

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE BIOMEDICINA

HELENA DE SOUZA COLONNA

**DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DAS FLORES (CONES)
DE LÚPULO (*Humulus lupulus* L.) CULTIVADAS NO ESPÍRITO SANTO**

VILA VELHA
2023

HELENA DE SOUZA COLONNA

**DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DAS FLORES (CONES)
DE LÚPULO (*Humulus lupulus* L.) CULTIVADAS NO ESPÍRITO SANTO**

Monografia apresentada à Coordenadoria do Curso de Biomedicina do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vila Velha, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador(a): Prof.^a Dra. Juliana Gomes Rosa.

VILA VELHA-ES

2023

(Biblioteca do Campus Vila Velha)

C719d Colonna , Helena de Souza.

Determinação da composição bromatológica das flores (cones) de lúpulo (humulus lupulus l.) cultivadas no Espírito Santo / Helena de Souza Colonna . - 2023.
20 f..

Orientador: Juliana Gomes Rosa

TCC (Graduação) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vila Velha, Curso de Biomedicina, 2023.

1. Cerveja - fabricação. 2. Flores Cultivo. 3. Cerveja Indústria. I. Rosa, Juliana Gomes . II.Título III. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 641.23

Bibliotecário/a: Quezia Barbosa de Oliveira Amaral CRB6-ES nº 590

RESUMO

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é um ingrediente chave na cerveja, fornecendo amargor, sabor e aroma. Essa planta apresenta exigências de clima temperado, entretanto é crescente o investimento no plantio do lúpulo no Brasil. Todavia, são limitados os estudos sobre a composição centesimal do lúpulo brasileiro. Tendo em vista a importância da caracterização química completa de matérias-primas e insumos utilizados para produção de alimentos e bebidas, este trabalho teve como objetivo a caracterização dos cones de lúpulo da variedade Cascade em termos de umidade, cinzas, lipídios, fibras e pigmentos. Os teores de umidade, cinzas, lipídios, fibras e pigmentos foram, respectivamente, 9,31 %, 7,37 %, 11,68 %, 45,08 % e 18,61 mg/mL (clorofila a), 9,61 mg/mL (clorofila b), 28,22 mg/mL (clorofila total) e 9,31 mg/mL (carotenóides). Os resultados apresentaram pequena variação frente a outros estudos de lúpulo, o que reflete que as condições locais de cultivo podem interferir na composição centesimal da planta mas também, que os nossos cones de lúpulo podem não apenas substituir seus pares comerciais, como apresentar o Brasil como promissor nessa plantação. Dessa forma, esse estudo traz uma importante contribuição para o incipiente cultivo de lúpulo no Brasil e para a indústria cervejeira, a qual tem no uso do lúpulo nacional a possibilidade de utilizar ingredientes de origem local e a diminuição dos custos com importação de insumos.

Palavras-chave: Lúpulo. Composição centesimal. Matérias-primas alimentares. Cervejas artesanais. Cultivo de lúpulo.

ABSTRACT

Hops (*Humulus lupulus* L.) are a key ingredient in beer, providing bitterness, flavor and aroma. This plant requires a temperate climate, however, investment in hop planting in Brazil is increasing. However, studies on the proximate composition of Brazilian hops are limited. Considering the importance of the complete chemical characterization of raw materials and inputs used for the production of food and beverages, this work aimed to characterize the hop cones in terms of moisture, ash, lipids, fibers and pigments. The moisture, ash, lipid, fiber and pigment contents were, respectively, 9.31%, 7.37%, 11.68%, 45.08% and 18.61 mg/mL (chlorophyll a), 9.61 mg/mL (chlorophyll b), 28.22 mg/mL (total chlorophyll) and 9.31 mg/mL (carotenoids). The results showed little variation compared to other hop studies, which reflects that local growing conditions can interfere with the proximate composition of the plant, but also that our hop cones can not only replace their commercial counterparts, but also present Brazil as promising in this plantation. In this way, this study makes an important contribution to the incipient hop cultivation in Brazil and to the brewing industry, which in the use of national hops offers the possibility of using ingredients of local origin and reducing the costs of importing inputs.

Keywords: Hop. Centesimal composition. Food raw materials. Craft beers. Hop cultivation.

1 INTRODUÇÃO

O lúpulo é mundialmente conhecido, principalmente, pela sua utilização na fabricação de cerveja. Ele é uma matéria-prima ou componente nobre, insubstituível, que confere sabor, amargo e aroma a bebida (ZANOLI e ZAVATTI, 2008; GERHAUSER, 2005), além de atuar como conservante natural e estabilizador da espuma (ALMAGUER *et al.*, 2014). Contudo o uso da planta tem sido empregado tanto na indústria alimentícia como na cosmética, além da utilização na medicina, culinária e na alimentação animal (KARABÍN *et al.*, 2016). A espécie *Humulus lupulus* L. é uma trepadeira, dioica, perene e de florescência anual em países de clima temperado, onde é tradicionalmente cultivada, tendo como principais países de produção os Estados Unidos e a Alemanha, por apresentarem condições ótimas para seu cultivo (DURELLO; SILVA; BOGUSZ, 2019). Essas condições, envolvem a precipitação anual, a fertilidade do solo e, principalmente, a duração da luz do dia. Sendo as regiões entre as latitudes 35° e 55° dos hemisférios norte e sul as que apresentam essas condições (ALMAGUER *et al.*, 2014). Portanto, em decorrência das exigências de clima, o Brasil depende da importação de lúpulo de outros países para abastecer sua indústria cervejeira. O que pode ser comprovado observando-se os dados de importação do ano de 2020, neste ano o Brasil importou praticamente 100% de todo lúpulo consumido, com um total de 3.243 mil toneladas do insumo, a um custo de aproximadamente US\$ 57 milhões (Brasil, 2020).

Entretanto, o Brasil, além de ser o terceiro maior produtor de cerveja no mundo, tem apresentado aumento da atividade cervejeira tanto em larga escala quanto na produção artesanal. Nos últimos cinco anos, essas atividades cresceram em torno de 36,4%. E, só no ano de 2021, o número de estabelecimentos produtores de cerveja registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) aumentou 12,0% em relação ao ano anterior (MAPA, 2022). Esse crescimento do número de cervejarias aumenta o consumo dos insumos para fabricação da bebida, como uso de *dry-hopping* (adição de lúpulo na fermentação ou maturação da cerveja) (VOLLMER *et al.*, 2018). Esse aumento no consumo é um impulsionador para a produção interna de lúpulo, principalmente para abastecer essas cervejarias e proporcionar um menor preço de custo às suas cervejas, utilização de produto

mais fresco, bem como um diferencial, por possuir insumos locais ou nacionais. Além do mais, outros produtos já vêm sendo desenvolvidos utilizando o lúpulo como saborizante, como por exemplo, chás, kombucha, entre outros. Assim, tem sido observado o crescimento do cultivo da planta no país, sendo que os primeiros pátios de lúpulo foram estabelecidos apenas na última década. Além disso, de acordo com a Associação Nacional dos Produtores de Lúpulo - Aprodúpulo (2020), a floração em território nacional é bianual, salvo o Distrito Federal em que a floração é trianual, ou seja, superior àquelas de países temperados em que só floresce uma vez ao ano.

O Espírito Santo, estado no sudeste do Brasil, emergiu recentemente como uma região potencial para o cultivo de lúpulo, além disso destaca-se na produção de cervejas no cenário nacional. Em números absolutos de cervejeiras registradas o estado ocupa o 7º lugar, mas quando se considera a densidade cervejeira (habitantes/cervejaria) o estado aparece em 3º lugar, ficando atrás apenas de dois estados do sul do país, região com maior tradição na produção de cervejas (MAPA, 2022).

O cultivo de lúpulo no estado do Espírito Santo e no Brasil de maneira geral está, portanto, em estágio inicial e, dessa forma, carece de melhor exploração das características do produto obtido, de modo a potencializar tanto o cultivo quanto a produção de cervejas de qualidade.

No estudo de Guimarães e colaboradores (2021), verificou-se que os países que mais têm produção acadêmica são os com maior indústria cervejeira ou de lúpulo. Assim, os Estados Unidos e a Alemanha são os países que mais possuem publicações, em concordância com o que se vê no mercado, em que esses países detêm a maior produção de lúpulo no mundo. A China, segundo lugar na produção de cerveja mundial, encontra-se em sexto lugar em quantidade de publicações, empatado com a Inglaterra. O Brasil, terceiro em produção, encontra-se na décima sexta posição em termos de publicações. Esse prognóstico aponta novamente questões como regionalidade para a produção do lúpulo, mercado interno e consumo de cerveja. O levantamento de produção científica relacionada à cadeia produtiva do lúpulo em território nacional foi realizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento no ano de 2022. No Brasil, encontrou-se um total de 43

pesquisas relacionadas ao tema em 8 Estados. No estado do Espírito Santo, apenas um trabalho foi documentado (MAPA, 2022).

Dentre os poucos trabalhos de caracterização de lúpulo nacional encontrados, o principal foco é a caracterização das flores (cones) em termos de os óleos essenciais e α e β -ácidos, como os trabalhos realizados por Almeida e colaboradores (2020), Marques e colaboradores (2023) e Silva (2019). Sendo esse último trabalho realizado no Espírito Santo e reportado pelo MAPA (2022), não sendo encontrados trabalhos acadêmicos com foco na determinação da composição bromatológica do lúpulo cultivado no Brasil.

É importante ressaltar que a composição química do lúpulo é complexa e pode apresentar variações a depender de fatores como variedade analisada, grau de maturação, região de cultivo e tipo de processamento pós-colheita (VERZELE & KEUKELEIRE, 1991). Assim, com o recente cultivo do lúpulo no Brasil – país de clima tropical – a análise dos componentes da planta, especialmente do cone, é de grande relevância, dado que o local e técnicas de cultivo influenciam na proporção dos constituintes da planta (ARRUDA *et al*, 2021; DURELLO; SILVA; BOGUSZ, 2019). Para análise bromatológica do *Humulus lupulus* L. é necessário definir alguns constituintes que possuem destaque em quantidade para serem determinados, sendo eles a umidade, as cinzas e o teor de proteínas, lipídeos, fibra bruta e pigmentos (DURELLO; SILVA; BOGUSZ, 2019).

Assim, as informações disponíveis sobre a composição em macronutrientes e micronutrientes do lúpulo cultivado nesta região são limitadas, bem como existem poucos estudos de cunho científico acerca do lúpulo brasileiro devido ao clima não propício para o cultivo. Apesar disso, algumas variedades começaram a se adaptar às regiões frias do país. Isso, devido ao uso da tecnologia com objetivo de manipular espécies de forma que se adaptem às condições locais (GUIMARÃES *et al.*, 2021). Com isso, levando em consideração a importância da caracterização química completa de matérias-primas e insumos utilizados para produção de alimentos e bebidas, este trabalho tem como objetivo determinar a composição bromatológica das flores (cones) de lúpulo cultivado no Espírito Santo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Neste trabalho foi analisado o lúpulo cultivado no Espírito Santo da variedade Cascade. Foi utilizada a mesma matéria-prima disponibilizada para pesquisas relacionadas ao lúpulo que são desenvolvidas no Ifes campus Vila Velha. Foi realizada uma caracterização bromatológica das flores de lúpulo de forma quantitativa em termos de umidade, cinzas, lipídeos totais, fibras e pigmentos.

As flores foram recebidas íntegras (ou *in natura*) e em seguida as amostras foram secas a 40 °C por 24 horas para melhor conservação e as análises dos componentes individuais foram realizadas ao longo do desenvolvimento do projeto. As amostras secas foram embaladas a vácuo e conservadas sob refrigeração.

A determinação da composição centesimal da flor de lúpulo foi realizada em triplicata por métodos convencionais conforme apresentado a seguir.

2.2 Metodologia

Para a determinação do teor de umidade foi pesado aproximadamente 5,0000 g tanto das flores íntegra quanto das armazenadas nos parâmetros pré estabelecidos. As amostras foram acondicionadas em placas de petri devidamente limpas e secas. O procedimento foi realizado por dessecação em estufa a 105 °C, no qual as amostras foram submetidas ao aquecimento por 4 horas e após este período resfriadas, em dessecador, e pesadas. As etapas de aquecimento, resfriamento e pesagem foram repetidas até o peso constante. O teor de umidade foi calculado pela diferença de massa da amostra úmida e após a secagem (AOAC, 1995).

Para determinação de cinzas, uma massa conhecida das amostras, aproximadamente 5,0000 g, foi acondicionada em cadinhos de porcelana previamente secos e pesados e, em seguida, submetidas à incineração em forno mufla a 550 °C por 6 horas. Após este período as amostras foram resfriadas, em dessecador, até temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) e pesadas, de forma que o teor de cinzas fosse calculado por diferença de massa (AOAC, 1995).

O teor de lipídeos totais foi determinado por extração sob refluxo, em extrator do tipo Soxhlet. O solvente utilizado foi o éter de petróleo. Foram pesados aproximadamente 2,0000 g de lúpulo previamente triturados, acondicionados em cartucho de celulose e submetidos à extração, até completarem 10 sifonadas. Em seguida o solvente foi recuperado da mistura óleo/ solvente no próprio equipamento e, após, os balões foram submetidos à secagem em estufa, para total evaporação do solvente (60 °C), e logo após resfriados em dessecador e pesados para o cálculo (AOAC, 1995).

Para determinação de fibras, utilizou-se o método de fibra detergente ácida (ADF). Foram utilizadas amostras secas e desengorduradas. Foram empregadas amostras de 0,5000 g em balança analítica, então transferidas para balão de fundo redondo e adicionado 100 mL da solução de detergente ácida, previamente preparada. O tempo de extração (60 minutos) foi contado a partir do momento em que o sistema entra em ebulição. Após a extração, foi realizada a filtração a vácuo. Durante a filtração o balão onde foi feita a digestão foi lavado com água fervente até a eliminação total da acidez. Para confirmação da eliminação da acidez, fez-se a testagem com solução de NaOH 0,1 N contendo fenolftaleína. Ao finalizar esse processo, o resíduo foi lavado repetidas vezes com acetona. As amostras foram acondicionadas em cadinhos e levadas à estufa a 105°C por no mínimo 6 horas e logo após resfriadas em dessecador e pesadas para o cálculo, conforme Gomes e Oliveira (2011).

A determinação de pigmentos, clorofila a e b, clorofila total e carotenóides, foi realizada por meio de espectrofotometria na região UV-Vis, após extração com metanol P.A.. Para a extração, aproximadamente, 2,0000 g de amostra foram maceradas em 30 mL de metanol. Após a maceração, as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 min. O extrato sobrenadante foi analisado no UV-VIS usando o espectrofotômetro Genesys 150 - thermo scientific nas absorvâncias 666 nm, 653 nm e 470 nm , conforme descrito por Lichtenthaler (1987).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados na Tabela 1 e expressos em base úmida (% b.u.) e em base seca (% b.s.). Segundo Patzak (2010), a composição química do lúpulo, pode ser afetada e variar de acordo com fatores ambientais como a composição do solo onde o mesmo foi cultivado, a localização geográfica, ano da colheita e diferenças intrínsecas entre as variedades. Desta forma, a partir dos resultados obtidos, algumas diferenças foram percebidas em relação ao descrito na literatura (DURELLO; SILVA; BOGUSZ, 2019; BAMFORTH, 2016; ALMAGUER *et al.*, 2014).

Tabela 1 - Composição centesimal de lúpulo (Cascade) em base seca e base úmida

Análises	% (b.u.)	% (b.s.)
Umidade	77,72 ± 0,87	9,31 ± 0,79
Cinzas	1,70 ± 0,19	7,37 ± 0,50
Lipídeos	2,87 ± 0,24	11,68 ± 0,98
Fibras	11,07 ± 1,21	45,08 ± 4,92

Valores apresentados como a média ± desvio padrão
Fonte: O próprio autor.

Ao comparar os resultados da Tabela 1 com dados existentes na literatura para o lúpulo em flor, observou-se que o teor de umidade do material seco para armazenamento foi de 9,31%, próximo ao descrito (+/-10%). Ressalta-se que a umidade do material íntegro foi de 77,72% e que a umidade do material seco para conservação depende da forma de secagem. A água é um componente de grande significância em todos os alimentos, visto que inúmeras propriedades, como condutividade, densidade e comportamento reológico, dependem dela (MENDONÇA; FRANÇA; OLIVEIRA, 2007). Além disso, a umidade é um aspecto importante para as análises de lúpulo porque está intimamente relacionada com a capacidade de armazenamento, dificuldades na trituração e absorção de água durante a fervura. A faixa ótima de umidade é entre 8 e 11% (KUNZE, 2004; HERMÁNEK; RYBKA; HONZÍK, 2018). Umidades abaixo de 7% tendem a tornar o lúpulo muito quebradiços, favorecendo a perda de lupulina durante o processamento. Umidades acima de 13% podem favorecer o crescimento de fungo,

assim como mudanças de coloração e, em casos extremos, risco de autoignição (HERMÁNEK; RYBKA; HONZÍK, 2018).

Com relação ao teor de cinzas, 7,37%, as amostras apresentaram valores próximos ao relatado (+/- 8%). As cinzas em alimentos se referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão, sendo importante observar que a composição das mesmas corresponde à quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos devido a perdas por volatilização ou mesmo por reação entre os componentes (CHAVES *et al.*, 2004). Os elementos minerais se apresentam na cinza sob forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos, dependendo das condições da incineração e da composição do alimento (CECCHI, 2003). A importância da determinação das cinzas totais se deve à sua utilização como indicativo de propriedades. Porém, variações nos teores podem ser encontradas, e tal acontecimento pode ser explicado por conta das diferentes condições de plantio e da grande variedade de cultivares (SÁ *et al.*, 2021). O perfil da cinza nos mostra uma indicação do nível de nutrientes que cada tipo de alimento pode conter e também é considerado medida geral de qualidade e usado na identificação de alimentos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2006). O teor de cinzas de um material é o alvo inicial para estudos de minerais específicos, sendo estes analisados tanto para fins nutricionais quanto para a segurança alimentar (MOREIRA *et al.*, 2021). Teores de cinzas elevados (5 a 10%) indicam a abundância de elementos minerais em plantas (ALMEIDA *et al.*, 2003), o que pôde ser observado no lúpulo analisado.

O teor de lipídios totais determinado foi de 11,68%. Os lipídeos, popularmente conhecidos como gordura, possuem função essencial como suprimento de energia (ALMEIDA *et al.*, 2003), além de atuar como transportadores de vitaminas lipossolúveis e insolúveis em água, sendo, portanto, solúveis em solventes orgânicos. Sua determinação é feita pela extração com solventes, os quais, em seguida, são removidos por evaporação ou destilação do solvente empregado. O resíduo obtido, entretanto, não é constituído unicamente por lipídios, mas por todos os compostos que possam ser extraídos pelo solvente, como ácidos graxos livres, ésteres de ácidos graxos, lecitinas, ceras, carotenóides, clorofila e outros pigmentos, esteróis, fosfatídeos, vitaminas A e D, óleos essenciais, entre outros, em

quantidades relativamente pequenas (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Com isso, não foi possível a realização da comparação dos valores com a literatura, uma vez que nela os valores de resinas, óleos essenciais e ceras e esteróides são apresentados em separado, além disso, esses apresentam grande variação e não é especificada a variedade analisada, o que dificulta a comparação entre os valores. Os óleos essenciais, altamente voláteis, respondem pelo “perfume” da cerveja (floral ou cítrico, por exemplo) e também podem contribuir para o seu sabor. Entre as resinas, os beta-ácidos colaboram na formação de aromas, enquanto os alfa-ácidos emprestam à cerveja amargor.

A fibra pode ser definida como o resíduo orgânico obtido em certas condições de extração. As fibras são combinações de substâncias químicas de composição e estrutura distintas de polissacarídeos não amiláceos, tais como celulose, hemicelulose e lignina (CUMMINGS, 1991; HEREDIA *et al.*, 2002). São espécies biologicamente não ativas como vitaminas ou minerais, mas são fundamentais para diversos processos metabólicos humanos (NAWIRSKA e KWASNIEWSKA, 2005). As fibras dos cones, em termos de celulose e lignina a 45,08% de sua massa, ficaram um pouco acima do descrito (\pm 43%).

A concentração de pigmentos foi respectivamente 18,61 mg/mL (clorofila a), 9,61 mg/mL (clorofila b), 28,22 mg/mL (clorofila total) e 9,31 mg/mL (carotenóides). As cores nos alimentos são conferidas pelos pigmentos presentes nas células. Esses, são classificados em tetrapirróis, carotenóides, compostos polifenólicos e alcalóides, dependendo de sua estrutura química. No organismo, o pigmento consumido é quimicamente modificado, como exemplo tem-se o β -caroteno, precursor da vitamina A. Sua análise apresenta desafios pela complexidade das estruturas que fazem parte. Entretanto, possíveis formas de extração de pigmento são através de solventes como hexano, acetona e etanol e por métodos cromatográficos, por exemplo (SCHOEFS, 2004).

As diferenças entre os resultados obtidos e aqueles encontrados na literatura devem-se provavelmente a grande diversidade de lúpulos existentes e a dificuldade de estimar com precisão esses parâmetros para todas as variedades (VENTURINI FILHO, 2005). De maneira geral, observou-se escassez de dados de caracterização

bromatológica do lúpulo e para os dados encontrados não foi especificado a variedade estudada.

4. CONCLUSÃO

O presente estudo relata a composição bromatológica do lúpulo, variedade Cascade, do Espírito Santo pela primeira vez. Os resultados apresentaram pequena variação frente a outros estudos de lúpulo, o que reflete que as condições locais de cultivo podem interferir na composição bromatológica da planta, mas, também, que os nossos cones de lúpulo podem não apenas substituir seus pares comerciais, como apresentar o Brasil como promissor nessa plantação. Dessa forma, esse estudo traz uma importante contribuição para o incipiente cultivo de lúpulo no Brasil, e para a indústria cervejeira, a qual tem no uso do lúpulo nacional a possibilidade de utilizar ingredientes de origem local e a diminuição dos custos com importação de insumos. Além disso, o conhecimento da composição do lúpulo pode colaborar para outras indústrias como a alimentícia, cosmética e farmacêutica.

Destaca-se que o Brasil, ainda que esteja no início do cultivo da planta, apresenta grande potencial para ampliar sua produção e diminuir a sua dependência do lúpulo importado, com área para cultivo e relatos de múltiplas florações. Essas características aliadas a incentivos à pesquisa e ao cultivo fazem com que o Brasil possa produzir e registrar cultivares nacionais com características únicas e melhores adaptados ao clima.

5. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, R. C.; SAMPAIO, L. R.; RIBEIRO, R. R. F.; BELTÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; FREIRE, R. M. M.; PEDROZA, J. P. Teor de cinzas e matérias orgânica da torta de mamona em função do armazenamento em diferentes embalagens. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2, 2006, Anais, Campina Grande; Embrapa, 2006.

ALMAGUER, C.; SCHONBERGER, C.; GASTL, M.; ARENDT, E. K.; BECKER, T. Humulus lupulus – a story that begs to be told, A review. Journal of the Institute of Brewing.120 (4), 289-314, 2014.

ALMEIDA, A.; MACIEL, M.V.O.B.; GANDOLPHO, B.C.G.; MACHADO, M.H.; TEIXEIRA, G.L.; BERTOLDI, F.C.; *et al.* Brazilian Grown Cascade Hop (*Humulus lupulus* L.): LC-ESI-MS-MS and GC-MS Analysis of Chemical Composition and Antioxidant Activity of Extracts and Essential Oils. Journal of the American Society of Brewing Chemists, p. 1-11, 2020.

ALMEIDA, M.M.; LOPES, M.D.; SOUSA, P.H.; NOGUEIRA, C.M. & MAGALHÃES, C.E. Determinação de umidade, fibras, lipídios, cinzas e sílica em plantas medicinais. Boletim Do Centro De Pesquisa De Processamento De Alimentos, 21, n. 2, 2003.

APROLÚPULO – ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE LÚPULO. (Santa Catarina). Regiões Produtoras. 2020. Disponível em: <http://aprolupulo.com.br/#regiões>.

ARRUDA, Tarsila Rodrigues *et al.* A new perspective of a well-recognized raw material: Phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities and α - and β -acids profile of Brazilian hop (*Humulus lupulus* L.) extracts. Lwt, v. 141, p. 110905, 2021.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed. Washington, 1995.

BAMFORTH, C. (Ed.). *Brewing materials and processes: A practical approach to beer excellence*. Academic Press. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2022) *Anuário da cerveja: 2021* /Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/SDA, 2022. 36 p., il.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Lúpulo no Brasil : perspectivas e realidades* / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo. Alexander Cruz, Stéfano Gomes Kretzer. – Brasília : MAPA/SAF 2022. 175p.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. COMEX STAT. Disponível em [http:// comexstat.mdic.gov.br/pt/home](http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home), acesso 27 de setembro de 2023.

CASTRO, V. ANÁLISE DE ALIMENTOS - Instituto Adolfo Lutz. p. 94–96; 105–106, 2017.

CHAVES, M. C. V.; GOLVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco de acerola. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2004.

CECCHI, H. *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. 2. Campinas: Editora Unicamp, p. 49–54, 2003.

CUMMINGS, J. H. What is dietary fiber? *Trends Food Science Technology*, v.2, p.99-103, 1991.

DURELLO, R. S., SILVA, L. M. e BOGUSZ Jr, S. Química do lúpulo. *Quim. Nova*, Vol. 42, No. 8, p. 900-919, 2019.

GERHAUSER, C. Beer constituents as potential cancer chemopreventive agentes. *European Journal of Cancer*. v. 41, p. 1941–1954, 2005a.

GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. *Análises físico-químicas de alimentos*. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. 303 p. ISBN 9788572693998 (broch.).

GUIMARÃES, B. P.; EVARISTO, R. B. W.; GHESTI, G. F. Prospecção tecnológica do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) e suas aplicações com ênfase no mercado cervejeiro brasileiro. *Cadernos de Prospecção*, v. 14, n. 3, p. 858-858, 2021.

HEREDIA, A., *et al.* Fibra Alimentaria. Biblioteca de Ciências. p. 1-117, 2002.

HERMÁNEK, P.; RYBKA, A.; HONZÍK, I. Determination of moisture ratio in parts of the hop cone during the drying process in belt dryer. *Agronomy Research*, v. 16, n. 3, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea – São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KARABÍN, M., HUDCOVÁ, T., JELÍNEK, L., & DOSTÁLEK, P. Biologically active compounds from hops and prospects for their use. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3), 542-567, 2016.

KUNZE, W. *Technology Brewing and Malting*. 3. ed. Berlin, Alemanha: VLB Berlin, 2004.

LICHTENTHALER, H. K. (1987). [34] Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 350–382.

MARQUES, S.; TREVISAN, M.; OWEN, R.; SILVA, A.; NASCIMENTO, F.; LIMA, F.; LIMA, T.; EDY DE BRITO, H.; MAGALHÃES and FRANCISCO DA SILVA. Avaliação quantitativa de ácidos amargos, xanthohumol e óleos essenciais presentes em flores de diferentes cultivares de *Humulus lupulus* L, produzidas na região nordeste do Brasil. [online] *Química Nova*. 2023.

MENDONÇA, J. C. F.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. A comparative evaluation of methodologies for water content determination in green coffee. *LWT - Food Science and Technology*, v. 40, n. 7, p. 1300–1303, 1 set. 2007.

MOREIRA, D.B., DIAS, T.D., & ROCHA, V.D. Determinação do teor de cinzas em alimentos e sua relação com a saúde. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 2021.

NAWIRSKA, A.; KWASNIEWSKA, M. Dietary fiber fractions from fruit and vegetable processing waste. *Food Chemistry*, v. 91, n.2, p.221-225, 2005.

PATZAK, J.; NESVADBA, V.; HENYCHOVA, A.; KROFTA, K. Assessment of the genetic diversity of wild hops (*Humulus lupulus* L.) in Europe using chemical and molecular analyses. *Biochemical Systematics and Ecology*. v. 38, p. 136–145, 2010.

SÁ, A. A., GONÇALVES, M. I. A.; VASCONCELOS, T. R.; MENDES, M. L. M.; MESSIAS, C. M. B. O. Physical, chemical and nutritional evaluation of flours prepared with pulp and peel of green banana from different varieties. *Brazilian Journal of Food Technology*, 24, 2021.

SCHOEFS, Benoît. Determination of pigments in vegetables. *Journal of chromatography A*, v. 1054, n. 1-2, p. 217-226, 2004.

SILVA, C. T. D. Caracterizações químicas dos primeiros cultivares de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) produzidos no Brasil. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e de Saúde, Alegre, 2019.

VENTURINI FILHO W. G. Tecnologia de bebidas. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

VERZELE, M.; KEUKELEIRE, D.; *Chemistry and Analysis of Hop and Beer Bitter Acids*, 1st ed., Elsevier: Amsterdam, 1991.

VOLLMER, Daniel *et al.* Aroma extract dilution analysis of beers dry-hopped with Cascade, Chinook, and Centennial. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, [s.l.], v. 76, p. 190-198, set. 2018.

ZANOLI, P.; ZAVATTI, M. Pharmacognostic and pharmacological profile of *Humulus lupulus* L. *Journal of Ethnopharmacology*. v. 116, p. 383–396, 2008.