

INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DIRETA E INDIRETA DE ÓLEO ESSENCIAL DE LÚPULO NA ACEITAÇÃO SENSORIAL E CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DE CERVEJA ARTESANAL

Mila Marques Gamba

Universidade Federal do Espírito Santo
milagamba@hotmail.com

Julia Acizio de Freitas

Universidade Federal do Espírito Santo
juacizio@gmail.com

Tarcísio Lima Filho

Universidade Federal do Espírito Santo
tarcisiolimaf@yahoo.com.br

Suzana Maria Della Lucia

Universidade Federal do Espírito Santo
smdlucia@yahoo.com.br

RESUMO

O lúpulo confere amargor e aromas à cerveja e um desafio é mesclar os processos de fixação do amargor e componentes aromáticos (óleos essenciais), já que eles necessitam de condições diferentes de processamento. Objetivou-se avaliar a influência das adições direta e indireta de óleo essencial na aceitação sensorial de cerveja artesanal tipo American IPA, visando otimizar a transferência dos aromas de lúpulo para a bebida. A adição direta de óleo essencial de lúpulo Comet é uma alternativa viável para a otimização do aroma. Entretanto, é necessária a realização de novos estudos, com outras concentrações de óleo essencial e variedades de lúpulo, para que o aroma da cerveja artesanal seja otimizado.

Palavras-chave: American IPA. Análise sensorial. *Humulus lupulus*. Lúpulo Comet. Hidrodestilação.

INFLUENCE OF DIRECT AND INDIRECT HOP ESSENTIAL OIL ADDITION ON SENSORY ACCEPTANCE AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF CRAFT BEER

ABSTRACT

Hops impart bitterness and aromas to beer and a challenge is to merge the processes of bitterness fixation and aromatic components (essential oils), since they require different processing conditions. The aim of this study was to evaluate the influence of direct and indirect essential oil additions on the sensory acceptance of American IPA craft beer, in order to optimize the transfer of hop aromas to the beverage. Direct addition of Comet hops essential oil is a viable alternative for aroma optimization. However, it is necessary to carry out further studies, with other concentrations of essential oil and hop varieties, so that the aroma of craft beer is optimized.

Key words: American IPA. Sensory analysis. *Humulus lupulus*. Comet hops. Hydrodistillation.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de cerveja do mundo, ocupando o terceiro lugar com 14,3 bilhões de litros produzidos, atrás dos Estados Unidos, com 20,3 bilhões e China com 35,9 bilhões (BARTHHAAS, 2022).

O setor cervejeiro brasileiro tem apresentado uma evolução qualitativa e quantitativa, além de resiliência às crises internas e externas. O número de registros de cervejas e cervejarias tem aumentado a cada ano, com balanço comercial de cerveja próspero e densidade cervejeira com aumento na proporção e no alcance. Em 2021, haviam 1.549 cervejarias registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), representando um aumento de 12,0% em relação ao ano anterior. A maioria das cervejarias brasileiras permanece altamente concentrada nas regiões Sul e Sudeste (BRASIL, 2022).

As cervejarias artesanais acompanham essa tendência e a expansão desse tipo de bebida se dá por diversos fatores, como curiosidade e hobby, tornando-se um mercado competitivo, uma vez que o consumidor tem buscado produtos diferenciados, que proporcionem novas experiências sensoriais, contribuindo para a expansão do mercado cervejeiro artesanal (VALENTE, 2017; MORAES, 2020).

Uma das características das cervejas artesanais é seu processo produtivo, que se difere das cervejas industriais populares pelo tamanho da sua escala de produção, além de suas inovações e outras particularidades, como o uso de ingredientes diferenciados. Dessa forma, as cervejas artesanais são associadas à qualidade,

novos sabores e sofisticação (CARVALHO et al., 2018).

A água, o malte, o lúpulo e a levedura são as matérias-primas básicas para a fabricação da cerveja, sendo o lúpulo o ingrediente responsável por conferir amargor e aromas à cerveja, equilibrando a doçura dos açúcares do malte (Palmer, 2006). As flores femininas de lúpulo possuem resinas, responsáveis pelo amargor, e óleos essenciais, relacionados com o aroma (DURELLO; SILVA; BOGUSZ, 2019).

A fração das resinas macias possui uma mistura constituída de α -ácidos (humulonas) e β -ácidos (lupulonas). No processo cervejeiro, os lúpulos de amargor apresentam mais de 10% de α -ácidos e são adicionados no início da etapa de fervura, na qual as humulonas são isomerizadas, devido à exposição a elevadas temperaturas (≥ 100 °C), originando os iso- α -ácidos. Estes são mais amargos e mais solúveis em água que as humulonas e são responsáveis por 70% do amargor presente na cerveja (DURELLO; SILVA; BOGUSZ, 2019). O grau de amargor da cerveja está diretamente relacionado à quantidade de iso- α -ácidos, já que a porcentagem de isomerização se relaciona com o tempo em que o lúpulo é fervido (SPÓSITO et al., 2019). Em contrapartida, para a contribuição dos óleos essenciais no aroma da cerveja, o lúpulo é adicionado no final da etapa de fervura para que os compostos voláteis não evaporem, devido à alta volatilidade (SILVA & FARIA, 2008). Óleo essencial é uma mistura heterogênea e complexa de centenas de compostos, principalmente terpenos, hidrocarbonetos e terpenóides (BAMFORTH, 2016).

Assim, um desafio na produção da cerveja é mesclar os processos de fixação das resinas (compostos de amargor) e óleos essenciais (compostos de aroma), uma vez que necessitam de condições diferentes de processamento. Dessa forma, a aplicação do óleo essencial de lúpulo tem se tornado mais comum e presente no processo produtivo da cerveja comercial e artesanal, pois mesmo com um custo relativamente elevado, o óleo essencial de lúpulo é utilizado em pequena quantidade (MACHADO JR et al., 2019).

Sendo assim, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a influência das adições direta e indireta de óleo essencial de lúpulo Comet na aceitação sensorial de cerveja artesanal do tipo American IPA, visando otimizar a transferência dos aromas de lúpulo para a bebida.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE), no campus de Alegre, Espírito Santo. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFES, Campus de Goiabeiras, Vitória-ES, Brasil, sob o número 4.942.110.

Os insumos para a produção da cerveja foram adquiridos no comércio da cidade de Alegre – ES e em sites especializados.

2.1 Extração do óleo essencial de lúpulo

O lúpulo da variedade Comet em formato de *plug* foi utilizado para a extração do óleo essencial. O *plug* do lúpulo é obtido a partir da

desidratação da flor do lúpulo em umidade controlada e em baixa velocidade angular (rotações por minuto) que, em seguida, é prensada a frio, sendo capaz de preservar as resinas e os óleos essenciais (HOPSTECKER, 2022).

De acordo com informações do fornecedor, esta variedade apresenta 8,22% de conteúdo de alfa-ácidos, 11,09% de umidade e 2,10 mL/100g de óleos, portanto é um lúpulo de aroma. Na Figura 1 está apresentado o perfil aromático do lúpulo Comet, com característica de toranja e tangerina e notas no fundo que remetem a maracujá e herbal (HOPSTECKER, 2022).

A extração do óleo essencial de lúpulo foi realizada por hidrodestilação, de acordo com Santos (2004), com a utilização do aparelho Clevenger. Na hidrodestilação, a planta aromática permanece em contato com a água fervente e, em seguida, a mistura água e óleo essencial, na fase vapor, é inserida em um condensador, por arraste de vapor, onde o vapor é liquefeito. A diferença de solubilidade entre a água e o óleo essencial permite a separação destes em duas fases líquidas, uma fase óleo (óleo essencial) e uma fase água (CASSEL; VARGAS, 2006).

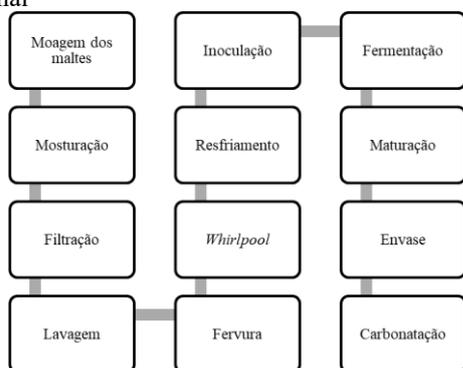
Em um balão volumétrico de 2000 mL foram adicionados aproximadamente 51,62 g de lúpulo triturado e 1500 mL de água destilada. O conjunto foi aquecido por uma manta térmica até ebulição e a extração foi realizada até o esgotamento do material (2 h 30 min), quando não houve mais alteração do volume de óleo extraído, encerrando o procedimento.

O rendimento do processo de extração foi determinado em volume de óleo essencial (mL) por massa de lúpulo (g), em percentual.

2.2 Processamento da cerveja artesanal

O processamento da cerveja artesanal (Figura 1) foi realizado seguindo o processo convencional para fabricação de cervejas artesanais, seguindo a metodologia adaptada de GAMBA (2016). Foi utilizado o equipamento automatizado BierMaker® (Single Vessel) com capacidade para produção de 50 L de cerveja.

Figura 1 - Etapas do processamento da cerveja artesanal



Fonte: Autores (2023).

Para a produção final de 30 L de cerveja artesanal do tipo *American IPA*, foram utilizados 8,5 kg do malte do tipo Pale Ale (marca Uma Malta) e 0,50 kg do malte Chataeu Crystal (marca BWS), previamente moídos a seco, em moinho de rolos. Para a mosturação, etapa para extração dos açúcares necessários à fermentação da cerveja, na panela de mostura, a massa de malte foi misturada com 37,80 L de água mineral a 63 °C e essa temperatura foi mantida por 40 minutos. Em seguida, a temperatura da mistura foi elevada a 72 °C, permanecendo durante 20 minutos. Então, foi realizado o teste de iodo para a confirmação da sacarificação total do amido e a

temperatura do mosto foi elevada a 78 °C (*mash out*) por um período de 1 minuto para interromper o processo enzimático. Vale ressaltar que, durante a mosturação, também ocorreu a recirculação automática para homogeneizar a temperatura do mosto e obter uma cerveja mais límpida.

A etapa de filtração ocorreu no próprio equipamento, sob pressão atmosférica, utilizando o próprio bagaço de malte como elemento filtrante. O cesto contendo o malte foi elevado para que o mosto escorresse para o caldeirão externo, ocorrendo a separação do bagaço de malte, com objetivo de tornar a cerveja menos turva. Seguidamente foi realizada a lavagem do malte com 16,05 L de água mineral a 80°C para aumentar a extração do açúcar residual.

Na etapa de fervura, o mosto permaneceu em ebulição à pressão atmosférica durante 60 minutos para garantir sua esterilização. No início da ebulição, foram adicionados 18g do lúpulo *Magnum* (marca BWS), com a finalidade de conferir amargor à cerveja. Aos 20 minutos finais da etapa de fervura, adicionou-se 40g do lúpulo da variedade Cascade (marca Yakima chief). Ao final da fervura, 60g do lúpulo Cascade (de aroma) foi adicionado no mosto. Após a finalização, realizou-se a medida de densidade, obtendo-se 1,056g/cm³.

Após a fervura, foi realizado o *whirlpool* a quente durante 10 minutos para clarificação do mosto com a sedimentação do *trub*. Seguidamente, o mosto foi resfriado a 19°C com o auxílio de um *chiller* de contrafluxo e transferido para o fermentador.

A levedura cervejeira *Saccharomyces cerevisiae* (marca Fermentis® Safale US-05)

(6×10^9 células UFC.g⁻¹) previamente hidratada foi inoculada. Assim, iniciou-se o processo de fermentação com temperatura controlada a 19°C, em uma incubadora B.O.D. (*Biological Oxygen Demand*: marca LimaTec®, modelo LT 320T), durante 11 dias. Ao final da fermentação, a densidade era 1,015g/cm³.

Para a etapa de maturação, a temperatura foi diminuída para 10°C durante 1 dia e, posteriormente, a temperatura de 0°C foi mantida durante 7 dias. Após este tempo, foi feita a adição de uma solução de sacarose, também conhecida como *priming* (5g de sacarose por litro de cerveja) para a carbonatação da bebida.

Para a obtenção de diferentes formulações, foram preparadas amostras controle (sem adição de óleo essencial) e com adição direta e indireta de óleo essencial de lúpulo. Na adição direta, a quantidade de óleo essencial referente a cada formulação foi adicionada diretamente em cada garrafa e, posteriormente, a cerveja foi envasada. Já para a adição indireta, o óleo essencial de lúpulo foi diluído em álcool de cereais e misturado à cerveja no balde de envase e, posteriormente, a bebida foi envasada nas garrafas. Na Tabela 1 estão descritas as cinco formulações estudadas. As formulações foram escolhidas com base em testes preliminares.

As cervejas foram envasadas em garrafas âmbar de 600 mL e fechadas com tampas metálicas tipo coroa, com auxílio de uma recravadeira de bancada. Por fim, as garrafas foram mantidas a temperatura ambiente para a carbonatação durante dez dias.

2.3 Análises físico-químicas

Todas as formulações foram avaliadas quanto ao pH (EBC, 2005), sólidos solúveis

(IAL, 2008), teor de extrato seco total (IAL, 2008), acidez total (ASBC, 1958), densidade relativa (IAL, 2008), cor (EBC, 2005) e teor alcoólico (IAL, 2008). As amostras de cerveja foram descarbonatas em banho ultrassônico antes das análises físico-químicas.

As análises foram realizadas em triplicatas para cada formulação e os resultados foram apresentados em valores de média \pm desvio-padrão.

Tabela 1 – Descrição das amostras submetidas ao estudo

Amostra	Código	Descrição
Controle	C	Sem adição de óleo essencial.
Adição indireta 0,001%	AI-01	Com 0,001% de óleo essencial de lúpulo diluído no álcool de cereais.
Adição indireta 0,012%	AI-12	Com 0,012% de óleo essencial de lúpulo diluído no álcool de cereais.
Adição direta 0,001%	AD-01	Com 0,001% de óleo essencial adicionado diretamente, sem diluição em álcool.
Adição direta 0,012%	AD-12	Com 0,012% de óleo essencial adicionado diretamente, sem diluição em álcool.

Fonte: Autores (2023).

2.4 Aceitação sensorial

As análises foram realizadas por 42 consumidores de cerveja, abrangendo jovens e adultos de 19 a 34 anos de idade, de todos os gêneros, contemplando moradores de Alegre-ES, e estudantes e funcionários da UFES.

As quatro formulações com adição de óleo essencial e a formulação controle foram submetidas a testes de aceitação por escala hedônica de 9 pontos, variando de “gostei extremamente” (nota 9) a “desgostei extremamente” (nota 1) para avaliação do aroma, sabor e impressão global (REIS E MINIM, 2018).

As amostras foram codificadas com algarismos de três dígitos e apresentadas de maneira monádica e aleatória a cada avaliador, em cabines individuais e sob luz branca, em copos de acrílico de 50 mL, juntamente com a ficha de avaliação, água mineral e biscoito de água e sal.

Os dados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância e, quando necessário, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, para comparação entre as médias das formulações com adição de óleo essencial e a formulação controle, utilizando o software Statistica®.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Extração do óleo essencial de lúpulo

O rendimento da extração do óleo essencial de lúpulo foi de 2,26%, valor em consonância com o conteúdo de óleo essencial (2,10%) da variedade Comet, informado pelo fornecedor (HOPSTECKER, 2022).

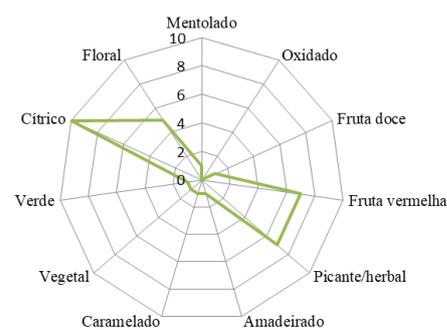
Outro dado técnico sobre a composição do lúpulo informado pelo fornecedor foi o perfil aromático do Comet, mostrado na Figura 2. É possível observar que os aromas predominantes são cítrico, fruta vermelha, picante/herbal e floral.

3.2 Características físico-químicas das cervejas

Os resultados das análises físico-químicas das cervejas com adição de óleo essencial e da formulação controle estão apresentados na Tabela 2.

Os valores de pH das formulações de cerveja apresentaram pequena variação, de 4,46 a 4,53. Segundo ARAÚJO et al. (2003), cervejas do tipo “ale” apresentam valores de pH entre 3 e 6. Sendo a *American IPA* um estilo da família “ale”, esses valores encontravam-se de acordo com os dados da literatura. O pH é um parâmetro muito importante para a cerveja, tanto para os aspectos microbiológicos quanto para a estabilidade da espuma da cerveja (VENTURINI FILHO, 2000).

Figura 2 - Perfil aromático do lúpulo Comet



Fonte: Autores (2023), adaptado de Hopstecker (2022).

De acordo com SANTA et al. (2020), o valor de sólidos solúveis define a quantidade de açúcares dissolvidos na bebida. Os valores de sólidos solúveis das cervejas variaram entre 7,76 e 8,20 °Brix. Nota-se que as formulações com adição de óleo essencial apresentaram teor de sólidos solúveis abaixo da formulação controle,

exceto a formulação com adição indireta de 0,012% de óleo essencial, correspondente a 8,20 °Brix. GOIANA (2015), ao analisar as cervejas artesanais *Pale Ale*, verificou resultados de sólidos solúveis oscilando de 4,10 a 8,43 °Brix.

Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas das formulações com adição de óleo essencial direta e indireta e formulação controle (Média±Desvio padrão)

Características	AI-01	AI-12	AD-01	AD-12	Controle
pH	4,53±0,02	4,52±0,01	4,51±0,01	4,46±0,01	4,53±0,02
SS*	7,76±0,05	8,20±0,10	7,83±0,05	7,93±0,11	8,40±0,40
DR*	1,0186±0,0022	1,0222±0,0061	1,0187±0,0024	1,0186±0,0021	1,0179±0,0008
AT*	0,27±0,01	0,28±0,02	0,27±0,01	0,30±0,01	0,26±0,01
TES*	5,87±0,08	6,21±0,42	5,96±0,22	5,73±0,08	5,18±1,55
Cor* (EBC)	41,02±0,68	46,23±1,52	41,71±1,12	42,83±1,00	41,81±0,31
TA*	4,28±0,15	3,99±1,35	3,14±0,08	3,86±0,42	3,99±0,24

*SS: sólidos solúveis (°Brix); DR: densidade relativa; AT: acidez total (%ácido láctico); TES: teor de extrato seco (% m/v); TA: teor alcoólico (%v/v).

Codificação de acordo com a Tabela 1.

Fonte: Autores (2023).

Os valores obtidos para densidade relativa variaram entre 1,0179 e 1,0222, estando estes valores de acordo com o estabelecido pela legislação, que determina que a densidade deva variar entre 1,007 a 1,022 (BRASIL, 2009). Segundo SOUSA (2009), a densidade permite saber a composição de sólidos contidos na bebida, além de determinar aproximadamente o extrato seco e o teor de açúcares nas cervejas, sendo uma grandeza relacionada à qualidade do produto.

A determinação da acidez total também é um fator relevante para a qualidade da bebida, sendo um indicador de possíveis contaminações por microrganismos e até mesmo possíveis fraudes na cerveja, embora não seja o teste específico. As formulações apresentaram pouca

variação de acidez total. Os parâmetros para acidez total não são determinados pela legislação (BRASIL, 2009), sendo esta análise realizada com o objetivo de qualificar as cervejas quanto a sua acidez (PONTES et. al., 2016).

De acordo com ALMEIDA E BELO (2017), os valores de extrato seco em cervejas variam entre 2,0% e 7,0%, sendo valores acima de 3,0% determinantes de uma cerveja de boa qualidade. Nesse cenário, tanto a formulação

controle quanto as formulações com adição de óleo essencial apresentaram resultado satisfatório, que foi de 5,18%, referente à formulação controle, enquanto o maior teor foi de 6,21%, na formulação AI-12.

A cor da cerveja American IPA, segundo o Beer Judge Certification Program (BJCP), deve variar de 6 a 14 SRM (11,82 a 27,58 EBC), logo todas as formulações estudadas apresentaram maior valor. As cervejas estudadas foram classificadas como escura, conforme ADAMS et al. (2006).

Conforme Instrução Normativa nº 65 de 2019, as formulações estudadas no presente trabalho estão dentro do parâmetro para cervejas em geral, cujo conteúdo alcoólico é superior a 2,0% em volume (BRASIL, 2019). Destaca-se que não há legislação brasileira para cervejas artesanais. Contudo, foram obtidos valores abaixo dos apresentados no Beer Judge Certification Program para American IPA (5,5%-7,5%). A evaporação do álcool durante todo o processo de preparação das amostras para realizar o experimento da determinação do teor alcoólico é um fator que pode ter acarretado a diferença nos valores.

3.3 Aceitação sensorial

As notas hedônicas médias de aceitação sensorial das formulações para cada atributo avaliado estão apresentadas na Tabela 3. Para o atributo aroma, as notas variaram entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”; para sabor, as médias hedônicas variaram entre “indiferente” e “gostei moderadamente” e, para impressão global, variaram entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

No que se refere ao sabor, observou-se que as formulações com 0,001% de óleo essencial de lúpulo adicionado de forma direta e indireta não apresentam diferença significativa de aceitação em relação à formulação controle.

Tabela 3 – Médias hedônicas dos atributos avaliados para cada uma das formulações.

Formulação	Aroma	Sabor	Impressão Global
C	6,8	6,9	7,0
AI-01	6,8	6,9	7,0
AI-12	7,4	5,8	6,1
AD-01	7,0	6,6	6,6
AD-12	6,9	5,9	6,2

Fonte: Autores (2023).

Já para os atributos sabor e impressão global, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as formulações em relação à aceitação, sendo necessária a realização do teste de Dunnett (Tabela 4), no qual foram comparadas as médias hedônicas das formulações controle e com adição de óleo essencial de lúpulo.

No que se refere ao sabor, observou-se que as formulações com 0,001% de óleo essencial de lúpulo adicionado de forma direta e indireta não apresentam diferença

significativa de aceitação em relação à formulação controle. Já as formulações com adição de 0,012% de óleo essencial de lúpulo de forma indireta e direta diferiram da formulação controle, apresentando menores notas hedônicas que a formulação controle.

Em relação à impressão global, somente a formulação com 0,012% de óleo essencial de lúpulo adicionado de forma indireta diferenciou-se da formulação controle, tendo menor aceitação. Ressalta-se que a maior concentração estudada (0,012%) só apresentou diferença significativa quando adicionada indiretamente, portanto, a diferença na impressão global provavelmente foi devida ao álcool de cereais que pode ter influenciado na menor aceitação desta cerveja.

Tabela 4 – Resultado do teste de Dunnett para os atributos sabor e impressão global

Formulações	(Média hedônica controle) – (média hedônica da for)	
	Sabor	Impressão global
AI-01	0,999979 ^{ns}	0,999972 ^{ns}
AI-12	0,009440*	0,035049*
AD-01	0,859320 ^{ns}	0,629429 ^{ns}
AD-12	0,021399*	0,062002 ^{ns}

ns=não significativo ($p > 0,05$) pelo teste de Dunnett.

*=significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste de Dunnett

Fonte: Autores (2023).

4 CONCLUSÃO

A adição de óleo essencial de lúpulo em cerveja artesanal American IPA é uma alternativa viável para a otimização do aroma de cerveja artesanal, desde que a adição seja realizada

diretamente, já que a diluição do óleo essencial no álcool de cereais, apesar de ser mais prática, pode interferir sensorialmente na cerveja, diminuindo sua aceitação.

Entretanto, é necessária a realização de novos estudos, com outras concentrações de óleo essencial do lúpulo Comet, bem como outras variedades de lúpulo, para que o aroma da cerveja artesanal seja otimizado.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) pela utilização da infraestrutura. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo (FAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa. Aos colaboradores que participaram voluntariamente da análise sensorial do produto.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J. M.; AOUAD, A.; BERGAYA, F.; BISH, D. L.; CARRADO, K. A. Bjcp Beer Exam Study Guide. **Handbook of Clay Science**, v. Volume 1, p. xv–xviii, 2006.

ALMEIDA, S. D.; BELO, C. F. R. Análises físico-químicas de cervejas artesanais e industriais comercializadas em Sete Lagoas-MG. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, v. 5, n. 5, 2017.

AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS. **Methods of analysis of the American Society of Brewing Chemists**. Madson: ASBC, 1958.

BAMFORTH, C. W. Science principles of malting and brewing. **American Society of Brewing Chemists**. Minnesota, Usa: American

Association of Cereal Chemists, Inc., 2006. 246 p. ISBN: 18816960819781881696087

BARTHHAAS. **BarthHaas Report 2021/2022**. Disponível em: <<https://www.hops.com.au/downloads/news-events/BarthHaas-Hop-Report-2021-2022.pdf>>. Acesso em: 22 Jun 2023.

BJCP. **Style Guidelines American IPA**. 2015.

BRASIL. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 04 de junho de 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário da cerveja: 2021**. 1. ed. Brasília, DF: Mapa, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/producao-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2021.pdf>>. Acesso em: 20 Jun 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019, estabelece os padrões de identidade e qualidade para produtos de cervejaria. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 2019.

CARVALHO, N. B.; MINIM, L. A.; NASCIMENTO, M.; FERREIRA, G. H. C.; MINIM, V. P. R. Characterization of the consumer market and motivations for the consumption of craft beer. **British Food Journal**, v. 120, n. 2, p. 378–391, 5 fev. 2018.

CASSEL, E., & VARGAS, R. Experiments and modeling of the *Cymbopogon winterianus* essential oil extraction by steam distillation. **J. Mex. Soc.**, p.57- 60. 2006.

DURELLO, R. S.; SILVA, L. M.; BOGUSZ, S. Jr. Química do lúpulo. **Química Nova**, São Paulo, v. 42, n. 8, p. 900-919, 2019.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION. **Analytica – EBC**. 5 ed. Zurique: Brauerei – und Getränke – Roudschau, 2005.

GAMBA, M. M. **Cerveja artesanal com pimenta rosa: processamento, características físico-químicas e estudo de mercado**. 2016. 129

f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2016.

GOIANIA, L. M.; MIRANDA, E. W. K.; PINTO, F. I. L.; PONTES, F. D.; ZAMBELLI, A. R. Análises físico-químicas de cervejas artesanais pale ale comercializadas em Fortaleza, Ceará. In: **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Gramado: FAURGS, 2016.

HOPSTECKER. **Descritivo Plug Agricultura**. p. 3. 2020.

Instituto Adolfo Lutz - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: ANVISA, 2008.

MACHADO J.R., JÚLIO, C.; FARIA, I. M. Hops: New Perspectives for an Old Beer Ingredient. **Natural Beverages**, p. 267-301, 2019

PALMER, G. H. Barley and malt. In: PRIEST, F. G.; STEWART, G.G. **Handbook of Brewing**. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. cap. 5, p. 139-160.

PONTES, D. F.; MIRANDA, K. W. E.; ZAMBELLI, R. A.; PINTO, L. Í. F.; GOIANA, M. L. **Análises Físico-Químicas de Cervejas Artesanais Pale Ale Comercializadas em Fortaleza**, Ceará. Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2016.

REIS, R. C.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 3. ed. Viçosa (MG): Editora UFV, 2013. cap. 3, p. 65-81. 2018. ISBN: 9788572696012

SANTA, O. R. D; ROSA, C. T.; SILVA, N. S. R.; MICHELETTI, I. N.; KRUGER, R. L.; MESOMO, M. C.; ZANETTE, C. M. Estudo da adição de pitaya na produção de cerveja. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 10, p. 80891-80900, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-493>

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. **Bitterness Units and iso alfa-acids contents of some brands of Brazilian and North American beers**. Ciência e tecnologia de

alimentos, pg. 902-906, outubro/dezembro, Campinas, Brasil, 2008.

SOUSA, W. J. B. **Análise físico-química de cervejas**. Paraíba, Título de graduação, UEPB, 2009. 56p

SPÓSITO, M. B., ISMAEL, R. V., BARBOSA, C. D. A.; TAGLIAFERRO, A. L. A cultura do lúpulo. **Série Produtor Rural**, 68, 2019.

VALENTE, B. L. **Cerveja artesanal, um mercado em expansão no Brasil**. Administradores, O portal da administração, 2017. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/cerveja-artesanal-um-mercado-em-expansao-no-brasil>. Acesso em: 18 jul. 2023.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Cerveja**. Jaboticabal: Funep, 83 p., 2000.

Mila Marques Gamba

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional C (FAPES/CNPq)

Julia Acizio de Freitas

Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Tarcísio Lima Filho

Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Docente do Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Suzana Maria Della Lucia

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Docente do Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
