

## ARTIGO TÉCNICO

A IMPORTÂNCIA DO LÚPULO NA FORMAÇÃO DO  
PERFIL SENSORIAL DA CERVEJA

**Autores:** Bruna de Mello Tristão Celestino, Camille Brown, Luciana  
Cardoso Nogueira, Renata Santana Lorenzo Raices

<sup>1</sup>Instituição Federal do Rio de Janeiro

Contato/email: bmtcelestino@gmail.com

**DESTAQUE**

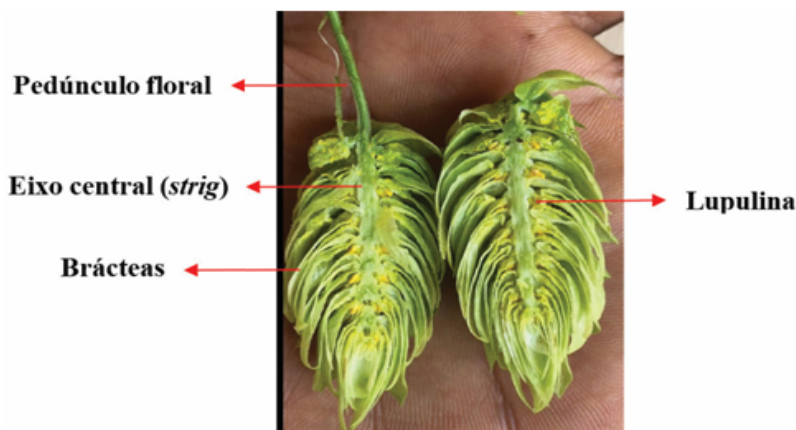
*Os óleos essenciais do lúpulo são os vetores da identidade olfativa na cerveja, dividindo-se em frações com diferentes solubilidades e limiares de percepção cruciais para a inovação no setor.*

**1. INTRODUÇÃO**

O lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma das principais matérias-primas cervejeiras, responsável pelo amargor e por importantes características aromáticas. Seus principais componentes, resinas e óleos essenciais, são produzidos e armazenados nas glândulas de lupulina e determinam grande parte do potencial sensorial da matéria-prima (Durello; Silva; Bogusz Junior, 2019; Kunze; Hendel, 2024).

A composição e a estabilidade desses compostos ao longo do processo cervejeiro influenciam diretamente o perfil sensorial e a qualidade da cerveja, tornando sua caracterização fundamental para o controle do processo (Durello; Silva; Bogusz Junior, 2019; Janish, 2019).

Figura 1 - Cone de lúpulo aberto.



Fonte: Durello, Silva e Bogusz Junior (2019).

## 2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

### 2.1 Fracionamento Químico e Percepção Sensorial de Voláteis

As inflorescências femininas do lúpulo concentram, nas glândulas de lupulina, óleos essenciais que representam cerca de 0,5% a 3% da massa seca do cone e compreendem mais de 1.000 compostos, agrupados em hidrocarbonetos, compostos oxigenados e organossulfurados. Sua composição varia principalmente com a cultivar e com fatores ambientais, como condições de cultivo, maturação, secagem e armazenamento (Souza *et al.*, 2024).

#### 2.1.1 Álcoois Terpênicos (Fração Oxigenada)

Entre os principais compostos oxigenados dos óleos essenciais do lúpulo destacam-se o linalol e o geraniol, que apresentam maior polaridade e solubilidade no mosto. O linalol está associado a notas florais e cítricas, enquanto o geraniol contribui para características florais, como rosa e gerânio. Durante a fermentação, o geraniol pode sofrer biotransformação pela ação das leveduras, formando compostos como o  $\beta$ -citronelol. Essas transformações modificam o perfil dos compostos voláteis e podem intensificar características cítricas, florais e frutadas na cerveja, especialmente em estilos de alta lupulagem (Durello; Silva; Bogusz Junior, 2019).

O  $\alpha$ -humuleno é um dos principais sesquiterpenos do óleo essencial do lúpulo e está associado a notas herbais, amadeiradas e condimentadas. Durante o processamento e a fervura do mosto, pode sofrer oxidação e formar compostos oxigenados com importante contribuição sensorial, associados a notas de feno, cedro, madeira e características herbais e frutadas. Por apresentarem menores

limiares de percepção, esses compostos podem contribuir para a persistência aromática e a complexidade sensorial da cerveja (Durello; Silva; Bogusz Junior, 2019).

#### 2.1.2 Hidrocarbonetos Terpênicos:

Os óleos essenciais do lúpulo são constituídos predominantemente por hidrocarbonetos terpênicos, que representam entre 80% e 90% de sua composição e são responsáveis pelo perfil aromático da matéria-prima. Destacam-se o  $\beta$ -mirceno, associado a notas herbáceas e cítricas, e os sesquiterpenos  $\alpha$ -humuleno e  $\beta$ -cariofileno, relacionados a aromas terrosos, amadeirados e condimentados (Kunze; Hendel, 2024; Souza *et al.*, 2024).

Por serem voláteis e pouco solúveis, esses compostos apresentam perdas durante a fervura. Assim, técnicas como a lupulagem tardia, realizada no final da fervura ou *whirlpool*, e o *dry hopping*, realizado durante ou após a fermentação, favorecem sua retenção e intensificam os aromas florais, cítricos, frutados e resinosos da cerveja (Durello; Silva; Bogusz Junior, 2019; Janish, 2019).

#### 2.1.3 Compostos Sulfurados (Tióis Polifuncionais):

Os compostos sulfurados, embora presentes em baixas concentrações nos óleos essenciais do lúpulo, apresentam elevada importância sensorial devido aos baixos limiares de percepção. Tióis, tioésteres e outros organossulfurados podem conferir notas vegetais, sulfuradas, frutadas, cítricas e de groselha, destacando-se a 4MMP, associada à groselha-preta, o DMS, ao milho cozido, e tioésteres, a notas de trufa, herbais, frutadas e de abacaxi (Souza *et al.*, 2024; Durello; Silva; Bogusz Junior, 2019).

O controle desses compostos é essencial para evitar *off-flavors*, como cebola e alho, associados a altas concentrações de tióis, e *lightstruck*, decorrente da formação de 3-metilbut-2-eno-1-tiol (MBT) pela degradação fotoquímica. Assim, o controle do processamento, armazenamento e das técnicas de adição do lúpulo é fundamental para o equilíbrio sensorial da cerveja (Janish, 2019).

### 2.2 Relação entre compostos voláteis e percepção sensorial

A matriz de correlação entre compostos voláteis e descritores sensoriais (Quadro 1) evidencia a relação entre a composição química e a percepção sensorial da cerveja.

Quadro 1– Matriz de correlação entre compostos voláteis e descritores sensoriais.

| Composto químico   | Família Molecular            | Descritor Sensorial Principal         | Comportamento e solubilidade                                 |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Linalol            | Álcool Terpênico             | Floral (lavanda), cítrico sutil.      | Indicador de qualidade aromática.                            |
| Geraniol           | Álcool Terpênico             | Rosa, gerânio, floral doce.           | Hidrofilico; sofre rearranjos na presença de leveduras.      |
| $\beta$ -mirceno   | Hidrocarboneto Monoterpênico | Resinoso (pinheiro), herbáceo, verde. | Muito Volátil; melhor aproveitado em extrações a frio.       |
| $\alpha$ -humuleno | Sesquiterpeno                | Terroso, amadeirado, especiarias.     | Baixa volatilidade; associado a perfis de lúpulos clássicos. |
| Tióis (4MMP / 3MH) | Organosulfurados             | Frutas tropicais (maracujá e manga)   | <i>Limiar de percepção</i> extremamente baixo;               |
| MBT                | Organosulfurados             | <i>Lightstruck</i> (odor de gambá)    | <i>Off-flavor</i> decorrente de degradação foto-oxidativa.   |

**Fonte:** Elaborado pela autora com base em Durello, Silva e Bogusz Junior (2019) e Kunze e Hendel (2024).

### 2.3 Relevância do lúpulo para a qualidade e a inovação cervejeira

O lúpulo contribui para a estabilidade da espuma, a proteção microbiológica e as características sensoriais da cerveja, permitindo diferentes perfis de aroma, sabor e amargor conforme a variedade utilizada. O emprego de cultivares adaptadas às condições locais também pode valorizar matérias-primas regionais e reduzir a dependência de lúpulos importados (Kunze; Hendel, 2024).

A seleção do lúpulo deve considerar o estilo da cerveja, o perfil sensorial desejado e a estratégia de processo. Variedades com maior potencial aromático e técnicas de adição tardia favorecem o destaque de aromas, enquanto o controle dos  $\alpha$ -ácidos e do tempo de fervura contribui para o equilíbrio do amargor (Durello; Silva; Bogusz Junior, 2019; Janish, 2019). Assim, o lúpulo constitui uma matéria-prima estratégica para a tipicidade, a complexidade sensorial e a qualidade da cerveja (Bett *et al.*, 2024; Kunze; Hendel, 2024).

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identidade aromática de cervejas altamente lupuladas está relacionada à composição das frações voláteis da lupulina, especialmente aos álcoois terpênicos e tióis. A lupulagem tardia, realizada no final da fervura ou em *whirlpool*, favorece a extração de compostos aromáticos,

enquanto o *dry hopping* contribui para a retenção de compostos voláteis sensíveis ao calor. Assim, a caracterização dos compostos voláteis e sua relação com a percepção sensorial são importantes para o desenvolvimento de cervejas diferenciadas (Durello; Silva; Bogusz Junior, 2019; Janish, 2019).

## REFERÊNCIAS

- BETT, M.; MELO, A. R.; CAMPOS, D. P. de; MARQUES, C. R. M. Influência do extrato de lúpulo nas propriedades físico-químicas e sensoriais de cervejas artesanais. *Revista Tecnologia*, v. 45, p. 1–18, 2024. DOI: 10.5020/23180730.2024.15664. Disponível em: <https://doi.org/10.5020/23180730.2024.15664>. Acesso em: 21 jun. 2026.
- DURELLO, R. da S.; SILVA, L. M.; BOGUSZ JUNIOR, S. Química do lúpulo. *Química Nova*, São Paulo, v. 42, n. 8, p. 900–919, 2019. DOI: 10.21577/0100-4042.20170412. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170412>. Acesso em: 19 jun. 2026.
- JANISH, S. *The New IPA: Scientific Guide to Hop Aroma and Flavor*. Austin: Scott Janish, 2019. Disponível em: <https://scottjanish.com/the-new-ipa-scientific-guide-to-hop-aroma-and-flavor/>. Acesso em: 21 jun. 2026.
- KUNZE, W.; HENDEL, O. *Tecnología para cerveceros y malteros*. 2. ed. atualizada. Berlim: VLB, 2024. 912 p. ISBN 978-3-9821543-1-2. Disponível em: <https://vlb-books.myshopify.com/products/tecnologia-para-cerveceros-y-malteros-2024>. Acesso em: 21 jun. 2026.
- SOUZA, B. C. de; CONTIN, D. R.; VIEIRA, P. C.; COSTA, F. B. da. Análise de óleos voláteis de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) Cascade e Chinook cultivados sob clima tropical no estado de São Paulo. *Química Nova*, São Paulo, v. 47, n. 3, e-20230109, 2024. DOI: 10.21577/0100-4042.20230109. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230109>. Acesso em: 21 jun. 2026