Recital
Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

CERVEJA: COMPOSIÇÃO E MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DOS CONSTITUINTES INORGÂNICOS E ORGÂNICOS

Beer: Composition and methods of determination of inorganic and organic constituents

Ednilton Moreira GAMA
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG)
ednilton.gama@ifnmg.edu.br

Roberta Pereira MATOS
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG)
roberta.matos@ifnmg.edu.br

Resumo

A cerveja é uma bebida fermentada a partir da mistura de quatro componentes básicos, incluindo malte de cevada, água, lúpulo e fermento. O lúpulo é responsável por diversas qualidades da cerveja, como sabor amargo e estabilidade da espuma. O malte também fornece outras propriedades importantes, tais como o corpo, aroma e gosto, além de enzimas que degradam amidos e proteínas em açúcares simples e aminoácidos. A água deve apresentar um pH entre 5 e 9,5 influencia na qualidade. O controle de qualidade da bebida é feito da maltagem até o envase a partir de análises físico-químicas, microbiológicas e dos constituintes inorgânicos e orgânicos. A legislação brasileira controla as concentrações de arsênio (As), chumbo (Pb) e cadmio (Cd), mesmo sabendo que podem ser encontrados outros elementos inorgânicos. Esses constituintes são quantificados por técnicas analíticas de absorção atômica, mas os componentes orgânicos, que também podem ser encontrados, são analisados por espectrofotometria ou métodos cromatográficos.

Palavras-chave: Fermentação alcoólica. Cevada. Malte. Lúpulo.

Abstract

Beer is a fermented drink from the blend of four basic components, including barley malt, water, hops and yeast. Hops are responsible for various qualities of beer, such as bitter taste and foam stability. Malt also provides other important properties, such as body, aroma and taste, as well as enzymes that degrade starches and proteins in simple sugars and amino acids. Water that must have a pH between 5 and 9.5 influences the quality. The quality control of the beverage is made from malting to packaging from physical-chemical, microbiological and inorganic and organic constituents. Brazilian legislation controls the concentrations of arsenic (As), lead (Pb) and cadmium (Cd), even though other inorganic elements can be found. These constituents are quantified by analytical techniques of atomic absorption, but the organic components, which can also be found, are analyzed by spectrophotometry or chromatographic methods.

Keywords: Brewing. Barley. Malt. Hops.

INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida amplamente consumida em todo o mundo e, de acordo com a literatura, foi originada na Suméria, datando de 8000 anos. Nesse período a bebida fazia parte da dieta e tinha funções medicinais (BAMFORTH, 2002; HORNSEY, 2003; BAMFORTH, 2009). Ela chegou ao Brasil em 1634, primeiramente, trazida pelos holandeses e posteriormente, pela Família real portuguesa em 1808.

Alguns anos depois, foi fabricada no Brasil a primeira cerveja, que recebeu o nome de Cerveja Brazileira. Esse momento foi registrado pelo Jornal do Commercio do Rio de Janeiro na edição de 27 de outubro de 1836 (SANTOS, 2003). Conforme, a legislação brasileira, Decreto nº 2314, de 04 de junho de 2009, art. 36 a art. 50: "A cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com a adição de lúpulo" (BRASIL, 2009).

Alguns elementos inorgânicos fazem parte da composição natural da cerveja, por exemplo, o zinco (Zn), magnésio (Mg) e cloretos (Cl-). Também pode ser encontrada na cerveja uma grande quantidade de compostos orgânicos, tais como carboidratos, aminoácidos, polifenóis, pectina, ácidos graxos, celulose e óleos essenciais (ARAÚJO *et al*., 2003; DRAGONE *et al*., 2007; SILVA; FARIA, 2008).

No ano de 2014, a produção mundial de cerveja alcançou aproximadamente 196 bilhões de litros (BARTH-HAAS GROUP, 2015). Nesse ano o mercado mundial era dominado por quatro grandes empresas multinacionais (AB inBEV, SABmiller, Heineken e Carlsberg), que juntas respondiam por 47% do mercado mundial. Estimativas indicam que, até o ano de 2020, o mercado mundial de cervejas movimentará algo em torno de US$ 690 bilhões em vendas (THE STATISTICS PORTAL, 2014).

O mercado cervejeiro, no Brasil, em 2014, respondeu por cerca de 6,6% do mercado mundial. Atualmente, a indústria da cerveja é impactante na economia nacional, com a geração de muitos empregos e grande arrecadação tributária (KIRIN HOLDINGS, 2014). Isso justifica o fato desse setor, em 2014, ter sido responsável por 1,6% do produto interno bruto brasileiro e pela arrecadação de R$ 21 bilhões de reais em impostos (CERVBRASIL, 2015).

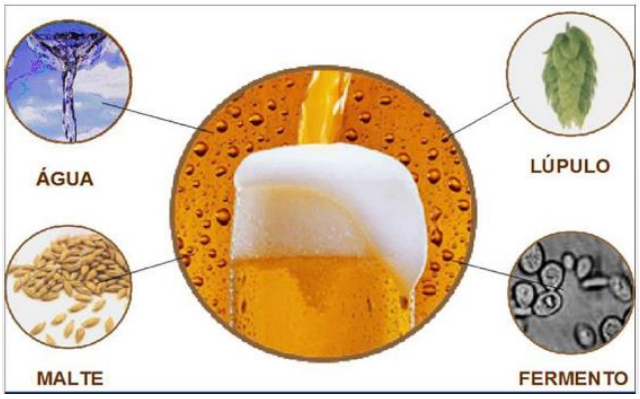
Durante o processo de produção da cerveja podem ocorrer contaminações por elementos inorgânicos, que podem causar sérios problemas de saúde aos consumidores e também alterar a qualidade desse produto (BRIGGS, 2004; POHL, 2008).

Os constituintes inorgânicos da cerveja podem ser determinados por técnicas de espectrometria atômica dependendo das concentrações desses elementos (POHL, 2008) e os orgânicos podem ser quantificados por métodos espectrofotométricos (ROSSI & SINGLETON, 1965) ou cromatográficos (ROSSI *et al*., 2014).

1 COMPOSIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA CERVEJA

Os principais constituintes da cerveja estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Componentes da cerveja.



Fonte: ROSA; AFONSO, 2015.

O malte fornece algumas propriedades importantes, tais como o corpo, o aroma e o gosto da cerveja, além de enzimas que degradam amidos e proteínas em açúcares simples e a aminoácidos, respectivamente (BAMFORTH, 2000). No processo de aquecimento, a cerveja adquire cor e gosto distintos, porque esses açúcares podem sofrer caramelização e reações de Maillard (KEUKELEIRE, 2000).

Uma porção do malte pode ser substituída por outros componentes que são chamados de ingredientes adjuntos do malte, tais como cereais ou frutas, para correção ou complementação de propriedades, como cor, brilho e aroma (BAMFORTH, 2000). Um exemplo de adjunto é uma pequena quantidade de trigo adicionado em cervejas que apresentam pouca espuma que, por interações hidrofóbicas das proteínas do trigo com as bolhas de ar da espuma, auxiliam em sua retenção (BAXTER; HUGHES, 2001). Esses ingredientes são adicionados à cerveja por diversos motivos, tais como menor custo comparado ao malte, aumento da capacidade da brassagem (primeira etapa do processo de fabricação da cerveja) e produção da bebida mais clara (SILVA; FARIA, 2008; ARAÚJO *et al*., 2003).

Outro constituinte importante presente na cerveja é o lúpulo, que confere algumas características organolépticas imprescindíveis na bebida. Dentre elas destacam-se a função

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 1, n. 1, mai/ago 2019.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

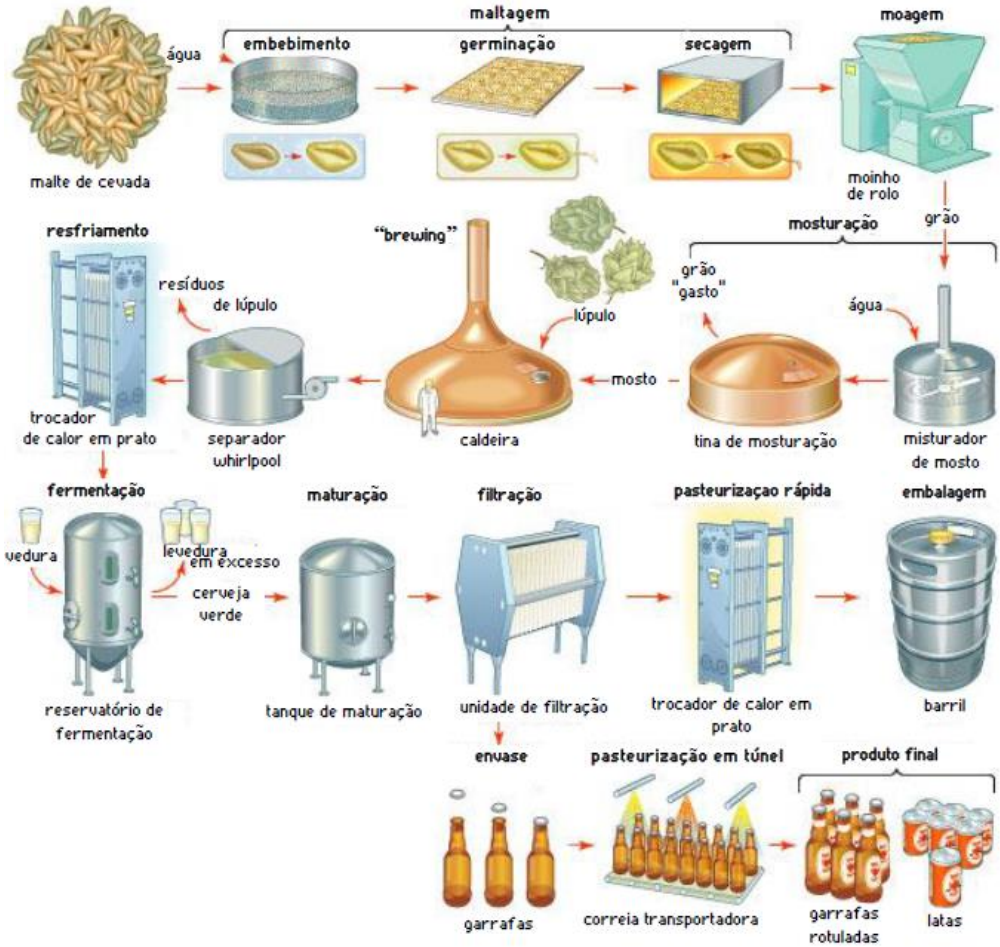
aromatizante e o amargor, mas também é capaz de esterilizar o mosto de forma natural e estabilizar a espuma (BAMFORTH, 2000).

A qualidade da cerveja é diretamente dependente da qualidade da água e do lúpulo. A água é o maior componente e deve cumprir alguns requisitos como estar límpida, possuir pH entre 5 a 9,5 e obedecer a padrões microbiológicos que asseguram ausência de micro-organismos, sabor e odor (ROSA; AFONSO, 2015).

O produto final da mosturação é o mosto, que é uma suspensão de particulados em água. Ao mosto é adicionado o lúpulo e então são fervidos a 100 °C, ocorrendo a inativação de enzimas e esterilização. Após resfriamento, a levedura é inoculada para o início da fermentação. O produto obtido desta fermentação é a cerveja verde. Esta possui leveduras em suspensão e açúcares, necessitando de um tempo de condicionamento (SIQUEIRA *et al*., 2008).

Em seguida é realizada a maturação, que é uma fermentação secundária proveniente do consumo do carboidrato residual pelas leveduras remanescentes. Esse processo é capaz de remover produtos secundários, como o acetaldeído (C_2H_4O) e o sulfeto de hidrogênio (H_2S), melhorar o gosto e clarificar a cerveja (ROSA & AFONSO, 2015; SIQUEIRA *et al*., 2008). A Figura 2 ilustra todas as etapas do processo de produção da cerveja.

Figura 2 – Processo de produção de cerveja



Fonte: YOUNG, 2009 (adaptado da Enciclopédia Britânica on-line).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 1, n. 1, mai/ago 2019.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

A cerveja é absorvida rapidamente pelo organismo humano, mas provoca elevado efeito diurético, causado pelas resinas do lúpulo. Essa bebida possui quantidades adequadas de componentes essenciais para o metabolismo humano como íons cálcio, ferro e fósforo, sendo considerada repositora de eletrólitos.

O consumo moderado garante quantidades recomendadas de vitaminas do complexo B (riboflavina, niacina e piridoxina), além de ser uma fonte importante de selênio e ácido fólico (BAMFORTH, 2002; ROSA; AFONSO, 2015). Associado a essas substâncias, seu consumo pode ser benéfico à saúde, devido à ação antioxidante e anti-inflamatória dos polifenóis (moléculas oxidáveis) presentes no malte e no lúpulo. Essa propriedade antioxidante pode explicar a diminuição de riscos de doenças cardiovasculares (ARRANZ *et al*., 2012).

Um estudo realizado por Kondo (2004) avaliou o efeito dessa bebida contra o câncer, aterosclerose e osteoporose e ele observou uma possível redução do risco de câncer, perda de massa óssea, e ainda supressão do aparecimento da aterosclerose.

No Brasil, as cervejas são classificadas levando-se em consideração o extrato primitivo, cor, teor alcoólico, proporção de malte de cevada e tipo de fermentação. Todas as cervejas são caracterizadas em Lagers ou Ales, determinado pelo tipo de levedura utilizada na fermentação. As Lagers são feitas com leveduras que fermentam a parte de baixo da mistura (baixa fermentação) e as Ale que fermentam o topo (alta fermentação) (SINDICERV, 2016).

As cervejas são classificadas pelo teor alcóolico, que é a medida padrão da concentração de etanol, em % v/v, de bebidas alcóolicas. A cerveja é classificada por baixo teor (0,05% a 2,0%), médio teor (2,0% e 4,0%) e de alto teor (4,0% e 7,0%) (SILVA *et al*., 2009). A cerveja pode ser categorizada, adicionalmente, de acordo com suas características físicas, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação das cervejas de acordo com origem, coloração, teor alcoólico e fermentação.

Cerveja	**Origem**	**Coloração**	**Teor alcoólico**	**Fermentação**
Ale	Inglaterra	Clara e avermelhada	Médio ou alto	Alta
Bock	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
Dortmunder	Alemanha	Clara	Médio	Baixa
Ice	Canadá	Clara	Alto	-
Malzbier	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
Munchen	Alemanha	Escura	Médio	Baixa
Pilsen	Alemanha	Clara	Médio	Baixa
Porter	Inglaterra	Escura	Alto	Alta ou baixa
Stout	Inglaterra	Escura	Alto	Geralmente baixa
Weissbier	Alemanha	Clara	Médio	Alta

Fonte: SINDICERV, s. d.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 1, n. 1, mai/ago 2019.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

O controle de qualidade da cerveja é feito da maltagem até o envase, realizando-se análises físico-químicas de acidez, microbiológicas e sensoriais, garantindo que a bebida cumpra as exigências dos órgãos responsáveis e principalmente do paladar do consumidor (ROSA; AFONSO, 2015).

2 DETERMINAÇÃO DOS CONSTITUINTES INORGÂNICOS DA CERVEJA

Além das análises físico-químicas, a legislação brasileira controla as concentrações de íons arsênio (As), cádmio (Cd) e chumbo (Pb) na bebida (ANVISA, 2013). Embora possam ser encontrados outros elementos inorgânicos, tais como fósforo (P), enxofre (S), cloretos (Cl-), potássio (K), cálcio (Ca), manganês (Mn), ferro (Fe), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), bromo (Br), arsênio (As), rubídio (Rb), estrôncio (Sr) e chumbo (Pb) (GAMA *et al*., 2017).

Os métodos oficiais para análise de cerveja promovem a destruição da matéria orgânica antes da medida por espectrometria de absorção atômica por chama (FAAS) (WATSON, 1994). Esse método envolve digestão ácida com H_2SO_4 e H_2O_2 em chapa de aquecimento, consumindo tempo e propenso a perdas e contaminações (BELLIDO-MILLA *et al*., 2000).

Na literatura podem ser encontradas várias técnicas analíticas utilizadas para analisar amostras de cerveja, tais como espectrometria de absorção atômica de chama (FAAS) (BELLIDO-MILLA *et al*., 2000; POHL; PRUSISZ 2007; FILIK; GIRAY, 2012), espectrometria de absorção atômica eletrotérmica (ET-AAS) (SHARPE; WILLIAMS 1995; SVENDSEN; LUND 2000; ASFAW; WIBETOE 2005).

Além dessas técnicas também é muito utilizada a técnica de emissão atômica, principalmente para análise multielementar, como a espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado (ICP OES) (ALCAZAR *et al*., 2002; BELLIDO-MILLA *et al*., 2004; POHL; PRUSISZ 2004; ASFAW; WIBETOE, 2005; SEDIN, 2006), espectrometria de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) (WYRZYKOWSKA *et al*., 2001; VOICA *et al*., 2015) e espectrometria de fluorescência de raios - X por reflexão total (TXRF) (GAMA *et al*., 2017). Alguns desses trabalhos podem ser observados na tabela abaixo (Tabela 1), onde também pode ser verificado os procedimentos utilizados para o preparo das amostras de cerveja.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 1, n. 1, mai/ago 2019.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Tabela 1 – Métodos de análise dos constituintes inorgânicos da cerveja.

Elemento	Preparo da amostra	Técnica	Recuperação %	DPR%	Referência
Fe	Digestão (mistura HNO_3/H_2O_2) em frasco Kjeldahl.	FAAS	__	__	ALKIS *et al*., 2014
Cu Fe	Digestão via úmida em chapa de aquecimento.	FAAS	104,7 99,4	__	MALINOWSKI *et al*., 2016
Pb Cd	Analise direta.	GFAAS	99,7 99,5	4,26 4,9	IVANOVA-PETROPULOS *et al*., 2015
Mn, Ni, Pb, Cr, Cu, Zn, Co, Cd	Digestão (mistura HNO_3/H_2O_2) em frasco Kjeldahl.	GFAAS	__	__	ALKIS *et al*., 2014
Cr, Cu, Pb, Zn, Ni	Digestão com mistura HNO_3/H_2O_2	ICPOES	94-112		VYSTAVNA *et al*., 2014
Al, AS, B, Ba, Ca, Co, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sr, Zn	Diluição com água ultrapura contendo HNO_3 2%.	ICP-MS	71-129	4-14	RODRIGUES *et al*., 2011
Li, Be, V, Mn, Co, Ni, Cu, Ge, As, Rb, Sr, Mo, Cd, Ba, Hg, TI, Pb, Bi	Digestão ácida (HNO_3/H_2O_2) por micro-ondas.	ICP-MS	__	1,9-8,3	AZCARATE *et al*., 2015
Li, V, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Rb, Sr, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu, Pb	Digestão ácida (HNO_3/H_2O_2) por micro-ondas.	ICP-MS	85-120	0,8-28	MARISA *et al*., 2002
P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, As, Rb, Sr and Pb	Desgaseificação em banho ultrassônico	TXRF	102-107*	1,0-3,0*	GAMA *et al*., 2017

Fonte: Elaborado pelos autores. *O estudo da recuperação e do desvio padrão relativo (DPR%) foram calculados apenas para os elementos As e Pb.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 1, n. 1, mai/ago 2019.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Os compostos orgânicos presentes na cerveja podem ser analisados através do emprego de diversas técnicas analíticas, tais como: espectroscopia de absorção molecular no ultravioleta-visível (BIANCOLILLO *et al*., 2014; VERA *et al*., 2011; TAN *et al*., 2015; BELLIDO-MILLA *et al*., 2000), cromatografia gasosa (VERA *et al*., 2011; ROSSI *et al*., 2014; SILVA *et al*., 2008), cromatografia líquida (PÉREZ-RÀFOLS; SAURINA, 2015; MATTARUCCHI, 2010), espectroscopia no infravermelho médio e próximo (BIANCOLILLO *et al*., 2014; VERA *et al*., 2011; EGIDIO *et al*., 2011), a espectrometria de massas de forma autônoma ou hifenizada a outros instrumentos (CAJKA *et al*., 2010; VERA *et al*., 2011; MATTARUCCHI *et al*., 2010) e outras. Por exemplo, DUARTE *et al*. empregaram ^{1}H RMN (Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio) e espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) para diferenciação de 50 marcas de cervejas de três diferentes tipos (Lager, Ale e sem álcool) a partir da observação de sinais referentes a compostos aromáticos e também a açúcares (DUARTE *et al*., 2004).

Em outro trabalho, Silva *et al*. (2008) empregaram GC-MS combinada com microextração em fase sólida para a determinação do perfil de compostos voláteis de 20 marcas de cervejas Lagers brasileiras. Nos perfis obtidos foram identificados compostos como alcoóis, ésteres, cetonas, aldeídos, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, entre outras classes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na literatura há diversos métodos analíticos para analisar e fornecer informações acerca da qualidade da cerveja. Com esses métodos foi possível identificar os componentes inorgânicos e orgânicos da bebida, concluindo-se que ela apresenta vitaminas, sais minerais e polifenóis importantes para os organismos humanos.

REFERÊNCIAS

ALCÁZAR, A.; PABLOS, F.; MARTÍN, M.J. & GONZÁLEZ, A.G. Multivariate characterisation of beers according to their mineral content, Talanta 57, p. 45–52, 2002.

ALKIŞ T. M., ÖZ S., ATAKOL A., YILMAZ N., ANLI R. E., ATAKOL O. Investigation of heavy metal concentrations in some Turkish wines. **Journal Food Composition Analysis**, 33, p. 105–110, 2014.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO – RDC n° 42, de 29 de Agosto de 2013. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 30 agosto 2013. Seção 1, p. 34-35.

ARAÚJO, F.B.; SILVA, P.H.A.; MINIM, V.P.R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 23, p. 121-128, 2003. –

ARRANZ, S., CHIVA-BLANCH, G., VALDERAS-MARTÍNEZ, P., MEDINA-REMÓN, A., LAMUELA-RAVENTÓS, R. M., & ESTRUCH, R. Wine, beer, alcohol and polyphenols on cardiovascular disease and cancer. **Nutrients**, 4(7), 759-781, 2012.

ASFAW, A.; WIBETOE, G. Direct analysis of beer by ICPAES: a very simple method for the determination of Cu, Mn and Fe. **Microchimica Acta**. 152, p. 61–68, 2005.

AZCARATE, S. M.; MARTINEZ L. D.; SAVIO M., CAMINA J. M.; GIL, R. A. Classification of monovarietal Argentinean whithe wines by their elemental profile. **Food Control**, 57 (2015) 268-274.

BAMFORTH, C. W. Nutritional aspects of beer – a review. **Nutrition Research,** 22(1), 227-237, 2002.

BAMFORTH, C. **Beer**: tap into the art and science of brewing. Nova Iorque, Oxford University Press, 2009.

BELLIDO-MILLA, D.; MORENO-PEREZ, J. M.; HERNÁNDEZ-ARTIGA, M. P.. Differentiation and classification of beers with flame atomic spectrometry and 71 molecular absorptions spectrometry and sample preparation assisted by microwaves. **Spectrochimica Acta Part B**. 55, p. 855-864, p. 2000.

BARTH-HAAS GROUP – The Barth Report Hops 2014/2015. Nuremberg: Joh. Barth & Sohn GmbH & Co KG, Julho, 2015. Disponível em: http://barley-malt.ru/wpcontent/uploads/2015/08/barthreport_2014-2015_en.pdf. Acesso em: 14/04/2019.

BAXTER, E. D., & HUGHES, P. S. **Beer:** Quality, safety and nutritional aspects. Cambridge, Royal Society of Chemistry, 2001.

BELLIDO-MILLA, D.; MORENO-PEREZ, J.M & HERNÁNDEZ-ARTIGA, M.P. Differentiation and classification of beers with flame atomic spectrometry and molecular absorption spectrometry and sample preparation assisted by microwaves. **Spectrochim. Acta B**, 55, p. 855-864, 2000.

BIANCOLILLO, A.; BUCCI, R.; MAGRI, A. L.; MAGRI, A. D.; MARINI, F.. Data-Fusion for multiplatform characterization of an italian craft beer aimed as its authentication. **Analytica Chimica Acta**. 820. p. 23-31. 2014.

BRASIL. Decreto nº 2314, de 04 de Junho de 2009, art. 36 a art. 50. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial, Brasília, 05 jun. 2009. Seção 1, p. 20.

CERVBRASIL. **Anuário 2015**. 2015. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/ANUARIO_CB_2015_WEB.pdf. Acesso em: 14 abr. 2019.

CAJKA, T.; RIDDELLOVA, K.; TOMANIOVA, M.; HAJSLOVA, J.. Recognition of beer brand based on multivariate analysis of volatile fingerprints. **Journal of Chromatography A**. 1217, p. 4195-4203, 2010.

DUARTE, I. F.; BARROS, A.; ALMEIDA, C.; SPRAUL, M.; GIL, A. M.. Multivariate analysis of NMR and FTIR data as a potential tool for the quality of beer. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52, p; 1013-1038, 2004.

DRAGONE, G.; MUSSATI, S.I.; SILVA, J.B.A. Utilização de mostos concentrados na produção de cervejas pelo processo contínuo: novas tendências para o aumento da produtividade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 27, p. 37-40, 2007.

EGIDIO, V.; OLIVERI, P.; WOODCOCK, T.; DOWNEY, G.. Confirmation of brand identity in foods by near infrared transflectance spectroscopy using classification and class-modelling chemometrics techniques – The example of a Belgian beer. **Food Research International**, 44, 544-549, 2011.

FILIK, H., & GIRAY, D. Cloud point extraction for speciation of iron in beer samples by spectrophotometry. **Food chemistry,** 130(1), 209-213, 2012.

GAMA, E. M.; NASCENTES, C.C.; MATOS, R.P.; RODRIGUES, G.C.; RODRIGUES, G.D. A simple method for the multi-elemental analysis of beer using total reflection X-ray fluorescence. **TALANTA**, v. 174, p. 274-278, 2017.

GOLDBERG D. M. & BROMBERG I. L. Health effects of moderate alcohol consumption: a paradigmatic risk factor, Clinica Chimica Acta 246 (1996)14–16.

HORNSEY, I. S. **A history of beer and brewing**, Cambrigde, Royal Society of Chemistry, 2003.

IVANOVA-PETROPULOS, V., JAKABOVÁ S., NEDELKOVSKI D., VLADIMÍR PAVLÍK V., BALÁŽOVÁ Z., HEGEDŰS O. Determination of Pb and Cd in Macedonian Wines by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry (ETAAS). **Food Anal. Methods**, 8, p. 1947–1952, 2015.

KEUKELEIRE, D. Fundamentals of beer and hop chemistry. **Química nova,** 23(1), 108-112, 2000.

KIRIN HOLDINGS UNIVERSITY. Global Beer Consumption by country in 2014. 2015. Disponível em: http://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2015/1224_01.html. Acesso em: 14 abr. 2019.

KONDO, K. Preventive effects of dietary beer on lifestyle-related diseases. **EBC Proc**., Dublin, n. 1, p.133, 2003.

MARISA, C., ALMEIDA, R., TERESA, M., VASCONCELOS, S. D., BARBASTE, M., MEDINA, B. ICP-MS multi-element analysis of wine samples – a comparative study of the methodologies used in two laboratories. **Anal Bioanal Chem**, 374, p. 314–322, 2002.

MATTARUCCHI, E.; STOCCHERO, M.; MORENO-ROJAS, J. M.; GIORDANO, G.; RENIERO, F.; GUILLOU, C.. Authentication of trappist beers by LC-MS fingerprints and multivariate data analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 58, p. 12089-12095. 2010.

PÉREZ-RÀFOLS, C.; SAURINA, J.. Liquid chromatographic fingerprints and profiles of polyphenolic compounds applied to the chemometric characterization and classification of beers. **Analytical Methods**. 7. 8733-8739. 2015.

POHL, P. Determination and fractionation of metals in beer: A review. **Food Addit. Contam**, 25, p. 693–703, 2008.

PREEDY, V.R. **Beer in Health and Disease Prevention** (First edition), Academic Press, London, UK, 2008.

ROSA, N. A., AFONSO, J. C. A Química da Cerveja. **Química Nova Escola**, v. 37, n. 2, p. 98-105, 2015.

ROSSI, J. A. Jr.; SINGLETON, V. L. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal Enol. Vitic**. v. 16, p. 144-158, 1965.

ROSSI, S.; SILEONI, V.; PERRETTI, G.; MARCONI, O. Characterization of the volatile profiles of beer using headspace solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 94, p. 919-928. 2014.

SINDICERV – Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja. Disponível em: http://www.sindicerv.com.br/tipo-cerveja.php. Acesso em: 03 dez. 2017.

SIQUEIRA, P. B., BOLINI, H. M. A., MACEDO, G. A. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Alimentos e Nutrição**, 19, p. 491-498, 2008.

SILVA, P.H.A.; FARIA, F.C. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 28, p. 902-906, 2008.

SANTOS, S.P. **Os primórdios da cerveja no Brasil**. São Paulo, Ateliê Editorial, 2003.

SEDIN, D. Elemental analysis of beer and wort by inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopy. **J Am Soc Brew Chem**, 64, p. 233–237, 2006.

SILVA, G. A.; AUGUSTO, F.; POPPI, R. J.. Exploratory analysis of the volatile profile of beers by HS-SPME-GC. Food Chemistry. 111. 1057-1063. 2008.

SILVA, A. E., COLPO, E., DE OLIVEIRA, V. R., JUNIOR, C. G. H., HECKTHEUER, L. H. R., & REICHERT, F. S. Elaboração de cerveja com diferentes teores alcoólicos através de processo artesanal. **Alimentos e Nutrição**, 20(3), 369-374, 2009.

SVENDSEN, R.; LUND, W. Speciation of Cu, Fe and Mn in beer using ion exchange separation and sizeexclusion chromatography in combination with electrothermal atomic absorption spectrometry. **Analyst.** 125, p. 1933–1937, 2000.

TAN, J.; LI, R.; JIANG, Z.. Chemometric classification of Chinese Lager beers according to manufacturer based on data fusion of fluorescence, UV and visible spectroscopies. **Food Chemistry**. 184, p. 30-36, 2015.

THE STATISTICS PORTAL. Beer production worldwide from 1998 to 2014 (in billion hectoliters). Disponível em: . Acesso em 14 abr. 2019.

VERA, L.; ACEÑA, L.; GUASCH, J.; BOQUÉ, R.; MESTRES, M.; BUSTO, O. Discrimination and sensory descriptions of beers through data fusion. **Talanta**, 87, p. 136-142, 2011.

VINAS, P.; AGUINAGA, N.; LOPEZ-GARCIA, I.; HERNANDEZ-CORDOBA, M. Determination of cadmium, aluminium, and copper ´ in beer and products used in its manufacture by electrothermal atomic absorption spectrometry, **J. AOAC Internat**, 85, p. 736–743, 2002.

VYSTAVNA, Y., RUSHENKO L., DIADIN D., KLYMENKO O., KLYMENKO M. Trace metals in wine and vineyard environment in southern Ukraine. **Food Chemistry**, 146, p. 339–344, 2014.

YOUNG T. W. Enciclopédia Britânica on-line, 2009. Disponível na Internet: https://www.britannica.com/topic/beer. Acesso em 03 dez. 2017.

WATSON, C.A. **Official and Standardized Methods of Analysis**. 3. ed. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 1994.

WYRZYKOWSKA, B.; ZYMCZYK, K.; ICHICHASHI, H.; FALANDYSZ, J.; SKWARZEC, B.; YAMASAKI, S. Application of ICP sector field MS and principal component analysis for studying interdependences among 23 trace elements in Polish beers. **J Agricult Food Chem**, 49, p. 3425–3431, 2001.

Recebido em: 18 maio 2019

Aceito em: 20 set. 2019