



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS DE CATOLÉ DO ROCHA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

SAMARA DA SILVA CAVALCANTE

**DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CACHAÇA
DE ALAMBIQUE PRODUZIDAS E COMERCIALIZADAS NA PARAÍBA**

**CATOLÉ DO ROCHA/PB
2017**

SAMARA DA SILVA CAVALCANTE

**DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CACHAÇA
DE ALAMBIQUE PRODUZIDAS E COMERCIALIZADAS NA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. José Alexsandro da Silva.

**CATOLÉ DO ROCHA/PB
2017**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C376d Cavalcante, Samara da Silva
Determinação das características físico-químicas da cachaça de alambique produzidas e comercializadas na Paraíba [manuscrito] / Samara da Silva Cavalcante. - 2017.
35 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2017.

"Orientação: Dr. José Alessandro da Silva, Departamento de Agrárias e Exatas".

1.Cachaça 2.Físico-química 3.Compostos secundários I.
Título.

21. ed. CDD 663.502

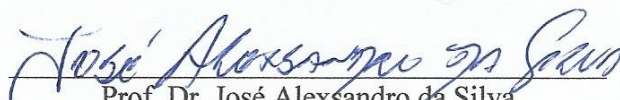
SAMARA DA SILVA CAVALCANTE

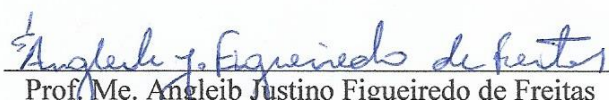
**DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CACHAÇA
DE ALAMBIQUE PRODUZIDAS E COMERCIALIZADAS NA PARAÍBA**

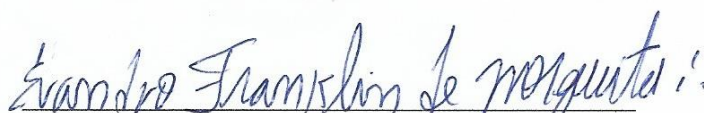
Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Licenciatura Plena em Ciências
Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba,
como requisito parcial à obtenção do título de
Licenciada em Ciências Agrárias.

Aprovada em: 25/04/2017.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. José Alexsandro da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Me. Angleib Justino Figueiredo de Freitas
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais, pela dedicação, companheirismo e amizade,
DEDICO!

A meu tio João pela serenidade transmitida, valiosos conselhos e
exemplo de fé, coragem e força, Ofereço!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me colocar no colo nos momentos difíceis, me dar força para superar as dificuldades, mostrar os caminhos certos nas horas incertas e por suprir todas as minhas necessidades. A Nossa Senhora de Fátima, minha mãezinha intercessora!

Agradeço a Titio João por sempre acreditar em mim, por sempre confiar em mim, por sempre estar do meu lado. Cara, Amo Muito Você!

Aos meus pais Seu Sebastião e Dona Juciara, exemplos de amor, dignidade, e pelo sim, em tantos momentos em que a vida me disse não: sim, você pode minha filha! Obrigada por sonharem junto comigo o que parecia ser impossível! Essa vitória não é só minha, também é de vocês!

À minha chatinha irmã Samira Cavalcante, pela compreensão por minha ausência na sua vida, nas reuniões familiares, nos seus momentos, mas você sabe que o amor é o mesmo até maior agora, faço tudo para o seu bem. Te amo!

Às minhas amigas guerreiras de infância que me suportaram até agora, Alany Dantas e Fâmela Nascimento, obrigada por estarem comigo nos momentos difíceis e nas alegrias. Obrigada por sempre estarem comigo! Muito Amor Envolvido!

À Valéria Camila, por ser a melhor amiga que eu poderia ter, meu ombro direito e esquerdo, por não me abandonar em nenhum momento (Somos que nem Cris&Greg), amiga que Deus te abençoe.

A José Kelles, Camila Teixeira, Ana Paula Oliveira, Nena e família, Lana Mara e a todos os meus amigos que direta ou indiretamente participaram dessa conquista comigo. A minha amiga Viviane Almeida Pires, por me ajudar no meu momento mais difícil, onde já não via mais saída, que Deus abençoe você e toda sua família!

A melhor equipe que eu poderia contar, agradeço demais a Jessica Lopes e Francieli Camilo, obrigada por me aguentarem, por embarcarem nas minhas desventuras, por todas as noites investidas em pesquisas, por estarem comigo sempre! Jesus abençoe vocês e suas famílias.

À minha família por compreender minha ausência em vários momentos!

À minha vó Dona Jura (*in memoriam*), embora fisicamente ausente, sentia sua presença ao meu lado, dando-me força.

À Mãe Katia, por todos os conselhos, preocupações, por sempre me receber de braços abertos e mesmo triste se eu estivesse triste guardava sua tristeza para me fazer sorrir. Sabe que te considero muito, amo demais! Obrigada por tudo! Deus abençoe você e a sua família!

A todos os meus mestres desde o Ensino Fundamental vem me guiando (prometido e cumprido Dona Graça). Aos mestres do Ensino Médio que me orientaram até onde estou agora, e a todos da graduação, não teria chegado neste momento sem a ajuda de vocês.

Aos professores do Curso de Graduação da UEPB, em especial, Socorro Caldas Pinto, Dalila Regina de Melo, Evandro Franklin, Josemir Moura Maia, Luciano Targino, Angleib Justino e Liziane Bezerra pelo carinho, pela paciência, por todas as dicas, e por contribuir todos estes anos por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento desta pesquisa. Ao meu orientador Dr. José Alexsandro da Silva pelo seu tempo e orientação.

À Elaine Gonçalves Rech, por todo apoio, companheirismo, amizade e carinho, aprendi muito com a senhora, principalmente a ser mais compreensiva. Tenho um carinho enorme e levarei para o resto da minha vida!

Aos funcionários da UEPB, as meninas da limpeza, as da cozinha, a Deca, seu Antônio, a Batista, e a meu querido amigo Valdim, a Geraldão, aos rapazes dos setores de bovino, ovino e suíno, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos colegas de classe Adaniélita, Aline, Aninha a pequenina mais linda, Ana Raquel, Berenice, Claudio, Clara, Danieres, Elionária, George, Jamires, Jaqueline, José, Laiane, Leila, Luana Ribeiro, Luana Raposo, Marcia, Mirlânio, Marcão, Raquel Maria, Romualdo, Roseane e Wirajane pelos momentos de amizade e apoio.

“Diga ao primeiro que passa;
Que eu sou da cachaça;
Mais do que do amor”.

Chico Buarque

CAVALCANTE, Samara da Silva. **DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CACHAÇA DE ALAMBIQUE PRODUZIDAS E COMERCIALIZADAS NA PARAÍBA**. Trabalho de Conclusão de Curso ou Tese ou Dissertação. Universidade Estadual da Paraíba. Catolé do Rocha – PB, 2017. 33p.

RESUMO

A cachaça é a segunda bebida alcoólica mais consumida pelos brasileiros, perdendo apenas para a cerveja. Obtida pela destilação do vinho de cana-de-açúcar, tendo sua qualidade afetada pela matéria-prima, condições da fermentação e processo produtivo. A fabricação está dividida em cachaça artesanal e cachaça industrial, onde ambas conquistam cada vez mais o mercado interno e externo. O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar as características físico-químicas de diversas cachaças de alambique envelhecida e/ou descansada produzidas na Paraíba. Foram selecionadas sete amostras de cachaça de diferentes, marcas provenientes do cariri e sertão paraibano, sendo três amostras armazenadas em barris (não envelhecidas) e quatro amostras envelhecidas. Dos compostos avaliados neste trabalho, nenhum efeito significativo foi observado para acidez volátil e a densidade. A graduação alcoólica determinada apresentou-se inferior ao rotulado em duas amostras, 100% das amostras dos aldeídos foram superiores a 30 mg de acetaldeído/100 mL de álcool anidro e ésteres. Três das amostras apresentaram valor superior ao 200 mg/100 mL¹. Concluiu-se com este trabalho que as cachaças paraibanas quando comparada com a legislação vigente para os parâmetros analisados, sua qualidade não está totalmente em conformidade com os valores estabelecidos, tendo que se adequar em aldeídos e ésteres que são compostos secundários principais nas características sensoriais para uma cachaça de qualidade.

Palavras-Chaves: Cachaça. Físico-Química. Compostos Secundários.

CAVALCANTE, Samara da Silva. **DETERMINATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF CACHAÇA DE ALAMBIQUE PRODUCED AND MARKETED IN PARAÍBA.** Work of the Course Conclusion or Thesis or Dissertation. State University of Paraíba. Catolé do Rocha – PB, 2017. 33p.

ABSTRACT

Rum is the second most consumed alcoholic beverage by Brazilians, losing only to the beer. Obtained by the distillation of the sugar cane, having its quality affected by the raw material, fermentation conditions and productive process. The fabrication is divided into artisanal rum and industrial rum, where they both conquer increasingly the internal and external market. The objective of this work was to evaluate the quality of rums from Paraíba and through physico-chemical quantification of the labeled and determined alcoholic volume, volatile acidity, density, aldehydes and esters, beyond to evaluate statistical differences among samples with studied compounds. Seven samples of rum from different brands from cariri and wilderness Paraibano were selected, being three samples stored in barrels (not aged) and four aged samples. Of the compounds evaluated in this work, no significant effect was observed for volatile acidity and density. The determined alcohol graduation was inferior to that of labeled in two samples, 100% of the aldehyde samples were superior to 30 mg of acetaldehyde /100 mL of anhydrous alcohol and esters. Three of the samples presented values higher than 200 mg /100 mL¹. It was concluded with this study that the rums paraibanas when compared to the current legislation for the parameters analyzed, their quality is not fully in agreement with the established values, having to fit in aldehydes and esters that are major secondary compounds in the sensorial characteristic for a quality rum.

Keywords: Rum. Physico-chemical. Secondary compounds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Imagens do laboratório de pesquisa, da pesquisa em andamento.....	19
Figura 2 –	Diferença de Graduação alcoólico Rotulado e Determinado.....	23
Figura 3 –	Analista fazendo a análise de acidez volátil.....	23
Figura 4 –	Volume de Acidez Volátil das amostras analisadas.....	24
Figura 5 –	Valores de Densidade de amostras analisadas.....	24
Figura 6 –	Análises de Aldeídos em andamento.....	25
Figura 7 –	Valor de Aldeídos nas amostras.....	26
Figura 8 –	Análises de Ésteres em andamento.....	27
Figura 9 –	Valores de Ésteres de amostras analisadas.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites mínimos e máximos para componentes secundários em cachaça.....	15
Tabela 2 – Resultados obtidos da composição físico-química das cachaças industriais paraibanas.....	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	MARCO TEÓRICO	14
2.1	Aspectos gerais sobre a matéria-prima e a legislação brasileira que regulamenta setor.....	14
2.2	Definição da Aguardente de Cana e Cachaça pela Legislação Brasileira.....	15
2.3	O Mercado Interno e Externo da Cachaça.....	16
2.4	A importância dos compostos secundários na qualidade da cachaça	16
2.4.1	Acidez Volátil	16
2.4.2	Aldeídos	17
2.4.3	Ésteres	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1	Materias.....	19
3.2	Métodos.....	19
3.2.1	Análises físico-químicas	19
3.2.2	Determinação da acidez volátil	20
3.2.3	Determinação da graduação alcoólica	20
3.2.4	Determinação da Densidade	20
3.2.5	Determinação de Aldeídos	20
3.2.6	Determinação de Ésteres	21
4	RESULTADOS E DISCURSSÃO	22
4.1	Graduação Alcoólica Rotulado e Determinado.....	22
4.2	Acidez Volátil.....	23
4.3	Densidade Relativa.....	24
4.4	Aldeídos.....	25
4.5	Ésteres.....	26
5	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Não se sabe ao certo quando teve início a produção de cachaça no Brasil, porém existem relatos que já se obtinha esse destilado entre os anos de 1538-1545. Desde então, o Brasil vem se destacando na produção, assim como o vinho na Itália, a cerveja na Alemanha e o uísque na Escócia. Atualmente, é a segunda bebida alcoólica mais consumida no país, perdendo apenas para a cerveja (FRANÇA; SÁ; FIORINI, 2011).

A produção de cachaça é realizada em todos os estados brasileiros, até mesmo naqueles onde o cultivo da cana-de-açúcar não é favorável. A cachaça é a bebida típica e exclusiva do Brasil, com graduação alcoólica de 38% a 48% em volume a 20° C, obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares (BRASIL, 2005). Trata-se de uma bebida muito apreciada por possuir aroma e sabor característicos e sua qualidade está relacionada às suas propriedades organolépticas. Logo, necessita de controle de processos e de medidas higiênico sanitárias em todas suas etapas de produção (MIRANDA, 2005).

O processo produtivo da cachaça pode ser dividido em quatro etapas; preparação da matéria-prima, fermentação, destilação e envelhecimento, sendo que esta última é opcional (AQUINO et al., 2006). A produção de cachaça artesanal ou de alambique está concentrada principalmente nos Estados de Minas Gerais, Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo (SAKAI, 2015).

A boa qualidade da cachaça de alambique inicia-se ao se definir a variedade de cana a ser plantada, as técnicas de cultivo e colheita, os tipos de equipamentos e instalações, os processos de moagem, fermentação, destilação, envelhecimento, padronização e envase (OLIVEIRA et al., 2005). Aliado a isso, deve-se ressaltar ainda as condições de qualidade previstas no regulamento técnico da Instrução Normativa N° 28, de 8 de agosto de 2014 (BRASIL, 2014), que complementa a Instrução Normativa N° 13, de 29 de junho de 2005, na qual estabelecem limites de substâncias que podem ser nocivas à saúde humana (BRASIL, 2005a).

As reações que ocorrem durante o envelhecimento resultam em transformações de natureza física e química das bebidas destiladas, favorecendo a formação de compostos que influenciam a cor, o odor e o sabor do destilado (MENDES; MORI; TRUGILHO, 2002). Ao agregar a etapa de envelhecimento ao processo de produção, permite-se que a cachaça aumente o seu valor, pois o mesmo adquire características de destilado nobre.

O conhecimento detalhado da composição química da cachaça é importante não apenas para o controle de qualidade do produto, mas também para garantir a segurança da saúde dos consumidores, uma vez que permite a avaliação dos teores de cobre, metanol, aldeídos e outros compostos, cujos efeitos no organismo decorrentes do consumo de cachaça com altas concentrações são extremamente danosos (MEDINSKY.; DORMAN, 2005, NASCIMENTO et al., 1997, NEVES, et al., 2007).

No Brasil, a cachaça é produzida de forma industrial ou artesanal. O produto obtido industrialmente é elaborado por grandes empresas e apresenta padronização da qualidade. Já o produto artesanal é elaborado em pequena escala de modo tradicional, sem qualquer controle tecnológico do processo, geralmente através de fermentação alcoólica por leveduras selvagens e destilação em alambiques de cobre, resultando em um produto final de qualidade variável e com elevados teores do metal (LIMA; NOBREGA, 2004). As crescentes exigências do mercado têm feito crescer a preocupação com qualidade, conseqüentemente, as análises físico-químicas são ferramentas essenciais para geração de informações relevantes para obtenção de uma cachaça de excelência (CARDELLO; FARIA, 1997).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar as características físico-químicas de diversas cachaças de alambique envelhecida e/ou descansada produzidas na Paraíba.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais sobre a matéria-prima e a legislação brasileira que regulamenta o setor

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), é uma das gramíneas mais cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre devido à enorme contribuição socioeconômica que sua exploração representa. Tal importância é consequência direta da propriedade que essa planta tem de sintetizar e armazenar uma quantidade significativa de sacarose em seus tecidos de reserva (NOGUEIRA; FILHO, 2005).

A qualidade da matéria-prima afeta diretamente o desempenho das operações de extração, fermentação e destilação. Todas as etapas são importantes para obtenção de altos rendimentos e da qualidade do produto final como um todo (STUPIELLO, 1992).

Na produção de cachaça de alambique, a matéria-prima que interessa são os colmos da cana-de-açúcar, constituídos de duas fases: a sólida e a líquida. A fase sólida, um complexo composto de celulose e lignina é geralmente referida como fibra; e a fase líquida, ou caldo, que é uma solução aquosa que contém grande variedade de substâncias orgânicas, dentre as quais a sacarose, representando aproximadamente 90% da sua composição total (NOGUEIRA; FILHO, 2005). Obtida a matéria-prima, faz-se a extração do caldo, que passa por um processo de limpeza de filtração, decantação e esse caldo é alto clavado, sendo o caldo posteriormente ajustado o valor do Brix^o, para melhor processamento da fermentação, um processo fundamental para a obtenção de um destilado de qualidade. A extração do caldo de cana é o fator mais importante na perspectiva do rendimento de cachaça por tonelada de cana processada, e está diretamente relacionado com o número e tipo de unidades esmagadoras (NOGUEIRA; VENTURINI-FILHO, 2005; FARIA, 2000; NOVAES, 1994; LIMA, 1983).

Sabendo que a composição química do mosto é importante tal quanto a necessidade nutricional das leveduras, a disponibilidade de nutrientes, bem como sua assimilação pelo fermento é importante, pois, podem favorecer a multiplicação de microrganismos contaminantes ou levar a ocorrência de reações indesejadas, com a formação de compostos prejudiciais à qualidade da cachaça, (NAGATO et al., 2001).

Após a fermentação, o mosto de cana passa a ser chamado “vinho”, que é composto de água e álcool etílico, em maiores proporções, e dos compostos denominados “secundários”, substâncias responsáveis pelo sabor e aroma das aguardentes (LIMA, 1983).

Obtido o “vinho” o mesmo vai para o processo de destilação feito de duas formas: o alambique de cobre e a coluna de destilação de aço inox. A coluna de aço inox separa melhor

os compostos na destilação, pois tem um custo elevado se comparado ao alambique de cobre, diminuindo seu uso. O destilador de cobre é o mais utilizado no Brasil para destilação de cachaças e aguardente.

A cachaça recém destilada é agressiva e inviável para o consumo por conter seus compostos mais expressivo, segue-se as etapas de armazenamento ou envelhecimento. O armazenamento do produto, em recipientes de madeira permite transformações que melhoram sua aceitação pelo consumidor (OSHIRO; MACCARI, 2005). Já o envelhecimento, segue o destilado para barris de madeira, repousados por diferentes tempos. Nesta etapa, a cachaça adquire atributos de aroma e sabor, característicos de bebida de maior qualidade (MOSEDALE; PUECH, 1998; BOZA, 1999).

2.2 Definição da Aguardente de Cana e Cachaça pela Legislação Brasileira

Conforme a Legislação Brasileira, (Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005), a aguardente de cana é definida como “bebida com graduação alcoólica de 38% a 54% em volume, a 20° C, obtida do destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar ou pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, podendo ser adicionada de açúcares até 6 g/L, expressos em sacarose”.

Os limites mínimos e máximos para os produtos secundários ou congêneres, bem como os valores máximos para contaminantes orgânicos e inorgânicos estão apresentados na tabela 1, respectivamente (BRASIL, Instrução Normativa Nº 13 de 29 de junho de 2005.).

Tabela 1. Limites mínimos e máximos para componentes secundários em cachaça.

COMPONENTES	LIMITES (mg 100 mL-1 álcool anidro)	
	MÍNIMOS	MÁXIMOS
Acidez volátil, em ácido acético	-	150
Ésteres, em acetato de etila	-	200
Aldeídos, em aldeído acético	-	30
Furfural e hidroximetilfurfural	-	5
Álcoois superiores ^{1*}	-	360
Congêneres ^{2*}	200	650

1* Soma dos valores dos alcoóis isoamílicos, isobutílico e n-propílico;

2* Soma dos valores de acidez volátil, ésteres, aldeídos, furfural/hidroximetilfurfural e alcoóis superiores;

2.3 O Mercado Interno e Externo da Cachaça

A cadeia produtiva da cachaça vem se firmando como um importante produto do agronegócio brasileiro. Embora detenha ainda uma pequena participação, vem adquirindo espaço crescente na pauta de exportação do país (VERDI, 2006). Atualmente, são aproximadamente 180 empresas exportadoras e a cachaça é exportada para mais de 60 países (IBRAC, 2011b).

Hodiernamente, são mais de 40 mil produtores e 5 mil marcas de cachaças. As microempresas correspondem a 99% do total de produtores e suas atividades agropecuárias incluem, além da produção de cachaça, a produção de milho, feijão, café, e leite, entre outras. O setor da cachaça é responsável pela geração de mais de 600 mil empregos, diretos e indiretos (IBRAC, 2011a).

Um dos maiores entraves para o aumento da participação e sobrevivência dessas empresas no mercado é a alta carga tributária de impostos a qual o setor está sujeito. Essa alta carga tributária tem um impacto devastador para o setor, principalmente para as micro e pequenas empresas e contribui para o aumento da informalidade (ALVES, 2009).

2.4 A importância dos compostos secundários na qualidade da cachaça

Os compostos secundários ou congêneres são substâncias formadas durante a fermentação alcoólica concomitantemente ao álcool etílico e gás carbônico (YOKOYA,1995). Os principais compostos secundários são ácidos, ésteres, aldeídos e álcoois, e em proporções menores formam-se também cetonas, compostos fenólicos, entre outros, responsáveis por todas as características do destilado como cor, sabor, odor, entre outros.

2.4.1 Acidez Volátil

O ácido acético é o componente mais importante da fração ácida das cachaças, sendo expresso em acidez volátil (MIRANDA, 2005). A acidez vai depender do controle na fermentação, alta acidez presente em cachaça pode ser atribuída à contaminação da cana ou do próprio mosto fermentado. Isto ocorre pela presença de bactérias acéticas e outras, seja na estocagem da cana ou no próprio caldo de cana, fazendo com que a parte do substrato sofra

fermentação acética, elevando a acidez e diminuindo o rendimento da produção de etanol (CARDOSO, 2001).

Os valores da acidez variam, na fração “cabeça”, e por serem bastante alto não são indicados ao consumo. Na fração “coração”, a usada para consumo, a acidez diminui, já na fração de “calda”, a acidez aumenta. A acidez é referente ao sabor e ao aroma, por isso é importante uma boa qualidade no preparo e produção de cachaça, a quantidade baixa de acidez fará essa cachaça mais agradável ao ser consumida.

O excesso pode promover um sabor indesejado e ligeiramente agressivo para o paladar do consumidor, depreciando a qualidade (CHERUBIN, 1998). Dentre os ácidos, produtos secundários da fermentação alcoólica, o ácido acético tem sido quantitativamente o principal componente da fração ácida das aguardentes, tendo sido expresso em acidez volátil (LIMA; NOBREGA, 2004; NYKAMEN; NYKAMEN, 1983).

2.4.2 Aldeídos

Os aldeídos são compostos muito voláteis responsáveis pelo sensorial da cachaça, muitas vezes se apresentam enjoativos e indesejáveis o que faz o produto perder a qualidade. Por apresentar alguns incômodos os aldeídos são facilmente detectados na hora de degustar a cachaça.

O acetaldeído e outros aldeídos alifáticos de cadeia curta possuem odor intenso, o que pode aumentar o sabor picante das bebidas destiladas (NYKANEN et al., 1986). O principal aldeído formado é o acetaldeído em torno de 90% (PIGGOTT; PATERSON, 1989; FICAGNA, 2005). Podem ser formados pela redução de ácidos graxos, mas são formados exclusivamente na fermentação alcoólica (PIGGOTT, 1989).

Baixos teores de aldeídos nas bebidas melhoram a qualidade, enquanto que teores mais elevados estão associados aos efeitos fisiológicos: intoxicação, sudorese, queda de pressão e sintomas de “ressaca” como náuseas, vômitos, dores de cabeça (NASCIMENTO; MARQUES; LIMA NETO; KEUKELEIRE; FRANCO, 1997).

2.4.3 Ésteres

Os ésteres são produzidos durante a fermentação pelas leveduras e também durante o envelhecimento pela esterificação de ácidos graxos com etanol. (FARIA *et al.*, 2003).

O principal éster presente na cachaça é o acetato de etila que corresponde cerca de 80% do conteúdo total de ésteres, incorporando um aroma agradável de frutas quando em baixas concentrações, entretanto, em grandes quantidades, confere um sabor indesejável e enjoativo (PINHEIRO, 2010; PIGGOTT; HUNTER 1999; FICAGNA, 2005).

Os ésteres são desejáveis em valores determinados, pois favorecem o aroma da aguardente, assim também como os álcoois superiores, que devido ao aroma característico, têm forte influência no sabor das bebidas destiladas (NÓBREGA et. al., 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Materiais

Foram selecionadas 7 amostras de cachaça de diferentes marcas provenientes do cariri e sertão paraibano, as quais foram designadas aqui nesse estudo de J1, J2, J3, J4, J5, J6 e J7, sendo três amostras armazenadas em barris (não envelhecidas) e quatro amostras envelhecidas, conforme preconizado pela legislação vigente no Brasil.

As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia em Cachaça (Figura 1), Centro de Ciências Humanas e Agrária do Campus IV da Universidade Estadual da Paraíba, situado no sítio Cajueiro, no município de Catolé do Rocha – PB, cujas coordenadas geográficas são 6°20'38"S e 37°44'48"W.

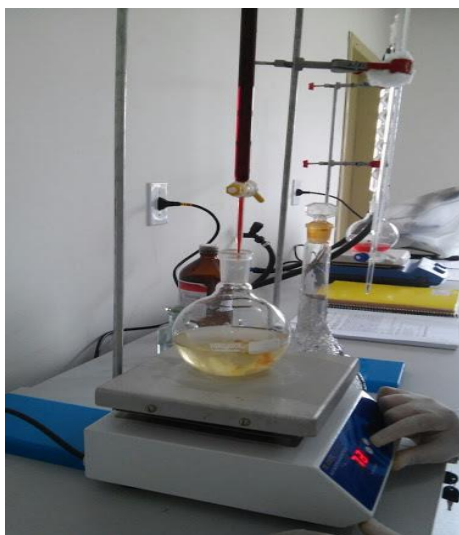


Figura 1 – Imagens do laboratório de pesquisa, da pesquisa em andamento.
Fonte: Samara da Silva Cavalcante, 2017.

3.2 Métodos

3.2.1 Análises físico-químicas

As amostras selecionadas para este estudo foram adquiridas em diversos supermercados da região, cujas determinações físico-químicas, em triplicata, dos compostos secundários seguiram as normas conforme a literatura do Instituto Adolfo Lutz (2008). Quanto aos valores de referências, foram considerados os que preconizam a Instrução Normativa Nº 13 de 29 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA).

3.2.2 Determinação da acidez volátil

A acidez volátil da cachaça foi determinada por titulometria utilizando hidróxido de sódio e solução alcoólica de fenolftaleína como apresenta a figura 3, de acordo com a metodologia empregada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Segundo a legislação os valores encontrados não devem ultrapassar 150 mg/100 mL de álcool anidro (BRASIL, 2005).



Figura 3 – Analista fazendo a análise de acidez volátil.
Fonte: Samara da Silva Cavalcante, 2017.

3.2.3 Determinação da graduação alcoólica

A porcentagem em volume de etanol foi determinada pelo método alcoométrico, utilizando uma proveta contendo 250 mL da amostra realizando uma leitura direta na escala do alcoômetro.

3.2.4 Determinação da Densidade

A densidade foi determinada por picnometria de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para determinação da densidade foi utilizado a seguinte expressão:

$$D = \frac{P_{am} - P_p}{P_{H^2O} - P_p}$$

P_p = peso do picnômetro vazio (5mL);

P_{am} = peso do picnômetro com amostra;

P_{H^2O} = peso do picnômetro com água.

3.2.5 Determinação de aldeídos

O método empregado seguiu a metodologia disposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) como observamos na figura 6. Pela legislação, o limite é de 30 mg de acetaldeído/100 mL de álcool anidro (ANDRADE; LANA; PATACA, 2005; BRASIL, 2005).

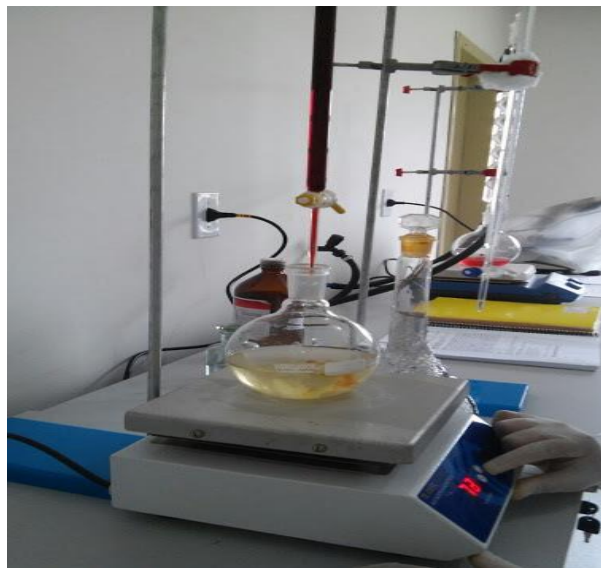


Figura 6 – Análises de Aldeídos em andamento.
Fonte: Samara da Silva Cavalcante, 2017.

Observamos algumas alterações diante a determinação de aldeído seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz, que na sua metodologia tem como princípio a reação de bissulfito com aldeídos da cachaça, onde o seu excesso é titulado com solução de iodo na presença de amido, ou seja, os aldeídos foram dosados através de métodos iodimétricos. Através deste método, os pesquisadores observaram em suas análises uma coloração levemente azulada após a titulação com iodo a 0,025M nas amostras utilizadas. Nas amostras de cachaças paraibanas analisadas no Campus IV da UEPB a coloração apresentada foi levemente esverdeada ou amarelada com iodo a 0,050M.

Observou-se também outra alteração na literatura, a metodologia do Instituto Adolfo Lutz a concentração de iodo era de 0,025M, esta concentração não obteve efeito satisfatório nas amostras de cachaça paraibana analisadas. Outro ponto de observando foi que nas amostras envelhecidas após a adição da Solução D (Ácido Bórico e Hidróxido de Sódio) apresentou-se uma coloração lilás.

3.2.6 Determinação de ésteres

A quantificação dos ésteres (acetato de etila) nas aguardentes foi determinada a partir do método descrito nas normas do Instituto Adolfo Lutz (2008) como se observa na figura 8.

Segundo a Instrução Normativa Nº 13 de 2005, o limite máximo permitido para ésteres em cachaças é de 200 mg/100 mL (BRASIL, 2005).



Figura 8– Análises de Ésteres em andamento.

Fonte: Samara da Silva Cavalcante, 2017.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados das determinações físico-químicas obtidos basearam-se em sete amostras de cachaças da Paraíba. Destas, três armazenadas em barris de madeira (não envelhecida) e quatro envelhecidas em barris de madeira, foram comparadas aos padrões de qualidade de cachaça estabelecido pela Legislação Brasileira (Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005).

Os componentes secundários são responsáveis tanto pela qualidade quanto pelos defeitos do produto (NAGATO et al., 2001). Uma abordagem individualmente sobre os componentes secundários: graduação alcoólica, acidez volátil, ésteres totais, aldeídos (Tabela 2) será explorada.

Tabela 2 – Resultados obtidos da composição físico-química das cachaças industriais paraibanas

Amostras	Graduação Alcoólica Rotulado	Graduação Alcoólica Determinado	Densidade Relativa	Acidez Volátil mg/100mL	Aldeídos mg/100mL	Esteres mg/100mL
J1	38%	39%	0,953027795	48,84	848,736	196,84
J2	39%	40%	0,94940476	8,71	189,91	111,91
J3	42%	42%	0,94811077	25,96	149,11	178,09
J4	39%	39%	0,95160455	42,24	179	264
J5	40%	40%	0,95134576	55,83	220,733	257,4
J6	42%	40%	0,95108696	19,8	209,383	160,49
J7	40%	40%	0,95185928	52,8	182,233	261,8

4.1 Graduação Alcoólica Rotulado e Determinado

O valor determinado foi obtido através do método alcoométrico. Os valores determinados neste método nas amostras J1 e J5 apresentaram um valor inferior ao rotulado (Figura 2).

Para a legislação vigente, todas as amostras analisadas são qualificadas como cachaça, sabendo que cachaça se refere à denominação típica e exclusiva da aguardente de cana-de-açúcar produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38 a 48% (v/v), a 20° C.

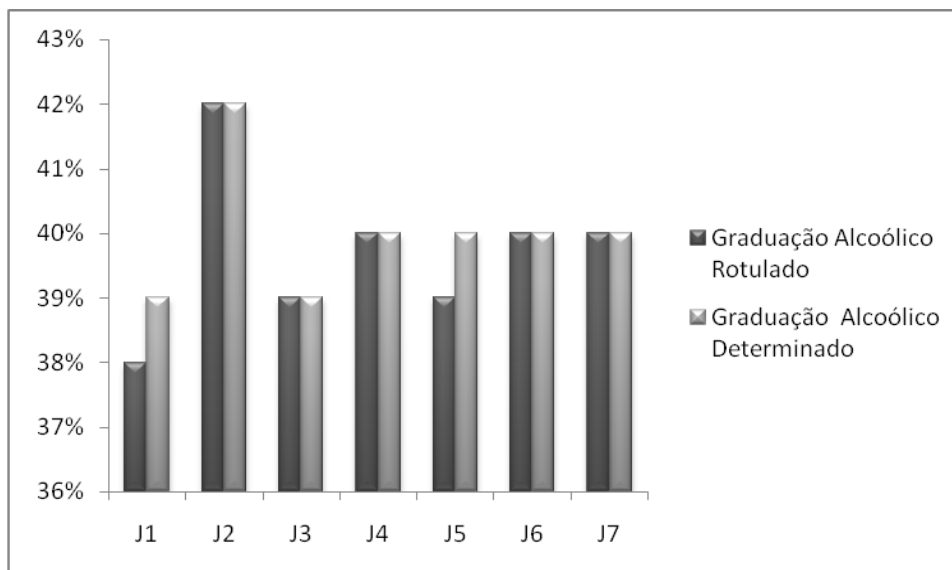


Figura 2 - Diferença de Graduação alcoólico Rotulado e Determinado.

4.2 Acidez Volátil

A acidez é considerada um dos parâmetros mais importante na qualidade sensorial da cachaça. Os resultados obtidos para acidez volátil das amostras analisadas expressos em mg de ácido acético 100 mL^{-1} álcool anidro, sendo as análises realizadas em triplicata. Os valores das amostras analisadas estão todos dentro do padrão exigido pela legislação vigente.

Quanto menor a acidez, melhor são as características sensoriais da cachaça, e posteriormente maior sua aceitação pelos consumidores (MIRANDA et al., 2008).

Observamos nas amostras que a J5 tem o menor volume de acidez, sendo a amostra mais sensorialmente agradável, mais podemos afirmar que todas as amostras analisadas são sensorialmente agradáveis (Figura 4).

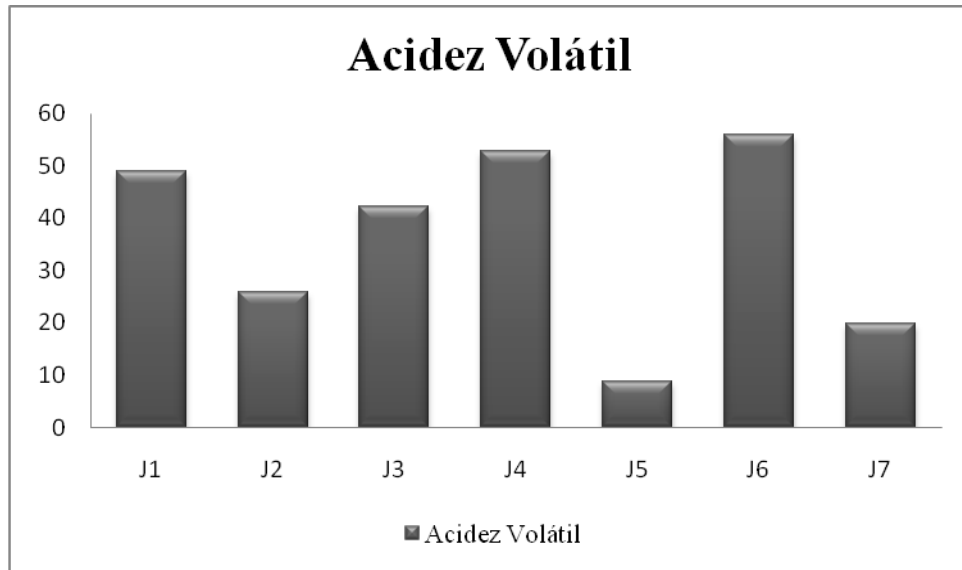


Figura 4 - Volume de Acidez Volátil das amostras analisadas.

4.3 Densidade Relativa

A densidade das cachaças é alterada através da absorção, umidade e outros compostos. Logo, o preparo e armazenamento da cachaça afeta diretamente no valor de densidade. Observa-se que quanto mais envelhecida maior o valor de densidade da amostra pois a cachaça também absorve os compostos da madeira do barril utilizado.

Quanto maior o período de envelhecimento, maior o valor da densidade da cachaça. Observaremos na Figura 5 os valores de densidade das amostras analisadas.

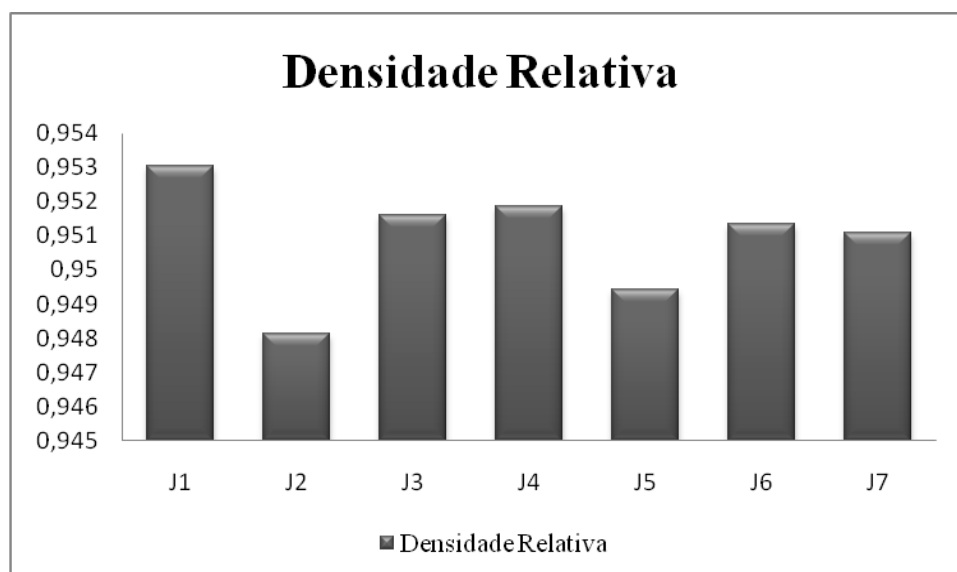


Figura 5 – Valores de Densidade de amostras analisadas.

Através da Figura 5 podemos observar os resultados dos valores de densidade das amostras analisadas, onde se observa, na amostra J1 o maior valor obtido, observou-se também que nas amostras envelhecidas o valor da densidade era maior que nas amostras não envelhecidas. Todos os resultados apresentam valores exigidos pela legislação vigente.

4.4 Aldeídos

Os aldeídos são responsáveis pelo aroma da cachaça. Os teores de aldeídos também causam dores de cabeça, queda de pressão, a conhecida “ressaca”. Os baixos teores de aldeídos melhoram a qualidade sensorial destas cachaças, fazendo com que o produto tenha uma melhor aceitação no mercado.

Os teores de aldeídos das amostras analisadas expressos em acetaldeídos obtiveram resultados superiores ao permitido pela legislação vigente, que é de 30 mg.100 mL¹ em todas as amostras.

Sabendo que os aldeídos são características principais no sensorial da cachaça, podemos observar que de todas as amostras analisadas, a J2 teve menor valor de aldeídos, sendo de 149,11 mg/100mL¹. Entretanto, ainda está distante do valor exigido pela legislação vigente.

Dos valores observados em destaque, a amostra J1 foi a que apresentou o limite de 848,736 mg.100 ml¹, sendo o maior valor observado.

A causa do excesso pode ser indicação de uma possível oxidação espontânea ou devido à atividade de bactérias contaminantes no mosto. Outros fatores relevantes compreende a linhagem da levedura, com pH do meio, temperatura da fermentação, separação incorreta das frações de cabeça na destilação (SILVA; MALCATA; REVEL, 1996; YOKOYA, 1995; VILELA, 2005).

É possível reduzir o teor de aldeídos na cachaça aumentando o tamanho do destilado de cabeça durante a destilação, bem como realizar constantemente o controle dos parâmetros na sala de fermentação e valer-se do emprego da bidestilação (MAIA, 2002).

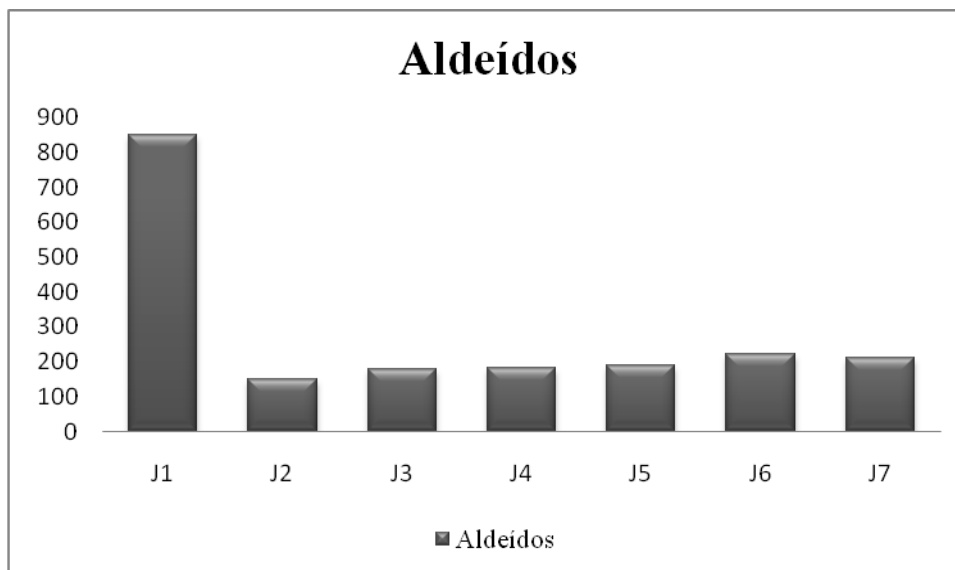


Figura 7 - Valor de Aldeídos nas amostras.

Foi necessário fazer a correção do pH em duas amostras analisadas. A literatura utilizada apresenta o valor inicial do pH entre 7,0 a 7,2 e o pH final de 8,5 a 9,8. A amostra J2 recebeu 50 gotas de ácido clorídrico, após seu pH estar superior ao apresentado na literatura. Já a amostra J3 sofreu correção, recebendo 6 gotas de ácido clorídrico para sua análise após seu pH apresentar um valor superior ao estabelecido na literatura. Seu valor final foi de 7,2. Não observamos valores de pH inferiores constantes na literatura.

4.5 Ésteres

Os ésteres são desejáveis nas cachaças por serem responsáveis pelo aroma e o sabor. As cachaças que são envelhecidas tendem a apresentar uma maior concentração de aromas, sendo maior concentração de ésteres. Contudo, a presença de ésteres na cachaça não está apenas relacionada com o envelhecimento, pois se encontra também na etapa de destilação e o manejo da fermentação. Outro fator que influencia diretamente nos valores dos ésteres é o equipamento de destilação.

O período em que foi destilada a cachaça também altera o valor dos ésteres presentes no produto, sendo este valor menor em cachaças recém destiladas. Todas as análises foram feitas em triplicata, seguindo a metodologia do Instituto Adolf Lutz.

As concentrações de ésteres, variaram de 111,91 a 264 mg.100 mL⁻¹ (figura 9). Podendo se observar que das sete amostras analisadas, três apresentam um valor superior ao limite permitido pela legislação (máx. 200 mg.100 mL⁻¹).

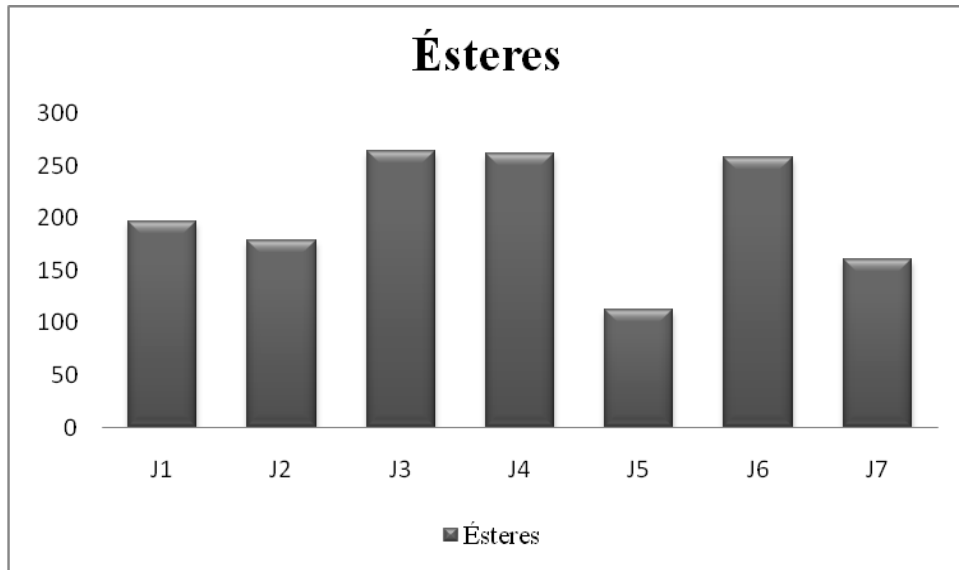


Figura 9 - Valores de Ésteres de amostras analizadas.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, podemos afirmar que das amostras analisadas não houve alteração significativa nos teores de acidez e densidade. A graduação determinada em duas amostras apresentou-se inferior ao rotulado. As modificações atestadas em aldeídos afetam diretamente na qualidade da cachaça. Para os ésteres, vislumbrou-se que todos estão fora do padrão exigido pela legislação vigente, tendo odor mais forte e até desagradável, proporcionando mal-estar para o consumidor.

Com esse estudo, evidencia-se que as cachaças produzidas na Paraíba possuem uma composição de componentes diferenciada, mas, as diferenças encontradas possivelmente se apresentam às pequenas alterações em seu processo produtivo, que são influenciadas pelo tipo de matéria prima, o seu ponto de maturação, quais as leveduras que vai utilizar (selvagem/selecionada), condução do processo de fermentação, a destilação, o ponto de corte da cachaça, e por fim a cultura regional.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. **Mercado de cachaça**. Revista Envasador: guia de fornecedores 2009, v. 40, mar. 2009. Disponível em: <<http://www.ibrac.net>>. Acesso em: 10 abril de 2017.

ANDRADE, Giselle C. F.; LANA, Enio J. L.; PATACA, Luiz C. M. **Avaliação da incerteza de medição na determinação de aldeídos totais em cachaças por cromatografia a gás**. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Minas Gerais, v.1, n. 34, p.1, jan. 2005.

AQUINO, F. W. B. et al. **Determinação de marcadores de envelhecimento em cachaças**. Ciênc. Tecnol. Alim., Campinas, v. 26, p. 145-149, 2006.

BRASIL. Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Intersetorial de Bebidas e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 15 jul. 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 2314, de 4 de setembro de 1997. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 4 set. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 13 de 29 de junho de 2005. Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 jun. 2005. Seção 1, p. 3-4.

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

BOZA, Y.; OETTERER, M. **Envelhecimento de aguardente de cana**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 33, n. 1, p. 8-15, 1999.

CARDELLO, H.M.A.B., FARIA, J.B. **Modificações físico-químicas e sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonéis de carvalho**. Bol. Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos v.15, n.2, p. 87-100, 1997.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA J. B. **Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.)**. Ciênc. Tecnol. Alim., Campinas, v. 18, p. 169-175, 1998.

CARDOSO, M. das G. **Análises físico-químicas de aguardente**. In: _____. **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. UFLA/FAEPE, 2001. p. 152-173.

CHERUBIN, R.A. **Efeitos da adição de benzoato de sódio na fermentação alcoólica para produção de aguardente de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1998. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

FRANÇA, N.; SÁ, O. R.; FIORINI, J. E. **Avaliação da qualidade da cachaça artesanal produzidas no município de Passos (MG)**. *Ciência et Praxis*. v. 4, n. 7, p 47-49, 2011.

FARIA, J. B. **Determinação dos compostos responsáveis pelo defeito sensorial das aguardentes de cana (*Saccharum spp*) destiladas na ausência de cobre**. 2000. 99 f. Tese (Livre Docência). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, 2000.

FARIA, J. B. **O defeito sensorial das aguardentes de cana destiladas na ausência de cobre**. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). *Aroma e sabor de alimentos*. São Paulo: Varela, 2003.

FICAGNA, E. **Influência do tempo de maceração na composição química do fermentado e do destilado de Pêssego** [*Prunus pérsica* (L) Batsch], Cv. Chiripá. 2005, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

IBRAC - INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA. **Mercado externo**. Disponível em: <<http://www.ibrac.net>>. Acesso em: 10. Abr. 2017a.

IBRAC - INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA. **Mercado interno**. Disponível em: <<http://www.ibrac.net>>. Acesso em: 10 abr. 2017b.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008.

Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 29 jun. 2005.

Instrução Normativa nº 27, de 15 de maio de 2008. Altera o item 9.4 da Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 16 mai. 2007.

Instrução Normativa nº 58, de 19 de dezembro de 2007. Altera os itens 4 e 9 da Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 08 jan. 2008.

ISIQUE, W. D.; CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. **Efeito do envelhecimento nos teores de enxofre presentes em amostras de cachaças destiladas em alambiques de cobre e de aço inoxidável**. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 12, p. 33-44, 2001.

LIMA, U. A. Aguardentes. In: AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação** (Série Biotecnologia). Edgard Blucher, v.5, cap. 4, São Paulo, p. 79-102, 1983.

LIMA, A. K. S.; NOBREGA, I. C. C. **Avaliação de parâmetros de qualidade em aguardentes de cana produzidas no Estado do Paraíba**. *B.CEPPA*, Curitiba, v. 22, p. 85-96, 2004.

MAIA, André B. **Componentes secundários da aguardente**. *STAB.Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v. 12, n. 2, p. 29 - 39, set./out. 1994.

_____. **Equipamentos para a produção de cachaça.** Informe agropecuário, São Paulo, v. 23, n. 217, p. 63 -66, jan. /mar. 2002.

MEDINSKY, M. A.; DORMAN, D. C. **Recent developments in methanol toxicity.** Toxicol. Lett., Amsterdam, v. 82/83, p. 707-711, 1995.

MENDES, L. M.; MORI, F. A.; TRUGILHO, P. F. **Potencial da madeira de agregar valor à cachaça de alambique.** Inf. Agropec., Belo Horizonte, v. 23, p. 52-58, 2002.

MIRANDA, Mariana B. **Avaliação Físico-Química de Cachaças Comerciais e Estudo da Influência da Irradiação Sobre a Qualidade da Bebida em Tonéis de Carvalho.** 2005. 196 f. Tese (Mestrado em Ciências e Tecnologia de alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MIRANDA, M. B.; MARTINS, N. G. S.; BELLUCO, A. E. S.; HORII, J.; ALCARDE, A. R. **Perfil físico-químico de aguardente durante envelhecimento em tonéis de carvalho.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 28, suppl., p. 84-89, 2008.

MIRANDA, M. B.; MARTINS, N. G. S.; BELLUCO, A. E. S.; HORRI, J.; ALCARDE, A. R. **Perfil físicoquímico de aguardentes durante envelhecimento em tonéis de carvalho.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 2008, 28, 84.

MOSEDALE, J. R.; PUECH, J. L., **Wood maturation of distilled beverages** Trends in Food Science & Technology, v. 9, p. 95-101. 1998.

NAGATO, L. A. F.; DURAN, M. C.; CARUSO, M. S. F.; BARSOTTI, R. C. F. BADOLATO, E. S. G. **Monitoramento da autenticidade de amostras de bebidas alcoólicas enviadas ao Instituto Adolfo Lutz em São Paulo.** Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Campinas, v. 21, p. 39–42, 2001.

NASCIMENTO, R. F. et al. **Qualitative and quantitative high-performance liquid chromatographic analysis of aldehydes in Brazilian sugar cane spirits and other distilled alcoholic beverages.** J. Chromatogr. A, Amsterdam, v. 782, p. 13-23, 1997.

NASCIMENTO, R.F.; MARQUES, J.C.; DE KEUKELEIRE, D.; LIMA NETO, B.S.; FRANCO, D.W. **Qualitative and quantitative high-performance liquid chromatographic analysis of aldehydes in Brazilian sugar cane spirits and other distilled alcoholic beverages.** J. Chromatogr., v. 782, p. 13-23, 1997

NEVES, E. A. et al. **Simple and efficient elimination of copper(II) in sugar-cane spirits.** Food Chem., London, v. 101, p. 33-36, 2007.

NYKANEN, L. **Formation and occurrence of flavour compounds in wine and distilled alcoholic beverages.** *American Journal of Enology and Viticulture* 1986, 37, 84.

NÓBREGA, I. C. C. **Análise dos compostos voláteis da aguardente de cana por concentração dinâmica do "headspace" e cromatografia gasosa-espectrometria de massas.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 2003, 23, 210.

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

NOVAES, F. V. **Noções básicas sobre a teoria da destilação**. ESALQ/Depto de Ciências e Tecnologia Agroindustrial, 22p. Piracicaba, 1994.

OLIVEIRA, C.R. *et al.*, **Cachaça de Alambique – Manual de Boas Práticas Ambientais e de Produção**; SEMAD/ FEAM: Belo Horizonte, 2005; 72 p.

OSHIRO, C. R. (Org.); MACCARI JUNIOR, A. (Org.). **Cachaças do Paraná: de gole em gole da cana ao copo** 1. ed. SEBRAE-PR, 2005.104 p.

PENTEADO, J.C.P.; MASINI, J.C. **Heterogeneidade de alcoóis secundários em aguardentes brasileiras de diversas origens e processos de fabricação**. Química Nova. v.32, n.5, p. 1212-1215, 2009.

PINHEIRO, S.H. de M. **Avaliação sensorial das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique**. 2010. Tese. (Doutorado em ciência e tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG.

PIGGOTT, J.R.; HUNTER, E.A. (1999). **Evaluation of assessor performance in sensory analysis**. Italian Journal of Food Science, 11, 289-303.

PIGGOTT, J.R.; PATERSON, A. **The contributions of the process to flavour in Scotch malt whisky**. In PIGGOTT, J.R.; PATERSON, A. (Eds). **Distilled beverage flavours: recent developments**. New York: VCH, 1989. 352p.

SILVA, M. Luiz;MALCATA, F. Xavier.; REVEL, G. de. **Volatile contents of grapearcs in Portugal**. Journal of food composition and analysis, Orlando, v. 9, p. 72 -80,set. 1996.

SAKAI, R. H. **Árvore do Conhecimento Cana-de-Açúcar**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONT000fiog1ob502wyiv80z4s473agi63ul.html>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

STUPIELLO, J.P. **Produção de aguardente: qualidade da matéria-prima**. In: MUTTON, M.J.R.; MUTTON, M.A. **Aguardente de cana - produção e qualidade**. Jaboticabal, FUNEP, p.9-21, 1992.

VERDI, R. A. **Dinâmicas e perspectivas do mercado da cachaça**. Revista Informações Econômicas, São Paulo, v. 36, n. 2, fev. 2006.

VENTURINI, F. W. G. **Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010.

VILELA, Anderson F. **Estudo da adequação de critérios de boas práticas de fabricação na avaliação de fábricas de cachaça de alambique**. 2005. 96 f. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

YOKOYA, F. **Fabricação da cachaça de cana**. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello, 1995. 92 p.