

FOCO: Caderno de Estudos e Pesquisas

ISSN 2318-0463

ANÁLISE DE ACIDEZ, COBRE E GRADUAÇÃO ALCOÓLICA DE AGUARDANTES

GOMES, Adriano Donizete¹

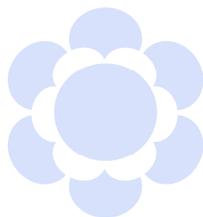
Faculdades Integradas Maria Imaculada - FIMI
dri-anos@hotmail.com

PEREIRA, André Aparecido²

Faculdades Integradas Maria Imaculada - FIMI
debykrik@hotmail.com

MARINI, Danyelle Cristine de³

Faculdades Integradas Maria Imaculada - FIMI
danymarini@gmail.com



FIMI
FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA

ZUIM, Nádia Regina Borim⁴

Faculdades Integradas Maria Imaculada - FIMI
nadiazuim@gmail.com

RESUMO

Aguardente de cana-de-açúcar é toda bebida proveniente de uma fermentação seguida de destilação com uma graduação alcoólica entre 38 e 54° GL. A principal matéria prima utilizada na produção de

¹ Graduado em Química Industrial pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada - FIMI

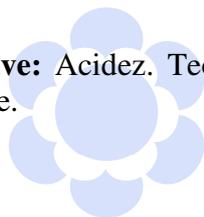
² Graduado em Química Industrial pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada - FIMI

³ Doutora em Educação pela UNIMEP, Mestre em Biologia Celular e Molecular pela UNESP, Especialista em Docência Superior pela Gama Filho, Especialista em Cosmetologia e Dermatologia pela UNIMEP, Habilitada em Bioquímica pela UNIMEP e Graduada em Farmácia pela UNIMEP. Professora e Coordenadora do Curso de Farmácia das FIMI, e Coordenadora da Comissão de Educação do CRF-SP.

⁴ Doutorado e Mestrado em Parasitologia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Possui graduação em Ciências Biologia pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada. Atualmente é Coordenadora do Curso de Biomedicina e do Curso de Ciências Biologia das Faculdades Integradas Maria Imaculada de Mogi Guaçu/SP. Integrante do Conselho Editorial e de Consultores da Revista FOCO: Caderno de Estudos e Pesquisa. Coordenadora do Comitê de Ética e Pesquisa das FIMI. Membro da Comissão Organizadora de eventos das FIMI desde 2004. Secretária Titular do Comitê Municipal de Combate ao Aedes. Membro do Comitê Regional de Vigilância à Morte Materna e Infantil (CRVMMI) do Município de Espírito Santo do Pinhal.

aguardentes é a cana-de-açúcar, na qual sua produção inicia-se com um preparo da cana e posterior moagem para extração do caldo, o qual é diluído e tratado para diminuição de contaminante, sendo então denominado de mosto que é fermentado em dornas por meio de leveduras do gênero *Shaccaromices cerevisae*, que após este processo recebe a denominação de vinho sendo destilado por meio de destiladores industriais ou por alambiques artesanais, na qual o produto final é a aguardente tendo como subproduto o vinhoto utilizado para fertilizante. O presente trabalho descreveu o processo de produção de aguardente com posteriores determinações de acidez, graduação alcoólica e porcentagem de cobre em aguardentes de cinco destilarias da região de Mogi Guaçu com a finalidade de verificar se os mesmos estavam de acordo com as normas brasileiras. No entanto, nas análises de acidez somente duas destilarias obtiveram resultados satisfatórios e três amostras apresentaram níveis de acidez elevados, porém nas análises de determinação de cobre nenhuma amostra apresentou quantidade significativamente presente. Na determinação da graduação alcoólica somente uma amostra apresentou um teor abaixo do esperado. Portanto, a maior parte das amostras de aguardentes analisadas estava dentro dos limites especificados, porém, as que apresentaram um valor fora dos padrões podem ter sido em decorrência de forma inadequada do processo de produção.

Palavras-chave: Acidez. Teor de Cobre. Teor Alcoólico. Fermentação da Aguardente.



FIMI
FACULDADES INTEGRADAS
MARIA IMACULADA

1 INTRODUÇÃO

Acredita-se que os primeiros destilados alcoólicos com uma graduação mais elevada, produzidos por um processo sistemático, foram no século XVII, no qual o processo equipara-se com os utilizados atualmente. Com o aumento na produção de aguardente foi necessária à realização de pesquisas para otimização do processo de fabricação, que contribui para o crescimento na produção da aguardente (AQUARONE et al, 2001).

Há um grande mistério sobre a origem da aguardente. Na Europa os primeiros relatos sobre sua origem foi no século XII. Mas a literatura aponta os árabes como os primeiros descobridores da aguardente em que utilizavam frutas para fabricarem suas bebidas fermentadas e posteriormente destilavam o vinho de frutas. Eles utilizavam um processo simples constituído apenas de uma caldeira com um tubo longo mergulhado

em água e o aquecimento da caldeira era feito com esterco, pelo sol, banho-maria e fogo direto (AQUARONE, et al 2001).

A produção de aguardente teve início no Brasil em 1532, por Martim Afonso de Sousa, que percebeu que o clima e o tipo de solo eram propícios para a produção de cana de açúcar. Também notou que durante a fabricação de pães de açúcar a garapa deixada de um dia para o outro ficava com um cheiro e sabor diferente, e o destilado resultava em um líquido límpido e ardente, designando a aguardente típica do Brasil (VENTURINI FILHO, et al 2005).

A aguardente era uma bebida considerada de baixo status perante a alta sociedade e consumida apenas por escravos e brancos pobres. Mas os engenhos foram se espalhando e tornando a terceira bebida mais consumida no mundo e primeira no Brasil segundo o Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Aguardente de Cana (PBDAC) (SAKAI 2011). O aumento do consumo dessa bebida exigiu melhorias no processo de fabricação e controle, para que se obtenha um produto de boa qualidade dentro dos limites especificados pela legislação brasileira (AZEVEDO, et al., 2003).

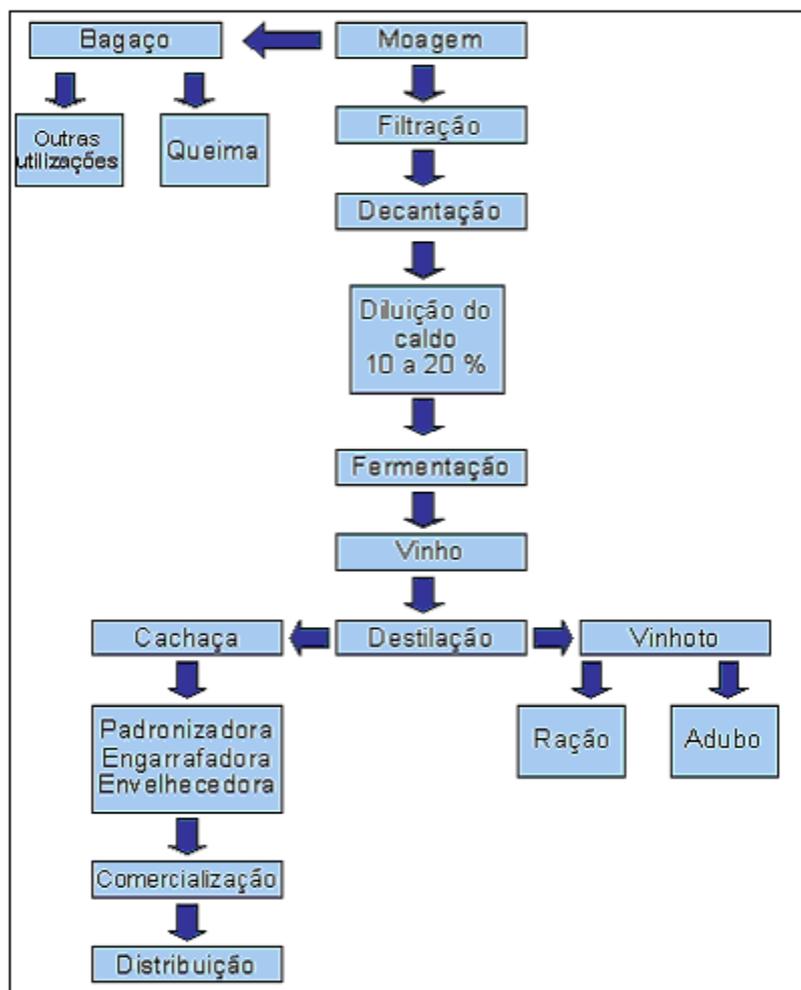
A aguardente basicamente é definida como um líquido de graduação alcoólica entre 38 a 54% de álcool etílico, proveniente da destilação do fermentado oriundo de um líquido açucarado (FREITAS 2011). O tipo de aguardente varia de acordo com a matéria prima utilizada podendo ser aguardentes de frutas, de amiláceos, de melão proveniente do processo de fabricação do açúcar e do caldo da cana de açúcar (AQUARONE, et al, 2001).

A matéria prima mais utilizada na produção de aguardente é a cana de açúcar, devido à alta quantidade de açúcares fermentescíveis, possibilitando uma produção de alto rendimento, assim, um bom preparo da cana para moagem é necessário, na qual o caldo extraído é enviado para a fermentação, recebendo a denominação de mosto. Na fermentação são utilizadas leveduras, principalmente as *Shaccaromyces cerevisae*. A mesma é feita em dornas de fermentação podendo ser continua ou em bateladas dependendo da necessidade da destilaria (AQUARONE, et al, 2001).

A produção de uma aguardente de qualidade depende do cumprimento rigoroso das etapas do processo de fabricação, o qual cada um apresenta uma finalidade específica. Antes da moagem, a cana de açúcar tem que ser preparada para que se extraia o máximo de caldo, visando rendimento no produto final. Para isso, a cana é lavada e picada, em seguida é moída para que o caldo seja extraído. Esse caldo é tratado

para que posteriormente, seja enviado para as dornas onde será fermentado e, em seguida, o vinho proveniente da fermentação é enviado para colunas de destilação onde será obtida a aguardente (SHREVE JUNIOR, 1997). A figura 1 mostra um fluxograma da produção de aguardente de cana-de-açúcar.

Figura 1- Fluxograma da produção de aguardente



Fonte: (SAKAI 2008)

De acordo com Alcarde (2002), a cana vem das lavouras com muita impureza, como terra e fuligens provenientes da sua queima para a colheita. Dessa forma, é necessário submetê-la a uma lavagem em mesas alimentadoras. Após essa etapa, ela é enviada para picadores e desfibradores, com o objetivo de desintegrar por completo a sua estrutura, de forma a obter uma boa extração do caldo. A cana picada é submetida à ação das moendas onde o caldo é extraído do colmo da cana de açúcar, e em seguida é

enviada para as moendas posteriores no qual o bagaço é embebido com água para a completa extração do caldo.

Após a extração, é realizada a filtração do caldo para remoção de sujeiras grosseiras. Contudo, há necessidade de realizar outros processos para a obtenção de um caldo límpido, por isso ele é filtrado e enviado a decantadores que tem forma cilíndrica onde o caldo fica por um período até que as sujeiras em suspensão como restos de bagaço e corantes formem colóides e decantam em forma de flocos sendo retirado no fundo do equipamento, esse resíduo é chamado de lodo. (VENTURNI FILHO. et al, 2005).

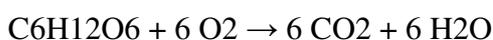
O caldo limpo é diluído e passa a ser denominado de mosto. A diluição é realizada visando a diminuição na quantidade dos açúcares contidos, o ideal é uma concentração entre 13 a 15 % de sacarose (VENTURNI FILHO et al, 2005). Segundo Lima e colaboradores, (2001) a alta concentração de açúcar no meio fermentativo aumenta a produção de álcool, ocasionando a toxidez na levedura e a baixa concentração reduz o rendimento.

O mosto é o líquido açucarado obtido da moagem da cana, que está pronto para sofrer o processo de fermentação alcoólica por meio das leveduras, num processo bioquímico onde resultará na obtenção de aguardente (LIMA et al 2001).

A preparação do mosto é fundamental para a realização da fermentação, sendo que o bom rendimento fermentativo está diretamente relacionado com as condições do mosto, principalmente no que se refere à concentração de açúcares. (AQUARONE et al 2001).

O processo de fermentação inicia-se com a adição de leveduras no mosto, equivalendo a 30% do volume da dorna de fermentação (LIMA et al 2001). A levedura mais utilizada é a *Saccharomyces cerevisiae*. As enzimas presentes nesse microrganismo degradam os açúcares por meio de reações bioquímicas (OLIVEIRA 2007).

A equação a seguir mostra a respiração onde o açúcar ($C_6H_{12}O_6$) é completamente oxidado em gás carbônico (CO_2) e água (H_2O), essa reação é extremamente energética e usada para multiplicação das leveduras.



A fermentação alcoólica ocorre na oxidação parcial do açúcar para a formação de gás carbônico (CO_2) e etanol ($2 C_2H_5OH$) essa reação produz menos energia sendo

assim essencial na produção de aguardente. A equação a seguir mostra a reação da fermentação;



Ao término da fermentação, as leveduras decantam e são retiradas através de uma válvula situada na parte inferior da dorna de fermentação, em seguida são tratadas com água e ácido sulfúrico em recipientes denominados cuba de tratamento. Esse processo objetiva a retirada de leveduras velhas e a separação de um levedo composto por microrganismos novos, o qual poderá ser reutilizado numa nova fermentação. Esse procedimento é chamado de Processo de Melle Boinot, que visa o reaproveitamento da levedura em recipientes denominados cubas de tratamento (LIMA et al 2001).

O mosto fermentado é encaminhado a peneiras de filtragem para remoção de impurezas, e após este processo denomina-se vinho que será conduzido a destilação (SHREVE et al, 1997).

O processo de destilação constitui na separação de misturas miscíveis devidas os diferentes pontos de ebulição de um ou mais composto (LIMA et al, 2001). Este processo pode ser realizado em colunas de destilação simples ou de três corpos denominadas alambiques ou em colunas de bandejas destinadas a grande produção, geralmente utilizados por grandes indústrias. O objetivo da realização do processo de destilação é separar a aguardente dos demais compostos contidos no vinho (PINHEIRO et al, 2003).

O subproduto da destilação é chamado de vinhaça ou vinhoto que são ricos em nutrientes que são essenciais para as plantas, e por isso podem ser utilizados para a fertilirrigação da lavoura de cana de açúcar (SHREVE et al 1997).

Ao termino do processo de destilação a aguardente está pronta e prossegue para o controle de qualidade, onde são realizados testes para determinar os parâmetros organolépticos como a cor, odor, o brilho, limpidez, aroma. Também são realizados outros testes para verificar o grau alcoólico, a porcentagem de cobre, acidez volátil, aldeídos, ésteres, alcoóis superiores, furfural, metanol, açúcares e contaminantes orgânicos (LABANCA, et al., 2006).

Dentre os aspectos gerais de qualidade, destaca-se o cobre, devido à sua presença quando a aguardente é produzida em alambique de cobre, e assim apresentar melhor qualidade sensorial quando comparada à produção em alambique de materiais

como alumínio, porcelana e aço-inox (LABANCA, et al., 2006). Porém, quando o manejo da produção é inadequado, o cobre pode contaminar o produto e o excesso do mesmo torna-se indesejável uma vez que, altas concentrações tornam-se prejudiciais à saúde humana causando doenças como epilepsia, melanoma, artrite reumatóide (AZEVEDO, et al., 2003).

A acidez na aguardente depende do controle no processo de fermentação devido a fatores como pureza, tempo, temperatura e manejo do mosto. Durante a fermentação, deve-se evitar a aeração do mosto, pois o aumento de oxigênio pode fazer com que o levedo transforme o açúcar em ácido acético ao invés de etanol (MARINHO, et al., 2009).

A análise da graduação alcoólica é realizada com a finalidade de verificar se a quantidade de etanol contida na aguardente esta dentro dos limites especificados pelas normas de qualidade da aguardente(AZEVEDO, et al., 2003).

Comumente as pessoas dizem que a aguardente de alambique é de qualidade superior a de destiladores contínuos. Em termos, essa ideia é valida, pois como o escoamento da aguardente em alambique é mais lento, havendo a necessidade de armazenamento em torneis de madeira, onde possibilita uma maior qualidade no sabor pelo fato do surgimento de substâncias organolépticas que deixam o paladar suave e doce. Em alguns alambiques é comum o acondicionamento em torneis de madeira, geralmente o carvalho para o envelhecimento da bebida na finalidade de melhorar as características sensoriais (LIMA et al., 2001).

No engarrafamento, o material mais utilizado é a garrafa de vidro com volume de seiscentos mililitros ou um litro. Este processo pode ser manual ou mecânico, tendo cuidado durante o acondicionamento da bebida e posterior fechamento da garrafa. O não fechamento adequado pode acarretar a contaminação e degradação do etanol a ácido acético, modificando suas características desejadas e comprometendo a qualidade da aguardente. Seu acondicionamento adequado melhora suas características organolépticas e sensoriais. Na rotulagem deve-se descrever o volume e o grau alcoólico (VENTURINI FILHO,et al, 2005).

O presente trabalho tem por finalidade analisar as amostras de destilarias de aguardente da região de Mogi Guaçu, verificando a quantidade de cobre, a graduação alcoólica e acidez volátil. Comparar os resultados obtidos com as análises físico-

químicas com a legislação vigente que determina os tipos de controle de qualidade para a aguardente de cana.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados neste trabalho análises de acidez, teor alcoólico e porcentagem de cobre em diferentes amostras de aguardente de cana de açúcar. As amostras foram obtidas de cinco destilarias da região de Mogi Guaçu, e as análises foram feitas em triplicatas com a finalidade de comparar os resultados obtidos com as normas vigentes.

2.1 Determinação da Acidez por Titulação

A determinação da acidez no presente trabalho foi realizada por meio da titulação das amostras de aguardente com a solução de hidróxido de sódio 0,1N e como indicador ácido-base utilizou-se duas gotas da solução de fenolftaleína na amostra de aguardente. A solução de hidróxido de sódio foi colocada numa bureta graduada de 50 ml para a realização da titulação até o ponto de viragem. Esta titulação foi realizada em triplicatas, utilizando-se o valor médio do gasto da solução de hidróxido de sódio para os cálculos da acidez. (MORITA, et al, 2009). A fórmula para determinação da acidez a partir dos resultados dos volumes gastos na titulação das amostras de aguardente encontra-se expressa a seguir:

$$A = \frac{V_t \cdot f_c \cdot N \cdot E_q}{10 \cdot V_a} \quad (2)$$

Sendo: A = acidez expressa em miligrama de ácido acético em 100 mL da amostra de aguardente. V_t = volume da solução de hidróxido de sódio gasto para neutralizar o ácido acético contido na amostra. F_c = fator de correção da solução de hidróxido de sódio padronizada com o biftalato ácido de potássio. N = normalidade da solução de hidróxido de sódio. E_q = equivalente grama do ácido acético. V_a = volume da alíquota em mL (ABNT,1997).

2.2 Determinação da porcentagem de cobre

Algumas aguardentes podem ter a presença de cobre em sua composição, e de acordo com o Decreto Federal nº 2314 (1997) a quantidade máxima permitida de cobre é de 5 mg por litro de aguardente, não devendo portanto, ultrapassar essa quantidade. Para a determinação do cobre foi utilizado à técnica de absorção atômica em chama que consiste na absorção da energia radiante por meio das espécies atômicas neutras não excitadas introduzindo a amostra líquida em nebulização na chama apropriada, dessa maneira é possível converter o sinal analítico na concentração do elemento químico analisado. Para realizar a análise, foram diluídas as amostras em uma proporção de 1:1 com HNO₃ 1 N e utilizados padrões internos (Ag, Bi, Co ou Ni) para minimizar as interferências causadas pelos diferentes teores alcoólicos das amostras(SOUSA et al, 2012).

2.3 Determinação do Teor Alcoólico



A análise da graduação alcoólica foi realizada, por meio do método alcoômetro de Gay Lussac, onde o aparelho é mergulhado dentro de uma proveta com a amostra da aguardente, determinando-se a porcentagem de álcool contida na bebida (MORITA, et al, 2009).

Na realização deste procedimento transferiu-se 800 mL da amostra de aguardente para uma proveta de 1000 ml, em seguida mergulhou-se o densímetro (alcoômetro) na amostra dentro da proveta onde a correção do aparelho é de 0,05° GL e o valor obtido é a porcentagem de etanol na aguardente (ABNT, 1997).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Acidez

A determinação da acidez foi realizada por meio da análise de cinco amostras de aguardentes de diferentes destilarias localizadas na região de Mogi Guaçu.

Os cálculos utilizados para determinação da acidez são referentes à acidez volátil em ácido acético dissolvido em 100 mL de solução, A tabela 1 descreve os resultados de acidez encontrados nas cinco amostras analisadas das destilarias, sendo que a amostra da destilaria 1 apresentou o menor valor, e a da destilaria 2 demonstrou a maior acidez.

Tabela 1 - Resultados da análise de acidez

Amostras	Acidez encontrada (150mg/100ml)
Destilaria 1	62
Destilaria 2	235
Destilaria 3	119
Destilaria 4	207
Destilaria 5	179

De acordo com a ABNT (1997) o limite de acidez na aguardente é de 150 mg por 100mL de amostra. No presente trabalho, as amostras da Destilaria 2, 4 e 5 apresentaram valores superiores ao determinado.

Esses valores de acidez encontrados na destilaria 2, 4, e 5 podem promover alterações nas características sensoriais da aguardente, como sabor ácido e adstringente (BOZA, HORRI, 1998). Entretanto, uma alta acidez contida na aguardente pode ser devido à contaminação da cana ou do mosto por bactérias acéticas, fazendo com que o substrato sofra fermentação acética aumentando a acidez e minimizando o rendimento da produção (MARINHO, et al., 2009).

3.2 Determinação de cobre

O cobre é muito utilizado nas construções de destiladores principalmente em alambiques onde a produção é pequena além de apresentar vantagens como melhor troca térmica, menor índice de reação pela corrosão e melhor qualidade sensorial, deixando seu sabor mais apreciável. O principal problema na contaminação com cobre na aguardente é a higienização dos aparelhos, que quando realizados adequadamente, diminui o risco de contaminações (BOZA, HORRI, 1999).

A grande maioria dos alambiques artesanais brasileiros é de cobre, onde na destilação da aguardente ocorre à formação de carbonato básico de cobre que incorpora nos vapores do destilado ocorrendo assim uma contaminação por íons cobre. Uma das alternativas para eliminar este problema é a utilização de destiladores de aço inox, porém o produto final pode apresentar um odor de sulfeto característico e, para diminuir estes odores, podem-se incorporar anéis de cobre no destilador de inox. (NASCIMENTO et al., 1997).

A dosagem do cobre é importante já que essa substância é essencial para a saúde humana, porém seu excesso pode provocar vários males como lesões nos vasos capilares, lesões nos rins, fígados e sua precipitação na córnea pelo acúmulo nos tecidos. (AZEVEDO, et al, 2011).

Nas análises de determinação de cobre das aguardentes de diferentes destilarias da região de Mogi Guaçu verificou que todas apresentaram dados inferiores a 0,05 (Tabela 2)

Tabela 2: Resultados da análise de cobre

Amostra	Cobre (0,05mg/L)
Destilaria 1	<0,05
Destilaria 2	<0,05
Destilaria 3	<0,05
Destilaria 4	<0,05
Destilaria 5	<0,05

O resultado da concentração de cobre mostra que todas as amostra estavam com valores inferiores a 0,05 mg/L, estando de acordo com o Decreto Federal nº 2314 (1997) que determina no máximo 5 mg por litro de amostra.

Vale destacar que não foi possível determinar a concentração exata de cobre na amostra porque o aparelho de absorção atômica em chama somente detecta quantidades acima de 0,05 mg/L.

3.3 Graduação alcoólica

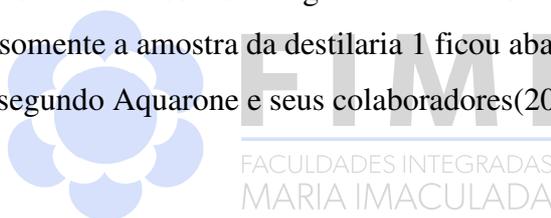
Os resultados das análises do teor alcoólico encontradas nas cinco amostras de aguardentes analisadas das diferentes destilarias estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Resultados da análise da graduação alcoólica

Amostras	Graduação alcoólica (VMP=38/54%/L)
Destilaria 1	32
Destilaria 2	40
Destilaria 3	38,3
Destilaria 4	42
Destilaria 5	38

Nota-se a amostra da destilaria 1 apresentava o menor teor, quanto a amostra da destilaria 4 que possuía o maior teor

No entanto, das cinco amostras de aguardente analisadas para determinação da graduação alcoólica, somente a amostra da destilaria 1 ficou abaixo do especificado, que seria entre 38 e 54%, segundo Aquarone e seus colaboradores (2001).



4 CONCLUSÃO

Nas análises de quantidade de cobre realizadas nas amostras de aguardentes de diferentes destilarias, não houve detecção do metal, talvez a quantidade fosse muito pequena concluindo-se que estas amostras de aguardente estão dentro do padrão exigido.

Em relação à acidez, três amostras das cinco apresentavam níveis acima do especificado. Este elevado teor encontrado é ocasionado em decorrência de má higienização dos equipamentos ou excesso de tempo da fermentação que causa a degradação do etanol através de enzimas acéticas produzindo ácido acético. Este aumento do ácido acético modifica as características de padronização da bebida.

Das análises de teor alcoólico realizado com o método de alcoômetro, somente uma amostra ficou com o grau alcoólico abaixo do esperado, concluindo-se que talvez o processo de destilação da aguardente não foi realizado de maneira adequada ou então a

diluição do caldo para fermentação não foi feita de forma adequada acarretando numa menor produção de etanol no meio fermentativo.

As análises para determinação de acidez e teor alcoólico realizado em cinco amostras, demonstram que quatro não atendem aos padrões determinados, ficando somente a amostra da destilaria 3 dentro dos valores determinados. Deve haver um controle mais rigoroso da qualidade das aguardentes presentes no mercado para que todos cumpram as especificações determinadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, B. G. ; COLTRO, T. K, W. **Apostila de laboratório de química geral: química experimental**. Universidade Federal de Goiás Instituto de Química. Goiás 2011. Disponível em; <[http://extras.ufg.br/uploads/191/original_Apostila\(1\).pdf](http://extras.ufg.br/uploads/191/original_Apostila(1).pdf)>. acesso em 28/10/11.

ALCARDE. André. Ricardo. **Processamento da Cana de Açúcar**, Agencia de Informação Embrapa.Brasília, 24 fev. 2002. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canacucar/arvore/CONTAG01_102_221_22006154841.html>. Acesso em: 29/10/11.

AQUARONE.E, et al. **Biotechnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. v.4. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).Aguardente de cana,determinação de acidez titulável, volátil, total e fixa: Rio de Janeiro. 1997. Disponível em: <<http://dc311.4shared.com/doc/JbM-yF4X/preview.html>>. acesso em 31/10/2011.

AZEVEDO, S.M., et al., Levantamento da contaminação por cobre nas aguardentes de cana-de-açúcar produzidas em minas Gerais.**Ciências e agrotecnologia**. Lavras, v.27, n.3, p.618-624, maio/jun, 2003. Disponível em:<[HTTP://http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542003000300017&script=sci_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542003000300017&script=sci_arttext)>. Acesso em: 19 de out de 2011.

BOZA, Y; HORII, J. Influência da destilação sobre a composição e a qualidade sensorial da aguardente de cana-de- açúcar. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.4, out/dez, 1998. Disponível em: <[HTTP//http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000400006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000400006)>. Acesso em: 21 de out de 2011.

EATON. A. D. **Standard Methods for Examination of Water and Wast Water.** 21st Edition. 2005.

VENTURINI, W.G.F., et al. **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, bpf/appcc, legislação, mercado.** São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

LIMA. U. A., et al. **Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos.** v. 3. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

MARINHO, A.V., et al, Avaliação da acidez volátil, teor alcoólico e de cobre em cachaças artesanais. **Estudos**, Goiânia, v.36, n.1/2, p.75-93, jan/fev. 2009. Disponível em: <HTTP:// <http://revistas.ucg.br/index.php/estudos/article/viewArticle/1129>. Acesso em: 19 de out de 2011.

MORITA. T, et al. **Manual de soluções, reagentes e solventes.** 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

NASCIMENTO, Ronaldo F. Influência do material do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar. 15 de out. de 1997. São Paulo: Disponível em: <HTTP://www.scielo.br/pdf/%0D/QN/v21n6/2907.pdf> Acesso em: 31 de out de 2011.

NORONHA, João Freire. Apontamentos- Análise sensorial: Metodologia. 20 de jan. de 2003. Coimbra: Disponível em: www.esac.pt/noronha/A.S/Apontamentos/sebenta_v_1_0.pdf Acesso em: 13 de maio de 2013.

OLIVEIRA. Marcelo. **Fermentação**, Reações de Fermentação. 19 de out. de 2007. Disponível em: <<http://julia3mcesb.blogspot.com/2007/10/reaes-de-fermentao.html>>. Acesso em: 29 de out de 2011.

PINHEIRO. PAULO. C. Origem, produção composição química da cachaça. **Química Nova na Escola**, nº 18, Nov de 2003. Disponível em: <http://qnint.sbq.org.br/qni/visualizarTema.php?idTema=23>> acesso em: 30 de out de 2011.

SAKAI. Rogério Haruo. Consumo da Aguardente. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 10, Dez de 2008. Disponível em: <WWW.agencia.cnptia.embrapa.br/.../...>> acesso em: 03 de abril de 2013.

SHREVE. R. N.; JR. J. A. B. **Industria de processos químicos.** 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1997.

SOUSA. André Moreira. Desenvolvimento e Validação de um Método Analítico para Determinação de Cobre em cachaça usando FAAS e Aplicação no Estudo de Remoção de Cobre em Amostras da Bebida Utilizando Bagaço de Cana-de-Açúcar. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS DEPARTAMENTO DE QUÍMICA 10, Nov de 2012
Disponível em:

http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/SFSA-92AUPU/disserta__o_de_mestrado_com_revis_o_da_banca_e_ficha_catalogr_fica.pdf?sequence.

