

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. 10:1

February 2017

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=322&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



Avaliação da qualidade de cachaças produzidas na região norte de Mato Grosso

Cachaça quality assessment produced in northern Mato Grosso

J. M. Pellenz, M. O. Lima, C. Wobeto+, R. L. T. Andrade

Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Sinop

+ Author for correspondence: carmenwobeto2014@gmail.com

Resumo. O aumento do consumo de cachaça e a possibilidade de exportação estão cada vez mais exigindo que produtores busquem a melhoria pela qualidade da bebida. A cachaça é definida como sendo uma denominação típica e exclusiva para aguardente de cana-de-açúcar produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38-48% em volume, a 20°C, com características sensoriais peculiares. Uma boa cachaça deve possuir em sua composição valores mínimos de contaminantes e valores limitantes de congêneres estabelecidos pela legislação que garantam os padrões mínimos de qualidade da bebida (cor, aroma, sabor). O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade físico-química de cachaças produzidas na região norte de Mato Grosso. Foram coletadas 5 amostras de cachaças da região, e posteriormente estas foram avaliadas quanto aos parâmetros de acidez total, acidez fixa e acidez volátil, ésteres totais, extrato seco, teor de cobre e graduação alcoólica segundo normas do Instituto Adolfo Lutz. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias contrastadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Das cachaças analisadas, 4 apresentaram resultados fora do padrão estabelecido pela legislação, sendo que a cachaça C apresentou valores de 329,07 e 902,70 mg/100 mL de álcool anidro para o parâmetro de acidez volátil e ésteres totais respectivamente. As cachaças D, B e E apresentaram valores de ésteres totais de 452,30; 258,66 e 243,16 mg/100mL álcool anidro respectivamente. Para teor de cobre a cachaça E apresentou valores muito acima do permitido com 57,08 mg/L⁻¹ de amostra e teor de extrato seco de 0,1309 g/mL⁻¹. Quanto a graduação alcoólica apenas a cachaça D apresentou teor alcoólico abaixo do limite mínimo.

Palavras-chave: Alambique, análises físico-químicas, padrões de qualidade.

Abstract. The increased consumption of cachaça and the possibility of exportation are increasingly requiring that producers seek to improve the quality of the drink. Cachaça is defined as a typical and exclusive name for brandy for sugar cane produced in Brazil, with alcoholic graduation of 38-48% by volume at 20 ° C, with peculiar sensory characteristics. A good cachaça must have in its composition and minimum values of contaminants and congeners limited values established by legislation to ensure minimum standards of beverage quality (color, aroma, flavor). The objective of this study was to evaluate the physical and chemical quality of cachaça produced in northern Mato Grosso. We collected five samples of cachaça in the region, and then these were evaluated parameters for total acidity, fixed acidity and volatile acidity, total esters, solids, copper and level alcohol according to standards of the Instituto Adolfo Lutz. The data were submitted to analysis of variance and the means compared by tukey test at 5% probability. Of cachaças analyzed, 4 had results outside the standard set by legislation, where cachaça C showed values of 329.07 and 902.70 mg/100 mL of anhydrous alcohol for the parameter of volatile acid and esters respectively. The cachaças D, B and E showed values of total esters of 452.30, 258.66 and 243.16 mg/100mL anhydrous alcohol respectively. For level of copper rum E showed values above the permitted with 57.08 mg / L of sample and dry extract of 0.1309 g / mL. As the level of alcohol, only cachaça D showed alcohol level below the limit minimum.

Keywords: Alembic, analysis physical-chemical, quality standards.

Introdução

Em meados do século XVI a cachaça, bebida extraída da fermentação e destilação do melaço proveniente da cana-de-açúcar, era considerada uma bebida de baixo status perante a sociedade, pois era consumida apenas por escravos e brancos pobres. Atualmente, o mercado mundial e também o brasileiro, de melhor poder aquisitivo, está ávido por produtos denominados “naturais”, sendo o produto artesanal o mais requisitado permitindo assim, ao micro, pequeno e médio produtor, a chance de competição com o chamado “produto industrial”, sendo imprescindível para isso a qualidade de seu produto (AZEVEDO *et al.* 2003).

O Brasil se destaca na produção de cachaça sendo esta a segunda bebida alcoólica mais consumida no país. Este líquido foi elevado ao posto de bebida símbolo nacional, e terceiro destilado mais consumido no mundo, atrás apenas da vodca e do soju (FRANÇA *et al.* 2011).

Segundo o Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Aguardente de Cana, Caninha ou Cachaça (PBDAC), a produção gira em torno de 1,3 bilhões de litros por ano, sendo que cerca de 70% desse total é proveniente da fabricação industrial e 30% da forma artesanal (SEBRAE, 2008). O Brasil consome quase toda a produção de cachaça e cerca de 1% a 2 %, apenas, é exportado. São Paulo lidera a produção de cachaça industrial, e Minas Gerais é o primeiro produtor nacional de cachaça de alambique, com quase 50% da produção, sendo 8.466 alambiques e uma produção de cachaça que alcança 230 milhões de litros por ano (IMA, 2005). No estado de Mato Grosso não foram encontrados dados sobre a produção de cachaça.

Há dois processos básicos na produção da cachaça, o industrial e o artesanal. O primeiro processo é utilizado quando se deseja uma produção em grande escala e de forma contínua, apresentando, em geral, qualidade sensorial mediana. A produção artesanal se aplica a volumes menores, onde a destilação é feita em alambiques de cobre ou aço/inox e a fermentação ocorre de forma natural, onde normalmente são produzidas as melhores cachaças. Apesar do nome, a produção artesanal pode envolver muita tecnologia (SEBRAE, 2008). O início da produção da cachaça ocorre com o plantio, colheita e moagem da cana, seguida pela fermentação do caldo resultante da moagem e após, passa pelo processo de destilação (PINHEIRO *et al.*, 2003).

Para ser considerada cachaça, a bebida deve apresentar graduação alcoólica entre 38 e 48% v/v a 20°C de acordo com a legislação brasileira, podendo ainda ser adicionada de açúcares até seis gramas por litro, expressos em sacarose, regulamentação prevista pela legislação (BRASIL, 2009) sob a fiscalização do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). A legislação estabelece ainda os padrões de identidade e qualidade da bebida regulamentados

pela Instrução Normativa n. 13 (BRASIL, 2005) e, tem a finalidade de moderar a influência de cada componente nas características sensoriais da bebida, além de limitar a presença de contaminantes nocivos à saúde humana.

Entre todas as etapas de produção da cachaça, a fermentação é uma das etapas mais importantes, quando ocorre a formação do álcool etílico e formação de diversos outros compostos denominados compostos secundários, entre eles o aldeído, metanol, alcoóis superiores, ácidos e ésteres.

Além da produção de compostos secundários, a preocupação com a presença de contaminantes é de suma importância quando se pretende produzir cachaça. O cobre é um dos metais indesejáveis na aguardente. A presença do mesmo na bebida provém da constituição do metal utilizado na construção de alambiques. Contudo, em quantidades pequenas este metal contribui para a eliminação de determinados odores indesejáveis, observados em aguardentes destiladas em alambiques feitos com outros metais, como o aço inox (FRANÇA, *et al.* 2011).

O emprego de alambique de cobre é especialmente utilizado por produtores que trabalham em micro escala. Segundo LIMA *et al.* (1994), existem várias controvérsias sobre o uso desse metal, os autores afirmam que seu excesso pode ser tóxico por causa da afinidade do metal com o grupo S-H de muitas proteínas e enzimas. No entanto, muitos pesquisadores atribuem ao cobre o papel de catalisador durante o processo de destilação da aguardente. Quando a aguardente é fermentada e destilada em recipiente que não possui cobre em sua constituição, a bebida resulta de baixa qualidade organoléptica.

Com o aumento do consumo e da exportação, maior grau de exigência de qualidade dos consumidores se fez necessária a realização de novas pesquisas e avaliações de qualidade e identificação em toda a cadeia produtiva de cachaça do estado de Mato Grosso, visto que não há estudos relacionados à este assunto na região.

Neste sentido, o presente trabalho em como objetivo avaliar a qualidade físico-química de cachaças produzidas na região norte de Mato Grosso.

Métodos

Para a realização do presente trabalho foram coletadas em agosto de 2012 cinco diferentes cachaças produzidas na região norte do estado de Mato Grosso. As análises foram realizadas em 3 repetições e cada repetição constituída de 1L de cachaça, totalizando 15 unidades amostrais. Para cada marca de cachaça, cada um dos 3L obtidos veio do mesmo lote. Os procedimentos analíticos utilizados estão descritos a seguir.

As amostras foram identificadas como cachaça A e E (produzidas em alambique de cobre, com utilização da cana-de-açúcar como matéria-

prima), cachaça B (produzida em alambique de cobre, com utilização de mel como matéria-prima), cachaça C e D (produzidas em alambique de aço inoxidável, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima). Após identificadas, as amostras foram armazenadas em temperatura ambiente no laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Mato Grosso, sendo que no período de setembro de 2012 à janeiro de 2013 foram realizadas as análises físico-químicas segundo normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Os métodos de avaliação seguiram as seguintes características: Acidez total, Acidez fixa, Acidez Volátil por diferença, Ésteres totais, Extrato seco, Teor de cobre, Graduação Alcoólica e Análise estatística.

A Acidez Total foi determinada pela da titulação e neutralização dos ácidos com solução padronizada de álcali, tendo como indicador a solução de fenolftaleína, quando foram utilizados 50 mL da amostra de cachaça em um frasco Erlenmeyer de 500 mL. Adicionou-se 0,5 mL do indicador fenolftaleína e o conteúdo titulado com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N até coloração rósea. Após, foram anotados os valores de hidróxido de sódio utilizados em cada titulação e por meio da equação 1, o resultado de acidez total era expresso em g de ácido acético por 100 mL de amostra.

$$\frac{n \cdot M \cdot f \cdot PM}{10 \cdot V} = \text{Ácidos totais expressos em g de ácidos acético por 100 mL de amostra (1)}$$

Em que:

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

M é molaridade da solução de hidróxido de sódio

f é fator de correção da solução de hidróxido de sódio

PM é peso molecular do ácido acético (60 g)

V é volume tomado da amostra, em mL

Os teores de acidez fixa foram obtidos por evaporação da amostra seguida de uma titulação dos ácidos residuais com álcali, quando se pipetou 50 mL da amostra em uma cápsula de porcelana e evaporou-se o conteúdo em banho-maria adicionando-se água cuidadosamente pelas paredes da cápsula lavando o resíduo e continuando a evaporação até quase total secura. Após, transferiu-se o resíduo para um Erlenmeyer com 100 mL de água e o conteúdo era titulado com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N e posteriormente os valores obtidos da titulação eram aplicados na equação 2:

$$\frac{n \cdot M \cdot f \cdot PM}{10 \cdot V} = \text{Ácidos fixos expressos em g de ácidos acético por 100 mL de amostra (2)}$$

Em que:

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

M é a molaridade da solução de hidróxido de sódio

f é o fator de correção da solução de hidróxido de sódio

PM é o peso molecular do ácido acético (60g)

V é o volume tomado da amostra, em mL

A determinação da acidez volátil era realizada pelo do cálculo por diferença entre a acidez total e a acidez fixa, pela equação 3. O resultado era expresso em mg de ácido acético por 100 mL de álcool anidro.

At - Af = ácidos voláteis, em g de ácido acético por 100 mL de amostra (3)

At é a concentração de ácidos totais

Af é a concentração de ácidos fixos

Com isso para se obter o teor de acidez volátil presente em 100 mL de álcool anidro precisou-se usar da equação 4:

$$\frac{Av \cdot 100}{G} = \text{Ácidos voláteis, em g de ácido acético por 100 mL de álcool anidro (4)}$$

Em que:

Av são os ácidos voláteis expressos em g por 100 mL de amostra

G é a graduação alcoólica

A quantidade de ésteres totais era obtida por meio da saponificação dos ésteres com hidróxido de sódio 0,1 N, quando foram pipetados 100 mL da amostra para um frasco de Erlenmeyer de 500 mL. A neutralização era observada com indicador a fenolftaleína. Após a titulação era adicionado um excesso de 10 mL de hidróxido de sódio e o frasco era adaptado à um condensador de refluxo, onde foi deixado por 1 hora em banho-maria. Nas amostras onde a coloração rósea desapareceu, o frasco de erlenmeyer foi esfriado e adicionado mais 10 mL de solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N e deixado em refluxo por mais 30 min. Após o tempo determinado as amostras foram resfriadas rapidamente e adicionado 10 mL de solução padronizada de ácido sulfúrico 0,1 N, ou 20 mL, se houve a adição de mais solução de hidróxido de sódio e titulado o excesso com hidróxido até voltar a coloração rósea novamente. Os valores em mL de hidróxido de sódio e ácido sulfúrico usados posteriormente foram aplicados na equação 5 e o resultado expresso em mg de acetato de etila por 100 mL da amostra.

$$\frac{(B - C) \cdot N \cdot PM \cdot 100}{V} = \text{Ésteres expressos em mg por 100 mL de amostra (5)}$$

Em que:

B é o volume de solução de hidróxido de sódio adicionado (10 ou 20 mL) mais volume de hidróxido de sódio gasto na titulação, multiplicado pelo fator da solução.

C é o volume em mL de ácido sulfúrico adicionado, multiplicado pelo respectivo fator da solução

N é a normalidade das soluções (0,1 N)

V é o volume da amostra usado na titulação, em mL

PM é o peso molecular do acetato de etila = 88 g

Com isso para se obter o teor ésteres totais presente em 100 mL de álcool anidro precisou-se usar da equação 6.

$$\frac{E \cdot 100}{G} = \frac{\text{Ésteres, expressos em mg/100 mL de álcool anidro (6)}}{G}$$

Em que:

E é o teor de ésteres expressos em acetato de etila por 100 mL de amostra

G é a graduação alcoólica da amostra

O teor de extrato seco era obtido pela pesagem dos resíduos após a evaporação da água e álcool por aquecimento, quando foram pipetados 25 mL da amostra para uma cápsula previamente seca em estufa, resfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada. Evaporou-se lentamente a cachaça em banho-maria até total secura. Após, as cápsulas foram levadas para estufa a 105° C por 30 min. Resfriada em dessecador por aproximadamente 30 min e pesada em balança de precisão. Posteriormente os valores finais das cápsulas foram subtraídos dos valores iniciais e o resultado obtido era aplicado na equação 5, em que o teor de extrato seco foi expresso em porcentagem.

$$\frac{100 \cdot N}{V} = \frac{\text{Extrato seco g/100 mL amostra}}{V}$$

Em que :

N é a massa de resíduo seco em g (massa da cápsula com o extrato menos a tara da cápsula)

V é o volume da amostra em mL

Para a determinação do teor de cobre utilizou-se a técnica de espectrometria de absorção atômica, pelo método de adição de padrão utilizando um espectrômetro modelo AA 140.

Para a preparação da curva padrão utilizaram 4 balões volumétricos de 50 mL para cada unidade amostral. Em cada balão era adicionado 10 mL de cachaça e posteriormente adicionado alíquotas de 2, 5 e 10 mL da solução padrão de cobre com concentração de 5 mg/L⁻¹, sendo um dos balões sem adição de padrão e sim somente cachaça. Dessa forma, a concentração final de cobre em cada balão foi, respectivamente, 0; 0,2; 0,5; e 1 mg/L⁻¹. O equipamento para leitura das amostras foi zerado com solução de álcool etílico a 8%. Procedeu-se as leituras de absorbância a 324,8 nm, usando chama oxidante ar/acetileno. Os valores de absorbâncias foram processados em planilha eletrônica Excel, e as quantidades de cobre foram determinadas por análise de regressão linear, na qual o ponto de intersecção das abscissas correspondeu a concentração de cobre na amostra diluída. Após, este valor foi multiplicado pelo fator 5 e dessa forma obtiveram as concentrações de cobre nas cachaças, em mg de Cu/L⁻¹ de amostra (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

O grau alcoólico era determinado por meio de um alcoômetro, calibrado a temperatura de 20° e as leituras feitas em % v/v.

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. O teste de Tuckey foi usado para comparação das médias, com probabilidade de 5%. Além disso, os dados foram comparados com os padrões de qualidade e identidade de cachaça definidos pelo MAPA (BRASIL, 2005). As análises estatísticas foram realizadas segundo técnicas usuais do software SISVAR.

Resultados e discussão

Na Tabela 2 verificam-se que os valores de acidez das cachaças analisadas variaram de 13,58 a 329,07 mg/100mL de álcool anidro, sendo que apenas as cachaças D (103,73) e E (105,31) apresentaram médias que não diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 2. Teores médios de acidez expressos em mg/100 mL de álcool anidro de cachaças avaliadas da região norte de MT.

Amostra	Acidez Volátil mg.100mL ⁻¹
Cachaça B ²	13,58 a*
Cachaça A ¹	43,56 b
Cachaça D ³	103,73 c
Cachaça E ¹	105,31 c
Cachaça C ³	329,07 d
CV(%)	3.34

¹ Cachaças produzidas em alambique de cobre, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima.

² Cachaça produzida em alambique de cobre, com utilização de mel como matéria prima.

³ Cachaças produzidas em alambique de aço inoxidável, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima.

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nas amostras A e B verificaram-se valores mínimos de acidez volátil, ou seja, de 43,56 e 13,58 mg/100 mL, respectivamente. Os valores de concentração para este parâmetro revelaram que a amostra C foi a que apresentou acidez acima do limite máximo, que é de 150 mg de ácido acético por 100 mL de álcool anidro, estabelecido pela Legislação, conforme mostrado na Figura 1. Bogusz Junior (2006), em cachaças produzidas no RS e por França (2011), em cachaças produzidas em MG, observaram valores de acidez volátil acima do permitido (185,80 e 590 mg/100mL de álcool anidro) em trabalhos analisando a composição química da cachaça.

O resultado da acidez volátil para a cachaça C é um indicativo de possíveis problemas relativos a fabricação da cachaça, sendo que vários fatores podem ter influenciado o processo de fabricação como, por exemplo, o controle do tempo, temperatura (acima de 22 °C favorece formação de ácidos) e excesso de aeração durante o processo fermentativo, tipo de levedura utilizada, manejo do

mosto e higiene no processo de fabricação das cachaças (CARDOSO, 2001).

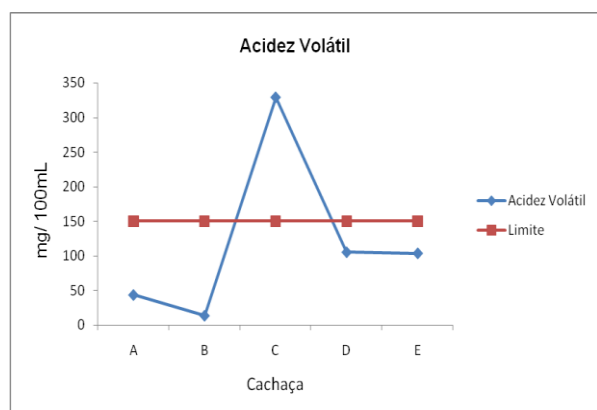


Figura 1. Teores médios de acidez volátil em cachaças do norte de MT em comparação com o limite máximo estabelecido pela legislação.

Miranda *et al.* (2008) afirmam que cachaças recém destiladas têm acidez inicial baixa e, com o envelhecimento, pode ocorrer a oxidação do etanol levando à formação de ácido acético e acetaldeído. Desse modo, uma cachaça de baixa acidez inicial pode revelar seu grau de maturação pelo aumento da acidez volátil que, todavia, não desqualifica o produto no aspecto sensorial pelo conjunto agradável que forma com outros componentes.

Quanto aos valores médios de ésteres totais, observa-se pelos dados na Tabela 3, que das cinco cachaças analisadas quatro apresentaram valores de ésteres totais acima do permitido pela legislação (200 mg/100 mL de álcool anidro), sendo estas as cachaças C, D, B e E, com valores de 902,70; 452,30; 258,66 e 243,16 mg por 100 mL de álcool anidro respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si apenas as cachaças B e E (Tukey $p < 0,05$). Somente a cachaça A apresentou valores dentro do permitido, com concentrações de ésteres totais de 164,53 mg/100 mL conforme Figura 2. Andrade *et al.* (2000) verificaram valores semelhantes de concentrações de ésteres (343 mg/100 mL⁻¹ de amostra ou o equivalente a 902,63 mg/100mL⁻¹ de álcool anidro) em cachaças provenientes do estado de MG. Já Pereira *et al.* (2003) encontraram valores médios de concentração de ésteres entre 13,79 e 161 mg de acetato de etila por 100 mL de álcool anidro em trabalho avaliando compostos secundários em cachaças de Minas Gerais.

As concentrações de ésteres que ultrapassaram o limite máximo de ésteres totais podem ter ocorrido devido a não separação correta da fração cabeça do destilado, pois segundo Maia *et al.* (1994) o acetato de etila corresponde a cerca de 80% do conteúdo total de ésteres na aguardente, sendo que este éster é característico da fração cabeça do destilado. Logo, o conteúdo de ésteres pode ser controlado e ajustado pela técnica adequada de destilação, objetivando o recolhimento da fração ideal do produto do coração. Além disso,

procedimentos como adição de água aquecida para se diminuir o brix do caldo, ou mesmo aquecimento do caldo de cana, muitas vezes antes de ser transferido as dornas de fermentação, contribuem para minimizar a formação de acetato de etila acima dos limites estabelecidos pela legislação. O uso de leveduras e substrato ideais, bem como um adequado monitoramento do tempo de fermentação, também auxiliam no controle de altas quantidades de ésteres (MAIA *et al.* 1991).

Tabela 3. Teores médios de ésteres totais expresso em mg/100 mL de álcool anidro em cachaças da região norte de MT.

Amostra	Ésteres Totais mg/100mL
Cachaça A ¹	164,53 a*
Cachaça E ¹	243,16 b
Cachaça B ²	258,66 b
Cachaça D ³	452,30 c
Cachaça C ³	902,70 d
CV (%)	1,92

¹ Cachaças produzidas em alambique de cobre, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima.

² Cachaça produzida em alambique de cobre, com utilização de mel como matéria prima.

³ Cachaças produzidas em alambique de aço inoxidável, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

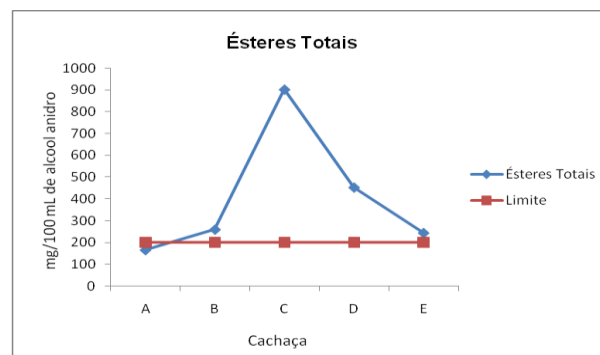


Figura 2. Teores médios de ésteres totais em cachaças do norte de MT em comparação com limite estabelecido pela legislação.

Outros fatores que podem influenciar os níveis de ésteres no produto ocorrem devido a composição do meio fermentativo, como por exemplo, os teores de aminoácidos, glicose e cátions, concentração de carbonos, suplemento nitrogenado, utilização dos micronutrientes e nível de insaturação dos ácidos graxos presentes que por reações de esterificação com alcoóis podem formar os esterres. Além disso, fatores como a cultivar de cana-de-açúcar empregada, as linhagens de leveduras, a temperatura de fermentação, a concentração de CO₂, a oxigenação do meio e pH podem influenciar na formação de ésteres (BOGUSZ JUNIOR, et al. 2006).

Quando em pequenas quantidades na cachaça, os ésteres oferecem um aroma agradável de frutas, no entanto, seu excesso participa de

forma negativa sobre sua qualidade final, conferindo à cachaça um sabor indesejável e enjoativo. Por isso, teores baixos destes compostos são desejáveis em bebidas destiladas, como encontrado na Cachaça A com níveis de 69,1 mg/100 mL⁻¹ de álcool anidro.

Os teores de extrato seco nas cachaças analisadas variaram entre 0,004 e 0,13 g/mL⁻¹ conforme mostrado na Tabela 4, em que o valor significativamente maior foi obtido na cachaça E (0,1309 g/mL⁻¹) e o menor valor de cachaça presente na amostra C (0,004 g/mL⁻¹), porém, pelo teste de Tukey, as cachaças C e A não diferiram entre si em termos de extrato seco.

Souza et al (2009) obtiveram resultados em termos de extrato seco inferiores em um estudo realizado com diferentes marcas de cachaça comercializadas em Natal-RN, em que o teor de extrato seco variou entre 0,0005 a 0,0652 g/mL⁻¹. Tais resultados são indicativos de boa qualidade, uma vez que quanto menor a quantidade de extrato seco melhor a cachaça.

Já Carvalho, et al. (2011) obtiveram resultados de extrato seco superiores ao deste trabalho. Os resultados encontrados variaram de 0,192 a 1,718 g/mL⁻¹. Esta discrepância pode estar relacionada ao tempo de envelhecimento das cachaças, já que cachaças recém-destiladas apresentam teores de extrato seco menor que a mesma cachaça quando envelhecida, que tem seus extratos primitivos somados com os valores adquiridos durante o envelhecimento. Desse modo, à medida que ocorre o envelhecimento de um destilado em condições normais, o teor de extrato seco vai aumentando. Porém, este aumento por si só não serve de parâmetro de envelhecimento de uma bebida, uma vez que diferentes teores de extratos podem ser encontrados em diferentes bebidas de qualidade renomada, uma vez que outros parâmetros podem ser usados para mensurá-los. Outros fatores devem ser levados em consideração como: a madeira usada na construção do reservatório, o teor alcoólico inicial da bebida a ser envelhecida, a temperatura e umidade do ambiente, tipo de tratamento dado à madeira e o tempo de envelhecimento podem influenciar no teor de resíduo seco (PINHEIRO, 2010).

Os níveis de cobre nas cachaças analisadas apresentaram resultados acima do padrão estabelecido pela legislação (5 mg/L⁻¹ de cobre). Na cachaça E, foram encontrados concentrações médias de 57,08 mg/L⁻¹. As amostras de cachaça A e B apresentaram valores inferiores ao estabelecido pela legislação, 0,87 mg/L⁻¹ e 2,55 mg/L⁻¹, respectivamente e estatisticamente iguais entre si. Já nas cachaças C e D não foram detectados teores de Cu pela metodologia empregada porque foram produzidas em alambique de aço inoxidável, como apresentado na Tabela 5

Em estudo similar realizado por Schmidt et al. (2009), analisando aguardentes produzidas artesanalmente na região do vale do Taquari no Rio

Grande do Sul, foram encontrados níveis de cobre acima do permitido em 50% das amostras analisadas, cujos teores variaram entre 0,54 à 19,74 mg/L⁻¹ de cobre. Da mesma forma Silva, et al. (2012) obteve valores de 21,45 mg/L⁻¹ de cobre em cachaças provenientes da região noroeste da Bahia.

Tabela 4. Teores médios de extrato seco expressos em g/ml de álcool anidro em cachaças da região de MT.

Amostra	Teor de Extrato Seco g/mL ⁻¹
Cachaça C ³	0,004027 a*
Cachaça A ¹	0,007673 a
Cachaça B ²	0,017197 b
Cachaça D ³	0,020980 b
Cachaça E ¹	0,130900 c
CV (%)	6,09

¹ Cachaças produzidas em alambique de cobre, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima.

² Cachaça produzida em alambique de cobre, com utilização de mel como matéria prima.

³ Cachaças produzidas em alambique de aço inoxidável, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Teor de cobre expresso em mg.L⁻¹ de amostra em cachaças da região norte de MT.

Tratamentos	Teor de Cobre mg/L
Cachaça C ³	
Cachaça D ³	ND
Cachaça A ¹	0,8731 ab*
Cachaça B ²	2,5533 b
Cachaça E ¹	57,0800 c
CV (%)	7,42

¹ Cachaças produzidas em alambique de cobre, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima.

² Cachaça produzida em alambique de cobre, com utilização de mel como matéria prima.

³ Cachaças produzidas em alambique de aço/inox, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima.

ND: não detectado.

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Comparando somente as cachaças produzidas em alambique de Cu, ou seja, as cachaças A, B e E, verifica-se que a acidez volátil e teor de cobre nas amostras do Alambique E são notoriamente mais elevados que as amostras dos Alambiques A e B. Possivelmente o grau de remoção da fração cauda influi no teor de cobre do destilado, pois Boza et al. (2000) analisando a influência da acidez no teor de cobre, constatou que os teores desse metal durante a destilação acompanham os teores de acidez encontrados no destilado principalmente na fração cauda (final), isso

porque a variação da composição dos ácidos nas frações encontra-se em função das propriedades físicas destes. Na primeira destilação do fermentado em alambique, os ácidos graxos compostos com relativamente alto ponto de ebulição e inteiramente ou parcialmente solúveis em etanol terminam de destilar no meio da fração coração, enquanto o ácido acético cujo ponto de ebulição é maior do que o da água e solúvel em água inicia a destilação no meio da fração coração.

Os resultados de alto teor de cobre indicam uma inadequada higienização do destilador na remoção do azinhavre (carbonato básico de cobre $[CuCO_3Cu(OH)_2]$ solúvel em ácido), proveniente da dissolução desse sal que se forma no interior do alambique e é arrastado pelos vapores ácidos e alcoólicos da cachaça no momento da destilação, (SCHMIDT *et al.*, 2009). Além da má higienização a não retirada correta da fração cauda do destilado pode ter influenciado no teor de cobre da cachaça (BOZA *et al.* 2000).

A presença de pequenas quantidades desse metal na bebida é importante para que a mesma tenha uma boa qualidade sensorial que outros alambiques como os de aço/inoxidável não proporcionam, pois o cobre (Cu) atua como catalisador de algumas reações, reduzindo o teor de compostos sulfurados, aldeídos e a acidez, que conferem ao produto destilado sabor e odor desagradáveis. Porém, seu excesso pode se tornar altamente tóxico ao organismo humano. Segundo Azevedo (2003) devido à afinidade do cobre com grupos S-H de muitas proteínas e enzimas, o metal pode causar doenças como epilepsia, melanomas, artrite reumatóide, doenças psiquiátricas e doença de Wilson, que é um transtorno congênito que se transmite por herança autossômica recessiva, associada a um defeito no transporte de cobre, com diminuição de ceruloplasmina, provocando um acúmulo patológico de cobre, principalmente no fígado e cérebro, além de doenças neurodegenerativas, como a esclerose e as doenças de Menkes e de Alzheimer.

Uma forma empírica que produtores comumente usam para avaliar a contaminação por cobre nas aguardentes é por meio do uso de filtro branco de algodão ou gaze para filtrar a aguardente. Caso o filtro fique azul, denotaria a ocorrência de excesso de cobre. Um recurso utilizado por alguns produtores de aguardente para minimizar essa contaminação é a passagem da aguardente em carvão vegetal, uma vez que este pode absorver o Cu. Porém, este método pode influenciar outros os compostos que dão o sabor característico às aguardentes (AZEVEDO, *et al.* 2003)

Recomenda-se encher o alambique e as serpentinas com água para evitar a oxidação do cobre e contaminação da cachaça pelo metal. A primeira destilação deve ser feita com água, de modo a eliminar todos os resíduos de cobre e ingredientes utilizados na limpeza. Cardoso (2001) também sugere que as duas primeiras destilações

do dia sejam feitas com água, sendo que na primeira deve-se adicionar suco de limão na proporção de 50 mL de suco para 1 L de água, e o alambique e condensador sejam preenchidos com água quando não estão estiverem sendo usados. A bidestilação das aguardentes citada por Azevedo *et al.* (2003) também é uma forma de redução deste metal em aguardentes.

Cardello (1997) ressalta que a redução do teor de cobre também pode ser proporcionada pelo tempo de envelhecimento, sendo esta uma das vantagens dessa etapa, que além de melhorar a qualidade das aguardentes, diminui o teor de cobre.

Quanto a graduação alcoólica das cachaças analisadas pode-se observar pela Tabela 6, que 4 das cinco amostras analisadas apresentaram valores dentro do permitido pela legislação que indica valores entre de 38 à 48 % v/v. Amostras da cachaça D apresentaram valor médio de graduação alcoólica de 37% v/v de etanol presente, conforme na Figura 4.

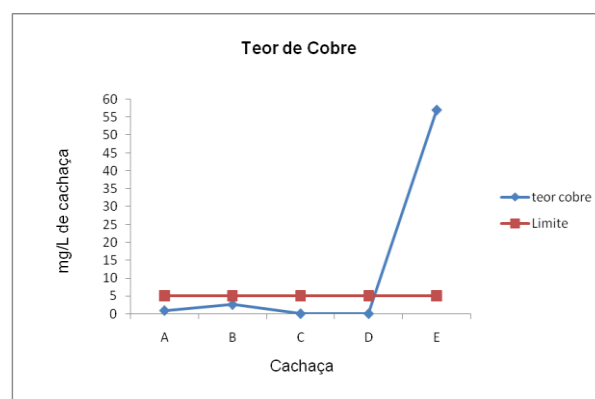


Figura 3. Teores médios de cobre em cachaças do norte de MT em comparação com limite estabelecido pela legislação.

Tabela 6. Teores médios de graduação alcoólica expressos em v/v % em cachaças da região norte de MT.

Tratamentos	Graduação Alcoólica v/v%
Cachaça D ³	37 a*
Cachaça C ³	40 b
Cachaça E ¹	42 c
Cachaça A ¹	42 c
Cachaça B ²	42 c
CV (%)	7,42

¹ Cachaças produzidas em alambique de cobre, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima.

² Cachaça produzida em alambique de cobre, com utilização de mel como matéria prima.

³ Cachaças produzidas em alambique de aço/inox, com utilização da cana-de-açúcar como matéria prima.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

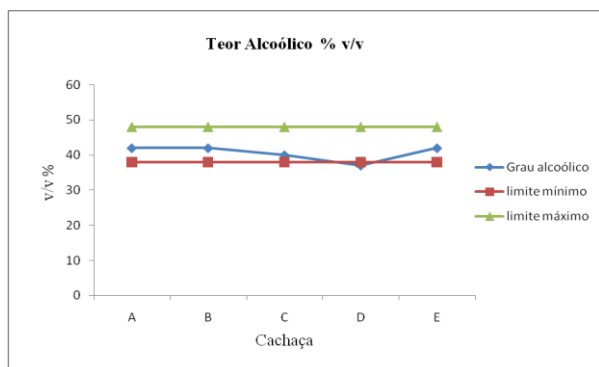


Figura 4. Teores médios de graduação alcoólica em cachaças do norte de MT em comparação com limite estabelecido pela legislação

Os dados obtidos, revelaram-se semelhantes aos reportados por Souza *et al* (2009) e Pinheiro (2010), que analisando cachaças produzidas em Terezina-PI e Viçosa-MG, respectivamente, observaram valores mínimos de graduação de 36 e de 37 % v/v de etanol. Este comportamento aponta prováveis problemas no processo de destilação das bebidas ou dificuldade na padronização da graduação alcoólica do produto final. Já as cachaças das amostras A, B e E apresentaram valores médios de graduação dentro do permitido pela legislação com 42% v/v, e as cachaças da amostra C com 40% v/v

Segundo Marinho *et al.* (2009), a graduação alcoólica presente nas cachaças está relacionada à quantidade de água arrastada no processo de destilação. Além disso, a legislação permite a adição de água potável para a padronização da graduação alcoólica do produto final, porém, muita água implica em baixo teor alcoólico.

O controle da graduação alcoólica também pode ser realizado por meio dos cortes dos destilados da cabeça, retirando os primeiros produtos do destilado; e separação da calda, retirando os alcoóis superiores, aproveitamento assim a porção intermediária chamada de coração. O aproveitamento da porção da cabeça contribui para elevar a graduação e o maior aproveitamento dos produtos de calda contribui para uma queda na graduação. Uma cachaça com baixa graduação resulta em formação de um produto turbido, com qualidade depreciada. Segundo Cardoso (2001), outro fator que pode influenciar no baixo grau alcoólico presente em aguardentes e cachaças é ocasionado pela estocagem da cana-de-açúcar por muito tempo, provavelmente sofrendo deteriorações ocasionando redução no rendimento em álcool nessa etapa do processo.

Conclusões

A cachaça A apresentou boa qualidade, ou seja, os parâmetros avaliados estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação. Para o parâmetro de ésteres totais, quatro das cinco cachaças analisadas apresentaram valores acima do permitido (200 mg/100 mL álcool anidro), cujos níveis variaram de 243,16 à 902,70 mg/100 mL.

Das cachaças analisadas, a cachaça representada pela amostra C apresentou níveis acima do permitido pela legislação para o parâmetro de acidez volátil. Enquanto que, a cachaça E apresentou elevados teores de extrato seco (0,13 g/mL) e Cobre (57,08 mg.L⁻¹), este preocupante, visto que o Cu em altas concentrações no organismo pode ser nocivo à saúde humana.

Recomendações de boas práticas, como por exemplo, a limpeza do alambique antes da destilação e após destilação ajudam a diminuir teores indesejados de cobre. E para os teores de graduação alcoólica somente a cachaça D estava abaixo do limite permitido, pois apresentou graduação de 37% v/v.

Referências

ABRABE (Associação Brasileira de Bebidas). Disponível em <<http://www.abrabe.org.br/cachaça.php>> Acesso em 05 de ago. de 2010.

ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A.; BELLUCO, A. E. S. Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhada em tonéis de diferentes madeiras. **Ciênc. e Tecno. de Aliment.** Campinas, 30(supl. 1): 226-232, maio de 2010. ISSN 0101-2061

ANDRADE, G. C. F. FERREIRA, E. A. E. LANA, E. J. L. *et al.* Compostos secundários em cachaças provenientes de Minas Gerais. **34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química.** 2000. Disponível em <<http://sec.s bq.org.br>> Acesso em 11 de fev. 2013.

AZEVEDO, S. M. CARDOSO, M. G. PEREIRA, N. E. *et al.* Levantamento da contaminação por cobre nas aguardentes de cana-de-açúcar produzidas em Minas Gerais. **Ciênc. agrotec.**, Lavras. v.27, n.3, p.618-624, maio/jun., 2003

BIZELLI, L. C.; RIBEIRO, C. A. F.; NOVAES, F. V. Dupla destilação da aguardente de cana: teores de acidez total e de cobre. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 4, p. 623-627, 2000.

BOGUSZ JUNIOR, S. KETZER, D. C. M. GUBERT, R. ANDRADES, L. GOBO, A. B. Composição química da cachaça produzida na região noroeste do rio grande do sul, Brasil. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, 26(4): 793-798, out.-dez. 2006

BOZA, Y.; HORII, J. Influência do grau alcoólico e da acidez do destilado sobre o teor de cobre na aguardente. **Ciênc. Technol. Aliment.** v.20, n.3, p.279-284, 2000.

BRASIL. Instrução Normativa n.13, de 29 de Junho de 2005. Regulamento técnico para a fixação dos Padrões de identidade e Qualidade para aguardente de cana e para cachaça. Diário

Oficial da União, Brasília, 30 de junho de 2005. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em 30 de jul. de 2012.

BRASIL. **Decreto n^o 6871, de 04 de Junho de 2009. Regulamenta a lei 8.918 de Julho de 1994, sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.** Diário Oficial da União, Brasília, 04 de junho de 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em 30 de ago. 2012.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA J. B. Modificações físico-químicas e sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **B. CEPPA**, Curitiba, v. 15, p. 87-100, 1997.

CARDOSO, M. G. **Análises físico-químicas de aguardentes.** Produção de Aguardente de Cana de Açúcar. Lavras, UFLA, 2001.

CARVALHO, G. B. EMERENCIANO, D. P. CARVALHO, G. C. *et al.* **Avaliação dos parâmetros físico-químicos em diferentes marcas de cachaças comercializadas em natal-RN.** IV Congresso Norte – Nordeste de Química. 2011. Disponível em <http://www.annq.org/congresso2011/arquivos> acesso em 20 de jan. 2013.

CASTRO, G.G.M. **Novos procedimentos para o registro de bebidas no MAPA.** *Confrebras*. São Paulo, 2009. Disponível em http://www.engarrafadormoderno.com.br/_images/apresentaocconfrebras2009pps#261,9,slide9. Acesso em: 04 de ago. de 2012.

CHAVES, J.B.P. **Cachaça: produção artesanal de qualidade.** 2 ed. Viçosa: CPT, 2002. 144p.

CONCEIÇÃO, M. B. LIMA, A. C. Z. CARDOSO, N. R. D. *et al.* **Discussão da influência dos teores de cobre nas cachaças artesanais para a saúde humana e para a cachaça propriamente dita.** III encontro científico e simpósio de educação unisalesiano. Educação e Pesquisa: a produção do conhecimento e a formação de pesquisadores. 2011. Disponível em <http://www.unisalesiano.edu.br/simposio2011> acesso em 25/01/2013.

DOREA, H.S. CARDOSO, M.G. NAVICKIENE, S. EMÍDIO, E.S. *et al.* Análise de poluentes orgânicos tóxicos na cachaça. *Revista da Fapespe*. v.4, n.2, p.5 -18, jul/dez. 2008.

FARIA, J.B. Sobre a produção de aguardente de cana. **O Engarrafador Moderno**, n.40, p.9-16, 1995.

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, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físicos e químicos para análises de alimentos.** Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos – 4. ed, 1^a Ed. Digital. São Paulo: IMESP, 1985. v. 4

IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária). **Portaria Nº 738 de 07 de Novembro de 2005.** Disponível em http://www.imanet.ima.mg.gov.br/nova/gec/outros_documentos/cachaça/doc. Acesso em: 03 de ago. 2012.

JANZANNTTI, N.S. Compostos voláteis e qualidade de sabor da cachaça. **Tese Doutorado.** Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

LABANCA, R.A. GLÓRIA, M. B. A. GOUVEIA, V. J. P. *et al.* Determinação dos teores de cobre e grau alcoólico em aguardentes de cana produzidas no estado de Minas Gerais. **Química nova**, São Paulo v.29, n.5, set/out.2006.

LÉAUTÉ, R. Distillation in alambic. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.41, p.90-103, 1990.

LIMA, N., B. S.; FRANCO, D. W. A aguardente e controle químico de sua qualidade. **Engarrafador Moderno**, v. 4, n. 33, p. 5–8, 1994.

LIMA, U. A. **Estudos dos principais fatores que afetamos componentes do coeficiente não alcoólico das aguardentes da cana.** Piracicaba: ESALQ- USP, 1964. 174 p. (Memorial de concurso para Professor Catedrático da ESALQ- USP).

LIMA, A. K. S.; NOBREGA, I. C. C. Avaliação de parâmetros de qualidade em aguardentes de cana produzidas no estado da Paraíba. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 22, n.1, p. 79-103, 2004.

MAIA, A. B. FERREIRA, J.M. CORDEIRO, L. *et al.* **Tecnologia para produção de aguardente de qualidade.** Segundo curso de tecnologia para produção de aguardente de qualidade da Escola de Engenharia da UFMG e Fundação Cristiano Otoni, 1994. 65 p.

MAIA, A. B. SILVA, J. M. CORDEIRO, L. *et al.* Fermentação alcoólica semi-contínua destinada a produção de aguardente. *Bol. Soc. Bras. Ciênc. Tec. Alim.* Campinas. v. 25. n. 1. p. 33-36.1991.

MARINHO, A. V.; RODRIGUES, J. P. M.; SIQUEIRA, M. I. D. **Avaliação da acidez volátil,**

teor alcoólico e de cobre em cachaças artesanais. Estudos, Goiânia, v. 36, n. 1/2, p.75-39, jan/fev. 2009.

MIRANDA, M.B. MARTINS, N. G. S. BELLUCO, A. E. S. *et al.* Perfil físico – químico de aguardente durante envelhecimento em tonéis de carvalho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, 28(supl.), p.84-89, dez.2008.

MORI, F. A. MENDES, L. M. TRUGILHO, P.F. *et al.* Utilização de eucaliptos e de madeiras nativas no armazenamento da aguardente de cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.396-400, 2003.

PEREIRA, N. E. CARDOSO, M. G. AZEVEDO S. M. *et al.* **Compostos secundários em cachaças produzidas no estado de minas gerais.** Ciênc. agrotec., Lavras. V.27, n.5, p.1068-1075, set./out., 2003

PINHEIRO, P.C.; LEAL, M.C.; ARAÚJO, D.A. Origem, produção e composição química da cachaça. **Química Nova na escola**, São Paulo, n.18, p.3 -8, Dez. 2003.

PINHEIRO, S. H. M. Avaliação sensorial das bebidas aguardente de Cana industrial e cachaça de alambique. **Tese de doutorado.** Viçosa- MG- 2010

SAKAI, R.H. Cana-de-açúcar-Cachaça. **Agência de Informação Embrapa.** 2005-2007 Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em 03 de ago. 2012.

SCHMIDT, L. MARMITT, S. OLIVEIRA, E. C. SOUZA, C. F. V. Características físico-químicas de aguardentes produzidas artesanalmente na região do vale do taquari no rio grande do sul. Alim. Nutr. ISSN 0103-4235, Araraquara. v.20, n.4, p. 539-551, out./dez. 2009

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). **Plano de reestruturação da cadeia da cachaça de alambique de Minas Gerais.** 2008. Disponível em <<http://www.sebraemg.com.br/Geral/visualizador>>. Acesso em: 27 de jul. 2012.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). **Diagnóstico de Cachaça em Minas Gerais.** Belo Horizonte, 241p. Jul. 2001.

SEBRAE & INMETRO (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas & Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). **Certificação da cachaça de alambique 2010.** Disponível em: <http://www.certificacaodacachaca.sebrae.pdf>. Acesso em: 02 de agosto de 2012.

SILVA, M. V. DIAS, F. M. ALEXANDRINO, D. M. *et al.* Caracterização físico-química de aguardentes artesanais de cana-de-açúcar produzidas na região sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.2, p.197-202, 2012. 197 ISSN 1517-8595

SOUZA, R. P. CACARÁ, K. A. V. SILVA, D. M. *et al.* **Avaliação dos parâmetros físico-químicos em diferentes marcas de cachaças comercializadas em teresina-PI.** IV Congresso de Pesquisa e Inovação do Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. Belém - PA- 2009.

SOUZA, L.M. FERREIRA, K. S. PASSONI, L. C. *et al.* Teores de compostos orgânicos em cachaças produzidas na região Norte fluminense-Rio de Janeiro. **Química nova**, São Paulo v.32, n.9, nov.2009.

VERDI, A.R. **Dinâmicas e Perspectivas do Mercado da Cachaça.** **Informações Econômicas.** São Paulo, v.36, n.2, fev.2006. Disponível em: <http://www.apta.sp.gov.br/cachaca/upload/publica/not13.pdf>. Acesso em: 25 de Jul. de 2012.

VILELA, A. F.; Estudo da adequação de critérios de boas práticas de fabricação na avaliação de fábricas de cachaça de alambique. **Tese de mestrado**, Belo Horizonte-MG, 2005.