

Determinação de álcoois em bebidas comerciais por cromatografia gasosa e amostragem por *headspace*

Gomes, Winston Pinheiro Claro
Yoshinaga, Fabiana
Bortoleto, Gisele Gonçalves

Resumo

Em 2018, a Organização Mundial da Saúde apresentou como 6,4 litros a estimativa de consumo mundial *per capita* de álcool puro, enquanto que no Brasil, já em 2016, este valor foi de 7,8 litros, ou seja, acima da média mundial. Diante desse cenário de alto consumo de álcool no país, o controle analítico de bebidas alcoólicas é de supra importância, tanto para se manter um padrão de qualidade do produto, como para garantir um alimento seguro para população. A técnica de cromatografia é uma das mais indicadas para análises de misturas complexas, como é o caso das bebidas alcoólicas, devido a sua eficiência na separação, identificação e determinação de compostos químicos. Para a quantificação de componentes voláteis e termicamente estáveis, ainda pode ser empregada a amostragem automática por *headspace*, onde não há necessidade de se utilizar solvente para extração dos analitos ou realizar tratamento prévio da amostra. Desta forma, este trabalho teve como objetivo a análise de diferentes bebidas comerciais para avaliação do teor alcoólico declarado nos rótulos e verificação da presença de metanol como contaminante, por cromatografia gasosa e amostragem por *headspace*. Por meio dos resultados obtidos foi possível constatar que uma etapa de descarbonatação prévia se fez necessária para a análise da cerveja, considerando o alto teor de CO₂ presente nessas amostras. Com relação as concentrações de metanol e etanol presentes nas bebidas, é importante destacar que o vinho, uísque e aguardente de cana-de-açúcar ficaram fora do limite tolerado pela legislação para o teor de metanol. Quanto ao teor de etanol, todas as amostras se apresentaram conformes, tanto quanto aos valores declarados nos rótulos, quanto aos valores estabelecidos pela legislação.

Palavras-chave: Cromatografia gasosa. Bebidas alcoólicas. Análise de álcoois.

Abstract

In 2018, the World Health Organization presented the estimated global consumption per capita of pure alcohol as 6.4 liters, while in Brazil, in 2016, this value was 7.8 liters, that is, above the world average. Given this scenario of high alcohol consumption in the country, analytical control of alcoholic beverages is of paramount importance, both to maintain a standard of product quality and to guarantee a safe food for the population. The chromatography technique is widely used for analysis of complex mixtures, as is the case of alcoholic beverages, due to its efficiency in the separation, identification and determination of chemical compounds. For the quantification of volatile and thermally stable components, automatic headspace sampling can still be used, where there is no need to use solvent to extract the analytes or perform previous sample treatment. Thus, this work aimed to analyze different commercial drinks to assess the alcohol content declared on the labels and to verify the presence of methanol as a contaminant, by gas chromatography and headspace sampling. Through the results obtained it was possible to verify that a previous decarbonation step was necessary for the analysis of beer, considering the high CO₂ content present in these samples. Regarding the concentrations of methanol and ethanol present in beverages, it is important to note that wine, whiskey and sugar cane spirit were outside the limit tolerated by the legislation for methanol content. As for the ethanol content, all samples were found to be in compliance with the values stated on the labels and with the values established by legislation.

Keywords: Gas chromatography. Alcoholic beverages. Analysis of alcohols.

Resumen

En 2018, una Organización Mundial de la Salud mostró un consumo mundial estimado de 6,4 litros de alcohol puro, mientras que en Brasil, en 2016, este valor fue de 7,8 litros, es decir, por encima del promedio mundial. Dado este escenario de alto consumo de alcohol en el país, el control analítico de las bebidas alcohólicas es de suma importancia, tanto para mantener un estándar de calidad del producto como para garantizar un alimento seguro para la población. Una técnica de cromatografía es ampliamente utilizada para el análisis de mezclas complejas, como es el caso de las bebidas alcohólicas, debido a su eficiencia en la selección, identificación y determinación de compuestos químicos. Para la cuantificación de componentes volátiles y térmicamente estables, todavía se puede usar para el muestreo automático por espacio en cabeza, donde no es necesario usar el solvente para analitos o realizar un tratamiento experimental de la muestra. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo analizar diferentes bebidas comerciales para evaluar el contenido de alcohol declarado en las etiquetas y verificar la presencia de metanol como contaminante, mediante cromatografía de gases y muestreo de espacio en cabeza. A través de los resultados obtenidos, fue posible verificar que era necesario un paso previo de descarbonización para el análisis de la cerveza, considerando el contenido máximo de CO₂ presente en estas cantidades. Con respecto a la selección de metanol y etanol presente en las bebidas, es importante resaltar que el vino, el whisky y el alcohol de caña de azúcar permanecen fuera del límite tolerado por la legislación para el contenido de metanol. En cuanto al contenido de etanol, todas las muestras mostradas cumplen con los valores declarados en las etiquetas y con los valores indicados por la legislación.

Palabras claves: Cromatografía de gases. Bebidas alcohólicas. Análisis de alcoholes.

INTRODUÇÃO

As bebidas alcoólicas são produzidas a partir do processo fermentativo alcoólico, onde a levedura a partir de um corpo orgânico faz a conversão para álcool etílico, dióxido de carbono e liberação de calor. No caso das bebidas destiladas, estas passarão ainda pelo processo de destilação, para que se chegue no produto final desejado concentrado (TORTORA, FUNKE, CASE, 2000; SOARES, 2006).

Em 2018, a Organização Mundial da Saúde apresentou como 6,4 litros a estimativa de consumo mundial *per capita* de álcool puro, enquanto que no Brasil, já em 2016, este valor foi de 7,8 litros, ou seja, acima da média mundial (WHO, 2018). Diante desse cenário de alto consumo de álcool no país, o controle analítico de bebidas alcoólicas é de supra importância, tanto para se manter um padrão de qualidade do produto, como para se garantir a segurança alimentar da população. No caso do Brasil, ainda deve se considerar que bebidas destiladas, vinhos e cervejas representam 99% do consumo dos brasileiros.

Dentre as mais diversas técnicas de análise química, a cromatografia é uma poderosa ferramenta e ocupa um lugar de destaque devido à eficiência com que efetua separação, identificação e determinação dos componentes químicos em misturas complexas. O mecanismo envolvido na separação irá depender do tipo de fase móvel e estacionária que está sendo utilizado (CECCHI, 2003; COLLINS, BRAGA, BONATO, 2006; SKOOG et al., 2017). Compostos voláteis e termicamente estáveis podem ser quantificados pela cromatografia gasosa (do inglês, *Gas Chromatography - GC*) e, em caso de analitos que não são voláteis e termicamente estáveis existe a possibilidade de utilizar a derivatização, para promover essas características, o que nem sempre é viável, mas é uma alternativa (CECCHI, 2003; COLLINS, BRAGA, BONATO, 2006; SKOOG et al., 2017).

Um procedimento de extração de compostos voláteis muito utilizado na cromatografia gasosa é a amostragem por *headspace*, no qual os analitos estarão distribuídos entre a fase gasosa e a fase condensada, com ajustes das condições operacionais para que a fase gasosa seja favorecida. Essa metodologia é muito utilizada para análises de amostras complexas, que não podem ser injetadas diretamente na coluna, como é o caso de certas bebidas alcoólicas. Além disso, é um procedimento que não necessita de solventes para realizar a extração (CRUWYS *et al.*, 2002; KOLB & ETTRE, 1997; NASCIMENTO et al., 2018).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo a análise de diferentes bebidas comerciais, a saber, cerveja, aguardente de cana-de-açúcar, uísque, tequila, rum, vinho e vodca, quanto ao teor de etanol, como teor alcoólico declarado nos rótulos e a presença de metanol como contaminante.

1 METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no laboratório de Cromatografia, da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba “Deputado Roque Trevisan”, na cidade de Piracicaba/SP.

1.1 Amostras

As amostras analisadas foram bebidas comerciais adquiridas no mercado local, as quais estão apresentadas na Tabela 1, juntamente com os teores alcoólicos informados nos rótulos.

Tabela 1 – Amostras de diferentes bebidas e seus teores alcoólicos

Amostra	Etanol (% (v/v))
Cerveja	4,6
Vinho Fino Tinto	10,0
Rum	40,0
Tequila	38,0
Uísque	40,0
Aguardente de cana-de-açúcar	38,0
Vodca	37,5

Fonte: Autores.

1.2 Instrumental

As determinações do teor de etanol e metanol foram realizadas no cromatógrafo gasoso, marca *PerkinElmer*, modelo Clarus 600, com detector de ionização de chama (*flame ionization detector* - FID). Utilizou-se uma coluna capilar *PerkinElmer* modelo Elite-WAX com dimensões de 30 m x 0,25 mm x 0,5 µm. O gás de arraste utilizado foi nitrogênio a uma vazão de $1,20 \text{ mL min}^{-1}$, do hidrogênio foi 45 mL min^{-1} e do ar sintético foi 450 mL min^{-1} , todos com alto grau de pureza (99,999%). O volume de injeção da amostra foi de 300 µL a uma velocidade de 250 µL s^{-1} , empregando-se o “split” de 1:18. A temperatura do forno foi de 100 °C por 5 minutos. A temperatura do injetor foi de 150 °C e o detector a 300 °C.

O cromatógrafo possui um amostrador automático da marca *Combipal*, modelo *CTC Analytics, Pal System*, com o forno para *headspace* (HS).

1.3 Determinação do etanol (teor alcoólico declarado no rótulo) e do metanol

Para realizar as quantificações do etanol e do metanol utilizou-se como base a metodologia de Brasil (2012b) com modificações. A amostra de cerveja foi descarbonatada, conforme recomenda o Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando agitação magnética. Todas amostras foram incubadas no forno do amostrador automático para utilização da extração *headspace* a 60 °C pôr 5 *min* com uma agitação de 500 *rpm*. Após, foram injetadas no cromatógrafo, uma por uma, realizando todas as análises em duplicata.

O etanol (C_2H_6O) e o metanol (CH_3OH) utilizados como padrão são de grau cromatográfico (LiChrosolv® Merck).

As soluções dos padrões contendo etanol absoluto, expressas em v/v (volume em mL do analito em 100 mL de solução), foram preparadas com as concentrações entre 0,5 à 14,5%, apresentado pela equação $y = (-112,073750) + 1010,793095x$ e o coeficiente linear de $R^2 = 0,998958$.

Os padrões contendo metanol, com concentrações expressas em mg/L, foram preparados com as concentrações entre 50 à 1.000 mg L⁻¹, apresentado pela equação $y = (-9,911019) + 734,841961x$ e o coeficiente linear de $R^2 = 0,999051$.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

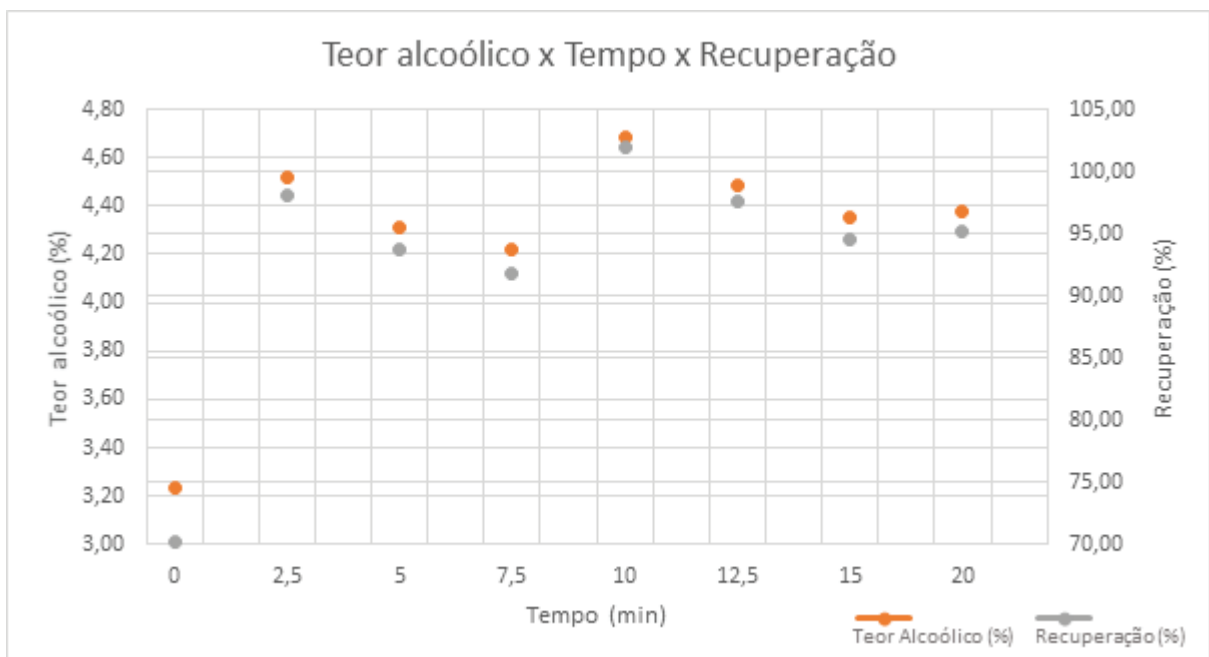
2.1 Avaliação da descarbonatação em bebidas fermentadas

Conforme recomenda o Instituto Adolfo Lutz (2008), amostras contendo altos teores de CO₂, como as de cervejas, devem ser descarbonatadas previamente às análises cromatográficas. No ensaio de otimização dessa etapa, para avaliar qual o tempo ideal para promover a retirada do CO₂ da amostra, levou-se em consideração os parâmetros de recuperação, conforme RIBANI et al. (2004). Segundo o autor, recuperação é a quantidade analito de interesse (presente ou adicionada) que é extraída e quantificada, e que também reporta sobre a exatidão da análise (BRITO et al., 2003). Também foram levados em consideração o desvio padrão das análises, que diz sobre dispersão de dados analíticos (Martins, 2013) e o coeficiente de variação, que representa uma medida de precisão em um experimento (GOMES, 1991).

No Gráfico 1 e Tabela 2, podemos analisar as informações obtidas a partir dos ensaios realizados com a cerveja e estimar o melhor tempo para realizar a descarbonatação, já que os valores

aceitáveis para a recuperação estão entre 70% a 120% e de coeficiente de variação entre 1% a 2% (RIBANI et al., 2004).

Gráfico 1 - Avaliação do tempo de descarbonatação da cerveja considerando o teor alcoólico declarado no rótulo e sua recuperação



Fonte: Autores.

Tabela 2 - Valores de recuperação do etanol em cerveja comercial considerando o valor declarado no rótulo em função do tempo de descarbonatação

Tempo (min)	Teor Alcoólico (% (v/v))	Recuperação (%)	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
0,0	3,233a	70,285a	0,045	1,378
2,5	4,515b	98,145b	0,001	0,027
5,0	4,310c	93,692c	0,085	1,980
7,5	4,223d	91,797d	0,188	4,459
10,0	4,688e	101,912e	0,383	8,165
12,5	4,486f	97,532f	0,079	1,767
15,0	4,351g	94,593g	0,040	0,923
20,0	4,381h	95,228h	0,149	3,396

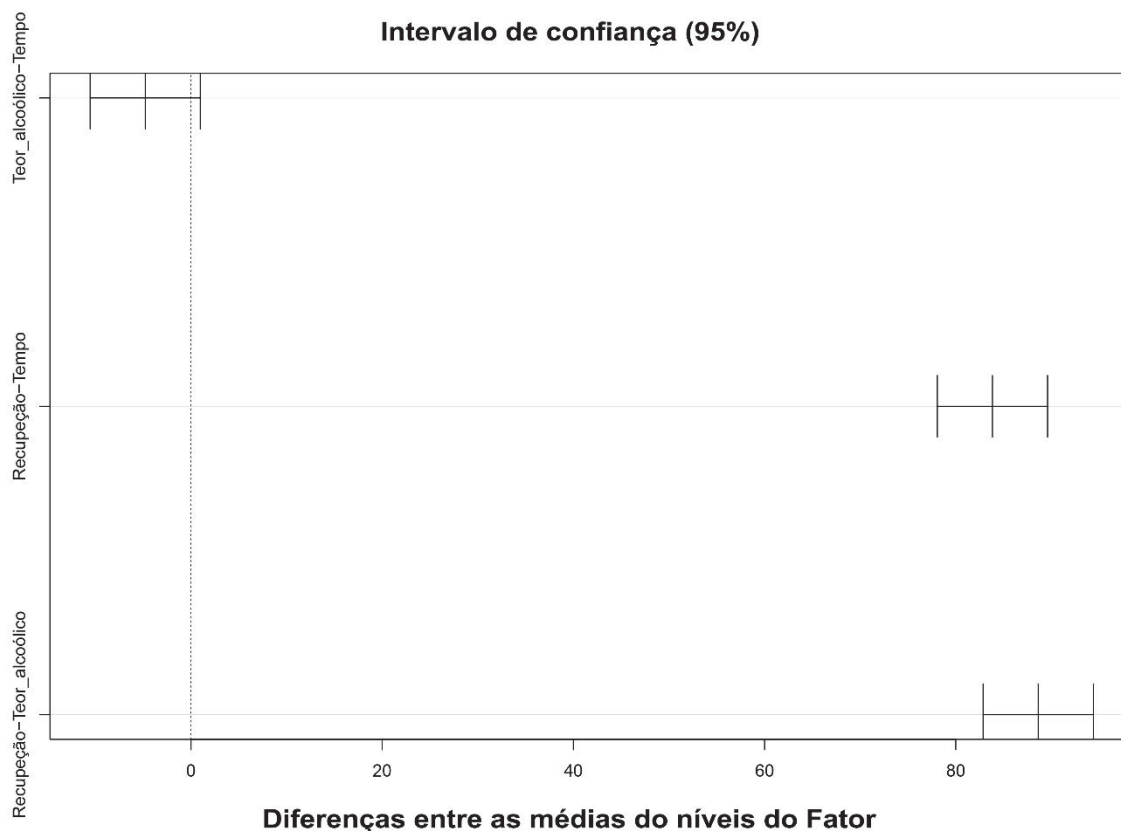
Fonte: Autores.

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

Ao analisarmos o Gráfico 1 e a Tabela 2, considerando a recuperação, é possível observar que todos os tempos estão de acordo com a faixa aceitável, conforme RIBANI et al. (2004). No entanto, utilizando-se os tempos de descarbonatação de 2,5 e 10 minutos, obtivemos os valores mais próximos aos declarados no rótulo da cerveja comercial, que é de 4,6%. Considerando o coeficiente de variação, os tempos 0; 2,5; 5; 12,5 e 15 estariam dentro do aceitável, conforme Ribani et al. (2004), mas o melhor desvio padrão seria apenas para o tempo 2,5, conforme Martins (2013), já que com este tempo o desvio está próximo de zero e é o menor apresentado nas análises.

Na Figura 1 também é possível observar que os intervalos que não contém o zero, as médias correspondentes são significativamente diferentes. Neste caso, o mais importante a se considerar é a relação de recuperação pelo tempo, já que a análise trabalha com componentes voláteis. Ao se agitar uma amostra por muito tempo para realizar a descarbonatação, pode haver aquecimento desta e ocorrer a volatilização dos analitos de interesse. A agitação aumenta a energia interna da amostra, promovendo uma troca de calor o que provoca o aumento de temperatura ou a mudança de estado físico, no caso do líquido para gasoso (SILVEIRA, 2010).

Figura 1 - Testes para as diferenças de médias entre tempo, teor alcoólico e recuperação



Fonte: Autores.

Assim tempo ideal de decarbonatação para realizar as análises com boas precisão e exatidão, foi de 2,5 minutos, sendo também viável para uma rotina de laboratório.

2.2 Utilização do sistema de amostragem por *headspace*

De acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008) amostras complexas, como é o caso das bebidas fermentadas, devem ser destiladas antes de serem analisadas quanto ao teor alcoólico. No entanto, a partir dos resultados de recuperação de teor alcoólico obtido na cerveja (98%) e no vinho (113%), pode ser observado que a utilização do sistema de extração de *headspace* foi eficiente e pode ser considerado como um método alternativo à destilação. Essa técnica de amostragem evita a interferência de componentes não voláteis da amostra, não requer quantidades significativas de amostras, como é o caso da destilação, e ainda necessita de menos tempo para a execução do processo de extração (CECCHI, 2003; RIBANI et al., 2004; VALENTE, 2014).

2.3 Determinação de metanol e etanol por HS-GC-FID

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de metanol e etanol, segundo especificação da legislação brasileira para bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas.

Tabela 3 – Concentrações de metanol e etanol permitidas em bebidas, segundo legislação brasileira

Bebida	Metanol (mg/L)		Etanol (% (v/v))	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Cerveja	NI*	NI*	0,5	54
Vinho fino tinto	-	400	8,6	14
Rum	-	2.000	35	54
Tequila	300	3.000	35	55
Uísque	-	200	38	54
Aguardente de cana-de-açúcar	-	200	38	54
Vodca	-	200	36	54

Fonte: BRASIL (2019a) - Adaptado. *NI: Não informado

Na Tabela 4 estão apresentados os valores de concentração de metanol e etanol obtidos das análises das bebidas alcoólicas estudadas.

Tabela 4 - Valores obtidos das análises em cromatografia gasosa

Amostra	Álcool Metílico (mg/L) *	Álcool Etílico (% (v/v)) *
Cerveja	ND**	4,5 ± 0,1
Vinho Tinto	863 ± 51	12 ± 0,8
Rum	716 ± 11	40 ± 0,3
Tequila	980 ± 191	40 ± 0,5
Uísque	818 ± 28	39 ± 0,5
Aguardente de cana-de-açúcar	581 ± 1	39 ± 0,1
Vodca	ND**	38 ± 0,6

Fonte: Autores.

*Valor médio das análises; **ND: Não detectado.

Ao se comparar os valores permitidos pela legislação brasileira e os valores obtidos nas análises, observa-se que o vinho, uísque e aguardente de cana-de-açúcar analisados estão fora da especificação, considerando o limite tolerado para o metanol. Os valores obtidos foram aproximadamente 2 a 4 vezes acima do permitido, podendo indicar contaminação dessas bebidas com metanol.

Deve-se ressaltar que o metanol é tóxico e pode ser prejudicial à saúde pois age no sistema nervoso, causa acidose metabólica, cegueira, instabilidade cardiovascular ou até mesmo morte, sendo a sua principal ação nos nervos ópticos. A catálise do metanol no organismo é lenta, assim seu efeito é considerado acumulativo, além dos produtos, formaldeído e ácido fórmico, formados pela sua oxidação no organismo, também serem tóxicos. Ainda é importante ressaltar que é comum a adulteração de bebidas alcoólicas com metanol, pois ele é mais barato que o etanol (PEREIRA, ANDRADE, 1998; SEQUEIRA, 2018).

Quando se trata das concentrações obtidas para o etanol, pode-se observar que todas as bebidas analisadas estão em conformidade tanto com a legislação brasileira, quanto com os valores declarados nos rótulos. Esse fato nos leva a ter segurança quanto à presença do etanol nos fermentados e destilados analisados.

CONCLUSÃO

A técnica de cromatografia gasosa demonstrou mais uma vez ser uma boa ferramenta para controle de qualidade de componentes voláteis em bebidas alcoólicas fermentadas ou destiladas. Possibilitou a análise qualitativa e quantitativa dos analitos de interesse, sem interferências decorrentes de outras técnicas, tais como destilação, quando se empregou a amostragem automática por *headspace*. Foi possível constatar a presença de metanol como contaminante em algumas amostras, o que sugere que um controle mais rigoroso desse analito, que pode ser prejudicial à saúde, deve ser realizado pelas indústrias.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Tecnologia de Piracicaba "Deputado Roque Trevisan", Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e do abastecimento. Norma Operacional nº 1, de 24 de janeiro de 2019. Norma interna DIPOV/SDA nº 1, de 24 de janeiro de 2019. Aprova a Consolidação das Normas de bebidas, fermentados acéticos, vinhos e derivados da uva e do vinho, nacionais e importados a ser utilizada pela inspeção e fiscalização agropecuária e pelos administrados, na forma do Anexo desta norma. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 jan. 2019a. ISSN 1111-1111. Disponível em:

http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/norma-operacional-no-1-de-2019_dipov-versao-15-08-19_anexo.pdf. Acesso em: 14 out. 2019.

BRASIL, Z. de O. L. IT LABV 278 - Análise de Álcoois Superiores, Acetaldeído, Acetato de Etila, Furfural e Contaminantes Orgânicos por Cromatografia Gasosa. Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). p. 1-5, 2012b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivos-metodos-da-area-bev-iqa/it-labv-278-analise-de-alcoois-superiores-acetaldeido-acetato-de-etila-furfural-e-contaminantes-organicos.pdf>. Acesso em: 14 out. 2019.

BRITO, N. M. et al. Validação de métodos analíticos: estratégia e discussão. *Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 13, p. 129-146, jan./dez. 2003.

CECCHI, H. M. *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. 2. ed. rev. Campinas/SP: Editora Unicamp, 2003.

Bioenergia em Revista: Diálogos, ano/vol. 10, n. 1, p. 111-124, jan./jun. 2020.

Gomes, W. P. C.; Yoshinaga, F.; Bortoleto, G. G.;

Determinação de álcoois em bebidas comerciais por cromatografia gasosa e amostragem por headspace

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. *Fundamentos de Cromatografia*, Campinas – SP, Editora da Unicamp, 2006.

CRUWYS, J. et al. Development of a static headspace gas chromatographic procedure for the routine analysis of volatile fatty acids in wastewaters. *Journal of Chromatography A*, v. 945, n. 1-2, p. 195-209, 2002.

GOMES, F. P. O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação. Instituto de pesquisas e estudos florestais- IPEF, *Circular Técnica n. 178*, maio, 1991. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr178.pdf>. Acesso em 14 out. 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 1020.

KOLB, B.; ETTRE, L. S. *Static Headspace-Gas Chromatography: Theory and Practice*. 1. ed. Estados Unidos: Wiley-VCH, 1997.

MARTINS, M. E. G. Desvio padrão amostral. *Revista de Ciência Elementar*, v. 1, n. 1, Lisboa, out./dez. 2013.

NASCIMENTO, R. F. do et al. *Cromatografia gasosa: aspectos teóricos e práticos*. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2018.

PEREIRA, P. A. de P.; ANDRADE, J. B. de. Fontes, Reatividade e Quantificação de Metanol e Etanol na Atmosfera. *Química Nova*, v. 21, n. 6, São Paulo, nov./dez. 1998.

RIBANI, M. et al. Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. *Química Nova*, Vol. 27, No. 5, 771-780, 2004.

SEQUEIRA, A. S. da S. *Desenvolvimento de uma membrana de fibras para conversão enzimática de CO₂*. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2018.

SILVEIRA, F. L. da. *Energia mecânica e calor*. Centro de Referência para Ensino de Física - CREF, Instituto de Física da UFRGS. 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=energia-mecanica-e-calor>. Acesso em: 16 out. 2019.

SKOOG, D. A. et al. *Fundamentos de Química Analítica*. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

SOARES, T. L. *Álcoois, ésteres e aldeídos produzidos por diferentes isolados de Saccharomyces cerevisiae*. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

VALENTE, I. M. A. *Desenvolvimento de metodologias analíticas para a determinação de off-flavours em bebidas*. 2014. 202 f. Tese (Doutorado em Química Sustentável) - Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2014.

Bioenergia em Revista: Diálogos, ano/vol. 10, n. 1, p. 111-124, jan./jun. 2020.

Gomes, W. P. C.; Yoshinaga, F.; Bortoleto, G. G.;

Determinação de álcoois em bebidas comerciais por cromatografia gasosa e amostragem por headspace

World Health Organization (WHO). Global status report on alcohol and health 2018. Geneva:

World Health Organization, 2018. *Licence*: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

1 GOMES, Winston Pinheiro Claro é Mestrando do programa de Ciências (Energia Nuclear na Agricultura), na área Química na Agricultura e no Ambiente, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), graduando em Tecnologia em Alimentos na Faculdade de Tecnologia de Piracicaba - Centro Paula Souza, onde é estagiário no Laboratório de Cromatografia e Biotecnologia desenvolvendo a Iniciação Científica de "Análise de álcoois superiores em cervejas artesanais por Cromatografia Gasosa empregando Headspace". Graduado em Tecnologia Têxtil pela Faculdade de Tecnologia de Americana - Centro Paula Souza, em dezembro de 2010, onde foi bolsista pelo "Programa de Iniciação Científica e Tecnológica para Micro e Pequenas Empresas - BITEC" na Europa Indústria Têxtil LTDA. Atualmente é professor nos cursos técnico na Faculdade de Americana - FAM.

2 YOSHINAGA, Fabiana é Bacharel em Química pela Universidade Estadual de Campinas (2001) e Mestre em Química pela Universidade Estadual de Campinas (2003). Experiência nas áreas: ressonância magnética nuclear (RMN), infravermelho (IV), cromatografia gasosa (CG), cálculos teóricos, análise conformacional, recuperação melhorada de petróleo (EOR), biocombustíveis e metodologias ativas de aprendizagem. Atualmente atua como Química, no setor de produtos controlados, no Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas.

3 BORTOLETO, Gisele Gonçalves é Bacharel em Química pelo IQ- UNICAMP (2001), licenciada em Química pela Faculdade de Educação da UNICAMP (2003), mestre em Química Analítica pelo IQ-UNICAMP (2003) e doutora em Ciências pelo IQ-UNICAMP (2007), realizou pós doutoramento no Centro de Energia Nuclear na Agricultura CENA-USP (2007-2008). É professora dos cursos de Alimentos e de Biocombustíveis da FATEC Piracicaba - Centro Paula Souza desde 2008. Atualmente é membro do Conselho Técnico do Parque Tecnológico de Piracicaba, membro do Conselho Municipal de Educação e Representante de Curso do Conselho Regional de Química.