



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG

PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ARTISANAL CACHAÇA MARKETED IN THE MUNICIPAL MARKET OF CORONEL MURTA-MG

Ednilton Moreira Gama¹

e321168

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1168>

RESUMO

O termo cachaça é utilizado para designar o destilado da cana-de-açúcar produzido exclusivamente no Brasil, cuja graduação alcoólica varia de 38 a 48 % vol. Essa bebida produzida em alambiques de cobre apresenta melhor qualidade sensorial quando comparada à produzida em alambiques confeccionados com outros materiais, como aço inox, alumínio e porcelana. Durante o seu processo de produção pode surgir contaminantes e substâncias indesejáveis que podem afetar a qualidade da bebida. Assim, o presente trabalho objetiva realizar análises físico-químicas, tais como graduação alcoólica, pH e quantificação de cobre em cinco amostras de cachaças artesanais comercializadas na cidade de Coronel Murta-MG. A graduação alcoólica foi determinada utilizando-se o método densimétrico e a concentração de cobre foi determinada através de método espectrofotométrico UV-vis. Os resultados foram comparados com os valores estabelecidos pela Instrução Normativa N° 13/2005. Com relação ao parâmetro pH as amostras apresentaram valores concordantes com a legislação, variando de 3,9 a 5,3. As amostras apresentaram teor alcoólico de 38,0 a 41,0 % vol, em conformidade com os valores estabelecidos pela legislação. A concentração de cobre apresentou resultado que variou de $1,63 \pm 1,04$ a $4,96 \pm 1,04$ mg L⁻¹, condizentes com a legislação brasileira. O trabalho proposto possui potencial de aplicação na região para monitoramento da qualidade em relação ao contaminante cobre, permitindo uma rápida atuação dos produtores, a fim de corrigir desvios detectados.

PALAVRAS-CHAVE: Aguardente de Cana. Concentração de cobre. Espectrofotometria UV-vis. Graduação alcoólica

ABSTRACT

The term cachaça is used to designate the sugarcane distillate produced exclusively in Brazil, whose alcohol content varies from 38 to 48% vol. This beverage produced in copper stills has better sensory quality when compared to that produced in stills made with other materials, such as stainless steel, aluminum and porcelain. During its production process, contaminants and undesirable substances may arise that can affect the quality of the beverage. Thus, the present work aims to perform physical-chemical analysis, such as alcohol content, pH and copper quantification in five samples of artisanal cachaça sold in the city of Coronel Murta-MG. The alcohol content was determined using the densimetric method and the copper concentration was determined using the UV-vis spectrophotometric method. The results were compared with the values established by Normative Instruction No. 13/2005. Regarding the pH parameter, the samples showed values in agreement with the legislation, ranging from 3,9 to 5,3. The samples had an alcohol content of 38,0 to 41,0% vol, in accordance with the values established by the legislation. The copper concentration presented a result that varied from $1,63 \pm 1,04$ to $4,96 \pm 1,04$ mg L⁻¹, consistent with Brazilian legislation. The proposed work has potential application in the region for monitoring the quality in relation to the copper contaminant, allowing a quick action by the producers, in order to correct detected deviations.

KEYWORDS: Cane brandy. Copper concentration. UV-vis spectrophotometry. Alcoholic graduation

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais - IFNMG



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

INTRODUÇÃO

O termo cachaça é utilizado para designar o destilado obtido do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, produzido exclusivamente no Brasil, cuja graduação alcoólica varia de 38 a 48 % vol. É uma bebida que apresenta características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares até 6g/L (seis gramas por litro), expressos em sacarose (BRASIL, 2005).

A cachaça é a terceira bebida destilada mais consumida no mundo e a primeira no Brasil, sendo que cerca de 75% da produção total é proveniente da fabricação industrial e 25%, da produção artesanal. Segundo o Instituto Brasileiro da Cachaça (IBRAC), em 2016 a produção total de cachaça atingiu aproximadamente 1,2 bilhão de litros, sendo exportada para 66 países, gerando receita de US\$ 18 milhões, com um volume total de 9,3 milhões de litros de cachaça.

Ela possui características próprias de aroma e sabor conferidas pela presença de diversos constituintes do processo fermentativo. Além do etanol, muitos compostos orgânicos, como álcoois superiores, ácidos orgânicos e ésteres podem estar presentes. O processo produtivo da cachaça pode ser resumido pelos seguintes estágios: preparação da matéria prima como o corte da cana-de-açúcar, seguido da extração do caldo e sua fermentação. O resultado desta fermentação é levado à destilação em alambique tradicionalmente de cobre (Figura 1), onde este elemento tem a propriedade de reagir com os compostos sulfurados do vinho, impedindo que contaminem o destilado. Desta forma, as bebidas produzidas em alambiques deste material apresentam melhor qualidade sensorial (SILVEIRA, 2008; SANTOS *et al.*, 2011).

Figura 1. Alambique de cobre utilizado na produção de cachaça na Cidade de Coronel Murta-MG.



Fonte: Autores (2021).

Um dos problemas na produção da cachaça é a contaminação por cobre, vindo do próprio destilador. Os alambiques de cobre exigem cuidados quanto ao seu uso, pois podem gerar



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

contaminação da bebida pelo metal, que em grandes concentrações é prejudicial à saúde (VIANA, 2016).

O cobre, de símbolo Cu, é um microelemento essencial para a maioria dos vegetais e organismos animais, principalmente humanos. No organismo, o principal estado de oxidação é Cu^{2+} , embora também possa ser encontrado na forma Cu^+ (COLLINS, 2016). Apresenta funções semelhantes ao ferro (Fe), sendo importante para o crescimento, o sistema imunológico, metabolismo energético, mineralização óssea, maturação de glóbulos vermelhos e brancos, desenvolvimento cerebral, transporte e metabolismo de Fe (SPEICH *et al.*, 2001). Esse elemento também está presente em várias células devido ao seu papel catalítico e por desempenhar função importante como cofator enzimático em cuproenzimas, atuantes em diversos processos fisiológicos (PROHASKA, 2011; TORO-ROMÁN *et al.*, 2021).

O excesso de cobre solúvel no organismo (hipercupremia) pode ser tóxico devido à afinidade desse elemento com grupos sulfidrilas (SH) de muitas proteínas e enzimas, causando diversos problemas de saúde. Os principais sintomas da exposição aguda ao cobre incluem sintomas gastrointestinais como náuseas, vômitos, dor abdominal, diarreia, anorexia, icterícia, podendo ainda ocorrer desidratação e choque hipovolêmico. Também podem ocorrer casos mais graves como anemia hemolítica, hepatite aguda com necrose hepática, insuficiência cardíaca e renal, encefalopatia, com alguns casos de morte (SARGENTELLI *et al.*, 1996; ECKHERT, 2014). Por outro lado, a exposição crônica ao cobre pode danificar o fígado e os rins, com sintomas similares aos encontrados na doença de Wilson, desencadeando problemas neurológicos (ECKHERT, 2014).

A legislação brasileira estabelece o limite máximo de cobre em $5,0 \text{ mg L}^{-1}$ a bebida, enquanto no mercado internacional o limite máximo estabelecido é de $2,0 \text{ mg L}^{-1}$, tornando-se, assim, uma característica negativa para as exportações da bebida (BRASIL, 2005). Assim, esse fato, aliado aos problemas de saúde que podem surgir oriundos da ingestão excessiva de cobre, ressalta a importância da determinação das concentrações desse elemento em amostras de cachaça.

De acordo com Herrador (2001) os métodos comumente aplicados na quantificação de cobre incluem espectrometria de absorção atômica (AAS), espectrometria de emissão atômica (AES), e espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES). Além desses métodos também pode ser empregada a cromatografia iônica na análise de metais em bebidas destiladas, por exemplo, em vodka (OBREZKOV, 2000). Porém, a maioria dos laboratórios de Química não dispõem desses métodos por serem onerosos e com elevado custo de manutenção, inviabilizando, assim, uso generalizado pelos produtores de bebidas alcoólicas (YADAV *et al.*, 2019). Como alternativa a esse problema pode-se utilizar a espectrofotometria molecular na região do ultravioleta visível (UV-Vis), que é, provavelmente, a técnica analítica mais



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

empregada em análises de rotina em função de seu relativo baixo custo, da facilidade de operação e da sensibilidade atingida (AHMED *et al.*, 2011).

Dessa forma, o presente trabalho objetivou estabelecer a caracterização físico-química de cachaças artesanais comercializadas na cidade de Coronel Murta- MG e comparar os resultados com os valores estabelecidos pela legislação responsável.

MATERIAIS E MÉTODO

COLETA DAS AMOSTRAS

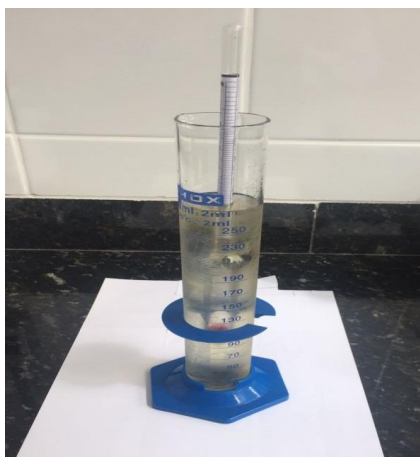
Foi estabelecido um contato com os produtores de cachaças artesanais da cidade de Coronel Murta-MG, informando a importância e objetivos do trabalho. Posteriormente, foi agendada uma data para que se pudesse realizar a coleta das amostras, que totalizaram cinco coletadas aleatoriamente no mercado municipal de Coronel Murta-MG. Todas as amostras utilizadas foram destiladas em alambiques de cobre, confirmadas por meio de consulta aos fabricantes. A divulgação do nome das empresas fornecedoras não foi revelada no trabalho, visando sua integridade.

Depois de adquiridas, as amostras foram levadas para o laboratório do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais - IFNMG, localizado na cidade Almenara, para realização das análises. As amostras foram classificadas como (CAA), (CAB), (CAC), (CAD), (CAE), as quais passaram por determinações físico-químicas, tais como teor alcoólico, pH e quantificação de cobre. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em gráficos e tabelas.

DETERMINAÇÃO DA GRADUAÇÃO ALCOÓLICA

A graduação alcoólica foi realizada pelo método de densidade onde foi utilizado o densímetro alcoômetro (escala de 0 a 100 °GL) para medir o percentual de etanol presente nas cachaças (Figura 2).

Figura 2. Determinação da graduação alcoólica da cachaça.



Fonte: Autores (2021).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

As análises foram em triplicata para cada amostra, realizando leituras diretas (CASAGRANDA; SANTOS, 2019; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A temperatura foi medida com termômetro de mercúrio, e os valores corrigidos a 20 °C para comparação.

Os resultados foram expressos em porcentagem em volume (% vol). O grau GL (°GL) e a porcentagem em volume (% vol.) representam a mesma coisa, isto é, a fração do percentual em volume do álcool puro existente no volume da mistura.

DETERMINAÇÃO DO pH

Determinou-se o pH utilizando um pHmetro eletrônico digital tipo caneta (Figura 3), com as cachaças a temperatura ambiente. Para realizar a análise, calibrou-se o equipamento (REF. pH-200), utilizando solução tampão pH 4,00 de fosfato de dissódico/fosfato de potássio monobásico; solução tampão pH 7,00 de biftalato de potássio/hidróxido de sódio. Em seguida foi adicionada a amostra de cachaça em um béquer e realizada a leitura direta após a estabilização das variações do equipamento.

Figura 3. Determinação do pH das amostras de cachaça.



Fonte: Autores (2021).

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COBRE

Na análise da concentração de cobre nas amostras de cachaça foi utilizado Sulfato de Cobre II pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) – PM: 249,69 g mol⁻¹ da Alphatec Química fina (lote: 21080) para preparar a solução estoque de Cu^{2+} . De acordo com os cálculos pesou-se a quantidade calculada de 1,966 g em um béquer de 50 mL, que seria a massa necessária para preparar uma solução estoque de cobre 1000 mg L⁻¹. Em seguida adicionou-se aproximadamente 20,00 mL de água destilada ao béquer contendo Cu^{2+} e dissolveu o sólido com o auxílio de um bastão de vidro. Posteriormente essa solução foi transferida “quantitativamente” para um balão volumétrico de 500 mL que foi completado seu o volume com água destilada até a marca de aferição.

A curva analítica foi preparada utilizando sete balões volumétricos de 100 mL, onde foram adicionadas quantidades de solução estoque de Cu^{2+} 1000 mg L⁻¹ suficientes para preparar soluções de trabalho nas concentrações de 0,0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 mg L⁻¹ Com o auxílio de uma micropipeta, foi adicionado a esses balões 5,00 mL da solução de hidróxido de amônio



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

(NH_4OH 35%) para formação do íon complexo $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

O método analítico utilizado para a determinação do cobre foi o espectrofotométrico, com o equipamento Espectrofotômetro UV-visível RAYLEIGH, modelo UV 9200 (Figura 4), disponível no Laboratório de Análise de Solo do IFNMG, *Campus* Almenara.

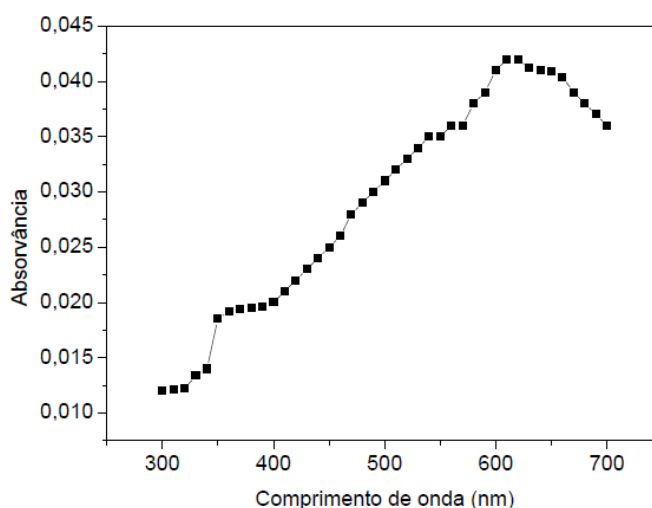
Figura 4. Equipamento Espectrofotômetro UV-Vis.



Fonte: Autores (2021).

Uma alíquota de cada solução foi adicionada numa cubeta de quartzo e analisada em comprimento de onda de 610 nm. Esse foi o comprimento de onda que apresentou melhor sinal de absorção de acordo com trabalho realizado por Amaral e colaboradores (2020), bem como pode ser conferido na Figura 5.

Figura 5. Espectro de absorção de Cu^{2+} em NH_4OH 2,0 mol L^{-1} .



Fonte: Amaral *et al.*, 2020.

Elaborou-se o gráfico da curva de calibração para obtenção da equação da reta e respectivo coeficiente de correlação.

Com o auxílio de uma micropipeta, foi adicionado aos balões volumétricos de 100 mL 5,00



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

mL da solução de hidróxido de amônio NH_4OH 2,00 mol L^{-1} , 5,00 mL de amostra de cachaças e o volume do balão foram completados com água destilada até o traço de aferição, totalizando 15 amostras a ser analisadas. Posteriormente as amostras foram adicionadas em cubetas de quartzo e realizadas as leituras das amostras no Espectrofotômetro UV-vis.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a Instrução Normativa nº13 de 29 de junho de 2005 (BRASIL, 2005), que aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça, a graduação alcoólica para cachaça a 20 °C é de 38 a 48 % vol (porcentagem em volume). Baseado nos resultados obtidos (Tabela 1) constatou-se todas as cinco amostras de cachaça analisadas estão em conformidade com a legislação, pois apresentaram resultados próximos ao limite mínimo permitido e mostraram conformidade de graduação alcoólica próxima ao que consta na embalagem original do produto.

Tabela 1. Valores da Temperatura, grau alcoólico medido e grau alcoólico da embalagem das cachaças analisadas.

Amostra	Temp. (°C)	Grau alcoólico medido (% vol)	Grau alcoólico emb. (% vol)	Característica da cachaça
CAA	20	38,0	38	Cachaça artesanal envelhecida, ano 2015.
CAB	20	40,2	40	Cachaça artesanal branca armazenada em polietileno, ano 2020.
CAC	20	41,0	42	Cachaça artesanal armazenada em imburana, ano 2017.
CAD	20	39,0	39	Cachaça armazenada em carvalho e tratada com carvão ativado, ano 2018.
CAE	20	41,0	42	Cachaça armazenada em barril de carvalho, ano 2016.

Alguns fatores podem ter influência na graduação alcoólica das cachaças, um deles é o tempo de armazenamento e envelhecimento, pois como se trata de cachaças acondicionadas em tonéis de madeira, as condições ambientais diversas, tais como umidade e temperatura, que somadas à porosidade da madeira utilizada na construção dos barris podem provocar evaporação do etanol durante o armazenamento.

A redução da graduação alcoólica da bebida também é influenciada pela degradação térmica durante a produção e durante o período de envelhecimento, levando à formação de outros compostos, tais como ésteres, aldeídos, ácidos voláteis.

Pela Instrução Normativa N° 13 de 29 de junho de 2005 (BRASIL, 2005), não se tem estabelecido os limites máximos e mínimos para o pH da cachaça. Os valores de pH das amostras variaram entre 3,9 e 5,3, sendo classificadas como ácidas. Os resultados obtidos neste trabalho apresentaram variação semelhante aos encontrados por Cavalcanti (2009), Borges (2011) e



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

Casagranda & Santos (2019) em estudos realizados com cachaças do estado de São Paulo, Bahia e Santa Catarina, respectivamente, onde obtiveram valores de pH entre 4,52 e 5,41; 4,0 a 5,3; 4,05 a 5,02 para cada autor. Os resultados adquiridos para pH das amostras analisadas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de pH obtidos nas amostras de cachaça.

Amostra	pH	Característica da cachaça
CAA	5,3	Cachaça artesanal envelhecida, ano 2015.
CAB	3,9	Cachaça artesanal branca armazenada em polietileno, ano 2020.
CAC	4,5	Cachaça artesanal armazenada em imburana, ano 2017.
CAD	5,0	Cachaça armazenada em carvalho e tratada com carvão ativado, ano 2018.
CAE	4,6	Cachaça armazenada em barril de carvalho, ano 2016.

Os comportamentos dos valores de pH observados ao longo do trabalho indicam que o período de maturação das cachaças coletadas pode estar diretamente relacionado com a redução do pH nas amostras mais envelhecidas. Durante o envelhecimento de bebidas pode ter ocorrido à extração de ácidos da madeira e as reações de oxidações de álcoois e aldeídos, que podem produzir ácidos. Também pode estar relacionada a fatores como tipo de levedura predominante no pé-de-cuba, pureza da fermentação, o tempo e a temperatura de fermentação e o manejo do mosto que interfere diretamente na acidez da cachaça.

A concentração de cobre em amostras de cachaça pode ser determinada utilizando a espectrometria de absorção atômica com chama (GARBIN *et al.*, 2005; CAVALCANTI, 2009; BORGES, 2011; VOLPE, 2013) e a de espectrofotometria de absorção molecular UV-vis (CASAGRANDA; SANTOS, 2019; AMARAL *et al.*, 2020). Esta última foi escolhida por ser a disponível no laboratório do IFNMG – Campus Almenara, bem como por ser uma técnica robusta, com instrumentação relativamente simples e de baixo custo. Esta técnica se baseia na medida da absorção de radiação eletromagnética nas regiões visível e ultravioleta por espécies químicas (moléculas ou íons) em solução.

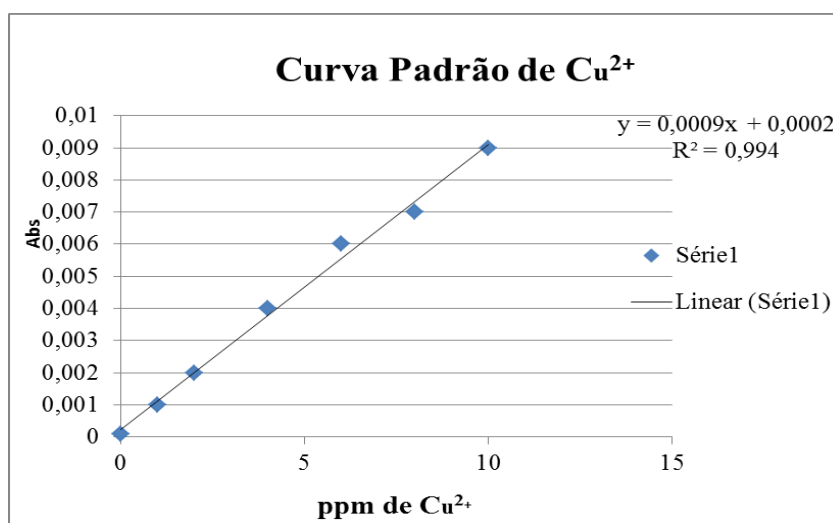
A dependência linear da absorção em função da concentração, como predito pela Lei de Lambert-Beer, foi confirmada pelo ajuste linear realizado com um coeficiente de correlação R^2 de 0,994, extraído da equação da reta mostrada no Gráfico 1 ($y = 0,0009x + 0,0002$). Esse valor de R^2 pode ser considerado bom, porque quanto mais próximo de 1, significa que resposta linear do equipamento para a faixa de concentração utilizada obedece a à Lei de Lambert-Beer, demonstrando que o método é confiável (HARRIS, 2003).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

Gráfico 1. Curva Padrão para determinação de Cu^{2+} .



A concentração de Cu^{2+} nas amostras de cachaça analisadas variou estatisticamente entre $1,63 \pm 1,28$ a $4,96 \pm 1,04$ mg L^{-1} , conforme mostra a Tabela 3. Estes valores encontram-se dentro do limite máximo estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que considera concentrações de cobre não superiores a 5 mg L^{-1} (BRASIL, 2005). Porém a concentração do cobre em relação à exportação ficou acima de $2,00 \text{ mg L}^{-1}$ para as amostras CAB, CAC e CAD, o que seria um dificultador para tal negócio.

Tabela 3. Resultado da concentração de Cu^{2+} nas amostras de cachaça.

Amostra	Concentração de Cu^{2+} (mg L^{-1}) ($\bar{X} \pm \text{SD}$)
CAA	$1,63 \pm 1,28$
CAB	$4,96 \pm 1,04$
CAC	$2,37 \pm 1,38$
CAD	$3,85 \pm 1,04$
CAE	$1,63 \pm 1,04$

Borges (2011) encontrou concentrações de cobre que variaram de $0,20$ a $6,96 \text{ mg L}^{-1}$, com valor médio de $2,47 \pm 2,29 \text{ mg L}^{-1}$. Das 11 amostras de cachaça analisadas, duas amostras apresentaram concentrações de cobre acima do permitido pelo MAPA (5 mg L^{-1}). No trabalho de Volpe (2013), as cachaças artesanais apresentaram concentrações de Cu^{2+} ($3,89$ a $6,13 \text{ mg L}^{-1}$) maiores do que as obtidas nas cachaças industriais ($1,02$ a $1,61 \text{ mg L}^{-1}$). Concentrações elevadas de Cu^{2+} ($10,22 \pm 7,08 \text{ mg L}^{-1}$) foram determinadas em amostras de cachaça artesanal em Três passos, região do noroeste do Rio Grande do Sul (GARBIN *et al.*, 2005). Os autores sugerem que o



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

problema está relacionado com a falta de higienização do alambique no momento da destilação e tecnologia de produção.

A limpeza dos destiladores está diretamente relacionada à qualidade da cachaça, pois os vapores alcoólicos que são arrastados no processo de condensação oxidam o cobre, formando o azinhavre, composto responsável pela contaminação da bebida. O azinhavre ou zinabre é o carbonato básico de cobre ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$) que fica localizado na superfície do metal, sendo posteriormente solubilizado pelos vapores ácidos produzidos na etapa de destilação do vinho, levando a contaminação por íons de cobre (VOLPE, 2013).

O produtor de cachaça CAB deve ser orientado sobre a necessidade dos cuidados do alambique, pois apresentou concentração de Cu^{2+} próxima a concentração tolerável. Esse fato sugere problemas relacionados à limpeza inadequada do alambique.

Segundo Volpe (2013), recomenda-se também encher o alambique com água nos períodos de paradas da destilação, para evitar a oxidação do cobre, além de realizar assepsia dos alambiques após o término diário de produção. Outro aspecto importante para redução do teor de cobre na cachaça é a filtragem desta, por meio do uso de carvão ativado, produto poroso quimicamente inerte com capacidade de remoção do excesso de íons de cobre.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho foi possível fazer as análises físico-químicas das amostras de cachaças artesanais comercializadas no mercado municipal de Coronel Murta-MG. As amostras apresentaram conformidade com a Instrução Normativa nº 13/2005 nos valores obtidos nos teores de pH e graduação alcóolica. As concentrações de cobre, obtidas pela metodologia oficial (espectrofotometria na região visível), demonstram que todas as amostras de cachaça se enquadraram nos limites estabelecidos pela legislação brasileira. O método demonstrou ser eficiente para a quantificação do analito em conformidade com as faixas definidas pelos guias de validação.

A metodologia espectrofotométrica empregada na determinação de Cu^{+2} em amostras de cachaças artesanais comercializadas na cidade de Coronel Murta, MG apresentou-se simples e eficiente. Todas as concentrações encontradas nas amostras analisadas estão concordantes com os valores estabelecidos pela legislação brasileira.

Finalmente, entendeu-se que o trabalho proposto possui potencial de aplicação na região para monitoramento da qualidade em relação ao contaminante cobre, permitindo uma rápida atuação dos produtores, a fim de corrigir desvios detectados.

BIBLIOGRAFIA

AHMED, M. *et al.* Development of a spectrophotometric method for the determination of aspirin in blood sample. **Journal of Medical Sciences**, (Faisalabad), v. 1, n. 2, p. 61-62, 2011.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

AMARAL, A. O.; ARAÚJO, E. J.; CEDRO, S. T. P.; DA SILVA, D. G. S. Estudo de um método simples e eficiente para determinação de íons Cu(II) em aguardentes de cana por espectrofotometria. **Revista Artigos.Com.**, v. 18, 2020.

BORGES, C. A. Avaliação da qualidade de cachaças do estado da Bahia. 2011. Dissertação (Mestrado) – UESB, Itapetinga, BA, 2011. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/CARLOS-ALEXSANDRO.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005**. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2020. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

CASAGRANDA, A.; SANTOS, J. V. **Determinação dos níveis de cobre(ii) e análises físico-químicas em amostras de cachaça comercializadas na região Oeste de Santa Catarina**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Santa Catarina, Campus São Miguel do Oeste - SC, São Miguel do Oeste, SC, 2019. Disponível em: https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1350/Aline%20Casagranda_Josiane%20Vasques%20dos%20Santos_TCCGRAD_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 dez. 2021.

CAVALCANTI, F. A. **Bidestilação em alambiques contendo dispositivos de prata e cobre e sua influência na qualidade da cachaça**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, 2009. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88344/cavalcanti_af_me_arafcf.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 nov. 2021.

COLLINS, J. F. Copper: Basic Physiological and Nutritional Aspects. *In*: COLLINS, J. F. (Ed.). **Mol Genet Nutr Asp Major Trace Miner**. Cambridge: Academic Press, 2016. p. 69–83.

ECKHERT, C. D. Trace elements. *In*: ROSS, A. C.; CABALLERO, B.; COUSINS, R. J.; TUCKER, K. L.; ZIEGLER, T. R. (Eds). **Modern nutrition in health and disease**. 11th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2014. p.245.

GARBIN, R.; BOGUSZ JUNIOR, S.; MONTANO, M. A. Níveis de cobre em amostras de 50 cachaça produzidas na região noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1436–1440, 2005.

HARRIS, D. C. **Quantitative Chemical Analysis**. 6th ed. New York: W. H. Freeman, 2003.

HERRADOR, M. Pattern recognition procedures for differentiation of Green, Black and Oolong teas according to their metal content from inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. **Talanta**, v. 53, n. 6, p. 1249-1257, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. (Edição digital).

OBREZKOV, O. N. *et al*. The use of ion chromatography in vodka and liqueur production. Determination of transition metals. **Industrial Laboratory**, v. 66, p. 18-21, 2000.

PROHASKA, J. R. Impact of copper limitation on expression and function of multicopper oxidases (ferroxidases). **Adv Nutr.**, v. 2, n. 2, p. 89–95, 2011.

SPEICH, M.; PINEAU, A.; BALLEREAU, F. Minerals, trace elements and related biological variables in athletes and during physical activity. **Clin Chim Acta.**, v. 312, n. 1-2, p. 1–11, 2001.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CACHAÇA ARTESANAL COMERCIALIZADA NO
MERCADO MUNICIPAL DE CORONEL MURTA-MG
Ednilton Moreira Gama

TORO-ROMÁN, V.; SIQUIER-COLL, J.; BARTOLOMÉ, I.; GRIJOTA, F. J.; MUÑOZ, D.; MAYNAR-MARIÑO, M. Copper concentration in erythrocytes, platelets, plasma, serum and urine: influence of physical training. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 18, n. 28, 2021.

VOLPE, T. C. **Avaliação das Características Físico-Químicas da Cachaça Industrial e Artesanal Comercializadas no Centro Norte Paranaense**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2013. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6778/2/CM_COEAL_2012_2_09.pdf. Acesso em: 10 nov. 2021.

YADAV, P. K. *et al.* The Role of Voltammetric Methods in Determination of Metals in Alcoholic Beverages: A Critical Review. **Arab Journal of Forensic Sciences & Forensic Medicine**, v. 1, n. 9, p. 1232-1247, 2019.