



ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE CERVEJAS COMERCIAIS BRASILEIRAS

Daniel de Araujo Doretto¹, Ricardo Figueira², Maria Márcia Pereira Sartori³ & Waldemar Gastoni Venturini Filho⁴

RESUMO: O objetivo do trabalho foi identificar as diferenças físicas, químicas e sensoriais das principais marcas de cervejas comercializadas no Brasil e verificar se estavam em conformidade com a legislação vigente no país e também com o estilo cervejeiro proposto pelo BJCP. Nesse estudo foram avaliadas as marcas Antártica, Brahma e Skol (AmBev), Schin e Glacial (Brasil Kirin), Itaipava e Crystal (Grupo Petrópolis), Kaiser e Bavária (Heineken). As cervejas foram analisadas para teor alcoólico, extrato real, extrato aparente, extrato original, pH, acidez total, gás carbônico, amargor, cor e turbidez. A análise sensorial foi realizada de forma monádica, usando o teste afetivo de escala hedônica estruturada de nove pontos para os atributos sensoriais de aparência, aroma, sabor e avaliação global. Também foi realizado um levantamento de preços, os quais foram correlacionados com os atributos sensoriais pela aplicação da análise de componentes principais de correlação multivariada. Todas as cervejas analisadas apresentaram parâmetros físicos e químicos em concordância com a legislação brasileira e com o estilo *American Lager* proposto pelo BJCP. Os parâmetros físicos e químicos analisados ficaram sempre próximos ao limite mínimo legal. As cervejas mais caras não foram as preferidas pelos provadores; conseqüentemente, o preço não deve ser relacionado à qualidade sensorial da cerveja.

PALAVRAS-CHAVE: bebida alcoólica, teste sensorial afetivo, qualidade, preço.

PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORIAL ANALYSIS OF BRAZILIAN COMERCIAL BEERS

ABSTRACT: The aim of this study was to identify the physic, chemistry and sensorial differences of main brand beers marketed in Brazil and to verify if they were in accordance with the valid brazilian legislation and BJCP's Style Guidelines. It were evaluated the brands: Antártica, Brahma and Skol, produced by AmBev Bewery; Schin and Glacial, produced by Brazil Kirin Bewery; Itaipava and Crystal, produced by Grupo Petrópolis Bewery; Kaiser and Bavária, produced by Heineken Bewery. The beers were evaluated for alcoholic content, real extract, apparent extract, original extract, pH, total acidity, carbon dioxide content, bitterness, color and turbidity. Sensorial analysis was performed by monadic way using the nine-point structured hedonic scale affective test for sensory attributes of appearance, aroma, flavor and overall evaluation. A price survey was also performed and correlated with sensorial attributes, applying the main component of multivariate correlation analysis. All brands evaluated in this study showed physico-chemical parameters in agreement with brazilian legislation and with the *American Lager* style proposed by BJCP. Physical and chemical parameters analyzed were always close to the legal minimum limit. The more expensive beers were not the preferred brands by tasters. Therefore, price should not be related to beer sensorial quality.

KEYWORDS: alcoholic beverage, sensory evaluation, quality, price.

1. Autor. Graduando em Engenharia Agrônômica pela FCA-UNESP, campus de Botucatu-SP. Técnico em Química. e-mail: araujodoretto@gmail.com

2. Dr., Assistente de Suporte Acadêmico do Laboratório de Bebidas, Departamento de Horticultura, FCA-UNESP, campus de Botucatu-SP. e-mail: ricardo.figueira@unesp.br

3. Pesquisadora Dra. do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal da FCA-UNESP, campus de Botucatu-SP. e-mail: mmpsartori@fca.unesp.br

4. Orientador. Prof. Assistente Dr. do Departamento de Horticultura da FCA-UNESP, campus de Botucatu-SP. e-mail: venturini@fca.unesp.br

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2016 a cadeia produtiva da cerveja representou 1,6 % do PIB nacional e faturou R\$ 77 bilhões; pagou R\$ 27 bilhões em salários e R\$ 23 bilhões em impostos. O setor emprega 2,2 % da população economicamente ativa (PEA) e 99 % dos lares brasileiros são atendidos pela indústria cervejeira (CERVBRASIL, 2016).

Nesse mercado altamente competitivo, as cervejarias realizam altos investimentos em campanhas publicitárias com o objetivo de persuadir e induzir o consumidor a novos hábitos de consumo. Porém, a intenção de compra de uma determinada marca de cerveja pode ser influenciada pelo preço e qualidade sensorial da bebida. De acordo com Compton (1978), a qualidade da cerveja, em um sentido mais amplo, é a soma de todas as características, que permitem o produto atender aos requisitos de mercado e satisfazer os consumidores a quem é direcionado e, em um sentido mais restrito, qualidade também é usada para denotar ausência de defeitos, tanto do produto quanto da embalagem do produto. Diante disso, não é possível afirmar se a preferência dos consumidores por uma determinada marca reside nas qualidades físico-químicas e sensoriais da cerveja; ou se a escolha é influenciada pelo preço e/ou por massivos investimentos em campanhas publicitárias por parte das cervejarias.

No Brasil, a padronização das bebidas alcoólicas fermentadas é definida pelo Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. De acordo com este decreto, cerveja é definida como a “*bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo*”.

O objetivo deste trabalho foi selecionar e avaliar físico-química e sensorialmente as principais marcas de cervejas comerciais brasileiras; além de verificar se essas estavam em conformidade com a norma legal brasileira e com o estilo cervejeiro proposto pelo Beer Judge Certification Program (BJCP, 2015).

2 MATERIAL E MÉTODOS

As nove marcas de cerveja foram selecionadas de acordo com a participação no mercado nacional: Antártica, Brahma e Skol (AmBev), Schin e Glacial (Brasil Kirin), Itaipava e Crystal (Grupo Petrópolis), Kaiser e Bavária (Heineken). Cada marca de cerveja representou um tratamento e foram codificadas (T1 a T9) para manter a identidade preservada durante as análises. Para cada tratamento, três garrafas de 600 mL, todas de lotes diferentes, foram adquiridas em distribuidores de bebidas localizados em uma cidade do interior do Estado de São Paulo no mês de outubro de 2017.

As cervejas foram analisadas físico-quimicamente quanto: ao teor alcoólico, extrato real, extrato aparente, extrato original, pH, acidez total e gás carbônico; conforme os métodos propostos pela American Society of Brewing Chemists (ASBC, 1958); amargor, cor e turbidez, segundo as normas da European Brewery Convention (EBC, 2005).

A análise sensorial foi realizada aplicando o teste afetivo de escala hedônica estruturada; no qual os provadores

atribuíram notas de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo) para os atributos sensoriais de aparência, aroma, sabor e avaliação global (BEHRENS, 2016). As amostras das cervejas (30mL), previamente codificadas, foram servidas aos provadores de forma monádica, em taças de vidro na temperatura aproximada de 5 ± 2 °C. O painel de avaliadores foi composto por 50 provadores não selecionados e não treinados. A análise sensorial foi registrada na Plataforma Brasil (67784517.1.0000.5411) e aprovada pelo Comitê de Ética na Pesquisa (2.132.258).

Os resultados das análises físicas e químicas e sensoriais foram submetidos à Análise de Variância. Quando a distribuição dos dados seguiu a normalidade, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ($\alpha=5\%$). Quando a distribuição dos dados não seguiu a normalidade, as medianas foram comparadas pelo Teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=5\%$) (VIEIRA, 2006).

Além das análises físicas, químicas e sensoriais das cervejas, foi realizado um levantamento de preço em três estabelecimentos comerciais locais. Os valores de venda das cervejas foram comparados com os atributos sensoriais que apresentaram diferença estatística. Essa correlação foi feita pela aplicação da análise de componentes principais de correlação multivariada (HAIR et al., 2009). As análises estatísticas foram feitas com auxílio do programa Minitab 16 Statistical Software (2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2009), as cervejas que apresentam extrato original maior ou igual a 5,00 % m/m e menor que 10,5 % m/m são classificadas como “cerveja leve”; as cervejas que exibem teor de extrato original maior ou igual a 10,50 % m/m e menor que 12,00 % m/m são classificadas como “cerveja comum”. Portanto, as marcas correspondentes aos tratamentos T8 e T9 foram classificadas como “cerveja leve”. As demais marcas foram classificadas como “cerveja comum” (Tabela 1).

Segundo o BJCP (2015), as cervejas do estilo *American Lager* devem possuir teor de extrato original de 10,00 a 12,50 °Plato (10,00 a 12,50 % m/m). Todas as cervejas analisadas estavam em conformidade com essa referência (Tabela 1).

As cervejas analisadas nessa pesquisa podem ser classificadas como “cervejas com álcool”, pois apresentaram teor alcoólico acima de 0,50 % v/v (BRASIL, 2009). Elas também apresentaram teor alcoólico compatível ao informado nos rótulos das garrafas (4,4 a 4,9% v/v), cuja presença é obrigatória (Tabela 1).

De acordo com o BJCP (2015), as cervejas do estilo *American Lager* devem possuir teor alcoólico variando de 4,20 a 5,30 % v/v. As cervejas analisadas estavam em

conformidade com os valores propostos pelo BJCP (Tabela 1).

Em relação ao teor alcoólico, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 1), demonstrando que provavelmente a concentração de açúcares fermentescíveis no mosto das cervejas era similar. A concentração dos açúcares fermentescíveis e não fermentescíveis contidos no mosto cervejeiro pode ser alterada pelo uso de diferentes estratégias durante o processo de brasagem. Segundo Dragone e colaboradores, a escolha do programa de tempo/temperatura depende da composição e do tipo de cerveja desejado (DRAGONE; SILVA; SILVA, 2016). Silva e colaboradores descrevem que é por meio dos açúcares fermentescíveis contidos no mosto que a levedura produz o álcool, sendo a composição desses açúcares determinada diretamente na etapa de preparo do mosto cervejeiro (SILVA et al., 2016).

O Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009) e o BJCP (2015), ao classificar as cervejas, não fazem referência quanto ao teor de extrato real dessa bebida. Compton (1978) cita que o teor de extrato real das cervejas *American Lager* é de $4,10 \pm 0,70$ °Plato, respectivamente. As cervejas analisadas (Tabela 1) apresentam teores de extrato real dentro do intervalo proposto apenas por Compton (1978).

Quanto à concentração de extrato real, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 1). Assim como ocorreu nas análises de teor alcoólico, as diferentes estratégias de tempo/temperatura durante o processo de brassagem podem determinar diferentes concentrações de açúcares fermentescíveis e não fermentescíveis contidos no mosto cervejeiro.

O Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009) não define parâmetros para a concentração de extrato aparente das cervejas. Porém, o BJCP (2015) define que as cervejas do estilo *American Lager* devem possuir teor de extrato aparente de 1,00 a 2,70 °Plato. Os teores de extrato aparente das cervejas (Tabela 1) estavam em conformidade com o BJCP.

Quanto à cor, as cervejas analisadas (Tabela 1) podem ser classificadas como “cervejas claras” (BRASIL, 2009), pois apresentaram valores correspondentes a menos de 20 unidades EBC. O BJCP (2015) determina que as cervejas do estilo *American Lager* devem apresentar cor palha a amarelo, o que corresponde à faixa de 2 a 4 SRM (3,94 a 7,88 EBC). Somente os tratamentos T1, T2, T3 e T8 apresentaram valores dentro da faixa estipulada por essa referência.

Os tratamentos que apresentaram os maiores teores de extrato original apresentaram menor intensidade de cor (Tabela 1). Isso pode estar relacionado com o uso de xarope de maltose e/ou sacarose que eleva o teor de extrato original, mas torna a cerveja mais clara. Todas as cervejas analisadas informam em seus rótulos a adição de “carboidratos”, o que pode indicar tal prática. Meussdoerffer e Zarnkow (2009) destacam que na produção da cerveja o uso de materiais distintos ao malte pode promover características diferentes de cor e sabor, o que pode ajudar na elaboração da bebida. Outra possibilidade para esse desencontro entre a concentração de extrato original e a coloração das cervejas pode estar relacionada a correções de cor das cervejas por meio da adição de corantes (caramelo). Porém, todas as marcas analisadas não relatam a presença de corantes na lista de ingredientes utilizados na fabricação das cervejas.

Tabela 1 - Resultados das análises físicas e químicas realizadas em cervejas comerciais brasileiras.

Trat.	E. Original (% m/m)	T. Alcoólico (% v/v)	E. Real (°Plato)	E. Aparente (°Plato)	Cor (EBC)
T1	11,20 ab	4,62 a	4,06 a	2,50 a	7,65 b
T2	11,50 a	4,72 a	4,06 a	2,50 a	7,80 b
T3	11,20 ab	4,54 a	4,20 a	2,40 a	7,05 b
T4	10,50 bc	4,60 a	3,40 a	1,90 c	9,60 a
T5	10,50 bc	4,50 a	3,53 a	2,50 a	8,40 a
T6	10,80 abc	4,35 a	4,06 a	2,40 ab	8,47 a
T7	10,60 bc	4,30 a	4,06 a	2,50 a	8,40 a
T8	10,40 bc	4,52 a	3,40 a	2,10 bc	7,60 b
T9	10,40 c	4,50 a	3,40 a	2,30 ab	8,70 a

Médias seguidas por letras diferentes na coluna indicam diferenças significativas entre tratamentos (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

O Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009) e o BJCP (2015) não definem valores de referência de pH. Compton (1978) analisou o pH das cervejas do estilo *American Lager* e obteve o valor de $4,20 \pm 0,40$. Swistowicz (1978), trabalhando com esse mesmo estilo de cerveja, mensurou o pH em $4,10 \pm 0,20$. Todas as cervejas analisadas (Tabela 2) corroboram o valor apresentado por Compton (1978). Somente os tratamentos T2 e T3 seguem o valor de pH relatado por Swistowicz (1978).

A respeito do teor de acidez total das cervejas, o Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009) e o BJCP (2015) não determinam parâmetros de referência. Compton (1978) cita em seu trabalho que as cervejas do estilo *American Lager* apresentaram acidez total de $0,13 \pm 0,04$ gramas de ácido láctico.100 ml⁻¹ de cerveja⁺. Todos os tratamentos apresentados na Tabela 2 corroboram o relato de Compton (1978).

O Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009) não cita parâmetros de amargor para as cervejas. O BJCP (2015) estabelece que o amargor das cervejas do estilo *American Lager* deve variar de 8,00 a 15,00 IBU. Todas as cervejas analisadas estavam em conformidade com os valores apresentados nessa referência (Tabela 2).

As cervejas analisadas neste trabalho são normalmente classificadas pelas cervejarias que as produzem como sendo do estilo *Pilsen*. Este estilo consta no BJCP (2015) como *Czech Premium Pale Lager*, e deve apresentar amargor variando de 30 a 45 IBU. Portanto, as cervejas claras de baixa fermentação comercializadas no Brasil não se enquadram nesse estilo cervejeiro. Estas se encaixam muito melhor no estilo *American Lager*.

Tanto o Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009) quanto o BJCP (2015) não padronizam a turbidez das cervejas.

Entretanto, Swistowicz (1978) cita em seu trabalho que as cervejas do estilo *American Lager* possuem turbidez máxima de 9,00 EBC. Todos os tratamentos analisados (Tabela 2) tiveram valores de turbidez inferiores ao valor citado por Swistowicz.

Os valores de turbidez de todas as marcas de cerveja foram menores que uma unidade EBC, atestando que as cervejarias usam métodos eficientes de remoção de partículas do tamanho coloidal (Tabela 2). Embora estatisticamente significativos, os diferentes valores de turbidez não apresentam significado prático, pois dificilmente o consumidor notaria diferença na aparência das cervejas, conforme comprovam os resultados apresentados na Tabela 3. Os provadores da equipe sensorial não observaram diferença para o atributo “aparência”.

O Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009) e o BJCP (2015) não estabelecem valores de carbonatação de cervejas. Porém, Compton (1978) e Swistowicz (1978) avaliaram o teor de CO₂ das cervejas do estilo *American Lager* e obtiveram os respectivos valores de $2,60 \pm 0,20$ e $2,65 \pm 0,10$ % v/v. De acordo com Venturini Filho (2001), seja qual for o método de carbonatação empregado, o nível de CO₂ na cerveja antes do envase deve estar entre 2,50 a 2,80 % v/v.

Os tratamentos T2, T8 e T9 foram os que apresentaram menor carbonatação (Tabela 2). Os resultados desse grupo ficaram abaixo dos valores citados por Compton (1978), Swistowicz (1978) e Venturini Filho (2001) e foram diferentes dos tratamentos T4, T5, T6 e T7. Esse último grupo apresentou os maiores teores de CO₂ (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados das análises físicas e químicas realizadas em cervejas comerciais brasileiras.

Trat.	pH	Ac. Total (% m/v) ¹	Amargor (IBU)	Turbidez (EBC)	Gás Carbônico (% v/v)
T1	4,32 ab	0,13 a	13,51 a	0,41 d	2,42 b
T2	4,22 b	0,14 a	13,54 a	0,44 d	2,38 bc
T3	4,24 b	0,14 a	12,31 b	0,49 cd	2,44 b
T4	4,41 ab	0,13 a	12,12 b	0,68 abc	2,51 ab
T5	4,50 a	0,12 ab	12,04 b	0,71 ab	2,51 a
T6	4,37 ab	0,13 a	12,60 ab	0,78 a	2,60 a
T7	4,42 ab	0,13 a	12,58 ab	0,70 ab	2,63 a
T8	4,34 ab	0,10 b	13,16 ab	0,50 bcd	2,25 c
T9	4,31 ab	0,12 ab	12,58 ab	0,45 cd	2,26 c

Médias seguidas por letras diferentes na coluna indicam diferenças significativas entre tratamentos (Teste de Tukey, $p < 0,05$). ¹Acidez total expressa em ácido láctico.

O atributo sensorial “aparência” – composto pela associação de cor e turbidez – não apresentou diferença entre os tratamentos (Tabela 3). Todos foram bem avaliados com notas variando entre 7,0 (“gostei moderadamente”) e 8,0 (“gostei muito”).

Para o atributo sensorial “aroma”, o tratamento T6 apresentou a maior nota e diferiu dos demais tratamentos, exceto do T9 (Tabela 3). Todas as marcas foram bem avaliadas com notas variando entre 7,0 (“gostei moderadamente”) e 8,0 (“gostei muito”).

O tratamento T6 foi o mais bem avaliado para o atributo “sabor” e diferiu dos demais tratamentos. O tratamento pior avaliado quanto ao sabor, embora ainda com nota acima de 5, foi o T5, com diferenciação em relação aos demais (Tabela 3).

Quanto à “avaliação global” os tratamentos T6 e T9 foram os mais bem avaliados e diferiram dos demais tratamentos, exceto do T8. Observou-se uma concordância com os resultados dos atributos sensoriais “sabor” e “aroma” (Tabela 3).

Tabela 3. Resultado da análise sensorial e do levantamento de preços das cervejas comerciais brasileiras.

Trat.	Aparência	Aroma	Sabor	Avaliação Global	Preço (R\$) ¹
T1	8,00 a	7,00 b	7,00 b	7,00 b	5,00
T2	8,00 a	7,00 b	7,00 b	7,00 b	5,75
T3	8,00 a	7,00 b	7,00 b	7,00 b	5,95
T4	7,00 a	7,00 b	7,00 b	7,00 b	3,35
T5	7,00 a	7,00 b	6,50 c	7,00 b	2,50
T6	8,00 a	8,00 a	8,00 a	8,00 a	4,99
T7	8,00 a	7,00 b	7,00 b	7,00 b	3,50
T8	8,00 a	7,00 b	7,00 b	7,50 ab	3,70
T9	8,00 a	7,50 ab	7,00 b	8,00 a	3,25

Medianas seguidas por letras diferentes na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). ¹02/10/2017.

Os resultados das análises sensoriais foram correlacionados com a média dos preços praticados em depósitos de bebidas localizados em cidade do interior do estado de São Paulo por meio da análise de componentes principais de correlação multivariada (Figura 1). O atributo sensorial “aparência” não foi correlacionado com o preço porque não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 3).

O tratamento T6 foi o mais bem avaliado para os atributos sensoriais “aroma”, “sabor” e “avaliação global”, representando, portanto, a melhor relação custo-benefício entre todos os tratamentos analisados (Figura 1).

O tratamento T9 teve o segundo preço mais baixo e é o segundo tratamento mais bem avaliado para os atributos sensoriais “aroma”, “sabor” e “avaliação global”. De

acordo com os dados correlacionados na Figura 1, esse tratamento tem a segunda melhor relação custo benefício.

Os tratamentos T1, T2 e T3 foram os mais caros (Tabela 3) e também os que apresentaram maior teor de extrato original (Tabela 1). Porém, não foram os tratamentos preferidos pelos provadores. Esses três tratamentos obtiveram notas inferiores para “aroma”, “sabor” e “avaliação global” em relação aos tratamentos T6 e T9 (Figura 1).

Conforme os resultados obtidos pela análise de componentes principais de correlação multivariada (Figura 1), o tratamento T5 foi o mais barato, mas também aquele que apresentou os piores resultados sensoriais, sendo o menos preferido pelo painel de provadores.

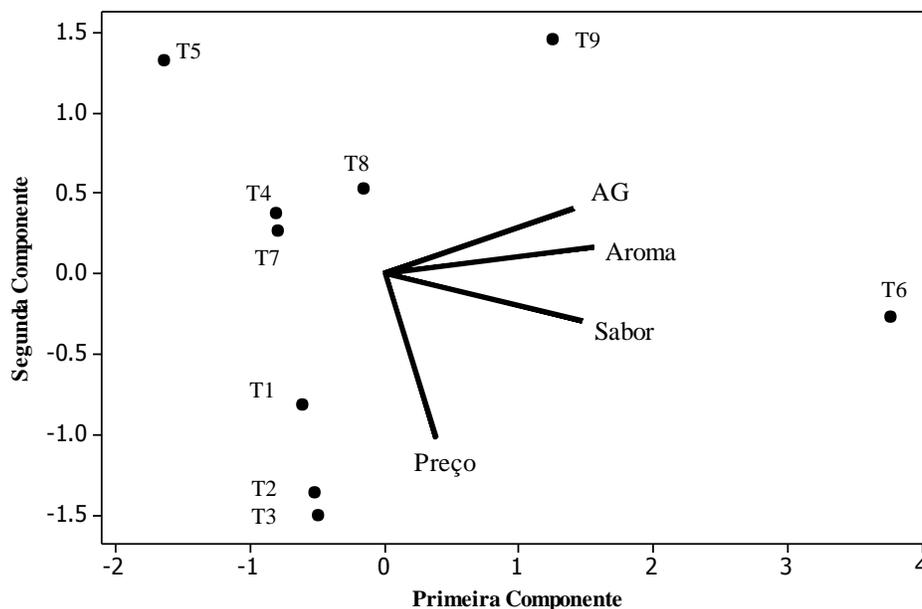


Figura 1 - Análise de componentes principais de correlação multivariada, com inclusão de 94% dos dados.

4 CONCLUSÕES

Todas as cervejas analisadas nesse trabalho apresentaram parâmetros físicos e químicos em concordância com a legislação brasileira e com o estilo cervejeiro *American Lager* proposto pelo BJCP. Porém, esses parâmetros ficaram sempre próximos ao limite mínimo legal.

As cervejas mais caras não foram as preferidas pelos provadores. Portanto, o preço não está relacionado à qualidade sensorial da cerveja.

5 AGRADECIMENTOS

A Deus. Aos meus pais. Ao meu orientador. A todos os amigos. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - 2016/11150-1) pelo apoio financeiro.

6 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS. **Methods of analysis**. 6. ed. Madison (WI): A.S.B.C., 1958.

BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **Style guidelines: beer style guidelines**. St. Louis Park, 2015. Disponível em: <https://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 6.871, de 04 de junho de 2009.

Regulamenta a Lei n. 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 [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 jun. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm>. Acesso em: 03 fev. 2016.

BEHRENS, J. Análise sensorial de bebidas. In: VENTURINI FILHO, W.G. **Indústria de bebidas: inovação, gestão e produção**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2016. cap. 9. p. 183-213.

CERVBRASIL. Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. **Mercado cervejeiro: dados do setor**. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuarios/CervBrasil-Anuario2016_WEB.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2018.

COMPTON, J. Beer quality and taste methodology. In: BRODERICK, H. M. **The practical brewer: a manual of the brewing industry**. 2 ed. Madison (WI): Master Brewers Association of the Americas, 1978. cap 15, p. 288-308.

DRAGONE, G.; SILVA, T.A.O.; SILVA, J.B.A. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W.G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016. cap. 3. p. 51-84.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION. **Analytica - EBC**. 5. ed. Zurich (Switzerland): Brauerei und Getränke-Rundschau, 2005.

HAIR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados**. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009, 688p.

MEUSSDOERFFER, F.; ZARNKOW, M. Starchy raw materials. In: EßLINGER, H. M. **Handbook of brewing: processes, technology, markets**. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, 2009. cap. 2, p. 43-83.

MINITAB 16, Minitab Inc., State College, Pennsylvania, USA, 2010.

SILVA, D.P.; BRÁNYIK, T.; TEIXEIRA, J.A.; SILVA, J.B.A. Cerveja sem álcool. In: VENTURINI FILHO, W.G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016. cap. 5. p. 113-128.

SWISTOWICZ, W. Beer Quality and Taste Methodology. In: BRODERICK, H. M. **The practical brewer: a manual of the brewing industry**. 2 ed. Madison (WI): Master Brewers Association of the Americas, 1978. cap 17, p. 326-335.

VENTURINI FILHO, W. G. Cerveja. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A. **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. cap. 4, p. 91-144.

VIEIRA, S. **Análise de variância: (ANOVA)**. São Paulo: Atlas, 2006. 204 p.