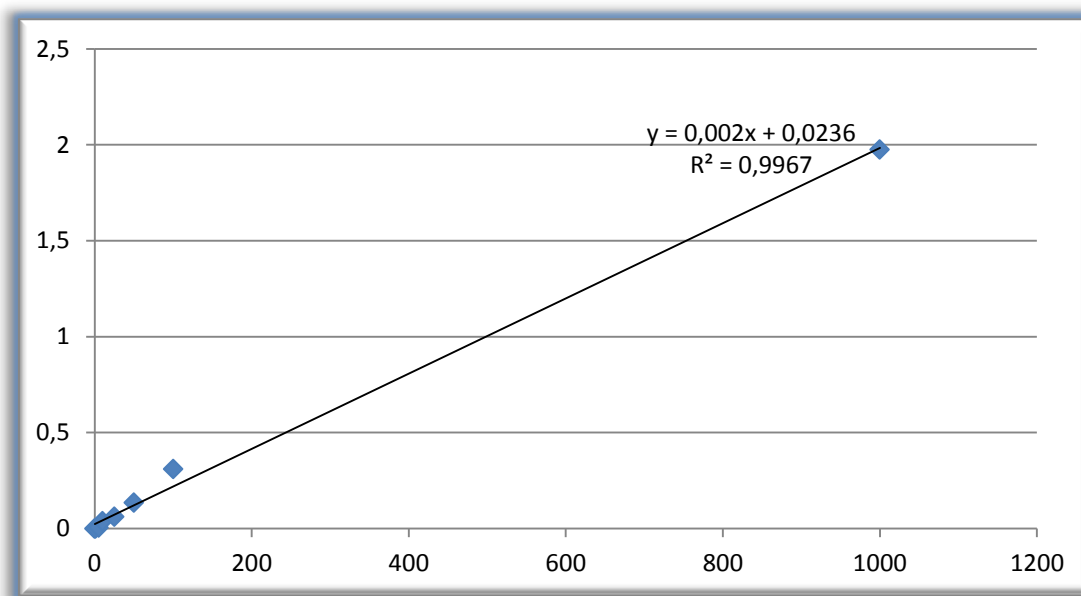


Figura 27 – Curva padrão estabelecida para a determinação da concentração de cobre nas amostras aguardentes, construída num intervalo de 1 – 1000 µg Cu/L, Adaptado (Pedro 2015)

Resultados de absorvência (tabela 3), para diferentes concentrações de cobre encontradas nas amostras.

Tabela 3 - Valores de absorvencia para diferentes concentrações de cobre nas 7 amostras

Absorvências das amostras de aguardente (1:1000 µ/l)	
Amostra	Média Abs
e1	0,8873
e2	0,4744
e3	0,4816
e4	0,7454
e5	0,2994
CV1	0,0661
CV2	0,2566
Amostra	Média Abs
e1	0,8873

Resultado da concentração do cobre encontrados nas aguardentes (figura 28), nas 7 amostras. O cobre foi detetado em todas as 7 amostras analisadas, num intervalo de 0,08 a 0,33 mgL⁻¹, sendo que o teor médio foi de 0,20 mgL⁻¹, portanto, todas as amostras analisadas atenderam à legislação vigente, que é de 5 mgL⁻¹ do teor máximo de cobre.

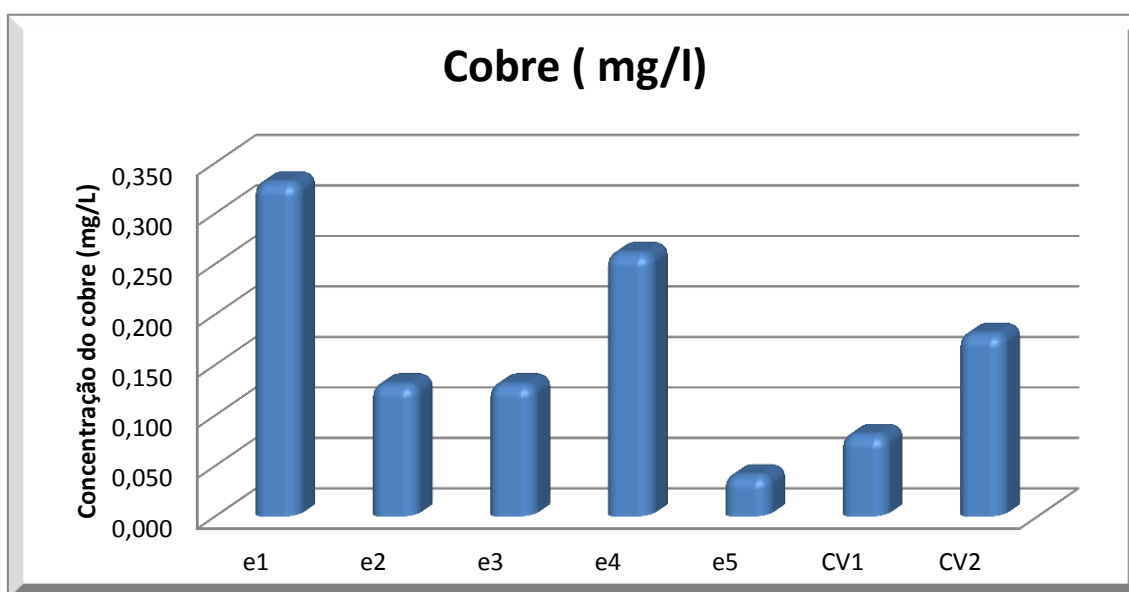


Figura 28 – Valores de cobre encontradas nas amostras de aguardente feito na escola e em Cabo Verde.

* Limite máximo de cobre permitido pela legislação em vigor (5 mg/L)

Relativamente aos resultados obtidos das amostras de aguardentes, e₁, e₂, e₃, e₄, e₅ e CV1 e CV2, encontraram-se dentro do limite estabelecido pela lei vigente (0,33, 0,13, 0,13, 0,26, 0,04, 0,08 e 0,18ml, respetivamente). (BORGES, 2011), encontrou valores de cobre que variaram de 0,20 a 6,96 mg.L⁻¹. (LIMA NETO & FRANCO, 1994) e

(BEZERRA, 1995), obtiveram resultados de cobre de até 14 mg/L e que 25% das amostras analisadas, portanto apresentaram teores superiores ao estabelecido pela legislação.

Num estudo de 511 amostras sobre a qualidade da aguardente de cana produzida, comercializada e/ou engarrafada no Estado de Minas Gerais, o cobre foi o principal contaminante das amostras (VARGAS *ET. AL.*, 1995).

Segundo (BOZA & HORII, 2000) encontraram altos valores do cobre, nas amostras das aguardentes, explicaram estes valores pela presença de azinhavre na parede interna do alambique de cobre, uma vez que o aparelho apresentava pontos de difícil acesso para limpeza e a remoção ineficiente da fração cauda durante o processo de destilação.

O baixo teor de cobre nas aguardentes, pode estar relacionado com uma boa higienização, uma vez que o alambique foi lavado apenas com água. Após cada destilado, encontrou-se no alambique (figura 29), o cobre proveniente da dissolução do azinhavre. Destilações conduzidas corretamente, em equipamentos limpos, reduzem sensivelmente os níveis de contaminação das bebidas, pelo cobre (FARIA, 2000).

O alto teor de cobre nas aguardentes pode estar relacionado com a falta de higiene nos alambiques, pois o cobre é proveniente da dissolução do azinhavre (carbonato básico de cobre solúvel em ácido) que se forma no interior do alambique. Este azinhavre pode ser removido fazendo-se a primeira destilação com limão (CARDOSO *ET. AL.*, 2006).

O alambique de cobre confere melhor qualidade ao produto, mas, pode contaminar o produto quando o manejo da produção é inadequado, principalmente a higienização (NASCIMENTO *ET. AL.*, 1998). Segundo (LÉAUTÉ, 1990), um dos principais problemas inerentes à produção de bebidas destiladas tem sido a contaminação pelo cobre presente nos alambiques e aparelhos de destilação.



Figura 29 - azinhavre no alambique da escola

(NASCIMENTO *ET. AL.*, 1998), (CARDOSO, 2000), (AZEVEDO *ET. AL.*, 2003) & (MACHADO *ET. AL.*, 2013a), afirmam que, a forma mais eficaz de evitar a contaminação da bebida num alambique de cobre é através da prevenção, por meio da assepsia dos alambiques, antes e após cada produção, além de, nos períodos sem atividade se preencher o equipamento com água.

De acordo com (OIVEIRA, 1970; CARDOSO, 2001) & (VOLPE, 2013) se mesmo assim for constatado pelo produtor alguma contaminação na bebida, a maneira mais eficiente para minimizar o contágio é a filtragem desta, por meio do uso de carvão ativado, ou emprego de resinas de troca iônica. Outra sugestão descrita por (BIZELLI *ET. AL.*, 2000) & (MACHADO *ET. AL.*, 2013a) é o emprego da ionização.

A aguardente produzida em alambiques de cobre apresenta melhor qualidade sensorial, pode reduzir a acidez e os níveis de aldeídos e compostos sulfurosos, os quais conferem à bebida, sabor e odor desagradáveis quando comparada à produzida em alambiques confeccionados com outros materiais, como aço inox, alumínio e porcelana (SANTOS, 2009)

(CARDELLO & FARIA 1997), que submeteram a aguardente de cana ao processo de envelhecimento em tonel de carvalho (capacidade de 200 L) e analisaram as suas modificações físico-químicas e sensoriais nos 0, 12, 24, 36 e 48 meses, verificaram que os teores de cobre diminuíram consideravelmente após o envelhecimento.

(CAVALHEIRO *ET. AL.*, 2003), encontraram resultados que permitiram concluir que o processo de envelhecimento promoveu a redução considerável (média 74,1+ 6,7) no

teor de cobre das aguardentes. Tal processo, pode constituir uma das formas para a redução dos níveis de contaminação desse componente.

Ainda o mesmo autor afirma que, nas aguardentes brasileiras o cobre aparece com frequência, porém a legislação actual permite o limite máximo de 5 mg/L, o que pode ser facilmente garantido com higienização correta e constante dos equipamentos de destilação.

A utilização de aço inox, porcelana e alumínio, ao invés de cobre, na construção dos alambiques, são alternativas eficientes para contornar a contaminação (FARIA; CAMPOS, 1989; AZEVEDO *ET. AL.*, 2003; FRANÇA; SÁ; FIORINI, 2011; VOLPE, 2013).

5.3 Análise estatística

5.3.1 Padronização das amostras realizadas na ESTM

Para as 5 amostras em investigação, a análise factorial foi realizada para os 4 descritores em estudo: cor, sabor, oleosidade e aroma. Após verificação dos requisitos para a validação do método (nomeadamente através do teste de Kaiser-Meyer-Olkin), concluiu-se que a estrutura de dados apenas se evidenciou validada para os atributos oleosidade e aroma ($p\text{-value} = 0.000$ e $p\text{-value} = 0.037$, respetivamente). Para os atributos sabor e cor, o modelo não demonstrou relevância estatisticamente significativa ($p\text{-value} 0.063$ e $p\text{-value} 0.079$ respetivamente), ou seja, apresentaram alguma heterogeneidade e inconsistência, por forma a traçar um perfil ou padrão típico que caracterizasse as amostras.

5.3.1.1 Oleosidade

No que respeita ao atributo “oleosidade”, a análise factorial, permitiu concluir que o padrão representado pelo plano factorial principal (composto pelas componentes 1 e 2; Fig. 30) explica 89,95% da variabilidade total dos dados (sendo de 56,02% e 33,93% respectivamente para a 1ª e 2ª componentes).

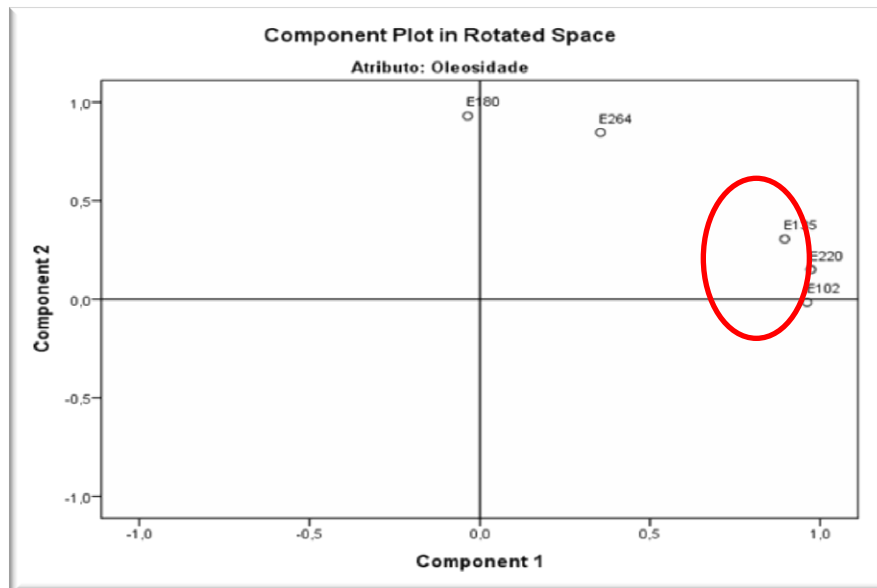


Figura 30 - Padronização da oleosidade das cinco amostras da aguardente realizada na ESTM E180=e1, E220=e2, E135=e3, E180=e4, e E264=e5.

Assim, observa-se claramente uma similaridade entre as amostras E135, E220 e E102; ($p = 0,00$). Por conseguinte, é possível concluir que, embora estas sejam amostras independentes, têm subjacente uma característica associada ao descritor em análise o que contribuiu para a formação do cluster evidenciado pelos resultados. Por outras palavras, existe aqui uma variabilidade que é partilhada pelas classificações atribuídas nas 3 amostras. Estas amostras evidenciam-se distintas, quando comparadas com a E180 e E264.

5.3.1.2 Aroma

Para o aroma, a variância explicada é de 40,83% para a componente 1 e 33,41% para a componente 2 (74,24% no total). No que respeita a aroma, as amostras apresentaram um cenário semelhante ao demonstrado pelos atributos cor e oleosidade, assemelhando-se as cinco amostras (como ilustra a figura 31), E102, E220 e E135, identificam-se entre si relativamente a Cor ($p < 0.03$), em prol E180 e E264.

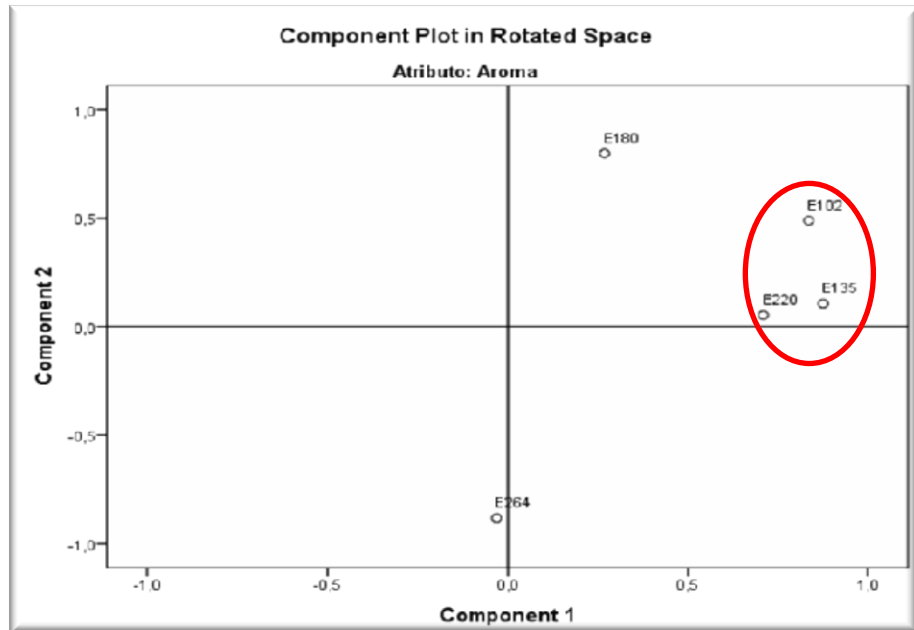


Figura 31 - Padronização da Aroma das cinco amostras da aguardente feito na escola

Isto quer dizer que os provadores identificaram as 3 amostras como semelhantes, muito embora, haja uma clara oposição entre as amostras E180 e E264, o que pode ser explicado pelo facto de a amostra E264, o mosto - vinho aguardou-se mais tempo pela destilação.

5.3.1.3 Cor e Sabor

Contudo a fig. 32, verifica-se tendência similar à oleosidade e a fig. 33 verifica-se tendência quase similar à oleosidade.

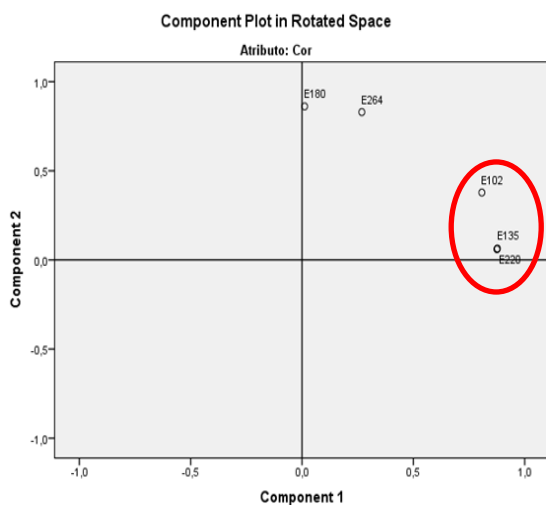


Figura 32 – Padronização da cor das 5 amostras da aguardente feito na escola

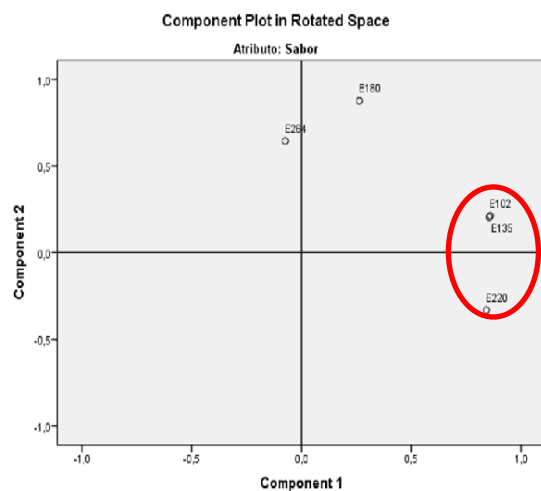


Figura 33 – Padronização do sabor das 5 amostras da aguardente feito na escola

A padronização das cinco amostras realizadas na ESTM revela semelhanças entre elas relativamente à cor, oleosidade, aroma e sabor, ainda que fraca, o que pode confirmar que o tempo da colheita, o corte, o tempo da extracção, a fermentação, a temperatura do processamento e o tempo da destilação foram preponderantes na identidade das cinco amostras da aguardente.

Quando a função é incorporada no modelo analítico enquanto análise factorial, a oleosidade e o aroma foram factores determinantes para a variabilidade da padronização. A cor e o sabor não apresentaram nenhuma diferença na qualificação das cinco amostras estudadas, porém, este fato deve-se à não existência de provadores adequados no painel.

5.3.2 Comparação das amostras realizadas na ESTM, com de Cabo-verde

Uma vez que as amostras da aguardente realizadas na ESTM não diferem muito (com excepção da amostra E180, por motivos técnicos já mencionados anteriormente), foi feita a comparação da frequência entre a amostra E102 com as duas realizadas em Cabo Verde CV264 e CV290. O propósito desta comparação foi verificar a existência de semelhanças entre as amostras, de forma a não perder as características organolépticas do grogue de Cabo Verde. Em anexo G, pode observar-se in loco o resultado das amostras E135, E180, E220 e E233.

Os atributos foram avaliados numa escala hedónica estruturada de 0 a 10, em que 0- Desgostei muitíssimo, 1- Desgostei muito, 2- Desgostei moderado, 3- Desgostei ligeiramente, 4- Desgostei, 5- Nem gostei, nem desgostei, 6- Gostei, 7- Gostei ligeiramente, 8- Gostei moderadamente, 9- Gostei muito, 10- Gostei muitíssimo.

5.3.2.1 Amostra 102 - COR

Da análise da amostra E102, no que respeita à cor franca (fig. 34), verifica-se que, 18,2% dos provadores demonstraram indiferença relativamente ao atributo em análise, 9,1% gostaram ligeiramente, 36,4% gostaram moderadamente, e 9,1% gostaram muitíssimo. De salientar que 36,4% dos provadores não evidenciaram qualquer opinião.

Contudo, é possível afirmar que a cor franca obteve uma pontuação positiva por parte dos provadores.

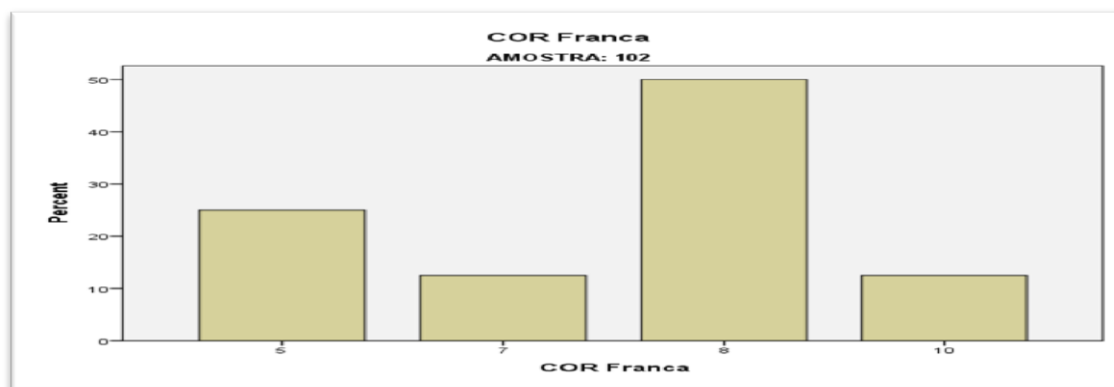


Figura 34 Amostra 102, cor franca.

Em relação à cor aceitável, a figura 35 mostra que 9,1% dos provadores apresentaram-se como indiferente, 9,1% gostaram ligeiramente, 27,3% gostaram moderadamente, 9,1% gostaram muito, 27,3% gostaram muitíssimo e 18,2% não expressaram a opinião. O mesmo cenário foi encontrado na cor franca em relação à positividade.

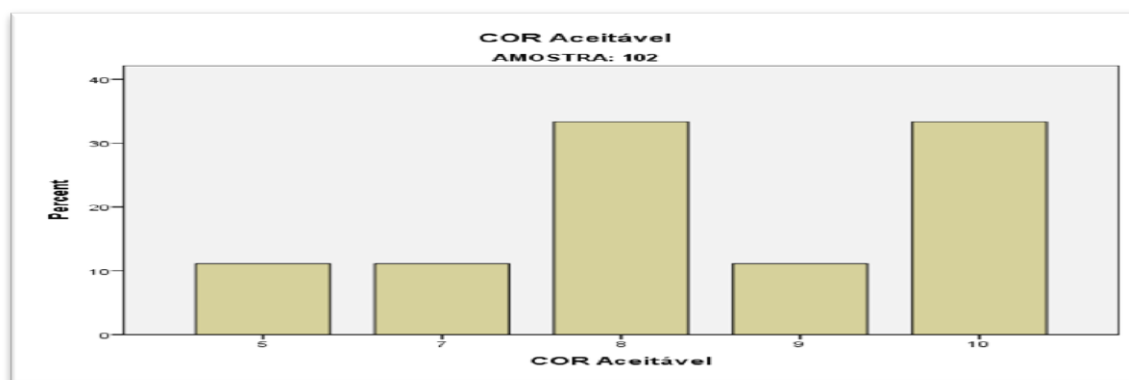


Figura 35 - Amostra 102, cor aceitável

5.3.2.2 Amostra 102 - Limpidez

Observando a figura 36, relativamente a limpidez brilhante, verifica-se que 18,2% responderam que gostaram ligeiramente, 36,4% gostaram moderadamente, 9,1% gostaram muito, 18,2% gostaram muitíssimo e 18,2% nada disseram sobre atributo em análise, portanto, a classificação desta variável foi positiva.

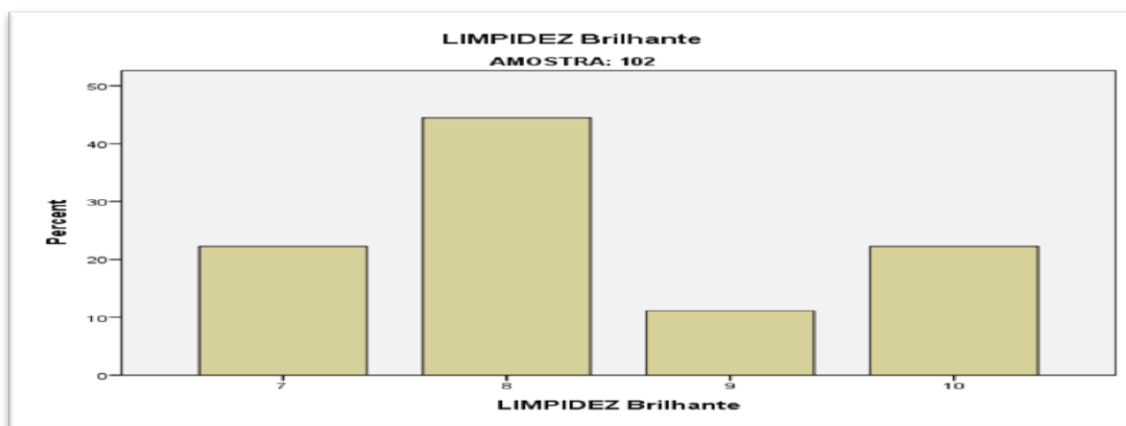


Figura 36 - Amostra 102, limpidez brilhante

Relativamente à figura 37, verifica-se que 18,2% responderam que nem gostaram, nem desgostaram, 9,1% gostaram, 18,2% gostaram ligeiramente, 27,3% gostaram moderadamente, 9,1% gostaram muito, 9,1% gostaram muitíssimo e 9,1% nada disseram sobre à limpidez transparente. Todas os 11 provadores avaliaram positivamente a limpidez transparente.

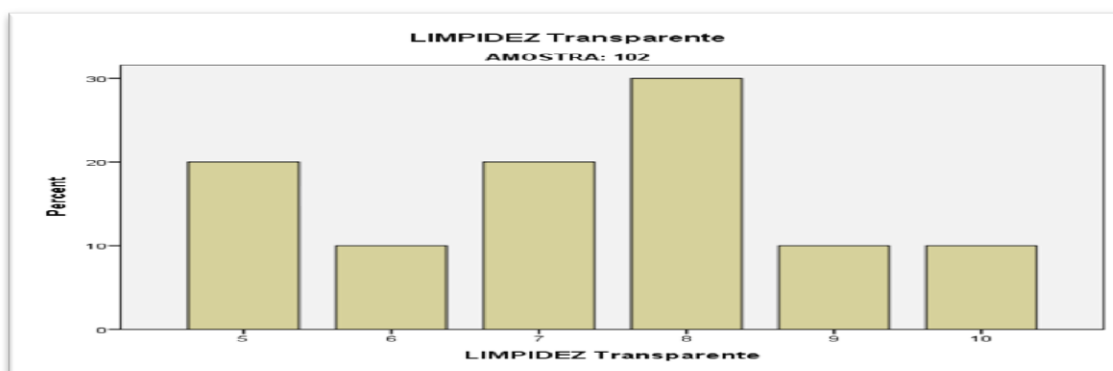


Figura 37 - Amostra 102, limpidez transparente

5.3.2.3 Amostra 102 – Aroma

No caso do aroma alcoólico, e de acordo com a figura 38, verifica-se que 9,1% responderam que gostaram, 45,5% responderam que gostaram ligeiramente, 45,5% respondem que gostaram moderadamente. Este resultado é expectável este resultado, uma vez que a aguardente contém 38% a 54% de grau alcoólico.

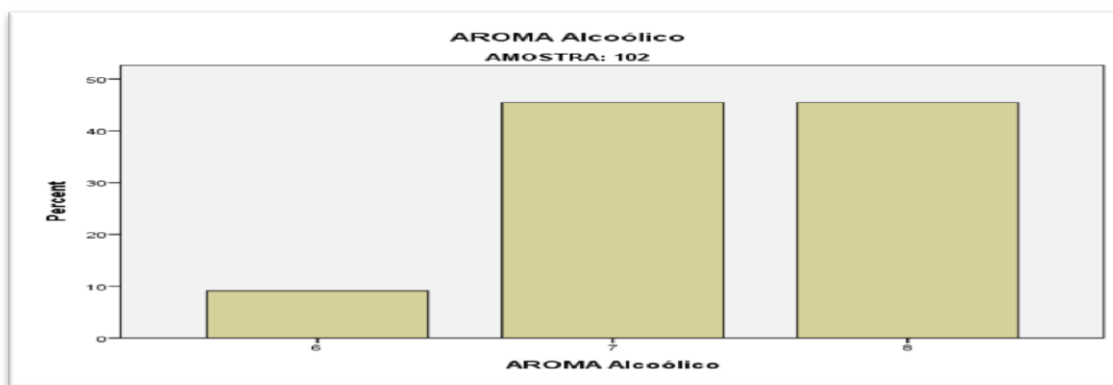


Figura 38 - Amostra 102, aroma alcoólico

Quanto ao aroma adocicado, verifica-se que 9,1% responderam que desgostaram moderadamente, 9,1% desgostaram ligeiramente, 18,2% gostaram, 18,2% gostaram ligeiramente, 27,3% gostaram moderadamente, 9,1% gostaram muitíssimo e 9,1% nada disseram, segundo a figura 39. É importante referir que uma aguardente de cana, no que respeita a qualidade deve apresenta um aroma adocicado.

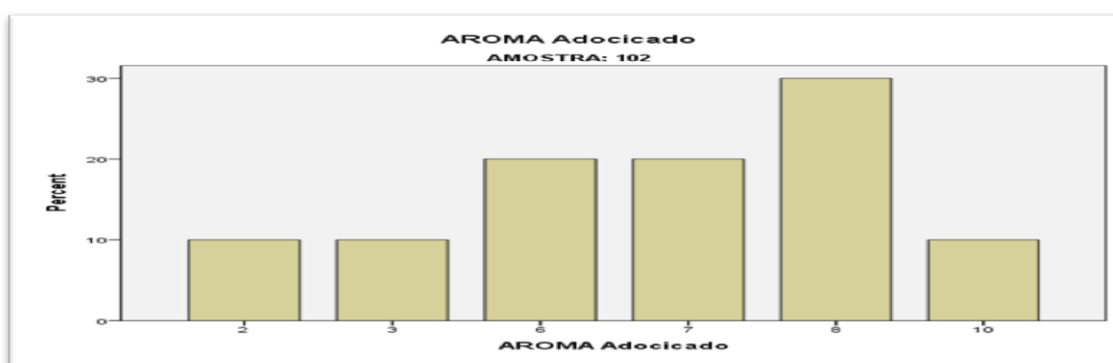


Figura 39 - Amostra 102, aroma adocicado

De acordo com a figura 40, relativamente ao aroma irritante, verifica-se que 9,1% responderam que desgostaram muito, 27,3% desgostaram moderadamente, 18,2% nem gostaram, nem desgostaram, 9,1% gostaram moderadamente e 36,4% nada disseram. A análise físico-químico das amostras realizadas na ESTM vêm comprovar o que os provedores avaliaram, portanto quanto mais ácida for a aguardente mais irritante será.

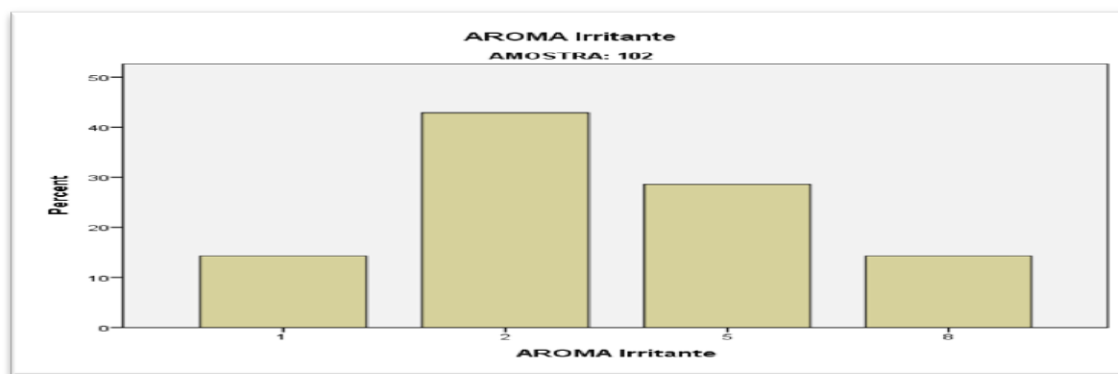


Figura 40 - Amostra 102, aroma irritante

Analisando a figura 41, constata-se que 27,3% responderam nem gostaram, nem desgostaram, 9,1% respondem que gostaram ligeiramente 18,2% respondem que gostaram moderadamente e 45,5% nada disseram, em relação ao aroma de caldo de cana. Quanto maior for o tempo da fermentação maior será o aroma do caldo de cana, o qual foi de facto detectado pela maioria do grupo de provadores.

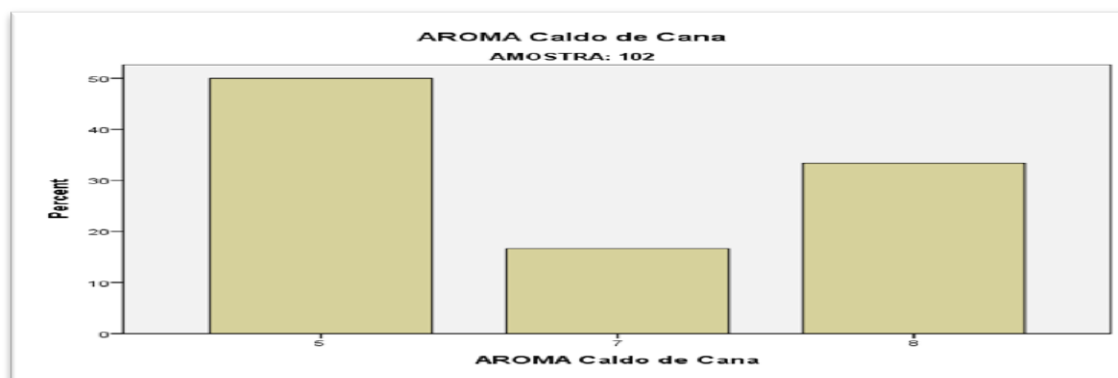


Figura 41 – Amostra 102, aroma de caldo de cana.

5.3.2.4 Amostra 102 – Sabor

De acordo com a figura 42, o sabor doce teve a seguinte classificação, 9,1% responderam que desgostaram moderadamente, 9,1% gostaram ligeiramente, 36,4% gostaram moderadamente, 18,2% gostaram muitíssimo e 27,3% nada disseram. Era expectável uma maior percentagem de pessoas a gostarem do sabor doce, pela maior duração da fermentação anaeróbica que as amostras realizadas na ESTM sofreram.

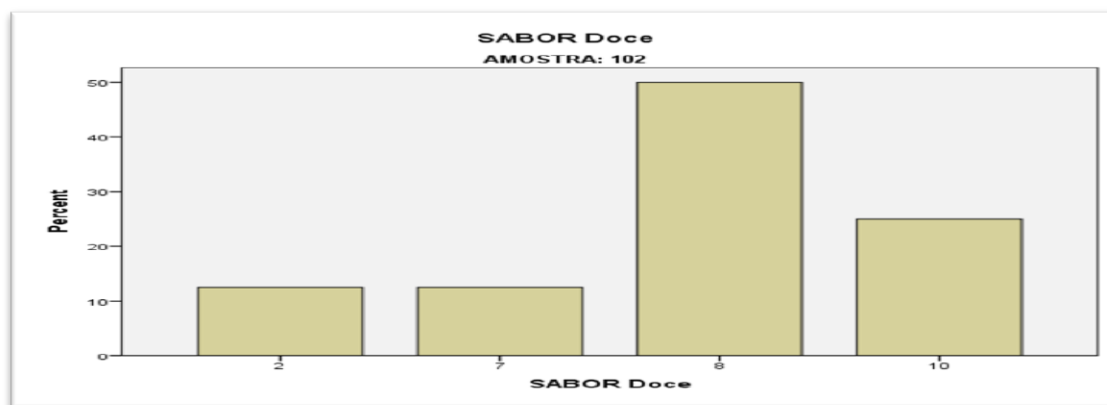


Figura 42 - Amostra 102, sabor doce

Analisando a figura 43, relativamente ao sabor alcoólico verifica-se que, 9,1% responderam que desgostaram moderadamente, 9,1% desgostaram, 9,1% nem gostaram, nem desgostaram, 9,1% gostaram, 18,2% gostaram ligeiramente, 45,5% gostaram moderadamente.

No mesmo gráfico pode observar-se que a maioria das pessoas gostaram do sabor, pelo facto das amostras feitas na ESTM apresentarem um sabor característico da aguardente.

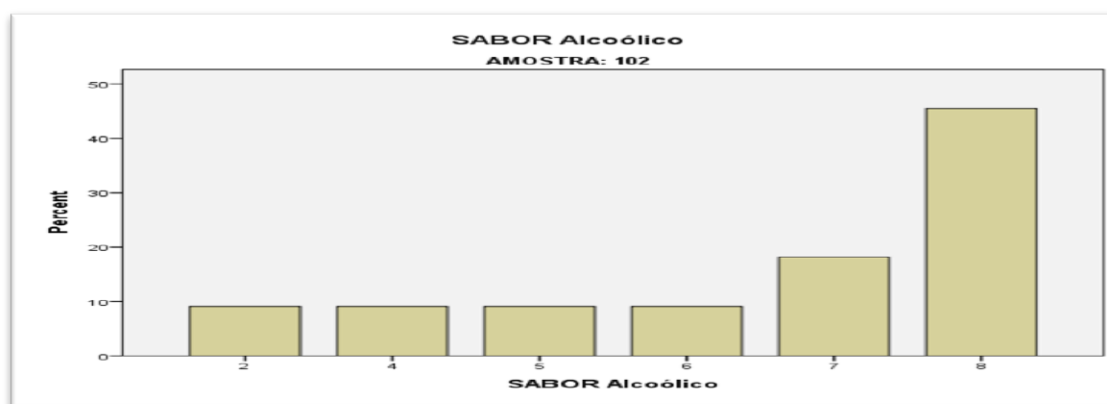


Figura 43 - Amostra 102, sabor alcoólico

No que diz respeito ao sabor frutado, como mostra a figura 44, 9,1% responderam que desgostaram, 9,1% nem gostaram, nem desgostaram, 9,1% desgostaram ligeiramente, 9,1% gostaram moderadamente, 18,2% gostaram muitíssimo e 45,% nada disseram.

Era expectável este cenário, pela razão já referida anteriormente, relacionada com o tempo da fermentação anaeróbica.

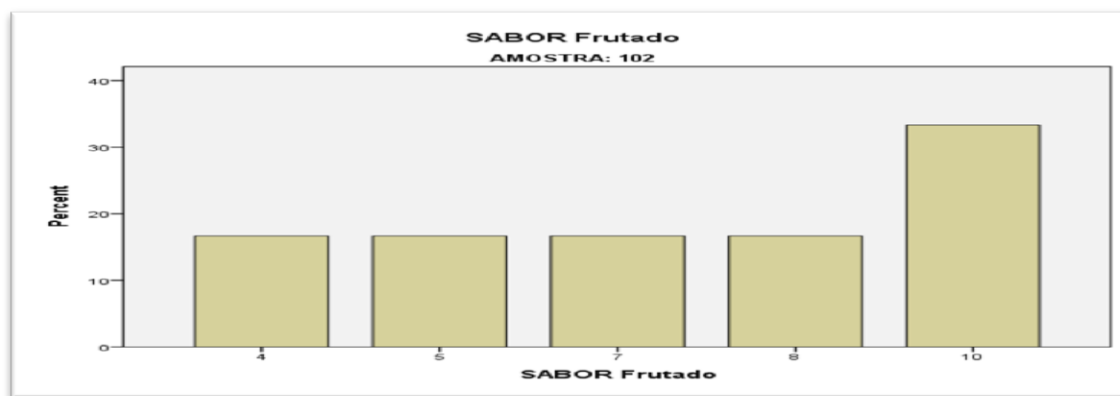


Figura 44 - Amostra 102, sabor frutado

Em relação ao sabor floral, segundo o gráfico 13, pode verifica-se que 18,2% responderam que nem gostaram, nem desgostaram, 9,1% responderam que gostaram, 9,1% respondem que gostaram ligeiramente e 63,6% nada disseram. Este cenário revela que o atributo floral é uma das características peculiares da aguardente de cana.

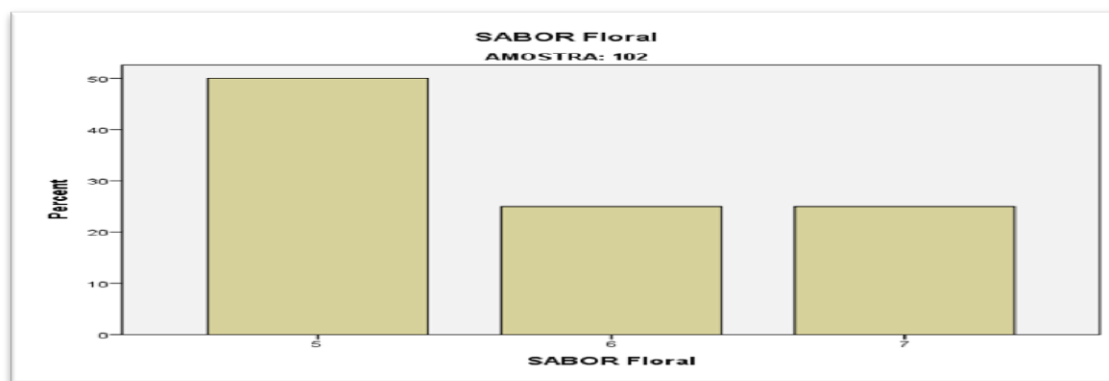


Figura 45 - Amostra 102, sabor floral

5.3.2.5 Amostra 102 – Sensação

Tendo em conta a figura 46, no que toca a sensações ardente, pode-se dizer que 18,2% responderam que desgostaram ligeiramente, 9,1% nem gostaram, nem desgostaram, 18,2% gostaram ligeiramente, 18,2% gostaram ligeiramente, 18,2% gostaram muitíssimo e 18,2% nada disseram.

Do ponto de vista das amostras 264 e 290, era esperado uma sensação menos ardente, uma vez que estas amostras apresentam menor teor alcoólico.

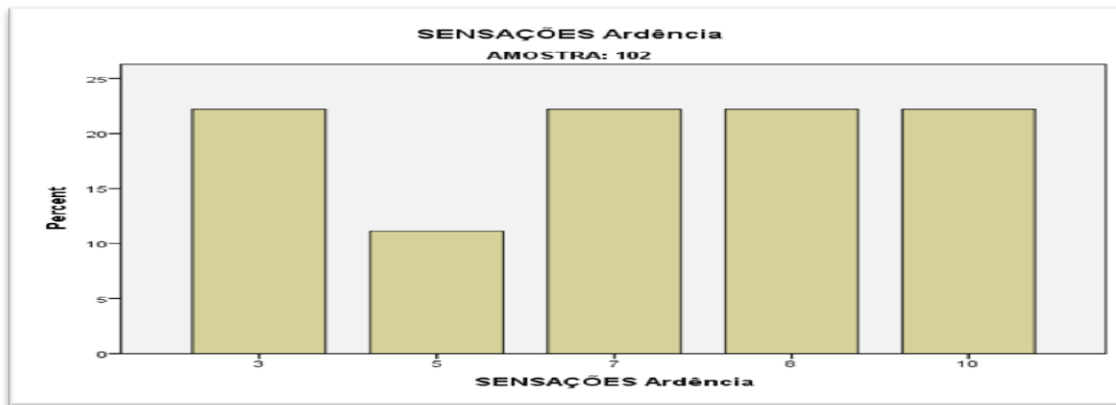


Figura 46 Amostra 102, sensação ardente

A figura 47, mostra que 9,1% responderam que desgostaram ligeiramente, 18,2% nem gostaram nem desgostaram, 18,2% gostaram, 18,2% gostaram ligeiramente, 9,1% gostaram moderadamente, 18,2% gostaram muitíssimo e 9,1% nada disseram, relativamente a sensações agressivas.

Comparando com as amostras 264 e 290, pode afirmar-se que são menos agressivas, dado que as amostras feitas na ESTM apresentam menor teor alcoólico.

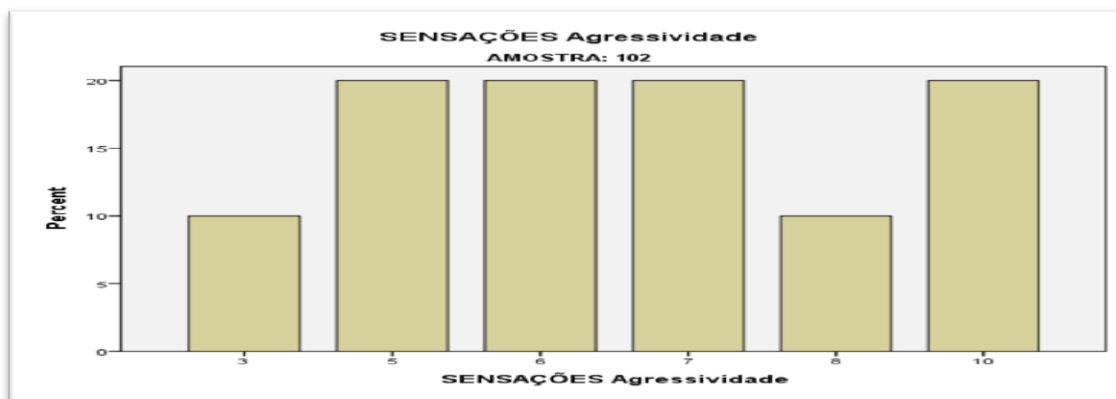


Figura 47 Amostra 102, sensação agressiva

Verifica-se na figura 48, que 9,1% responderam que desgostaram ligeiramente, 9,1% responderam que desgostaram ligeiramente, 18,2% desgostaram, 18,2% nem gostaram nem desgostaram, 9,1% gostaram, 9,1% gostaram ligeiramente, 9,1% gostaram muitíssimo e 27,3% nada disseram relativamente às sensações de adstringência.

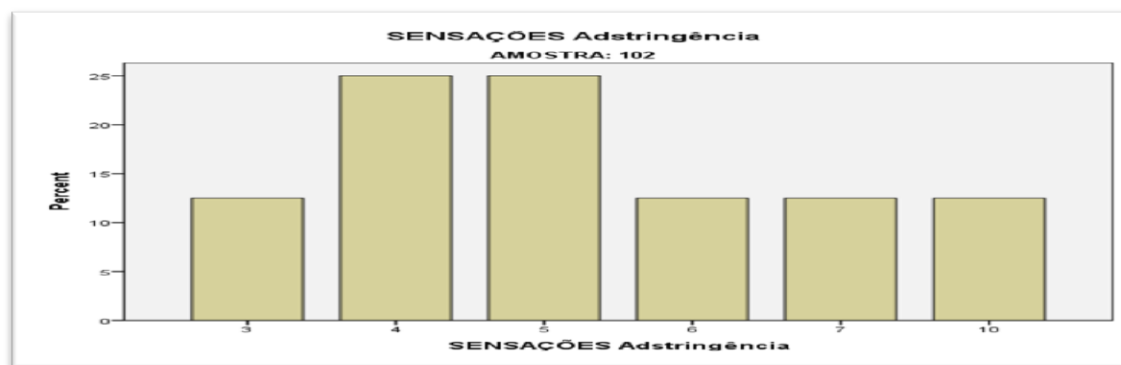


Figura 48 - Amostra 102, sensações adstringência

5.3.2.6 Amostra 264

Em relação à cor franca há uma semelhança entre a amostra 264 a amostra 102, tal revela que não houve diferença significativa.

Relativamente ao aroma do caldo de cana, encontrou-se o mesmo cenário observado na amostra 102.

A amostra 264 apresenta-se menos doce em comparação com a amostra 102. Tal era expectável, dado que quanto maior o tempo e a forma de fermentação, maior será o sabor adocicado.

Situação semelhante foi encontrada nos atributos sabor amargo a caldo de cana, floral e frutado da amostra 264, ainda que com uma ligeira subida da amostra 264 relativamente à 102. Esta situação evidencia Tal mostra que características são peculiares da aguardente de cana.

Há um contraste dos provadores em relação aos atributos sensação agressiva e sensação adstringente, dado que não encontraram maior agressividade e secura na boca ao provarem a amostra 264, em relação a amostra 102. Isto porque, quando maior for o teor alcoólico, maior será a agressividade.

5.3.2.7 Amostra 264 - COR

Pode confirmar-se que houve um ligeiro aumento dos provadores (fig.49), que gostaram muitíssimo da cor aceitável em relação à amostra 102. O que pode ser explicado com o tempo de fermentação de 10 dias.

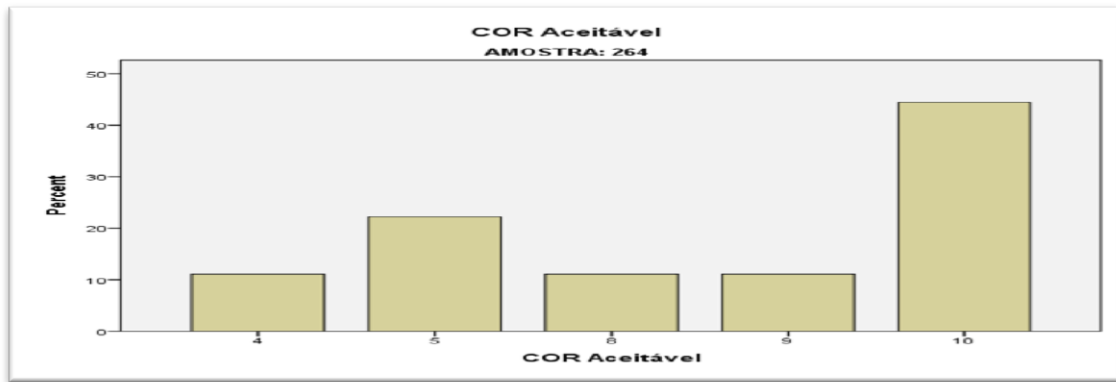


Figura 49 - Amostra 264, cor aceitável

5.3.2.8 Amostra 264 – Limpidez

É de realçar que os provadores (figura 50), não gostaram muito da limpidez brilhante da amostra 264, comparativamente com a amostra 102. Não há uma explicação para este cenário, uma vez que esta amostra aparentemente apresentava a cor brilhante.

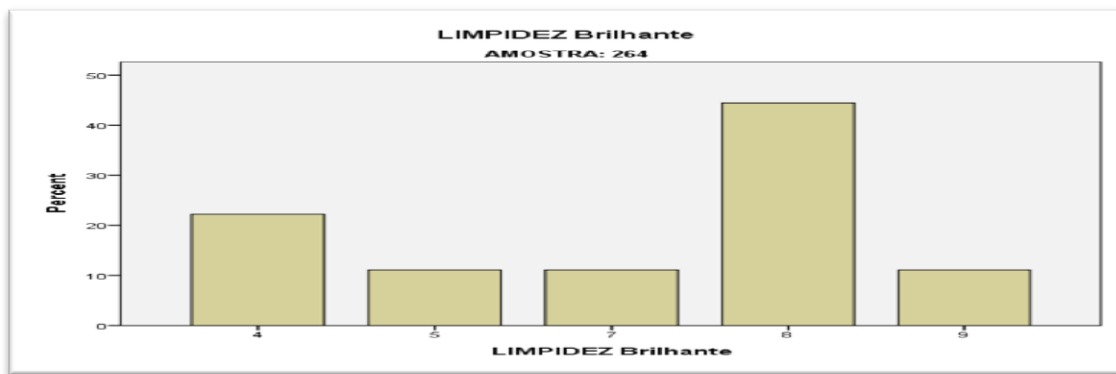


Figura 50 - Amostra 264, limpidez brilhante

A figura 50 mostra que alguns provadores não gostaram da limpidez transparente, o que não acontece com a amostra 102. Também houve um ligeiro aumento no número de provadores que gostaram muitíssimo da amostra 264 em detrimento a amostra 102.

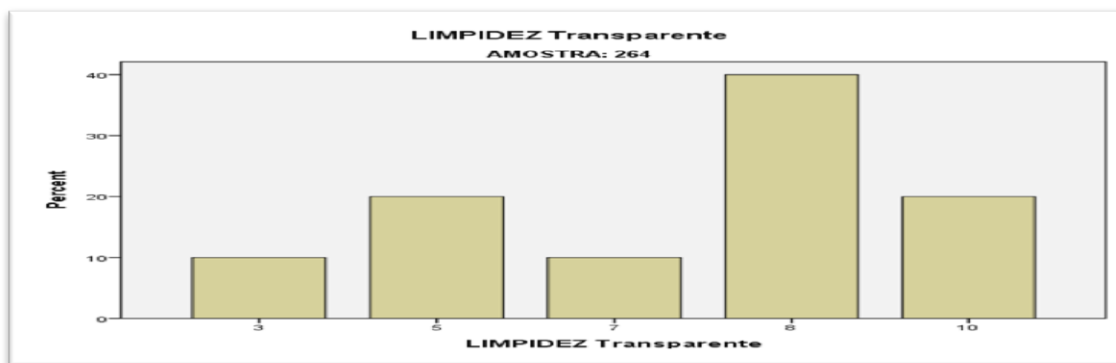


Figura 51 - Amostra 102, limpidez transparente

5.3.2.9 Amostra 264 – Aroma

Os provadores gostaram mais do aroma alcoólico da amostra 102 do que da amostra 264, (Figura 52). Este resultado era previsto uma vez que a percentagem alcoólica das amostras feitas na ESTM é mais baixa.

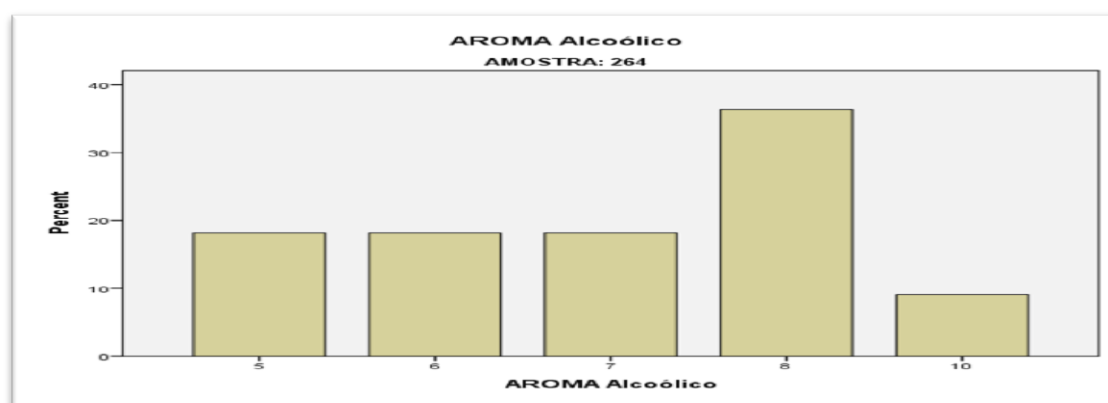


Figura 52 - Amostra 264, aroma alcoólico

Analisando a amostra 264 (figura 53), com a amostra 102 relativamente ao aroma, pode dizer-se que há semelhança entre ambas. Ainda assim com maior aroma adocicado para a amostra 102. Este era resultado expectável, uma vez que, o tempo longo e a forma de fermentação (anaeróbica), influencia o sabor adocicado.

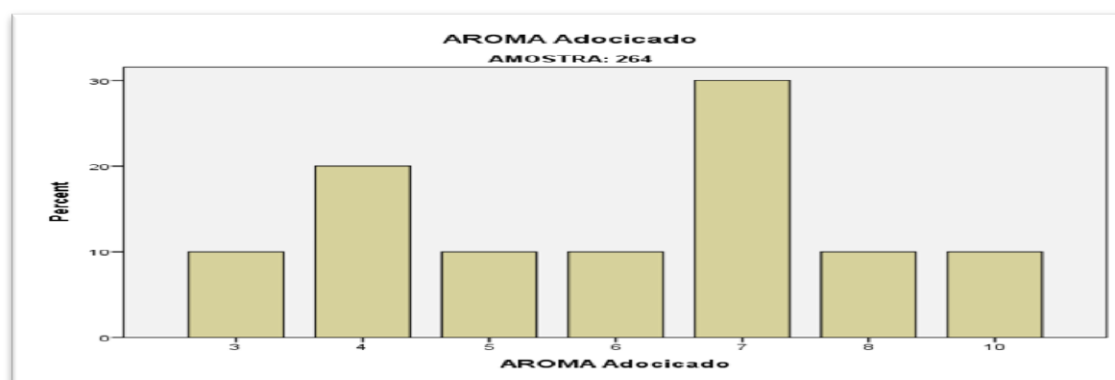


Figura 53 - Amostra 264, aroma adocicado

5.3.2.10 Amostra 264 – Sabor

Em relação ao sabor do teor alcoólico (figura 54), pode-se afirmar que a amostra 102 tem menos álcool do que a amostra 264. Tal facto, vai ao encontro das análises físico-químicas realizadas para o grau alcoólico.

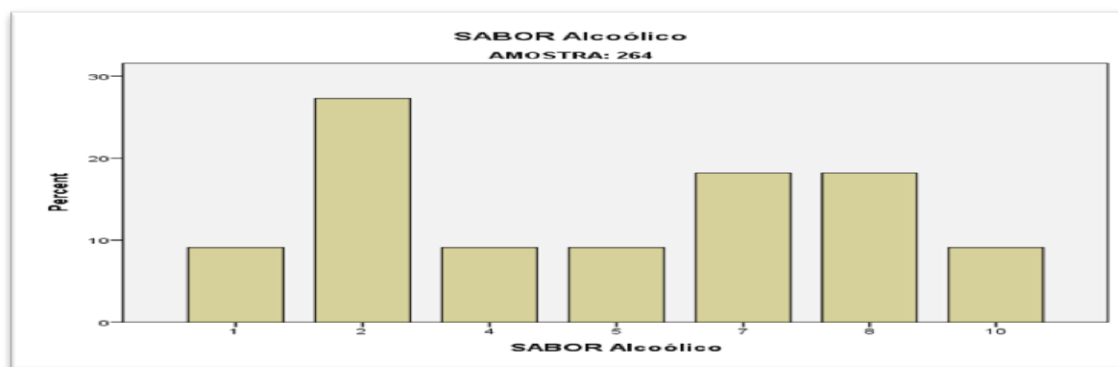


Figura 54 - Amostra 264, sabor alcoólico

Ainda que fraca a diferença, pode-se realçar que a amostra 264 (figura 55) é menos ácida comparativamente com a amostra 102. Porém, este resultado vem comprovar o valor encontrado na análise físico-química.

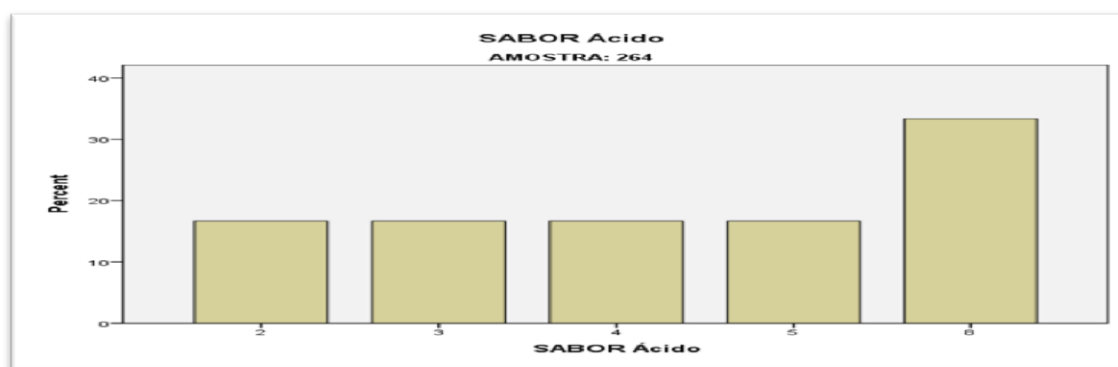


Figura 55 - Amostra 264, sabor ácido

Relativamente à figura 56, era esperado um resultado mais alto para a sensação ardente da amostra 264 em relação à amostra 102, uma vez que o grau alcoólico da mesma é maior.

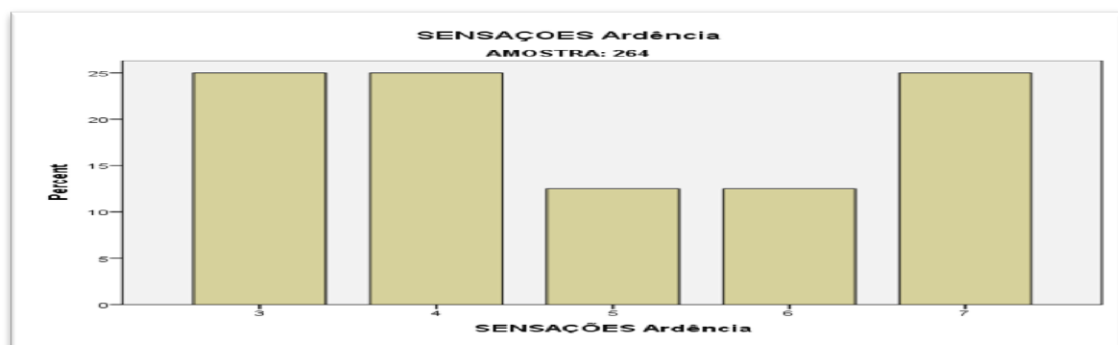


Figura 56 - Amostra 264, sensação ardente

5.3.2.11 Amostra 290

Os atributos, cor aceitável, limpidez brilhante, limpidez transparente e limpidez turva da amostra 290, são similares aos da amostra 264, em que houve uma ligeira subida do número de provadores que gostaram muitíssimo da cor aceitável em relação à amostra 102.

Situação idêntica é encontrada para a amostra 264 relativamente ao aroma alcoólico, em que se observa que os provadores gostaram mais da amostra 102, uma vez que a percentagem alcoólica das amostras feitas na ESTM é mais baixa.

Ainda no que concerne ao aroma do caldo de cana e aroma doce da amostra 290, encontrou-se o mesmo cenário relativamente às amostras 102 e 264.

No que diz respeito aos atributos, sabor a caldo de cana, frutado e floral foram encontrados cenários semelhantes da amostra 102.

Em relação à sensação ardente, agressivo e adstringente, a amostra 290 apresentou-se com maior grau alcoólico do que a amostra 102. É expectável este resultado mais alto das sensações da amostra 290 em relação a amostra 102, uma vez que a análise físico-química feita confirmou maior grau alcoólico.

5.3.2.12 Amostra 290 - COR

Comparando a amostra 290 (figura 57) com a 102, pode afirmar-se que os provadores preferiram a cor mais franca, da amostra 290. Este efeito era expectável, dado que as amostras feitas na ESTM foram realizadas no alambique de 10 litros, o qual apresenta espaço reduzido para evaporação do líquido, facilitando assim que este saia com a cor menos franca. Outro factor que pode influenciar este resultado é o tempo de fermentação.

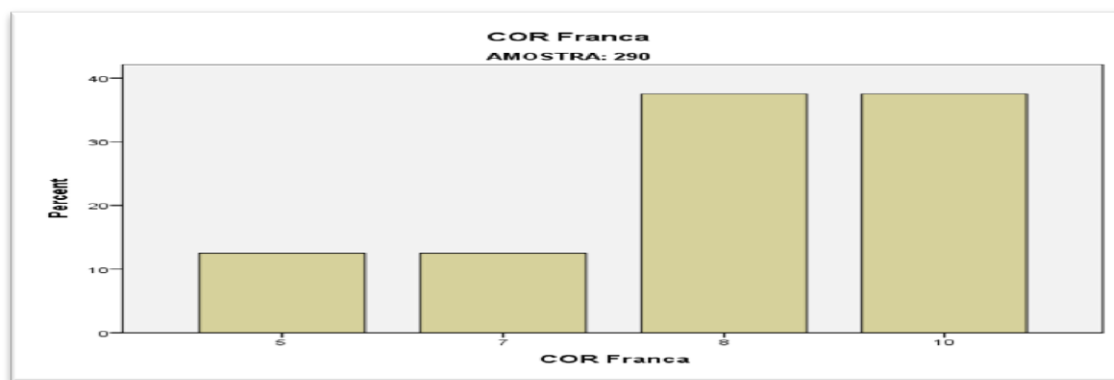


Figura 57 - Amostra 264, cor franca

5.3.2.13 Amostra 290 – Aroma

Confrontando a amostra 102, pode assegurar-se que os provadores sentiram menos irritante ao avaliar o atributo aroma, segundo a figura 58. Este resultado vai ao encontro da análise físico-química, onde o resultado da acidez foi menor.

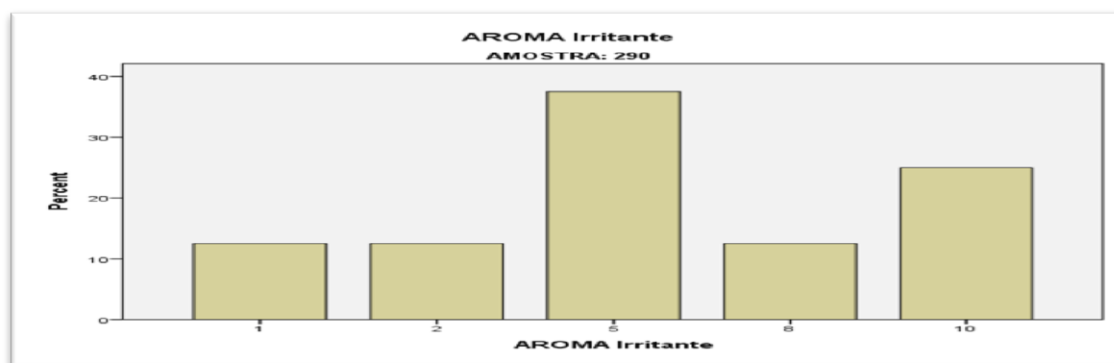


Figura 58 Amostra 290, aroma irritante

5.3.2.14 Amostra 290 – Sabor

Situação praticamente foi idêntica encontrada na amostra 102 em relação ao teor alcoólico (como ilustra a figura 59): porém, há uma contradição com a análise físico-química feita do grau alcoólico, dado que esta amostra apresenta maior grau alcoólico.

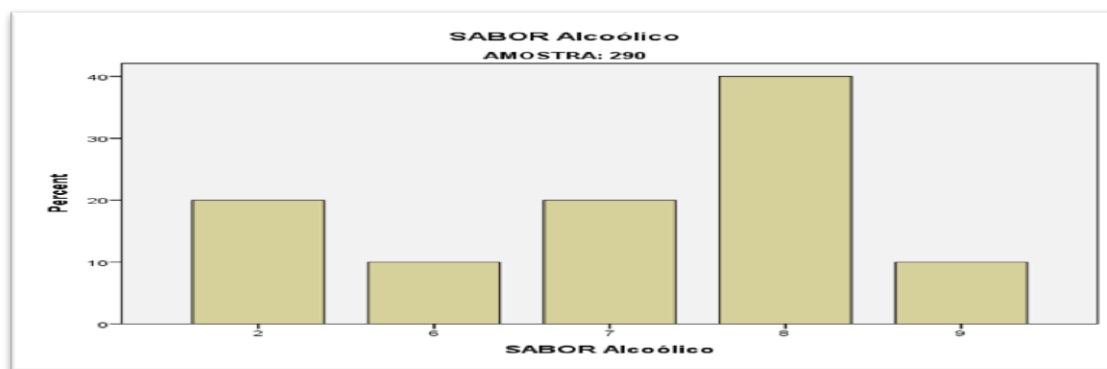


Figura 59 - Amostra 290, sabor alcoólico

Comparando a amostra 290 com a amostra 102, pode salientar-se que a primeira é menos ácida (figura 60) Porém este resultado vem comprovar o que foi encontrado na análise físico-química, dado que para a amostra 102, o tempo do corte até à moagem foi de 7 dias e a fermentação demorou 10 dias.

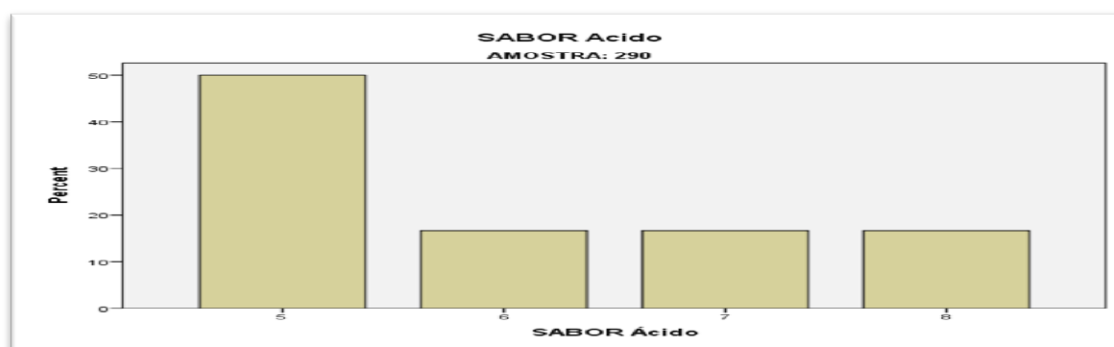


Figura 60 - Amostra 290, sabor ácido

A amostra 102 apresenta sabor mais amargo do que a amostra 290 (figura 61). Resultado este oposto ao expectável, dado que quanto maior for o teor alcoólico mais amarga é a aguardente.

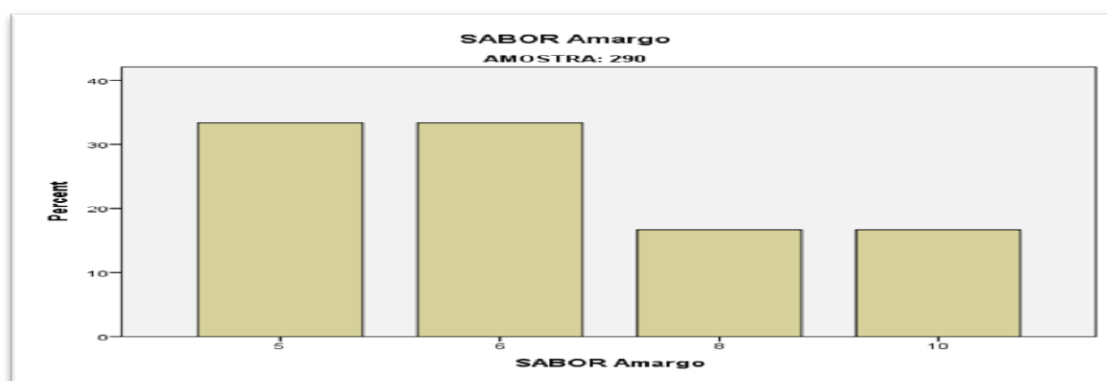


Figura 61 - Amostra 290, Sabor amarga

Suma que a proporção das opiniões dos provadores é muito diferente, ou seja, não há uma homogeneidade, com exceção para a limpidez turvo ($p < 0,000$) e aroma de caldo de cana ($p < 0,001$).

Relativamente à cor franca ($p < 0,000$) e aceitável ($p < 0,013$), limpidez ($p < 0,000$) brilhante e transparente ($p < 0,001$), as variáveis independentes não exercem influência na variável dependente, segundo o modelo proposto. Ou seja a cor franca, quanto mais autenticada for a cor, menor será a probabilidade de ser defeituosa, e a cor aceitável quanto mais interessante e agradável for a cor, será melhor aceite e, conseqüentemente diminui a probabilidade dela ser defeituosa.

Os atributos, aroma alcoólico, adocicado, irritante e doce e sabor alcoólico, ácido, amargo, caldo de cana, frutado e floral e sensações ardência, agressividade, adstringência, revelam que pelo menos uma das variáveis independentes exerce influência na variável dependente, segundo o modelo proposto. Este resultado por ser explicado pela amostra 180.

6 CONCLUSÃO

Concluir-se que é possível inovar o produto sem perder as características organolépticas de cada região, controlando assim toda a etapa de produção desde corte, extracção de calda, filtração de calda, preparação do mosto, fermentação e destilação.

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* apresentou-se desempenho fermentativo satisfatório e boa capacidade de flocular, portanto, será uma alternativa viável para os produtores que querem apostar na qualidade do produto.

Durante os estádios de desenvolvimento da cana constatou-se que o mesmo não atingiu a maturação, pode ser explicada por tempo da fermentação (10 dias), portanto, não é aconselhável o corte da cana antes da planta apresentar-se totalmente madura ($\geq 18^\circ\text{Brix}$).

Em relação à padronização de aguardente constata-se a similaridade entre as amostras. Uma vez que os produtores Cabo-verdianos não conseguem alcançar a padronização da aguardente, portanto, é imprescindível obter uma linha de produção controlada, ou seja, realizar as análises como, grau Brix da açúcar e pH e controlo da temperatura do destilado para alcançar um produto estandardizada.

Também será possível ter a padronizado do grogue, mantendo todos os contaminantes a baixo do limite permitido por lei.

Relativamente às análises físico-químicas (acidez total, furfural e cobre), conseguiu-se ter um nível (limites máximos dos contaminantes) mais baixo permitido por lei, com exceção ao furfural que foi encontrado presença nas amostras realizadas em Cabo Verde. A presença do furfural pode ser explicada por falta de controlo da temperatura do destilado e uma filtração deficiente do caldo, tal podem ser controlados a partir de um plano HACCP.

O resultado da análise sensorial vem comprovar algumas diferenças relativamente aos resultados obtidos nas análises físico-químicas. Como as amostras realizadas em Cabo Verde apresentaram-se menor teor da acidez total (fator importante para a qualidade sensorial de aguardente), e as amostras realizadas na ESTM apresentaram-se baixo teor

alcoólico, portanto, o que demonstra estes factores tende a influenciar nas decisões dos provadores.

Ainda a análise sensorial indicou que, apesar do pouco tempo de descanso, a aguardente apresentou uma boa aceitação por parte dos provadores, apesar de falta de conhecimento da bebida.

Outros importantes fatores é o conhecimento técnico da cana relativamente a algumas matérias mais exigentes, como, renovação da cana (de 5 a 10 anos), fertilização do solo, controlo do espaçamento nas linhas e em entrelinhas, controlo das pragas, limpezas da cana e época de estágio em que a planta necessita de mais recursos hídricos, elementos estes preponderantes para melhor qualidade do produto.

7 RECOMENDAÇÃO

O governo deve criar um instituto de bebidas de forma a que o produto tenha mais valor no mercado nacional e internacional;

Existência do manual de procedimentos no controle da produção de bebidas;

Deve implementar os pré-requisitos para os pequenos produtores de forma a garantir a segurança pública;

Deve implementar o sistema HACCP, para a produção de bebidas atendendo ao mercado globalizado;

Existência de marketing e de rede de distribuição adequado.

8 BIBLIOGRAFIA

- AFROSONDAGEM. Estudos de Mercado, Inquéritos de Opinião e Consultoria Económica. *Estudo sobre a Confiança dos Cabo-Verdianos nas Marcas e Personalidades*. Selo morabeza 2014.
- ALCARDE, V.E.; YOKOYA, F. *Efeito da população de bactérias na floculação de leveduras isoladas de processos industriais de fermentação alcoólica*. STAB. Açúcar, Álcool e subprodutos, Piracicaba. v. 21, n.º 4 (2003), p. 40-43.
- ALMEIDA, M. E. W.; BARRETO, H. H. C. *Álcoois Superiores em Aguardente de Cana por Cromatografia em Fase Gasosa*. Rev.Inst. Adolfo Lutz. v.31, (1971), p.117-124.
- ALVES. J.G.L.F. *Mini-Curso de Produção de Cachaça Artesanal*. III Jornada Académica de Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciência Exactas e Tecnologia, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, 2004.
- ANDRADE, L.A.B. Cultura da cana-de-açúcar. in: CARDOSO, M.G. *Produção de Aguardente de Cana*. ed. 2. Lavras: UFLA, (2006). p. 25-67.
- ANDRADE-SOBRINHO. L. G.; BOSCOLO. M.; LIMA-NETO. B. S.; FRANCO. D. W. *Carbamato de Etilo em Bebidas Alcoólicas (Cachaça, Tiquira, Uísque e Grapa)*. Química Nova, vol. 25, n.º 6B (2002), p. 1074-1077.
- AQUARONE, E; LIMA, U. A.; BORZANI, W. *Tecnologia das fermentações*. São Paulo: E. Blücher. v.1, (1975), 49 p.
- AYLOTT, R. Whisky analysis. In: RUSSELL, I. Whisky. *Technology, Production and Marketing*. London: Academic Press, (2003), p. 277-309.
- BADOLATO, E. S. G., DURAN, M. C. *Risco de intoxicação por metanol, pela ingestão de bebidas alcoólicas*. Revista de Psiquiatria Clínica, São Paulo, v. 27, n.º 2 (2000), p. 1-5.
- BARCELOS, L.V.F. *Teores de carbamato de etilo e outros componentes secundários em diferentes aguardentes produzidas em Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. (2006), p. 63.
- BEZERRA, C.W.B. *Caracterização química da aguardente de cana-de-açúcar: determinação de álcoois, esteres e dos iões Li⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cu²⁺ e Hg²⁺*. Dissertação (Mestrado em Química Analítica), Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo, (1995), p. 53.

- BORGES, C. A. *Avaliação da Qualidade de Cachaças do Estado da Bahia*. Tese de Mestrado, em Engenharia de Alimentos. Área de concentração engenharia de processos de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. ITAPETINGA, Bahia - Brasil (2011).
- BOZA Y, HORII J. *Influência da destilação sobre a composição e a qualidade sensorial da Aguardente de Cana-de-açúcar*. Piracicaba, SP, Brasil (1998).
- BOZA, Y., HORII, J. *A destilação na obtenção da aguardente de cana-de-açúcar*. Bol. SBCTA, Campinas. v. 33, n.º 1 (1999), p. 98-105.
- BOZA, Y.; HORII, J. *Influência da destilação sobre a composição e a qualidade sensorial da aguardente de cana-de-açúcar*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas. v.18, n.º 4, Out/Dez (1998). ISSN 0101-2061.
- BOZA, Y.; HORII, J. *Influência do grau alcoólico e da acidez do destilado sobre o teor de cobre na aguardente*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas. v. 20, n.º 3 (2000), p. 279-284.
- BRAGA, V.S. *A influência da temperatura na condução de dois processos fermentativos para produção de cachaça*. Tese de Mestrado, em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Piracicaba: (2006).
- BRUNO, S. N. F. *Adequação dos processos de destilação e de troca iônica na redução dos teores de carbamato e etilo em cachaças produzidas no estado do Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Rio de Janeiro: (2006), p. 60.
- BUDAVARI, S. *Merck Index*. ed. 13. Rhway: Merck: (2001).
- CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da cultura da Cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S; OLIVEIRA, E.A.M. *Produção de cana-de-açúcar*. Piracicaba: FEALQ, (1993), p. 31-64.
- CANTÃO, F. O. *Análises físico-químicas e avaliação da presença do cobre em aguardentes de cana por alumino silicatos*. Dissertação (Mestrado), UFLA, (2006).
- CARDELLO, H.M.A.B.; FARIA, J.B. *Análise da aceitação de aguardentes da cana por testes afetivos e mapas de preferência interno*. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas. v. 20, (2000b), p.32-36.
- CARDELLO, H.M.A.B.; FARIA, J.B. *Modificações físico-químicas e sensoriais de aguardentes de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho*. B. CEPPA, Curitiba. v.15, n.º2, (1997), p.87-100.
- CARDOSO, M. DAS G. *Análises físico-químicas de Aguardente*. In: CARDOSO, M. das G. *Produção de aguardente de cana-de-açúcar*. Lavras: Editora UFLA, (2001), Cap.5. p. 152-173.

- CARDOSO, M. G. *Produção de Aguardente de Cana*. ed. 2, Lavras: Editora UFLA, (2006).
- CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. (Ed.). **Ecofisiologia de culturas extrativas: Cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendeneiro e oliveira**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, (2001). P. 138.
- CATÃO, C.G.; PAES, J. B.; GOMES, J.P.; ARAÚJO, G.T. *Qualidade da Madeira de Cinco Espécies Florestais para o Envelhecimento da Cachaça*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande. v.15, n.º 7, (2011), p. 741 – 747.
- CAVALCANTE, Messias Soares. *A verdadeira história da cachaça*. São Paulo: Editora Sá, (2011). ISBN 9788588193628. p. 608.
- CAVALHEIRO. S.F.L.; SOBRINHO. L.G.A.; FARIA. J.B.; CARDELLO. H.M.B. *Influência do Envelhecimento no Teor de Cobre em Cachaça*. B.CEPBP.CAE, Piracicaba. v. 2 1, nº8 (Junho - 2003), p. 919.
- CHERUBIN, R. A. *Efeitos da adição de benzoatos de sódio na fermentação alcoólica para produção de aguardentes de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)*. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, (1998).
- EIROA, M.N.V. *Microorganismos deteriorantes de suco de frutas e medidas de controle*. Boletim SBCTA: Campinas. v.23, n.º 314, (1989), p.141-160.
- FARIA, J. B. *A influência do cobre na qualidade das aguardentes de cana (Saccharum officinerum)*. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo: (1989), p 88.
- FARIA, J. B. *Determinação dos compostos responsáveis pelo defeito sensorial das aguardentes de cana (Saccharum sp) destiladas na ausência de cobre*. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Estadual Paulista, Araraquara: (2000).
- FARIA, J. B. *Sobre a produção de aguardente de cana*. Engarrafador moderno. v. 6, n.º 40 (1995), p. 9-16.
- FARIA, J. B.; CARDELLO, H. M. A. B.; FRANCO, D. W.; BÓSCOLO, M. *Influência do tipo de madeira e de tonéis para envelhecimento de aguardente de cana em sua aceitabilidade*. Campinas: UNICAMP/Faculdade de Engenharia de Alimentos, (2003). p. 57.
- FARIA, J. B.; DELIZA, R.; ROSSI, E. A. *Compostos sulfurados e a qualidade das aguardentes de cana (Saccharum officinarum L.)*. Ciênc. Tecnol. Alim., v.13, p.89- 83, 1993.

- FARIA, J. B.; POURCHET CAMPOS, M. A. *Eliminação do cobre contaminante das aguardentes de cana*. Faculdade de Ciência Farmacêutica. São Paulo: Editora USP-05421, (1989). p. 117-126.
- FARIA, J.B. Saccharum officinarum L. brasileiras. *Alimentos e Nutrição*. v.1, (1989), p.117-126.
- FERRAZ, J. A. *Açúcar, Melão, Álcool e Aguardente*. Notas e Experiências de João Higino Ferraz, (1884-1946), 1ª Edição (Dezembro 2005).
- GASCHO, G.J.;SHIH, S.F. Sugarcane. In: TEARE, I.D.; PEET, M.M (Ed.). **Crop-water relations**. New York: Wiley Interscience. p. 445-479.
- GOMES, F. C. O.; BADOTTI, F.; SILVA, P. A. B.; CAMPOS, C. R. A.; SALES, A. C.; SCHWAN, R. F.; ROSA, C. A. *Produção de alambique utilizando linhagens seleccionadas de Saccharomyces cerevisae*. Informe agro-pecuário, Belo Horizonte. v. 30, n.º 248 (2009), p. 25-31.
- GUTIERREZ, L. E. Produção de álcoois superiores por linhagens de *saccharomyces* durante a fermentação alcoólica. *Sciencia Agricola*, Piracicaba. v. 50, n.º 3. (Out/Dez. 1993), p. 464-472.
- LACHENMEIER, D.W.; LIMA, M. CP.; NÓBREGA, I. CC.; PEREIRA, J.AP.; CORRÊA, F. K.; KANTERES, F.; REHM, J. *Cancer risk assessment of ethyl carbamate in alcoholic beverages from Brazil with special consideration to the spirits cachaça and tiquira*. BMC Cancer, (2010).
- LÉAUTÉ, R. *Distillation in alambic*. American Journal of Enology and Viticulture. v. 41, n.º 1, (1990), p. 90-103.
- LEHNINGER, A.L. *Princípios de bioquímica*. São Paulo: Saniei. (1990), p. 725.
- LIMA NETO, B.S., FRANCO, D.W. *A aguardente e controle químico de sua qualidade*. Engarrafador Moderno, v. 4, n.º 33, (1994), p. 5–8.
- LIMA, T. M. “*Estudo energético do Bagaço de Diferentes variedades de cana-de-açúcar*”, Dissertação de mestrado - Universidade estadual Paulista, (2011).
- LIMA, U. A. Aguardentes. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; LIMA, V. A. *Biotecnologia na produção de alimentos*. Biotecnologia Industrial. São Paulo: Edgard Blucher. v. 4, (2001), p. 544.
- LIMA, U. A. *Aguardentes*. São Paulo: Edgard Blucher. Biotecnologia. v.5 (1983), p.79-103.
- LIMA, U.A.; BASSO, L.C.; AMORIN, H.V. Produção de etanol. In: LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. *Processos fermentativos e enzimáticos*, Biotecnologia industrial. São Paulo: Editora Edgard Blucher. v. 3. (2001), p. 1-43.

- LIMA, A. J. B.; CARDOSO, M. G.; GUIMARÃES, L. G. D. L.; LIMA, J. M.; NELSON, D. L. *Efeito de Substâncias Empregadas para Remoção de Cobre sobre o Teor de Compostos Secundários da Cachaça*. Química Nova. vol. 32, n.º 4, (02 - 2009), p. 845- 848.
- LOWE, D.P.; ARENDT, E.K.; SORRIANO, A.M.; ULMER, H.M. *The influence of lactic acid bacteria on the quality of malt*. Journal of the Institute of Brewing, London. v. 111, n.º 1, (2005), p. 42-50.
- LUCCHESI, A.A, FLORENCIO, A.C., GODOY, O. P. et al. *Influência do ácido 2-cloroetil fosfônico na indução do perfilhamento em cana-de-açúcar (Saccharum spp.)-variedade NA 56-79*. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro. v. 93, n.º 4 (1979), p. 19-26.
- MAGNANI, B. D. *Estudo Comparativo das Características Sensoriais do Rum e da Cachaça*. Tese de Mestrado em ciência dos Alimentos. Universidade Estadual Paulista, São Paulo - Brasil, (2009).
- MAIA, A. B. R. A. *Componentes secundários da aguardente*. STAB Açúcar e Álcool e Subprodutos. Piracicaba. v. 12, n.º 6 (1994), p. 29-34.
- MAIA, A. B. R. A.; CAMPELO, E. A. P. *Tecnologia da cachaça de alambique*. Belo Horizonte: SEBRAE/MG; SINDBEBIDAS, (2005), p.129.
- MARÔCO, J. *Análise Estatística com o SPSS Statistics*. 5ª Ed., Pero Pinheiro: (2011). 978-989-96763-2-9. p 184-207 e 469-515.
- MARTINELLI, D. P.; SPERS, E. E.; COSTA, A. F. Y - *Introduzindo uma bebida genuinamente brasileira no mercado global*. In: Congresso Anual do Pensa, Programa de Estudos dos Negócios de Sistema Industrial. São Paulo. Anais São Paulo, (10-2000).
- MIELE, ABERTO. *Técnicas de análise sensorial de vinhos e espumantes*. EMBRAPA, Uva e Vinho. (2006).
- Miranda, M. B. *Avaliação físico-química de Cachaças comerciais e Estudo da Influência da Irradiação Sobre a Qualidade Da Bebida Em Tonéis de Carvalho*. Tese de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Estado de São Paulo - Brasil, (2005).
- MORAES, F. V. *Como controlar a qualidade da cachaça*. Engarrafador Moderno. v. 10, n.º 85, (Maio, 2001), p. 24-29.
- MORAIS, P. B.; LINARD, V. R.; PATARO, C.; MAIA, A. B. R. A. *Characterization and succession of yeast populations associated with spontaneous fermentations during the production of Brazilian sugar cane*. World Journal Microbiology and Biotechnology. v. 13, (1997), p. 241-243.

- MOSER, A. S. *Efeito da Micro-oxigenação na Qualidade Química e Sensorial da Cachaça não Envelhecida*. Tese de Mestrado, em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná: Curitiba, (2012).
- MULLER, J.D.; GILBERT, R.A. *Sugarcane botany: a brief view*. Gainesville: University of Florida: IFAS Extension, (2009).
- NASCIMENTO, E.S.P. *Éster em Aguardente de Cana: Seu Perfil*. Tese de Mestrado, em ciência (Química Analítica), no Instituto de Química de São Paulo: São Carlos, (2007).
- NASCIMENTO, R. F.; CARDOSO, D. R.; LIMA-NETO, B. S.; FRANCO, D.W.; FARIA, J. B. *Influência do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar*. Química Nova, São Paulo. v. 21, n.º 6 (1998), p. 735-739.
- NASCIMENTO, R.F. do; LIMA NETO, B.S. e FRANCO, D.W. *Aldeídos em bebidas alcoólicas fermento-destiladas*. O Engarrafador Moderno. n.º 49 (1997), p. 76-78.
- NOGUEIRA, A.M.P.; FILHO, W.G.V. – *Aguardente de Cana* – UNESP Campus De Botucatu Faculdade De Ciências Agronômicas, (2005).
- Noronha. J. F. *Análise Sensorial* - Metodologia, Material de apoio às aulas de Análise Sensorial. Escola Superior Agrária de Coimbra: Versão 1.2, (2006).
- NOVAES, F.V. “*Produção e qualidade da aguardente de cana*”. Piracicaba: Editora ESALQ, (1995). p. 27.
- NOVAES, F.V. *Testes e análises realizados para assegurar a qualidade da aguardente brasileira*. O Engarrafador Moderno. n.º 46 (1996), p. 79-81.
- OLIVEIRA, E. R. de. *Fiscalização de laboratórios de análise da qualidade da cana-de-açúcar*. Piracicaba: ORPLANA, (2006). 1 CD – ROM.
- OLIVEIRA. C.R.; GARÍGLIO. H.A DE A.; RIBEIRO. M.M.; ALVARENGA. M.S.P.; MAIA. F.X. Cachaça de Alambique. *Manual de Boas Práticas Ambientais e de Produção*. Convênio de cooperação técnica. SEAPA/SEMAD/AMPAQ/FEAM/IMA, (Junho-2005).
- PACHECO, D. G. *Sociedades e Estratégias Empresariais nos Sectores Agro-industriais do Vinho Cana Sacarina na Madeira (1870-1930)*. 1ª Edição (Fevereiro de 2007).
- PEREIRA, N. E., CARDOSO, M.G.; AZEVEDO, S. M.; MORAIS, A. R.; FERNANDES, W.; AGUIAR, P. M. *Compostos secundários em cachaças produzidas no estado de Minas Gerais*. Ciência e Agrotecnologia. Lavras. v. 27, n.º 5 (2003), p. 1068-1075.
- PINHEIRO. S. H. M. *Avaliação Sensorial das Bebidas, Aguardente de Cana Industrial e Cachaça de Alambique*. Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, (2010).

RIBEIRO, J.C.G.M. *Fabricação artesanal de cachaça mineira*. Belo Horizonte: O Lutador, (2002).

RODRIGUES, L. R.; OLIVEIRA, E. A. A. Q. de. Expansão da exportação de cachaça brasileira. *Uma Nova Oportunidade de Negócios Internacionais*. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11.; Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. São José dos Campos: Editora Univap. n.º 7 (2006).

Saccharum officinarum L. brasileiras. *Alimentos e Nutrição*. v.1, (1989), p.117-126.

SANTOS, M. C. R. “*Quantificação e Remoção de Íons de Cobre em Aguardente de Cana-de-açúcar*”, 2009.66 f. Dissertação (Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos). Escola de Engenharia Mauá, Centro Universitário do Instituto Mauá de tecnologia, São Caetano do Sul. (2009).

SCHWAN, R.F.; CASTRO, H.A de; Fermentação. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). *Produção de Aguardente de Cana-de-Açúcar*. Lavras: Editora UFLA, (2001), cap. 3, p. 113-127.

SEBRAE. Estudo de viabilidade econômica. *Simulação da produção de 60 mil litros de cachaça/safra*. Belo Horizonte-MG, (2005), p. 70.

SILVA, C. L. C. *Seleção de linhagens de Saccharomyces cerevisiae flocculantes e linhagens não produtoras de H₂S e sua influência na qualidade da cachaça*. Tese de Mestrado, em Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, (2003).

SILVA, M.C.; Et la. Seminário de VISU. *Elaboração e avaliação da Qualidade de Aguardente de Frutas Submetidas a Diferentes tratamentos*. Instituto de Educação Ciência e Tecnologia, IF SERTÃO-PE, Coordenação de Tecnologia em Alimentos, Campus Petrolina Sertão Pernambucano, s/n, CEP 56.414-520, 3863-2330, Petrolina-PE (1987).

SUOMALAINEN, H.; NYKANEN, L; ERIKSON, K. Composition and consumption of alcoholic beverages. A review. *American Journal of Enology and Viticulture*. Davis. v. 25, n.º 4 (1974), p. 179-187.

TAULOR, G.T.; KIRSHOP, B.H. The origin of the medium chain length fatty acids present in beer. *Journal of the Institute of Brewing*. London. v. 83, (Jan./Feb. 1977), p. 241-243.

TAVARES, A.C.S. *Sensibilidade de cana-de-açúcar (saccharum spp.) ao excesso de água no solo*. Tese (Doutoramento em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, (2009).

TRENTO FILHO, A. J. *Produção de cana-de-açúcar e qualidade da cachaça em morretes*, PR. 2008. 91f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, (2007).

VARGAS, E.; GLORIA, M.B. *Qualidade da aguardente produzida e comercialização das aguardentes do estado de Minas Gerais*. Ciênc. Tecnol. de Aliment., v. 15,(1995), p. 43-46.

VEIGA, J.F. Equipamentos para produção e controle de operação da fábrica de cachaça. In: Cardoso. *Produção de aguardente de cana*. Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2º ed. Editora UFLA, (2006), p. 68-100.

VIEIRA A. *Canaviais, Açúcar e Aguardente na Madeira Século XV a XX*. 1ª Edição (Outubro de 2004).

VILELA, F. J. V.; CARDOSO, M. G.; MASSON, J.; ANJOS, J. P. *Determinação das composições físico-química de cachaça do Sul de Minas Gerais e de suas misturas*. Ciência e agrotecnologia, Lavras. v. 31, n.º 4 (2007), p. 1089-1094.

VOLPEL, T. C.; BONA, E.; VITÓRIO, A. C. *Avaliação das Característica Físico-Químicas da Cachaça Industrial e Artesanal Comercializadas no Centro Norte Paranaense*. Departamento de Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão (UTFPR-CM). v.4, n.º 2 (Jul./Dez., 2013), p.55-65.

WEBER, J. V.; SHARYPOV, V. I. Ethyl carbamate in foods and beverages: a review. *Environmental Chermistry Letters*, Heidelberg. v. 7, n.º 3, (2008), p. 233-247.

YOKOYA, F. *Fabricação da aguardente de cana*. Campinas, SP: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”, (1995), p. 93.

Referencias Normativas

BRASIL, Instrução Normativa nº13, de 30 de Junho de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União, DF, 30 de Junho de 2005, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto nº 2.314 de 4 de Setembro de 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 76 de 26 de Novembro de 1986. Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 28 Nov. 1986. Seção 1, pt. 2.

Regulamento (CEE) Nº 1576 / 89 do Conselho de 29 de Maio de 1989 que estabelece as regras gerais relativas à definição, à designação e à apresentação das bebidas espirituosas.

Regulamento de Análise Sensorial. Comissão Vitinicola Regional do Dão, Edição 6, 2015.

Regulamento, nº 8.918 de 14 de Julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 5 Set. 1997.

Referência Electrónica

COPLANA: Cooperativa dos Plantadores de cana da Zona de Guariba. Disponível em:

<http://www.coplana.com>.

Luz, Pedro Henrique de Cerqueira. Novas tecnologias no uso da vinhaça e alguns aspectos legais. 5 e 10 de junho de 2005. Disponível em

[http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/1c678d0ba742019483256e19004af5b8/6d4452a7dc2e1483032570d8003f1509/\\$FILE/Anais%20Pedro%20Henrique%20de%20C%20Luz.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/1c678d0ba742019483256e19004af5b8/6d4452a7dc2e1483032570d8003f1509/$FILE/Anais%20Pedro%20Henrique%20de%20C%20Luz.pdf). Consulta 31/01/2012.

9 ANEXOS

ANEXOS A – O requisito da qualidade e composição química para aguardente de cana no Brasil - MAPA

Os teores máximos permitidos pelo MAPA de cada molécula são:

Item a ser analisado	Tolerância
Grau alcoólico	38° GL a 54° GL a 20 °C
Cobre*	Máx. 5mg/L de produto
Chumbo	Máx. 0,2 mg/L de produto
Arsênio	Máx. 0,1 mg/L
Acidez volátil (expresso em ácido acético)	Máx. 150 mg/100 mL (álcool anidro)
Ésteres totais (expresso em acetato de etila)	Máx. 200 mg/100 mL (álcool anidro)
Aldeídos (expresso em aldeídos acéticos)	Máx. 30 mg/100 mL (álcool anidro)
Furfural + hidroximetilfurfural	Máx. 5 mg/100 mL (álcool anidro)
Álcoois superiores	Máx. 300 mg/100 mL (álcool anidro)
Álcool sec-butílico	Máx. 10 mg/100 mL (álcool anidro)
Álcool n-butílico	Máx. 3 mg/100 mL (álcool anidro)
Álcool terc-butílico	Máx. 3 mg/100 mL (álcool anidro)
Soma dos componentes secundários	200 a 650 mg/100 mL (álcool anidro)
Metanol	Máx. 20 mg/100 mL (álcool anidro)
Carbamato de etila	Máx. 0,15 g/L
Acroleína	Máx. 5 mg/100 mL (álcool anidro)

Fonte – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL 2005)

ANEXOS B – Temperatura de ebulição em estado puro de alguns componentes da aguardente de cana-de-açúcar.

Componentes	Temperatura normal de ebulição
Aldeído acético	21° C
Acetato de metila	57 ° C
Álcool metílico	65,5° C
Acetato de etila	77° C
Álcool etílico	78,3 C
Álcool isopropílico	83° C
Álcool propílico	97° C
Álcool séc-butílico	99° C
Água	100° C
Acetato de propila	101° C
Álcool butílico	116° C
Ácido acético	118° C
Álcool isoamílico	131° C
Acetoína	150 ° C
Ácido butírico	163° C
Furfural / hidroximetilfurfural	160° C
Carbamato de etila	185° C
Caprato de etila	245 ° C
Glicerina	290 ° C

Fonte: adaptado de Maia e Campelo (2005); Cardoso (2006).

ANEXOS C – Análise sensorial e estatística das aguardentes



Você está recebendo uma amostra de aguardente codificada. Siga a sequência de atributos a serem avaliados e marque com número numa escala de 0 - 10, em que 0 - Disgostei muitíssimo, 5 - nem gostei, nem desgostei e 10 - gostei muitíssimo, de cada atributo, numa escala hedônica estruturada de 10 pontos.

Nome: _____ Data: ____/____/____

Características Nota de 0-10	Aguardente									
	102	220	135	180	264	290	133			
COR										
Franca										
Aceitável										
Defeituosa										
LIMPIDEZ										
Brilhante										
Transparente										
Turvo										
AROMA										
Alcoólico										
Adocicado										
Irritante										
Amadeirado										
Caldo de Cana										
Baunilha										
SABOR										
Doce										
Alcoólico										
Amadeirado										
Ácido										
Amargo										
Caldo de cana										
Frutal										
Floral										
Caramelo										
Toffe										
SENSAÇÕES										
Ardência										
Agressividade										
Adstringência										

Nota: Adstringência - que adstringe, que aperta, que amarra no paladar, provoca a sensação de secura na boca.

OBSERVAÇÕES:

Por favor, prove cada uma das amostras e identifique se há uma padronização entre as 5 amostras dos destilados da cana-de-açúcar feitos na Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar. Marque com número numa escala de 0 - 10, numa escala hedónica estruturada de 10 pontos, em que 0 - Desgostei muitíssimo, 5 - nem gostei, nem desgostei e 10 - gostei muitíssimo

Nome: _____ Data ---/---/-----

Características	Amostras									
	102	220	135	180	264					
Nota de 0-10										
Cor										
Formação de colar										
Oleosidade										
Aroma										
Sabor										

Nota: características de cada parâmetro:

COR	Aguardente branca dever ser transparente e brilhante;
FORMAÇÃO DE COLAR	Ao ser despejada, a bebida deve apresentar pequenas bolhas, que unidas, formam um "colar" nas bordas da superfície do copo, que devem desaparecer rapidamente, em até 30 segundos;
AROMA	Os principais aromas detectados são: alcoólico, frutal, ácido, adocicado e estranho, em que: a) Frutal. Indica a presença de ésteres; b) Alcoólico Não deve ser acentuado, de maneira a permitir a percepção dos demais aromas; c) Ácido (azedo). Deve ser discreto; quando acentuado indica qualidade inferior; d) Adocicado. Da mesma forma que o alcoólico e ácido, este aroma também não deve se destacar; e) Estranho. Os aromas estranhos, tais como: cheiro de madeira, ovo podre, couro.
SABOR	O atributo mais importante é frutal. A aguardente deve "descer bem", de modo suave, sem queimar, deixando uma sensação positiva de energia e calor.

ANEXOS D – Protocolo para Determinação de Furfural

Método nº 11: ensaio visando estabelecer a ausência de furfural

1. OBJECTIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO
O método visa detectar a presença de furfural.
2. DEFINIÇÃO
A concentração limite de furfural detectável é o valor determinado pelo método especificado.
3. PRINCÍPIO
A amostra de álcool é misturada com anilina e ácido acético glacial. O aparecimento de uma coloração rosa-salmão durante os 20 minutos a seguir à mistura indica a presença de furfural.
4. REAGENTES
 - 4.1. Anilina recentemente destilada.
 - 4.2. Ácido acético glacial.
5. EQUIPAMENTO
Tubo de ensaio munido de rolha de vidro esmerilado.
6. MODO OPERATÓRIO
Num tubo de ensaio (5), introduzir com uma pipeta 10 ml da amostra; juntar 0,5 ml de anilina e 2 ml de ácido acético glacial; agitar o tubo a fim de misturar bem os reagentes.
7. EXPRESSÃO DOS RESULTADOS
 - 7.1. Interpretação do ensaio
Se aparece uma coloração rosa-salmão antes de 20 minutos, o ensaio é considerado como positivo, e a amostra contém furfural.
 - 7.2. Observações
Os resultados de dois ensaios efectuados simultaneamente ou em sucessão rápida pelo mesmo analista, na mesma amostra e em condições idênticas, devem ser idênticos.

ANEXOS E – Protocolo para Determinação de Acidez Total

15. 5. 92

Journal Oficial das Comunidades Europeias

Nº L 136/13

REGULAMENTO (CEE) Nº 1258/92 DA COMISSÃO
de 8 de Maio de 1992
que estabelece os métodos comunitários de análise do álcool neutro aplicáveis
TITEL N° 136/13

Método nº 6: determinação da acidez total

1. **OBJECTIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO**
O método permite determinar a acidez total do álcool neutro, expressa em ácido acético.
2. **DEFINIÇÃO**
A acidez total, expressa em ácido acético, é determinada pelo método especificado.
3. **PRINCÍPIO**
Após degaseificação, a amostra é titulada com a ajuda de uma solução padrão de soda e a acidez é expressa em ácido acético.
4. **REAGENTES**
 - 4.1. Soluções de hidróxido de sódio a 0,01 mol/l e 0,1 mol/l, guardadas de modo a reduzir ao mínimo o contacto com o ar.
 - 4.2. Solução de carmim de indigo (A)
 - Pesar 0,2 g de carmim de indigo;
 - dissolver em 40 ml de água, completando com etanol até perfazer 100 g.Solução de vermelho de fenol (B)
 - Pesar 0,2 g de vermelho de fenol;
 - dissolver em 6 ml de solução de hidróxido de sódio a 0,1 mol/l, diluindo com água num balão aferido de 100 ml até ao traço de referência.
5. **EQUIPAMENTO**
 - 5.1. Bureta ou titulador automático.
 - 5.2. Pipeta de 100 ml.
 - 5.3. Balão de fundo redondo de 250 ml com rolha esmerilada.
 - 5.4. Condensador de refluxo com esmerilado.
6. **MODO OPERATÓRIO**
 - Pipetar 100 ml de amostra para um balão de fundo redondo de 250 ml;
 - juntar alguns reguladores de ebulição e aquecer rapidamente, sob refluxo, até à ebulição,
 - adicionar à solução quente uma gota da solução A e uma gota da solução B,
 - titular imediatamente com uma solução de hidróxido de sódio a 0,01 mol/l, até se observar a primeira mudança de cor, de amarelo-esverdeado para violeta.
7. **EXPRESÃO DOS RESULTADOS**
 - 7.1. **Fórmula e método de cálculo**
A acidez total, expressa em gramas de ácido acético por hl de etanol a 100 % vol, é dada pela fórmula:
$$\frac{V \cdot 60}{T}$$

V = número de ml de solução de soda a 0,01 mol/l necessário para a neutralização.
T = teor alcoólico volumétrico da amostra, determinado pelo método nº 1.
 - 7.2. **Repetibilidade**
A diferença entre os resultados de duas determinações efectuadas simultaneamente ou em sucessão rápida pelo mesmo analista, na mesma amostra e em condições idênticas, não deve exceder 0,1 g/hl de etanol a 100 % vol.

31. COBRE

1. PRINCÍPIO DO MÉTODO
Utilização da espectrofotometria de absorção atómica.
2. APARELHAGEM
- 2.1. Cápsula de platina.
- 2.2. Espectrofotómetro de absorção atómica.
- 2.3. Lâmpada de cátodo oco, de cobre.
- 2.4. Gás de alimentação: ar, acetileno e/ou protecção de azoto/acetileno.
3. REAGENTES
- 3.1. Cobre metálico.
- 3.2. Ácido nítrico concentrado a 65% (HNO_3 , $\rho_{20} = 1,38 \text{ g/ml}$).
- 3.3. Ácido nítrico diluído a 1/2 (v/v).
- 3.4. Solução de cobre a 1 g/l
Utilizar uma solução-padrão de cobre do comércio a 1 g/l. Esta solução pode ser preparada pesando 1,00 g de cobre metálico e transferindo-o quantitativamente para um balão graduado de 1 000 ml.
Juntar ácido nítrico diluído a 1/2 (3.3), em quantidade estritamente suficiente para dissolver o metal, adicionar 10 ml de ácido nítrico concentrado (3.2) e levar até ao traço de referência com água bidestilada.
- 3.5. Solução de cobre a 100 mg/l
Tomar 10 ml da solução 3.4 e introduzi-la num balão marcado de precisão de 100 ml completando o volume com água bidestilada.
4. MODO OPERATÓRIO
- 4.1. Preparação da amostra
Se necessário, preparar uma diluição adequada com água bidestilada.
- 4.2. Determinação da curva de calibração
Numa série de balões marcados de precisão, de 100 ml, introduzir 0,5 – 1 – 2 ml da solução 3.5 (100 mg de cobre por litro), perfazendo o volume com água bidestilada. As soluções obtidas contêm respectivamente 0,5, 1 e 2 mg/l de cobre.
- 4.3. Documentação
Seleccionar o comprimento de onda de 324,8 nm. Regular o zero da escala das absorvências com água destilada. Aspirar directamente a amostra diluída no queimador do espectrofotómetro e depois, sucessivamente, as soluções-padrão preparadas em 4.2. Ler as absorvências. Efectuar as determinações em duplicado.

5. EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Cálculo

A partir da absorvência obtida na amostra, determinar a concentração C, em miligramas por litro, de cobre, utilizando a curva de calibração.

Tomar a absorvência verificada para a amostra do vinho diluído na curva de calibração e anotar a concentração C em mg/l.

Sendo F o factor de diluição, a concentração de cobre no vinho, expresso em miligramas por litro, será:

$$F \cdot C$$

O resultado é apresentado com 2 decimais.

Observações:

- a) As soluções para a determinação da curva de calibração e as diluições da amostra devem ser sempre escolhidas em função da sensibilidade do aparelho utilizado e da concentração de cobre presente na amostra.
- b) Para concentrações de cobre na amostra muito reduzidas, o modo operatório é a seguinte: colocar 100 ml da amostra numa cápsula de platina, evaporar em banho de água até à consistência de xarope e juntar, gota a gota, 2,5 ml de ácido nítrico concentrado (3.2), procurando cobrir todo o fundo da cápsula. Proceder com precaução à incineração do resíduo sobre uma placa eléctrica de aquecimento ou sobre uma pequena chama; em seguida, introduzir a cápsula num forno com mufla regulado a $500^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$, deixando repousar durante cerca de uma hora. Após arrefecimento, humedecer as cinzas com 1 ml de ácido nítrico concentrado (3.2) amagando-as com uma vareta de vidro, evaporar e incinerar de novo como anteriormente. Levar de novo a cápsula ao forno durante 15 minutos; repetir pelo menos três vezes este tratamento com ácido nítrico concentrado. Dissolver as cinzas juntando à cápsula 1 ml de ácido nítrico concentrado (3.2) e 2 ml de água bidestilada; transvasar para um balão graduado de 10 ml. Lavar a cápsula três vezes com 2 ml de cada vez de água bidestilada; completar até ao traço de aferição com água bidestilada.

ANEXOS F – Análise estatística – Variância das 7 amostras de aguardente

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
COR Franca	102	8	7,38	1,685	5,97	8,78	5	10
	135	7	8,00	1,732	6,40	9,60	5	10
	180	7	3,43	2,573	1,05	5,81	0	8
	220	7	8,29	1,254	7,13	9,45	7	10
	233	8	8,25	1,753	6,78	9,72	5	10
	264	7	6,71	2,430	4,47	8,96	3	10
	290	8	8,25	1,753	6,78	9,72	5	10
	Total	52	7,23	2,414	6,56	7,90	0	10
COR Aceitável	102	9	8,33	1,658	7,06	9,61	5	10
	135	9	7,11	2,147	5,46	8,76	4	10
	180	8	3,75	2,816	1,40	6,10	0	8
	220	9	7,67	2,000	6,13	9,20	5	10
	233	8	7,38	3,114	4,77	9,98	1	10
	264	9	7,89	2,522	5,95	9,83	4	10
	290	9	7,11	3,018	4,79	9,43	1	10
	Total	61	7,08	2,740	6,38	7,78	0	10
LIMPIDEZ Brillhante	102	9	8,33	1,118	7,47	9,19	7	10
	135	9	7,67	1,803	6,28	9,05	5	10
	180	8	3,38	2,326	1,43	5,32	0	7
	220	9	7,44	1,590	6,22	8,67	5	10
	233	9	8,00	2,828	5,83	10,17	1	10
	264	9	6,78	1,922	5,30	8,26	4	9
	290	9	8,11	2,848	5,92	10,30	1	10
	Total	62	7,16	2,556	6,51	7,81	0	10
LIMPIDEZ Transparente	102	10	7,30	1,636	6,13	8,47	5	10
	135	10	6,90	1,853	5,57	8,23	4	10
	180	8	3,75	2,659	1,53	5,97	1	8
	220	10	7,70	1,567	6,58	8,82	5	10
	233	10	7,80	1,989	6,38	9,22	5	10
	264	10	7,20	2,251	5,59	8,81	3	10
	290	10	7,70	2,111	6,19	9,21	5	10
	Total	68	7,00	2,286	6,45	7,55	1	10
LIMPIDEZ Turvo	102	6	,83	,408	,40	1,26	0	1
	135	6	1,00	0,000	1,00	1,00	1	1
	180	11	6,36	2,248	4,85	7,87	3	10
	220	6	,83	,408	,40	1,26	0	1
	233	6	,83	,408	,40	1,26	0	1
	264	6	,83	,408	,40	1,26	0	1
	290	6	,83	,408	,40	1,26	0	1

	Total	47	2,15	2,596	1,39	2,91	0	10
AROMA Alcohólico	102	11	7,36	,674	6,91	7,82	6	8
	135	10	7,00	1,491	5,93	8,07	4	9
	180	10	7,30	2,312	5,65	8,95	2	10
	220	11	7,36	1,804	6,15	8,58	3	10
	233	10	7,30	1,636	6,13	8,47	5	10
	264	11	7,09	1,514	6,07	8,11	5	10
	290	10	7,70	1,703	6,48	8,92	5	10
	Total	73	7,30	1,587	6,93	7,67	2	10
AROMA Adocicado	102	10	6,50	2,415	4,77	8,23	2	10
	135	10	6,00	2,000	4,57	7,43	2	8
	180	10	5,50	2,838	3,47	7,53	1	10
	220	10	6,70	1,889	5,35	8,05	3	10
	233	9	6,00	2,739	3,89	8,11	1	8
	264	10	6,10	2,132	4,58	7,62	3	10
	290	9	5,56	2,789	3,41	7,70	1	9
	Total	68	6,06	2,343	5,49	6,63	1	10
AROMA Irritante	102	7	3,57	2,507	1,25	5,89	1	8
	135	7	4,57	2,299	2,45	6,70	2	8
	180	7	4,43	2,225	2,37	6,49	2	8
	220	7	5,00	3,464	1,80	8,20	1	10
	233	8	5,25	2,915	2,81	7,69	1	10
	264	7	4,71	2,563	2,34	7,09	2	8
	290	8	5,75	3,370	2,93	8,57	1	10
	Total	51	4,78	2,723	4,02	5,55	1	10
AROMA Caldo de Cana	102	6	6,33	1,506	4,75	7,91	5	8
	135	6	6,00	1,265	4,67	7,33	5	8
	180	8	5,00	0,000	5,00	5,00	5	5
	220	6	5,67	1,211	4,40	6,94	5	8
	233	7	6,00	1,414	4,69	7,31	5	8
	264	6	5,67	1,211	4,40	6,94	5	8
	290	6	6,00	1,549	4,37	7,63	5	8
	Total	45	5,78	1,223	5,41	6,15	5	8
SABOR Doce	102	8	7,63	2,504	5,53	9,72	2	10
	135	9	7,00	2,179	5,32	8,68	2	10
	180	9	6,67	2,345	4,86	8,47	2	10
	220	8	7,75	1,581	6,43	9,07	5	10
	233	7	7,86	1,864	6,13	9,58	4	10
	264	7	6,29	3,039	3,47	9,10	2	10
	290	8	7,25	2,866	4,85	9,65	2	10
	Total	56	7,20	2,307	6,58	7,81	2	10
SABOR Alcohólico	102	11	6,45	2,018	5,10	7,81	2	8
	135	11	5,82	1,991	4,48	7,16	2	8
	180	11	5,55	2,841	3,64	7,45	2	10
	220	11	6,64	2,248	5,13	8,15	2	10
	233	10	6,00	2,667	4,09	7,91	2	9
	264	11	5,09	3,081	3,02	7,16	1	10

	290	10	6,50	2,506	4,71	8,29	2	9
	Total	75	6,00	2,460	5,43	6,57	1	10
SABOR Ácido	102	6	5,50	2,881	2,48	8,52	2	10
	135	6	4,67	2,066	2,50	6,83	2	8
	180	6	5,33	3,445	1,72	8,95	2	10
	220	6	5,83	2,858	2,83	8,83	2	10
	233	6	5,33	1,862	3,38	7,29	3	8
	264	6	5,00	2,530	2,35	7,65	2	8
	290	6	6,00	1,265	4,67	7,33	5	8
	Total	42	5,38	2,358	4,65	6,12	2	10
SABOR Amargo	102	6	4,33	1,862	2,38	6,29	2	6
	135	6	3,83	1,329	2,44	5,23	2	6
	180	6	3,67	1,211	2,40	4,94	2	5
	220	7	4,57	2,070	2,66	6,49	2	8
	233	8	6,38	2,973	3,89	8,86	2	10
	264	6	3,83	1,169	2,61	5,06	2	5
	290	6	6,67	1,966	4,60	8,73	5	10
	Total	45	4,82	2,177	4,17	5,48	2	10
SABOR Caldo de Cana	102	6	6,17	1,472	4,62	7,71	5	9
	135	6	6,00	1,549	4,37	7,63	5	9
	180	6	5,67	1,211	4,40	6,94	5	8
	220	6	6,33	1,751	4,50	8,17	5	9
	233	6	6,00	1,549	4,37	7,63	5	9
	264	6	6,17	1,602	4,49	7,85	5	9
	290	6	5,33	2,251	2,97	7,70	2	9
	Total	42	5,95	1,561	5,47	6,44	2	9
SABOR Frutado	102	6	7,33	2,503	4,71	9,96	4	10
	135	6	6,00	1,414	4,52	7,48	4	8
	180	6	5,33	1,033	4,25	6,42	4	7
	220	6	6,33	1,211	5,06	7,60	5	8
	233	6	5,50	2,510	2,87	8,13	1	8
	264	6	5,83	1,472	4,29	7,38	4	8
	290	6	5,17	2,714	2,32	8,02	1	8
	Total	42	5,93	1,930	5,33	6,53	1	10
SABOR Floral	102	4	5,75	,957	4,23	7,27	5	7
	135	4	5,25	1,258	3,25	7,25	4	7
	180	5	5,40	1,517	3,52	7,28	4	8
	220	4	4,50	1,732	1,74	7,26	2	6
	233	4	4,25	2,500	,27	8,23	1	7
	264	4	5,25	,500	4,45	6,05	5	6
	290	4	5,00	2,944	,32	9,68	1	8
	Total	29	5,07	1,668	4,43	5,70	1	8
SENSAÇÕES Ardência	102	9	6,78	2,635	4,75	8,80	3	10
	135	9	5,67	1,803	4,28	7,05	2	8
	180	8	5,00	3,024	2,47	7,53	2	10
	220	8	6,13	2,031	4,43	7,82	3	10
	233	9	7,00	2,121	5,37	8,63	4	10

	264	8	4,88	1,642	3,50	6,25	3	7
	290	9	7,22	2,728	5,12	9,32	2	10
	Total	60	6,13	2,383	5,52	6,75	2	10
SENSAÇÕES Agressividade	102	10	6,70	2,214	5,12	8,28	3	10
	135	10	5,80	1,135	4,99	6,61	4	8
	180	11	5,64	2,378	4,04	7,23	3	10
	220	11	6,09	1,921	4,80	7,38	3	10
	233	9	7,44	1,590	6,22	8,67	5	10
	264	10	5,80	1,033	5,06	6,54	5	8
	290	9	7,33	1,658	6,06	8,61	5	10
	Total	70	6,36	1,842	5,92	6,80	3	10
SENSAÇÕES Adstringência	102	8	5,50	2,204	3,66	7,34	3	10
	135	9	5,22	1,302	4,22	6,22	4	8
	180	8	4,25	2,712	1,98	6,52	2	9
	220	8	6,00	2,204	4,16	7,84	4	10
	233	10	5,90	2,234	4,30	7,50	2	9
	264	9	4,89	1,616	3,65	6,13	3	7
	290	10	6,20	1,989	4,78	7,62	2	9
	Total	62	5,45	2,062	4,93	5,98	2	10