



## ATRIBUTOS DA QUALIDADE CERVEJEIRA: uma análise sistemática da literatura internacional na base ISI Web of Science

Luana Hoffmann de Assis<sup>1</sup>  
Fernando Oliveira de Araujo<sup>2</sup>

### Resumo

O presente artigo tem o objetivo de realizar um levantamento sistemático da literatura científica sobre a medição da qualidade da cerveja, visando a estreitar uma lacuna observada na literatura brasileira e no que diz respeito aos parâmetros de qualidade. Em termos metodológicos, realiza-se uma análise sistemática da literatura (Higgins e Green, 2001) na base ISI Web of Science. Como resultados, o estudo confirma que há escassa literatura científica publicada em língua portuguesa, além disso, o número de periódicos referentes à classificação da qualidade da cerveja é restrito. Finalmente, por meio da análise dos artigos selecionados no levantamento sistemático, puderam-se observar na literatura 12 distintos atributos para aferição de parâmetros de qualidade na cerveja, a saber: % alcóolico; cor; extrato aparente; extrato real; extrato base; amargor; clareza; acidez; fermentação aparente; fermentação real; pH, e; CO<sub>2</sub>.

**Palavras-chave:** Atributos de qualidade em cerveja; Avaliação da qualidade; Levantamento sistemático da literatura.

### 1 Introdução

Segundo o SEBRAE (2014), o Brasil é um dos maiores consumidores de cerveja do mundo, além disso, é terceiro maior produtor do planeta, sendo a China a maior e os Estados Unidos.

Na década de 2000, a produção de cerveja no Brasil cresceu 64%, saltando de 8,2 bilhões para 13,4 bilhões de litros anuais, segundo dados do Sistema de Controle de Produção de Bebidas da Receita Federal (SICOBEB/ RFB, 2016). A Tabela 01 ilustra a produção de cerveja mensal no Brasil, do ano de 2011 até 19 de julho de 2016.

Tabela 01 – Produção mensal de cerveja no Brasil

CERVEJAS (litros)						
Mês	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Janeiro	1.188.599.896	1.164.256.108	1.326.014.858	1.294.348.457	1.302.576.249	1.294.134.811
Fevereiro	1.090.053.114	1.101.319.466	1.072.343.929	1.231.795.174	1.159.547.135	1.129.681.117
Março	1.068.045.066	1.113.327.213	967.398.213	1.197.182.464	1.118.056.127	918.728.355
Abril	962.881.032	987.500.126	912.981.841	1.056.314.238	921.240.500	1.020.788.284
Maiο	997.678.034	1.024.499.098	960.388.087	1.117.099.639	999.745.101	1.006.143.730
Junho	850.544.129	949.727.117	987.626.986	1.049.587.172	975.912.510	967.121.749
Julho	967.655.587	1.001.804.166	1.026.963.650	1.056.138.444	984.252.459	525.285.194
Agosto	1.060.025.925	1.123.765.927	1.064.620.833	1.039.776.462	1.097.740.637	-
Setembro	1.138.271.527	1.167.635.043	1.130.607.395	1.058.808.542	1.206.685.397	-
Outubro	1.244.746.064	1.319.323.584	1.256.796.027	1.230.874.061	1.282.146.883	-
Novembro	1.277.884.170	1.332.322.941	1.282.599.761	1.309.608.627	1.325.684.787	-
Dezembro	1.432.332.697	1.457.503.943	1.481.553.970	1.495.516.578	1.483.929.922	-
<b>Total</b>	<b>13.278.717.241</b>	<b>13.742.984.732</b>	<b>13.469.895.550</b>	<b>14.137.049.858</b>	<b>13.857.517.707</b>	<b>6.741.209.161</b>

<sup>1</sup> Engenheira de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF, Niterói/ RJ); Mestrado em Sistemas de Engenharia pela Universidade Católica de Petrópolis (UCP, Petrópolis/ RJ). E-mail: [luanahassis@gmail.com](mailto:luanahassis@gmail.com)

<sup>2</sup> Pós-Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, Porto Alegre/ RJ); Doutor em Engenharia de Produção pela PUC-Rio (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/ RJ); Mestre em Sistemas de Gestão e Engenheiro de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF, Niterói/ RJ). E-mail: [fernandoaraujo@id.uff.br](mailto:fernandoaraujo@id.uff.br)



Fonte: SICOBE/ RFB (2016). Disponível em: [http://gerencialpublico.cmb.gov.br/PROD\\_BEBIDAS\\_MENSAL.html](http://gerencialpublico.cmb.gov.br/PROD_BEBIDAS_MENSAL.html). Acesso em 19/07/2016

Apesar de figurar entre os principais países produtores de cerveja no mundo e ter a maior companhia de bebidas do planeta, as publicações técnicas e, sobretudo científicas, acerca de atributos de qualidade na indústria cervejeira são escassas na literatura em língua portuguesa, conforme evidenciam levantamentos preliminares.

Nesse sentido, o presente artigo tem o intuito de responder à seguinte questão de revisão: quais são os principais atributos observados na literatura internacional para a aferição de parâmetros de qualidade cervejeira, em especial, aspectos físico-químicos?

Visando a perseguir respostas para a pergunta supracitada, o artigo se organiza em quatro seções distintas, a saber: a primeira oferece uma perspectiva da relevância da indústria cervejeira brasileira no âmbito internacional. A segunda a metodologia empregada para a realização do levantamento sistemático da literatura. Na terceira são discutidos os principais resultados obtidos por meio do levantamento sistemático. Finalmente, na quarta e última são tecidas as principais conclusões e sugeridas novas pesquisas.

## 2 Metodologia da pesquisa

Os levantamentos sistemáticos da literatura são realizados por meio de rotinas desenvolvidas para apoiar o mapeamento, tratamento e gestão da informação e do conhecimento disponível em sistemas de informação e de comunicação científicos e tecnológicos (GUEDES e BORSCHIVER, 2005).

Conforme sugere o CRD (2009), o presente estudo utilizou-se o modelo acrônimo PICO (population; intervention; comparison; outcomes) para a proposição da questão de revisão e das palavras-chave que devem nortear o levantamento de dados.

Para o levantamento da literatura utilizou-se a base de dados multidisciplinar ISI Web of Science (Thomson Reuters Scientific), acessada por meio do Portal de Periódicos da CAPES, no período de 01 de junho a 20 de junho de 2016.

Segundo Higgins e Green (2011), para aplicação de técnicas de revisão sistemática, a primeira etapa deve ser a formulação da questão de pesquisa, previamente apresentada na introdução desse artigo:

Conforme evidenciado, a questão de pesquisa está estruturada em termos do acrônimo PICO que auxilia na estruturação das fronteiras e, conseqüentemente, das diretrizes de busca (Petticrew e Roberts, 2006; Higgins e Green, 2011) destacando palavras-chave provenientes da questão de pesquisa, conforme consolida o Quadro 01.

Quadro 01 – Estruturação das diretrizes de busca com base no acrônimo PICO

Acrônimo		Relevância	Definição dos termos de busca
P	Population	A revelação população da busca é relevante para a adequação dos objetivos pretendidos à revisão sistemática	Cerveja, beer
I	Intervention	Diz respeito à natureza do fenômeno a ser observada no âmbito da população	Controle da qualidade, quality control, garantia da qualidade, quality assurance, qualidade, quality, processo produtivo, production process, produção, production, teste de qualidade, quality test
C	Comparison	Usualmente aplicável em áreas de ciências da saúde para comparação de protocolos clínicos	Não aplicável
O	Outcome	Tratam-se das saídas esperadas da busca em termos resultados	Características físico-químicas da cerveja, Physical and chemical characteristics of beer, Ph, teor alcoólico, alcohol contente, extrato aparente, apparent extract, estabilidade da espuma, foam stability, amargor, bitterness, cor, color



Fonte: Adaptado de Higgins e Green (2011)

Adicionalmente, sabendo-se que os termos de pesquisa e a linguagem de consulta de bases de dados diferem significativamente, a sintaxe adotada para a pesquisa foi a reconhecida pela base ISI Web of Science – principal base de periódicos do mundo, com a incorporação dos conectores booleanos OR e AND para a construção do *string* (TS) para busca avançada, conforme Quadro 02.

Quadro 02 – Estruturação das diretrizes de busca com base no acrônimo PICO

Construção do <i>string</i> de pesquisa (TS) para busca avançada na base ISI Web of Science baseado no acrônimo PICO				
P	Conector booleano	I	Conector booleano	O
((“cerveja” OR “beer”))	AND	(“controle da qualidade” OR “quality control” OR “garantia da qualidade” OR “quality assurance” OR “qualidade” OR “quality” OR “processo produtivo” OR “production process” OR “produção” OR “production” OR “teste de qualidade” OR “quality test”)	AND	“características físico-químicas da cerveja” OR “Physical and chemical characteristics of beer” OR “Ph” OR “teor alcoólico” OR “alcohol content” OR “extrato aparente” OR “apparent extract” OR “estabilidade da espuma” OR “foam stability” OR “amargor” OR “bitterness” OR “cor” OR “color”))
TS=((“cerveja” OR “beer”) AND (“controle da qualidade” OR “quality control” OR “garantia da qualidade” OR “quality assurance” OR “qualidade” OR “quality” OR “processo produtivo” OR “production process” OR “produção” OR “production” OR “teste de qualidade” OR “quality test”) AND (“características físico-químicas da cerveja” OR “Physical and chemical characteristics of beer” OR “Ph” OR “teor alcoólico” OR “alcohol content” OR “extrato aparente” OR “apparent extract” OR “estabilidade da espuma” OR “foam stability” OR “amargor” OR “bitterness” OR “cor” OR “color”))				

## 2.1 Critérios de elegibilidade dos artigos

O processo de seleção de publicações consiste na aplicação gradual de critérios de inclusão (CRD, 2009), considerando distintos critérios na base de dados ISI Web of Science. Assim, o primeiro critério de elegibilidade adotado no refinamento da busca foi a aplicação do filtro de idiomas, restringindo a pesquisa a artigos publicados no idioma português e, posteriormente, dada a severa escassez de publicações (01 retorno), também o inglês. O segundo critério adotado foi o tipo de publicação requerida: artigos completos em periódicos avaliados por pares. Dessa forma, não são considerados documentos provenientes de relatórios, capítulos de livro ou de artigos de conferência (anais/ proceedings).

Para o aprimoramento dos resultados em aderência aos objetivos do presente estudo, foi incorporado o refinamento pelas seguintes áreas de pesquisa disponíveis na base ISI Web of Science: multidisciplinary sciences; chemistry applied; chemistry analytical; engineering chemical; chemistry multidisciplinar; chemistry physical; chemistry organic; operations research, or; management science.

Visando a contribuir para melhor tratamento dos resultados obtidos após a filtragem pelas áreas de pesquisa, os dados provenientes da busca na base ISI Web of Science foram exportados para a versão off-line do software EndNote X7.5.

Os quarto e quinto critérios sugeridos para elegibilidade de documentos alinhados aos objetivos da pesquisa (CRD, 2009; Higgins e Green, 2011) são, respectivamente, análise da aderência dos títulos, baseada em triagem, e, análise da aderência dos resumos, também com base em triagem.

O sexto e último critério de elegibilidade preconiza a triagem dos textos completos selecionados até esse estágio (CRD, 2009; HIGGINS e GREEN, 2011).

Importante considerar ainda que não foram incorporadas delimitações temporais para elegibilidade, sendo considerados trabalhos de todos os anos disponíveis na base ISI Web of Science.



### 3 Resultados

A pesquisa fora realizada entre 01 de junho e 20 de junho de 2016. Na primeira busca, proveniente da incorporação do *string* de pesquisa na base ISI Web of Science foram obtidos 274 registros. Após a obtenção dos primeiros registros, foram incorporados filtros gradativos, conforme os critérios previamente descritos e retomados a seguir. A Tabela 02 consolida os resultados obtidos a partir de cada filtro utilizado.

Tabela 02 – Consolidação dos resultados da aplicação dos filtros

TS	274	TS=((“cerveja” OR “beer”) AND (“controle da qualidade” OR “quality control” OR “garantia da qualidade” OR “quality assurance” OR “qualidade” OR “quality” OR “processo produtivo” OR “production process” OR “produção” OR “production” OR “teste de qualidade” OR “quality test”) AND (“características físico-químicas da cerveja” OR “Physical and chemical characteristics of beer” OR “Ph” OR “teor alcoólico” OR “alcohol content” OR “extrato aparente” OR “apparent extract” OR “estabilidade da espuma” OR “foam stability” OR “amargor” OR “bitterness” OR “cor” OR “color”)) Índices=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI Tempo estipulado=Todos os anos
Português	1	AND Idioma: (Portuguese)
Inglês ou português;	264	AND Idioma: (English OR Portuguese)
artigo ou review	252	AND Tipos de documento: (Article OR Review)
Área do conhecimento	74	Refinado por: Categorias do Web of Science: ( MULTIDISCIPLINARY SCIENCES OR CHEMISTRY APPLIED OR CHEMISTRY ANALYTICAL OR ENGINEERING CHEMICAL OR CHEMISTRY MULTIDISCIPLINARY OR CHEMISTRY PHYSICAL OR CHEMISTRY ORGANIC OR OPERATIONS RESEARCH MANAGEMENT SCIENCE )
Título	27	Leitura
Resumo	5	Leitura
Texto	3	Leitura

Conforme pode-se depreender da Tabela 02, confirma-se a observância de uma escassez na literatura técnico-científica publicada em português, evidenciando a importância do presente estudo para contribuir com a oferta de um trabalho específico sobre os principais atributos observados na literatura internacional para a aferição de parâmetros de qualidade cervejeira, em especial, aspectos físico-químicos.

#### • Triagem de títulos

Nesse refinamento, foram removidos os artigos que, por meio da leitura do título, evidenciaram-se fora da área (Cerveja) e fora do escopo (qualidade da cerveja/ medição da qualidade/ características físico-químicas) do estudo proposto. Observou-se que muitos dos documentos retirados estavam relacionados à área farmacêutica. Assim, o Quadro 03 consolida os artigos resultantes da triagem de títulos.

Quadro 03 – Resultado da triagem de título

1	Alicio, T. V. R., et al. (2008). "Analysis of the use of a 0.2 $\mu$ m ceramic membrane for beer clarification." <i>Acta Scientiarum-Technology</i> 30(2): 181-186.
2	Araujo, A. S., et al. (2005). "Electrospray ionization mass spectrometry fingerprinting of beer." <i>Analyst</i> 130(6): 884-889.
3	Becker, T., et al. (2002). "Dynamic neural networks as a tool for the online optimization of industrial fermentation." <i>Bioprocess and Biosystems Engineering</i> 24(6): 347-354.
4	Buzrul, S., et al. (2005). "Effect of high hydrostatic pressure on quality parameters of lager beer." <i>Journal of the Science of Food and Agriculture</i> 85(10): 1672-1676.
5	Cooper, D. J., et al. (2002). "Role of beer lipid-binding proteins in preventing lipid destabilization of foam." <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 50(26): 7645-7650.
6	da Silva, G. A., et al. (2012). "Correlation of quantitative sensorial descriptors and chromatographic signals of beer using multivariate calibration strategies." <i>Food Chemistry</i> 134(3): 1673-1681.
7	De Keukeleire, D. (2000). "Fundamentals of beer and hop chemistry." <i>Quimica Nova</i> 23(1): 108-112.
8	Debska, B. and B. Guzowska-Swider (2011). "Application of artificial neural network in food classification." <i>Analytica Chimica Acta</i> 705(1-2): 283-291.



9	Debska, B. and B. Guzowska-Swider (2011). "Decision trees in selection of featured determined food quality." <i>Analytica Chimica Acta</i> 705(1-2): 261-271.
10	Ferreira, I., et al. (2005). "Effects of the combination of hydrophobic polypeptides, iso-alpha acids, and malto-oligosaccharides on beer foam stability." <i>Journal of Agricultural</i>
11	Ghasemi-Varnamkhasti, M., et al. (2012). "Classification of non-alcoholic beer based on aftertaste sensory evaluation by chemometric tools." <i>Expert Systems with Applications</i> 39(4): 4315-4327.
12	Gijs, L., et al. (2002). "How low pH can intensify beta-damascenone and dimethyl trisulfide production through beer aging." <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 50(20):
13	Giovenzana, V., et al. (2014). "Rapid evaluation of craft beer quality during fermentation process by vis/NIR spectroscopy." <i>Journal of Food Engineering</i> 142: 80-86.
14	Grassi, S., et al. (2014). "Beer fermentation: Monitoring of process parameters by FT-NIR and multivariate data analysis." <i>Food Chemistry</i> 155: 279-286.
15	Imure, T., et al. (2015). "Purification of barley dimeric alpha-amylase inhibitor-1 (BDAI-1) and avenin-like protein-a (ALP) from beer and their impact on beer foam stability." <i>Food Chemistry</i> 172: 257-264.
16	Imure, T., et al. (2012). "Mutation Analysis of Barley Malt Protein Z4 and Protein Z7 on Beer Foam Stability." <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 60(6): 1548-1554.
17	Imure, T., et al. (2010). "Construction of a novel beer proteome map and its use in beer quality control." <i>Food Chemistry</i> 118(3): 566-574.
18	Imure, T., et al. (2008). "Novel prediction method of beer foam stability using protein Z, barley dimeric alpha-amylase inhibitor-1 (BDAI-1) and yeast thioredoxin." <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 56(18): 8664-8671.
19	Intelmann, D., et al. (2009). "O-18 Stable Isotope Labeling, Quantitative Model Experiments, and Molecular Dynamics Simulation Studies on the Trans-Specific Degradation of the Bitter Tasting Iso-alpha-acids of Beer." <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 57(22): 11014-11023.
20	Kazemi, M. A., et al. (2013). "Influence of crossflow microfiltration on ceramic membrane fouling and beer quality." <i>Desalination and Water Treatment</i> 51(22-24): 4302-4312.
21	Kunimune, T. and T. H. Shellhammer (2008). "Foam-stabilizing effects and cling formation patterns of iso-alpha-acids and reduced iso-alpha-acids in lager beer." <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 56(18): 8629-8634.
22	Lachenmeier, D. W. (2007). "Rapid quality control of spirit drinks and beer using multivariate data analysis of Fourier transform infrared spectra." <i>Food Chemistry</i> 101(2): 825-832.
23	Moura-Nunes, N., et al. (2016). "Phenolic compounds of Brazilian beers from different types and styles and application of chemometrics for modeling antioxidant capacity." <i>Food Chemistry</i> 199: 105-113.
24	Okada, Y., et al. (2008). "The influence of barley malt protein modification on beer foam stability and their relationship to the barley dimeric alpha-amylase inhibitor-1 (BDAI-1) as a possible foam-promoting protein." <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 56(4): 1458-1464.
25	Oladokun, O., et al. (2016). "The impact of hop bitter acid and polyphenol profiles on the perceived bitterness of beer." <i>Food Chemistry</i> 205: 212-220.
26	Steiner, E., et al. (2012). "Comparison of beer quality attributes between beers brewed with 100% barley malt and 100% barley raw material." <i>Journal of the Science of Food and Agriculture</i> 92(4): 803-813.
27	Zhang, C., et al. (2006). "Colorimetric sensor arrays for the analysis of beers: A feasibility study." <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 54(14): 4925-4931.

### • Triagem de resumos

Após a seleção dos trabalhos por meio da aderência dos títulos, conforme descrito na metodologia, novo refinamento foi incorporado. Nesse processo, foram removidos os artigos que, por meio da leitura do resumo, apesar de abordarem questões no âmbito da qualidade da cerveja, afastavam-se dos objetivos do presente estudo, pois, sobretudo centravam-se no relato de tecnologias disponíveis para melhorar aspectos da qualidade da cerveja, como: estabilidade da espuma, comparações entre tipos de maltes e a qualidade final da cerveja, além do controle da qualidade durante o processo de produção. O Quadro 04 consolida os artigos resultantes da triagem de resumos.

Quadro 04 – Resultados da triagem do resumo

1	De Keukeleire, D. (2000). "Fundamentals of beer and hop chemistry." <i>Quimica Nova</i> 23(1): 108-112.
2	Debska, B. and B. Guzowska-Swider (2011a). "Application of artificial neural network in food classification." <i>Analytica Chimica Acta</i> 705(1-2): 283-291.
3	Debska, B. and B. Guzowska-Swider (2011b). "Decision trees in selection of featured determined food quality." <i>Analytica Chimica Acta</i> 705(1-2): 261-271.
4	Lachenmeier, D. W. (2007). "Rapid quality control of spirit drinks and beer using multivariate data analysis of Fourier transform infrared spectra." <i>Food Chemistry</i> 101(2): 825-832.
5	Zhang, Chen; Bailey, Daniel P.; Suslick, Kenneth S. (2006). "Colorimetric sensor arrays for the analysis of beers: A feasibility study." <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 54(14): 4925-4931.



- **Triagem da leitura do artigo**

Finalmente, depois da triagem dos resumos para fins de identificação de artigos com algum grau de aderência aos interesses do presente estudo, realiza-se a triagem do texto completo dos artigos remanescentes visando à catalogação do conjunto de obras onde foi possível evidenciar relatos de medição e quais os parâmetros utilizados no controle de qualidade da cerveja.

Dos cinco artigos remanescentes, após a aplicação dos filtros supracitados, dois foram eliminados na triagem da leitura do artigo: De Keukeleire (2000) e Zhang et al. (2006), tendo em vista que estavam desalinhados em relação ao escopo e o objetivo da presente pesquisa.

De Keukeleire (2000) descreve brevemente sobre as quatro principais matérias primas da cerveja: malte de cevada, água cervejeira, lúpulo e levedura. Adicionalmente, apresenta os processos produtivos da cerveja. Mas a ênfase do artigo está na tecnologia *hop state-of-the-art*. A referida tecnologia fornece meios eficazes para controlar o amargor, a espuma e a luz, permitindo assim, uma produção de cervejas com qualidade consistente.

Como o presente estudo tem o intuito de entender como é medida a qualidade da cerveja; quais são os atributos/ parâmetros da qualidade da cerveja, em especial, aspectos físico-químicos, nota-se que o enfoque do estudo de De Keukeleire (2000) está fora do escopo.

O estudo realizado por Zhang et al. (2006) tem como foco principal mostrar a capacidade de identificar uma cerveja e mostrar a classificação do tipo de cerveja (*Lager, Ale*) com base na resposta colorimétrica dos conjuntos de sensores. Adicionalmente, no estudo é proposto um método simples que pode ser utilizado para o controle de qualidade de cervejas. Sendo assim, o artigo de Zhang et al. (2006), encontra-se desalinhado em termos de escopo e objetivo da pesquisa proposta.

Em contrapartida três artigos foram selecionados na triagem da leitura dos textos completos, e serão descritos sucintamente a seguir.

Debska e Guzowska-Swider (2011a), afirmam que na indústria de alimentos é extremamente importante realizar o controle de qualidade desde a aquisição de matérias-primas agrícolas e o monitoramento da sua qualidade durante o armazenamento, passando pelos processos de produção, até chegar ao produto final. Ou seja, em todas as fases do processo de produção.

Ainda de acordo com os referidos autores, outro aspecto relevante do controle de qualidade de alimentos diz respeito ao teste de autenticidade e detecção de adulterantes, especialmente em produtos de elevado valor comercial, como é o caso da cerveja.

Segundo Debska e Guzowska-Swider (2011b), a produção de alimentos é um processo complexo, descrito por um grande número de parâmetros. E para se obter um produto com as propriedades desejadas, é necessário manter os parâmetros dentro dos limites estabelecidos pelas normas e regulamentos. De acordo com os autores, existem tentativas de automatizar a supervisão dos parâmetros e avaliação.

Para Debska e Guzowska-Swider (2011a), o teste da qualidade depende fortemente da inspeção manual, e assim, a avaliação pode ser facilmente influenciada por fatores subjetivos. Os autores revelam uma crescente necessidade da gestão da qualidade total nas indústrias de alimentos, e como consequência percebe-se a construção de sistemas de tomada de decisões automatizados, flexíveis e robustos para a avaliação do produto.

As redes neurais podem ser utilizadas para executar o mapeamento, regressão, modelagem, agrupamentos, classificação e análise de dados multivariados. Dada a flexibilidade da rede neural, observa-se a sua aplicação no controle de qualidade de alguns tipos de alimentos, incluindo a cerveja, vinho e outras bebidas alcoólicas (DEBSKA e GUZOWSKA-SWIDER, 2011a).



No estudo de Debska e Guzowska-Swider (2011a), foi usada a rede neural para construir um modelo de classificação com base na relevância característica da cerveja: % alcóolico; cor; extrato aparente; extrato real; extrato base; amargor; clareza; acidez; fermentação aparente; fermentação real; pH, e; CO<sub>2</sub>.

Adicionalmente, foram avaliadas amostras de apenas uma marca de cerveja, mas com diferentes datas de fabricação e diversos lotes de fabricação. A classificação proposta foi: 1.cerveja de boa qualidade; 2. cerveja de qualidade insatisfatória.

Por meio do estudo de Debska e Guzowska-Swider (2011a), pode-se concluir que as redes neurais representam ferramentas úteis para a classificação binária (boa ou ruim) de amostras de cerveja.

Outro estudo da classificação da qualidade da cerveja foi realizado por Debska e Guzowska-Swider (2011b). Foram determinadas 70 amostras de cerveja, e para cada uma foram considerados os seguintes parâmetros consolidados no Quadro 05.

Quadro 05 – Parâmetros para classificação da qualidade da cerveja

1. Concentração de álcool (% em peso)	7. Clareza (unidade de clareza)
2. Cor da cerveja (European Brewery Convention, a unidade EBC para cor)	8. Acidez (volume de M de NaOH 1/100ml de cerveja)
3. Extrato original do mosto (% em peso)	9. Fermentação real (%)
4. Extrato aparente (% em peso)	10. Fermentação aparente (%)
5. Extrato real (% em peso)	11. pH (pH)
6. Amargor (International Bittering Unit)	12. Teor de CO <sub>2</sub> (% em peso)

Fonte: Debska e Gozowka-Swider (2011b)

A concentração de álcool, extrato original, aparente e real foram determinados por destilação. A cor da cerveja foi avaliada por um método de colorimetria; a clareza foi obtida por meio de método visual; e o amargor através de análise sensorial. Os graus de fermentação real e aparente foram calculados utilizando valores adequados de extrato e percentagem de álcool. Determinou-se a concentração de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e a acidez pelo método de titulação. E por fim, o pH por potenciometria.

Posteriormente, as amostras foram utilizadas como variáveis de entrada na técnica de árvore de decisão. A referida técnica realiza o reconhecimento de padrões aplicados para um conjunto de dados. Sendo capaz de extrair informação útil para a obtenção de uma classificação satisfatória da cerveja, de acordo com seu grau de qualidade. Sendo assim, cada amostra de cerveja foi classificada em duas possíveis categorias: é bom ou não é bom.

Já para Lachenmeier (2007), no âmbito do controle das bebidas alcoólicas de qualidade em destilarias e cervejarias ou no controle oficial de alimento, é necessária a utilização de diferentes métodos de análise. Uma primeira possibilidade de otimizar a análise cerveja foi a utilização da alta resolução de ressonância magnética nuclear (RMN) espectroscopia e análise multivariada, mas que, à época, evidenciava limitação pelo custo extremamente elevado dos instrumentos.

No estudo de Lachenmeier (2007), foi utilizado o interferômetro *Fourier Transform Infrared* (FTIR) para medir os espectros, e posteriormente, a espectroscopia em combinação com análise de dados multivariados para o controle de qualidade a avaliação de autenticidade das bebidas espirituosas e cerveja, e no controle oficial dos alimentos.

Em relação às amostras, um total de 535 bebidas espirituosas e 461 cervejas foram submetidas ao Laboratório de Química e Pesquisa Veterinária da Karlsruhe (*Chemical and Veterinary Investigation Laboratory of Karlsruhe*). Os parâmetros analisados nas referidas amostras: densidade relativa; teor álcool (% vol); gravidade original (% massa); pH (pH); ácido láctico (mg/L); amargor (unidade de amargor); cor (EBC), quociente depois do Weber; extinção depois do Weber.

Os referidos índices depois do Weber permitem avaliar se o concentrado de cerveja de malte torrado foi utilizado no processo de produção. Este método é bastante popular na Alemanha.



Por meio do estudo realizado por Lachenmeier (2007), depreende-se que o FTIR / PLS oferece vantagens consideráveis quando medido contra os métodos convencionais de análise: alto rendimento da ferramenta para a triagem de bebidas alcoólicas (30 amostras/hora); fornece controle dos parâmetros legais de forma simples e por baixo custo.

#### 4 Conclusões e sugestões de novos estudos

O levantamento sistemático da literatura aplicado nesse estudo pôde contribuir para oferecer algumas reflexões, a seguir mencionadas:

- O método utilizado mostra-se relevante para evidenciar possíveis lacunas da literatura no que concerne a temas específicos, devidamente correlacionados por meio de conectores booleanos.
- A literatura técnico-científica relacionada à qualidade da cerveja é escassa, especialmente na língua portuguesa.
- Observam-se na literatura 12 distintos atributos para aferição de parâmetros de qualidade na cerveja, a saber: % álcool, cor, extrato aparente, extrato real, extrato base, amargor, clareza, acidez, fermentação aparente, fermentação real, pH e CO<sub>2</sub>.
- Apesar de relevantes para suscitar reflexões sobre atributos para aferição de parâmetros de qualidade na cerveja, entende-se que os três trabalhos encontrados ainda podem ser inconclusivos e que outros parâmetros possam e devam existir.
- A aferição de parâmetros da qualidade cervejeira, apesar da disponibilidade de máquinas e equipamentos, ainda tem na inspeção humana um de seus pilares-base, o que, apesar dos esforços, pode conferir viés indesejável às relações de produção-consumo, sobretudo no caso de cervejarias artesanais.

Finalmente, sugerem-se como novos estudos a realização de buscas sistemáticas em outras bases internacionais de periódicos, como a Scopus, dada sua robustez, além de ampliar os filtros de busca para Teses e artigos provenientes de anais de eventos, visando a dilatar a cobertura documental. Para pesquisadores com boa leitura em outros idiomas para além do inglês e português, recomenda-se ainda ampliar o espectro de idiomas.

#### Referências

CRD – CENTRE FOR REVIEWS AND DISSEMINATION. **CRD's guidance for undertaking reviews in health care**. York/ England: University of York, 2009. Disponível em: <[http://www.york.ac.uk/media/crd/Systematic\\_Reviews.pdf](http://www.york.ac.uk/media/crd/Systematic_Reviews.pdf)>. Acesso em 10 de junho de 2016.

DE KEUKELEIRE, Denis. **Fundamentals of beer and hop chemistry**. Quimica Nova, v. 23, n.1, pp. 108-112, 2000.

DEBSKA, B.; GUZOWSKA-SWIDER, B.. **Application of artificial neural network in food classification**. Analytica Chimica Acta, v. 705, n. 1-2, pp. 283-291, 2011a.

DEBSKA, B.; GUZOWSKA-SWIDER, B.. **Decision trees in selection of featured determined food quality**. Analytica Chimica Acta, v. 705, n. 1-2, pp. 261-271, 2011b.

GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. **Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica**. In: Anais do 6º Encontro Nacional de Ciência da Informação. Salvador, BA: 2005.

HIGGINS JPT, GREEN S (eds). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0** [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Disponível em: <<http://www.cochrane-handbook.org>>. Acesso em 10 de junho de 2016.





LACHENMEIER, D. W. **Rapid quality control of spirit drinks and beer using multivariate data analysis of Fourier transform infrared spectra.** Food Chemistry, v. 101, n.2, pp. 825-832, 2007.

PETTICREW, Mark; ROBERTS, Helen. **Systematic Reviews in the Social Sciences: a practical guide.** Malden, MA/ USA: Blackwell Publishing, 2006. Disponível em: <<http://www.cebma.org/wp-content/uploads/pettigrew-roberts-sr-in-thsoc-sc.pdf>>. Acesso em 10 de junho de 2016.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Potencial de consumo de cerveja no Brasil: consumo de cerveja no Brasil e no mundo.** 2014. Disponível em: <[http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/12/2014\\_05\\_20\\_RT\\_Mar\\_Agron\\_Cerveja\\_pdf.pdf](http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/12/2014_05_20_RT_Mar_Agron_Cerveja_pdf.pdf)> .Acesso em 15 de junho de 2016.

SICOBEB – Sistema de Controle de Produção de Bebidas. Receita Federal do Brasil, Ministério da Fazenda. **Produção cervejas e refrigerantes mensal.** 2016. Disponível em: <[http://gerencialpublico.cmb.gov.br/PROD\\_BEBIDAS\\_MENSAL.html](http://gerencialpublico.cmb.gov.br/PROD_BEBIDAS_MENSAL.html)>. Acesso em 19 de julho de 2016.

ZHANG, Chen; BAILEY, Daniel P.; SUSLICK, Kenneth S. **Colorimetric sensor arrays for the analysis of beers: A feasibility study.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 54, n. 14, pp. 4925-4931, 2006.