

## ***Humulus lupulus* L.: DESCRIÇÃO BOTÂNICA, QUÍMICA E ATIVIDADES**

## ***Humulus lupulus* L.: BOTANICAL DESCRIPTION, CHEMISTRY AND ACTIVITIES**

<sup>1</sup>BARBOSA, Saulo; <sup>2</sup>MOMESSO, Luciano da Silva

<sup>1</sup>Discente do curso de Farmácia – Centro Universitário das  
Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

<sup>2</sup>Docente do curso de Farmácia – Centro Universitário das  
Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

### **RESUMO**

*Humulus lupulus* L. mais conhecido como lúpulo é uma planta nativa do hemisfério norte, de clima temperado, pertencente à ordem Rosales da família Cannabaceae. O lúpulo possui dois gêneros, a *Cannabis* e o *Humulus*. O gênero *Humulus* contém características dioicas (sexo masculino e feminino), perene e anual, com caráter trepadeiro e hábitos de crescimento por fotoperíodos. As propriedades químicas, biológicas e farmacológicas do Lúpulo são estudadas através da extração dos óleos essenciais e suas resinas presentes nos cones da planta feminina. A partir das análises nota-se propriedades antifúngicas, antibacterianas, antitumorais e anti-inflamatórias entre outras, com isso, desperta grande interesse científico para a utilização nas áreas cosméticas, farmacêuticas, biológicas e alimentícias.

**Palavras chaves:** *Humulus lupulus* L. Cannabaceae. Óleos essenciais.

### **ABSTRACT**

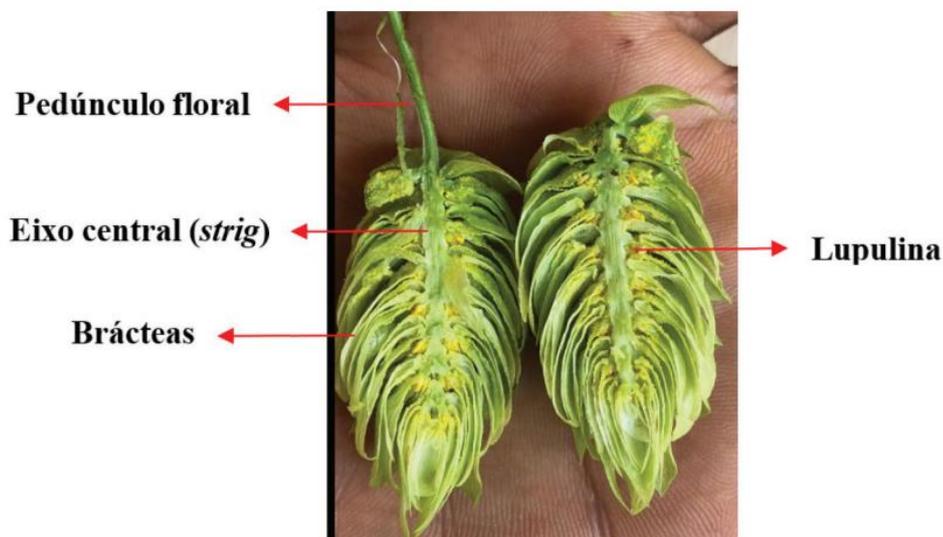
*Humulus lupulus* L. better known as hops is a temperate plant native to the northern hemisphere, belonging to the order Rosales of the family Cannabaceae. The hops have two genera, *Cannabis* and *Humulus*. The genus *Humulus* contains dioic characteristics (male and female), perennial and annual, with creeping character and growth habits by photoperiods. The chemical, biological and pharmacological properties of hops are studied by extracting the essential oils and their resins present in the cones of the female plant. From the analyses, antifungal, antibacterial, antitumor and anti-inflammatory properties can be observed, among others, thus arousing great scientific interest for use in the cosmetic, pharmaceutical, biological and food areas.

**Keywords:** *Humulus lupulus* L. Cannabaceae. Essential oils.

### **INTRODUÇÃO**

*Humulus lupulus* L. (lúpulo; Cannabaceae) é uma das espécies vegetais mais conhecida da ordem *Rosales*. Do gênero *Humulus*, essa espécie é a mais difundida e a mais utilizada pelo homem, principalmente em seu emprego na indústria cervejeira, por possuir glândulas secretoras de lupulina (DURELLO; SILVA; BOGUSZ JR., 2019).

**FIGURA 1 – FLOR DE LÚPULO SECCIONADO COM DESTAQUE PARA A LUPULINA**



Fonte: Durello, Silva, Bogusz-Jr., (2019)

*Lupulus* é derivado do latim *lupus*, que significa um lobo subindo em uma ovelha, uma referência ao hábito trepador e volúvel da espécie, que “escala” outras plantas. Já a origem do nome *Humulus* ainda é duvidosa, porém é sugerido que tenha origem do nome húmus, uma referência aos solos férteis que a espécie ocorre e é cultivada (SILVA, 2019; ZANOLI; ZAVATTI, 2008).

A planta tem origem no continente asiático e é uma espécie dioica (possui sexo masculino e feminino). Ambos os sexos produzem inflorescências, porém a inflorescência feminina é mais utilizada por conta de sua grande capacidade de secretar lupulina (ALMAGUER *et al.*, 2014).

Sua reprodução pode ser sexuada, por polinização aberta (SANTOS, 2020), ou assexuada, por intermédio dos rizomas, mudas de rizomas, estacas ou micropropagação *in vitro*. A micropropagação pode ser considerada como uma importante ferramenta, pois possibilita a obtenção de centenas e até milhares de mudas ao longo de um ano, a partir de uma única planta matriz, diferentemente do método de estaquia convencional, que exige um maior intervalo de tempo e produz mudas de baixa qualidade (SOUZA, 2020).

É uma planta perene de vida longa, chegando atingir idade superior a 50 anos (FAGHERAZZI, *et al.*, 2017). Biologicamente seu ciclo é anual, porém o ciclo é interrompido após a colheita. No manejo, é feita a indução da planta à um

período de dormência através do corte ou poda, e também o descoroamento, sendo assim, concluída uma etapa fundamental para que se recupere do ciclo anterior e inicie um novo ciclo. Durante o inverno a parte aérea da planta senesce, e a planta entra em um período de dormência, ficando apenas os rizomas sob o solo. Neste período a planta acumula energia, para o início de um novo ciclo de brotações, que ocorrerá no início da primavera (SOUZA, 2020).

A composição química do óleo essencial de lúpulo é complexa sendo descrito na literatura 485 compostos identificados (ALMEIDA, 2020; EYRES *et al.*, 2007), pertencentes as classes dos monoterpenos, sesquiterpenos, cetonas, ésteres e aldeídos (ALMEIDA, 2020). Os compostos mais importantes da lupulina são os alfa e beta ácidos que conferem sabor e aroma à cerveja (DURELLO; SILVA; BOGUSZ-JR., 2019; SANTOS, F. C., 2020), além disso, apresenta substâncias químicas utilizadas na indústria farmacêutica e de cosmético (PERAGINE, 2011; SANTOS, F. C., 2020).

Com base nessas informações, esse trabalho tem como objetivo descrever a espécie vegetal *H. lupulus* L., bem como sua composição química e os interesses farmacêuticos, alimentícios e cosméticos.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de uma pesquisa de material bibliográfico e banco de dados científicos como Scielo (Scientific Eletronic Library Online), Elsevier, NCBI (National Library of Medicine – através do PubChem), além de buscas no Google Acadêmico e no acervo bibliográfico pessoal e da Biblioteca Virtual do Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos (Unifio).

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Composição química do lúpulo**

Primeiramente, é importante destacar que a composição química do lúpulo é complexa e envolve alguns fatores imprescindíveis encontrados em suas inflorescências secas antes das análises de quantificações químicas como é o caso dos diferentes tipos de variedade do lúpulo, o local e as técnicas de cultivo, o grau de maturação no momento da colheita, além de fatores pós-colheita como secagem, peletização e armazenamento (DURELLO; SILVA; BOGUSZ JR., 2019).

No interior dos estróbilos das flores de lúpulo, é encontrado glândulas secretoras de lupulina, um tipo de pó resinoso e amarelo, de onde é extraído os principais componentes de interesses para as indústrias, mas majoritariamente de interesse de indústria alimentícia (Cerveja) pois através de suas resinas macias, extraem-se os componentes alfa-ácidos e beta-ácidos que respectivamente compõe os ácidos amargos e os polifenóis contidos na espécie vegetal (DURELLO; SILVA; BOGUSZ JR., 2019).

Sobre a composição química do lúpulo uma das maneiras de investigá-la é agrupar os metabolitos secundários produzidos pela planta em diferentes frações como, por exemplo, resinas totais, polifenóis, óleos essenciais, proteínas, ceras, esteroides, entre outros. (ALMAGUER, *et al.*, 2014; BAXTER; HUGHES, 2001; DURELLO; SILVA; BOGUSZ JR., 2019; TING; RYDER, 2017).

Na Tabela 1 estão classificados os metabólitos das flores de lúpulo de onde são extraídos os componentes químicos de interesse:

**TABELA 1 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DE CONES SECOS DE LÚPULO**

Constituinte	Quantidade %
Resinas Totais	15-30
Óleos Essenciais	0,5-3
Proteínas	15
Monossacarídeos	2
Polifenóis (taninos)	4
Pectinas	2
Aminoácidos	0,1
Ceras e esteroides	Traços - 25
Cinzas	8
Umidade	10
Celulose	43

**Fontes:** Santos (2020); Bamforth (2011).

### **Resinas**

As resinas totais compõem cerca de 15-30% do volume extraído da matéria seca obtida pelas inflorescências femininas de lúpulo, dentre o percentual apresentado na Tabela 1, as resinas totais dividem-se em resinas macias totais e resinas duras totais. Nas resinas macias estão presentes os ácidos amargos mais

desejados do lúpulo, os alfa-ácidos, que está em uma proporção entre 3-17% e os beta-ácido, os quais estão em menor proporção 3-7% (PINTO, 2018).

As resinas macias são aquelas que apresentam solubilidade em hexano e constituem de 10-25% das resinas totais, enquanto as resinas duras são aquelas que não se solubilizam em hexano e constituem de 3-5% do peso total do lúpulo (DURELLO; SILVA; BOGUSZ JR., 2019; HOUGHS, 1982).

As resinas macias são divididas em dois grupos, alfa-ácidos 5-13% e fração beta 5-15%, sendo o alfa-ácido o constituinte mais importante das resinas. Em nível laboratorial, os alfa-ácidos podem ser obtidos facilmente em função de sua capacidade de formar um sal de chumbo insolúvel quando em presença de acetato de chumbo em metanol (DURELLO; SILVA; BOGUSZ JR., 2019).

O grupo dos alfa-ácidos são constituídos através de cinco humulonas análogas e homólogas denominadas em: humulonas (principal componente e que se encontra em maiores quantidades), cohumulonas, adhumulonas, pré-humulonas e pós-humulonas.

Já a fração beta das resinas moles são constituídas por lupulona e seus quatro congêneres: colupulona, adlupulona, pré-lupulona, pós-lupulona. As lupulonas são estruturalmente muito parecidas com as humulonas, sendo na verdade seus análogos triprenilados; são menos ácidas que as humulonas, significativamente mais hidrofóbicas que as humulonas e insolúveis em meio aquoso (DURELLO; SILVA; BOGUSZ JR., 2019).

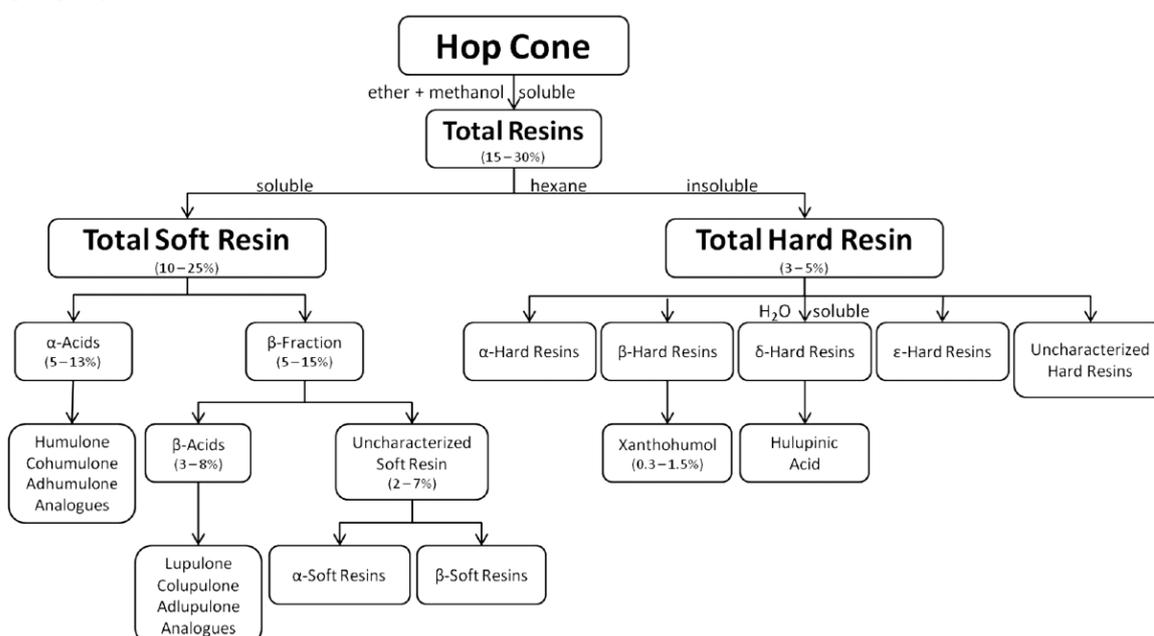
As lupulonas, grupo em que consiste a fração beta das resinas moles, são conhecidas por suas ações antimicrobianas; quando entram em contato com as membranas celulares dos microrganismos, modificam o fluxo de íons ocasionando acúmulo intracelular e perda da captação de nutrientes e assim consequentemente morte celular. Também, possuem ação bactericida, agindo no transporte de metabólitos na membrana celular e alterando o pH intracelular (SILVA; FARIA, 2008; SIMPSON; SMITH, 1992).

Como último representante do grupo das resinas macias, observa-se o grupo das macias não caracterizadas, que por sua vez subdivide-se em: alfa-macia e beta-macia. Estas frações de resinas não caracterizadas não demonstram até o momento atividade particularmente significativa como os grupos apresentados anteriormente, porém nota-se que neste grupo pode ser apresentado restos de

atividades de humulonas e lupulonas precipitadas e/ou cristalizadas, e também podem ser incluídas neste grupo os compostos cerosos (ALMAGUER *et al.*, 2014).

A Figura 2, representa a classificação química dos compostos encontrados em flores femininas não polinizadas de lúpulo, de acordo com a origem de seu grupo funcional.

**FIGURA 2 – CLASSIFICAÇÃO E NOMENCLATURA DAS RESINAS DO LÚPULO**



Fonte: ALMAGUER *et al.* (2014).

O grupo das resinas duras totais deriva-se da parte insolúvel em hexano das resinas totais, consiste na fração polar do grupo de resinas de onde é obtido a maior parte dos óleos essenciais contidos em flores femininas de lúpulo.

Segundo Briggs, D. E., Boulton, C. A., Brookes, P. A., and Stevens, R. (2004), a resina dura é a porção total de resina que é solúvel em metanol e éter dietílico, mas insolúvel em hexano e hidrocarbonetos parafínicos de baixa ebulição. É importante evidenciar que as resinas duras podem ser originadas sob duas formas, a primeira forma é a resina nativa que nada mais é que um produto de desenvolvimento das resinas em sua naturalidade. A segunda forma é a resina oriunda de auto oxidação, surgem como produto de oxidação de resinas macias em virtude da deterioração da matéria prima fresca, ou seja, deterioração de lúpulo fresco.

Durello, Silva, Bogusz-Jr. (2019) ainda relatam que o campo de estudo na quantificação química de resinas duras mostra-se um campo promissor para a área da pesquisa pois ainda carecem de informações e estudo químico de caracterizações.

Dando sequência sobre o grupo das resinas duras totais, o grupo é fragmentado entre cinco grupos distintos de onde extrai-se componentes de muita importância e que contribuem para atividades diversas como é o caso do Xanthohumol que possui grande interesse no campo de pesquisas em função de suas atividades antibacterianas, antifúngicas, antitumorais e anti-inflamatórias.

O primeiro grupo é representado por resinas duras alfa que constitui a menor porção das resinas duras e pode ser obtida pela sua capacidade de formar um sal de chumbo insolúvel quando tratada com uma solução de acetato de chumbo (DURELLO; SILVA; BOGUSZ JR., 2019). Já a fração de resinas duras beta, que representa o segundo grupo, contém a maior concentração de resinas totais do grupo como um todo com destaques exclusivamente para o composto fenólico Xanthohumol.

O Xanthohumol, composto derivado do grupo das resinas duras beta, pertence à classe de agrupamentos químicos classificados em chalconas e é descrito como o componente majoritário das resinas duras beta. Segundo Olsovka *et al.* (2016) foi caracterizado como um agente quimiopreventivo do câncer de “amplo espectro” em estudos; também sugerem aplicações em tratamentos da menopausa e de osteoporose.

O terceiro grupo, denominado de resinas duras delta encontra-se as huluponas, que são considerados grupos de degradação dos beta-ácidos, apesar disso, não apresentam características desprezíveis e indesejadas, exibem e evidenciam características de oxidação um tanto agradáveis; são encontrados nesta fração o ácido hulupínico como componente de sua resina. O penúltimo grupo das resinas duras sendo representado por resinas duras épsilon, segundo estudos, podem apresentar até 80% da composição do grupo de resinas totais, porém foi detalhado que este grupo contém em sua composição um fracionamento de mais de uma centena de subfrações em sua origem; Almaguer *et al.* (2014) verificaram que as subfrações mais polares não apresentaram atividade antimicrobiana, mas que as frações mais apolares mostravam-se mais amargas e com maior atividade antimicrobiana.

O último grupo das resinas duras não caracterizadas não apresentam estudos para determinação de sua caracterização química, sendo assim não foi possível descrever o seu potencial fitoquímico.

### **Óleos essenciais**

Os óleos essenciais são compostos ativos que são encontrados no metabolismo secundário das plantas e que por suas características apresentam caráter volátil e aromático. Por definição segundo Ritto, Oliveira e Akisue (2019), óleos essenciais são produtos de origem vegetal, de odor aromático, lipossolúveis, voláteis, geralmente líquidos, de composição complexa, de viscosidade, em geral pouco acentuada e de densidade maior ou menor que a da água; neste tipo de vegetal a essência encontra-se sob a forma de precursor, geralmente glicosídica, que, por via enzimática ou hidrólise ácida, da origem ao produto final aromático. Entretanto, sua principal característica é a volatilidade, diferindo, assim, dos óleos fixos, que são misturas de substâncias lipídicas em geral obtidas de sementes (SIMÕES *et al.*, 2017).

Os óleos essenciais contidos na flor feminina de lúpulo, é fracionado basicamente em três classes de compostos químicos distintos no qual encontra-se frações de até 60% de hidrocarbonetos, frações de até 30% de hidrocarbonetos oxigenados e frações mínimas correspondente a 1% de compostos de enxofre. Atualmente, três grupos químicos principais de óleos são reconhecidos, nos quais hidrocarbonetos e compostos oxigenados predominam e componentes contendo enxofre são representados em menor extensão (OLSOVSKA *et al.*, 2016).

Os hidrocarbonetos, por sua vez, podem ser classificados em três grupos, como os hidrocarbonos alifáticos, monoterpenos e sesquiterpenos, sendo muito voláteis e muito susceptíveis à oxidação e polimerização (PINTO, 2018). Para se estudar os compostos químicos presentes nos óleos essenciais do lúpulo, eles são usualmente divididos em: hidrocarbonetos (grupo que compreende os hidrocarbonetos alifáticos, monoterpenos e sesquiterpenos), oxigenados (álcoois, aldeídos, ácidos, cetonas, epóxidos e ésteres), e compostos contendo enxofre e organossulfurados diversos (DURELLO; SILVA; BOGUSZ-JR., 2019).

O aroma típico de lúpulo fresco pode ser encontrado através da presença do hidrocarboneto que compõe majoritariamente essas frações, o monoterpeno beta-Mirceno, que chega a representar até cerca de 60% do total de óleos extraídos do

lúpulo. Ainda em hidrocarbonetos, são encontrados outros três componentes considerados majoritários na composição dos óleos essenciais extraídos do lúpulo que são os sesquiterpenos alfa-humuleno, beta-cariofileno e beta-farneseno. Essa fração de componentes, se somados juntos, representa entre 60-80% do total de óleos essenciais.

Dentre os compostos oxigenados dos óleos essenciais do lúpulo, alguns merecem destaque, como é o caso do linalol ( $\leq 1,9\%$ ), que é um dos álcoois terpênicos mais abundantes do lúpulo (DURELLO; SILVA; BOGUSZ-JR., 2019), e segundo Pinto (2018) é utilizado como indicador de qualidade de aroma; e em seguida o geraniol que representa outro composto oxigenado encontrado na flor de lúpulo.

Já os compostos sulfurados ou tiocompostos que são representados pela classe dos tóis, tioálcoois e tio éteres, são moléculas de carbonos ligados a átomos de enxofre tendo como características principais, limiar de percepção extremamente baixo, podendo ser percebido até mesmo há 0,1 ppb; são compostos indesejáveis na indústria por contribuir com seu aroma fétido de ovo podre característico da presença de enxofre ou também muitas vezes transmitindo sabores indesejáveis como chulé, mofados ou semelhantes a cebola (ALMAGUER, *et al.*, 2014).

Os polifenóis também são encontrados nas flores de lúpulo, mais precisamente no eixo central ou strig, também nas pétalas, compõe um vasto grupo de substâncias voláteis e aromáticas derivadas de compostos benzênicos monohidroxilados contribuindo para um sabor mais adstringente quando encontrados em bebidas (OLSOVSKA *et al.* 2016).

Segundo Simões *et al.* (2017), uma substância fenólica ou polifenólica é aquela que possui um ou mais núcleos aromáticos contendo substituintes hidroxilados e/ou seus derivados funcionais (ésteres, éteres, glicosídeos e outros); pode ser destacadas algumas atribuições de suas funções como: proteção dos vegetais contra incidência de raios ultravioleta e visível, além de proteção contra insetos, fungos, vírus e bactérias, inibidores de enzimas, antioxidantes, controle de ação de hormônios vegetais e também como agentes alelopáticos, antitumorais, anti-inflamatórios, antivirais dentre outras.

Os flavonoides que normalmente podem ser encontrados no lúpulo são as formas glicosiladas de quercetina, kaempferol, morina e miricetina; destes, a quercetina é a que apresenta o maior potencial antioxidante. Outra característica interessante é que as formas glicosiladas de kaempferol são mais abundantes em lúpulos de aroma (DURELLO; SILVA; BOGUSZ-JR., 2019).

### **Atividades biológicas e farmacológicas**

A maior parte das atividades biológicas e farmacológicas de interesses no lúpulo, estão voltadas para as substâncias produzidas pelo metabolismo secundário das plantas que dá origem à diversos componentes, dentre eles, podemos destacar, os flavonoides que são substâncias fenólicas encontradas em maior concentração nos óleos essenciais do lúpulo e que evidencia suas ações antioxidantes através da eliminação de radicais livres, ações antimicrobianas e possuem também ações antiestrogênicas. De acordo com um estudo sobre metabolismo secundário realizado por Cunha *et al.*, (2016), esta classe encontra-se as antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavonas com diversos efeitos biológicos, como atividade antioxidante, anti-inflamatória e antitumoral e inibição da danificação do colágeno.

Segundo o estudo relacionando às atividades antivirais e antioxidantes de extratos hidroalcoólico de lúpulo, Sotto *et al.* (2018), as atividades antioxidantes mais significativas são exibidas pelas chalconas preniladas (Xanthohumol) principalmente devido ao seu grupo prenil, neste estudo foi relatado propriedades antioxidantes de diferentes polifenóis tais como quercetina, ácido clorogênico, ácido síngico, ácido benzoico, catequina e espigalocatequina contribuindo suas atividades biológicas do extrato. No estudo feito por Biendl, M. (2009), é especificado especialmente o potencial do Xanthohumol utilizado para a quimioprevenção do câncer e sua capacidade de inibição de células tumorais, interrompendo o crescimento celular, novos vasos sanguíneos e assim induzindo a morte celular.

No estudo feito por Olsovska *et al.* (2016) é caracterizado que os ácidos amargos do lúpulo são eficazes contra distúrbios inflamatórios e metabólicos; potencialmente atraentes para o tratamento de diabetes mellitus, doenças cardiovasculares e síndromes metabólicas; também foi relatado seus efeitos

antimicrobianos, antifúngicos, antiprotozoários e antivirais principalmente em espécies Gram-positivo.

Outra aplicação do lúpulo está relacionada com a insônia e a perturbação do sono que está altamente associada com a diminuição do bem-estar do indivíduo; e isso está relacionado à sua propriedade sedativa presente nos óleos essenciais e resinas, ocasionando uma modulação alostérica de receptores de neurotransmissores (NOVAES, 2019; ALMEIDA, 2017).

### **Atividade alimentícia**

O lúpulo em flor utilizado na produção de cervejas é responsável por conferir sabor, aroma e o amargor para a bebida, além disso, é considerado um bactericida e conservante natural. Os aromas e o amargor proporcionados pelo lúpulo na cerveja são atribuídos à presença de óleos essenciais e de alfa e beta-ácidos (SILVA, 2019). O perfil sensorial da cerveja, portanto, depende diretamente da intensidade e qualidade desses compostos presentes no lúpulo (PINTO, 2018).

O lúpulo que é utilizado nas grandes cervejarias torna-se um componente muito caro pois praticamente 100% deste insumo vem de fora do país e o pouco que é produzido no Brasil não consegue atender a demanda exigente do mercado sendo assim um produto manufaturado extremamente interessante e que vem despertando interesses cada vez mais em produtores brasileiros onde ainda sua produção não foi consolidada como em países europeus ou norte-americanos.

### **Atividade cosmética**

A aplicação direta de uma planta representava uma das formas farmacêuticas mais antigas usadas em cosmética, contudo, tinha as suas desvantagens de utilização, como a sua difícil aplicação, (atribuídas às partículas sólidas na formulação), potenciais problemas microbiológicos, e/ou a exigência de uma quantidade significativamente elevada de material vegetal que, liberte a concentração correta de substância ativa (SANTOS, B. A. F., 2020; RUIVO, 2012).

Por se tratar de uma planta que em sua composição contém centenas de substâncias químicas e a maioria delas com qualidades aromáticas, antimicrobianas e antioxidantes e por possuir boa estabilidade, o lúpulo também desperta interesse no setor cosmético pois além destas qualidades também possui

a vantagem de ser uma matéria prima vegetal natural que em comparação com algumas substâncias sintetizadas, pode não apresentar danos à saúde.

A possibilidade de produtos cosméticos sem efeitos colaterais e livres de compostos sintéticos nocivos, que podem causar danos à saúde, também tem aumentado a demanda por produtos naturais uma vez que estes oferecem segurança aos consumidores (ALVES, 2020; KUMAR *et al.*, 2016; JOSHI LS & HA, 2015).

Os cones do lúpulo são considerados uma fonte natural de aromatizante alimentar para cereais, especiarias, molho, tabaco e também para outras bebidas alcoólicas além da cerveja. Os seus caules eram utilizados na fabricação do tecido grosso e na produção de papel. Também, o lúpulo era utilizado em perfumes, particularmente em perfumes picantes e orientais, em cremes e loções para a pele (ALVES, 2020; ZANOLI & ZAVATTI, 2008).

### CONDERAÇÕES FINAIS

Considerando que hoje no Brasil o plantio de lúpulo já é uma realidade, essa planta mostrou ser muito versátil em aplicações de diversas finalidades tanto em sua utilização mais tradicional na indústria de alimentos quanto em seu uso farmacêutico, biológico ou cosmético citados neste trabalho.

O lúpulo mostrou ser um excelente inibidor microbiológico com ações anti-inflamatória, antifúngicas, antitumorais, antiviral, bacteriostático com propriedades sedativas sendo que uma de suas qualidades mais importantes é o fato de ser uma matéria prima vegetal natural e estar sendo amplamente estudada por conta de suas qualidades, contudo serão necessário estudos de caracterização química de espécies vegetais difundidas em solo nacional para se obter um conhecimento exato sobre as diferenças comparadas com as variedades mais utilizadas internacionalmente.

### REFERÊNCIAS

ALMAGUER, C. *et al.* *Humulus lupulus* – a story that begs to be told. A review. **J. Inst. Brew.** 2014; 120: 289–314.

ALMEIDA, J. M. **Análise do óleo essencial de variedades de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) cultivadas no Brasil por cromatografia gasosa uni e bidimensional.** Botucatu - SP, 2020. 67p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP).

ALVES, S. S. D. ***Humulus lupulus* L.: aplicação cosmética de extratos obtidos de cones e partes vegetativas.** Bragança – PT, 2020. 122p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Politécnico de Bragança.

BIENDL, M. Hops and Health. **Master Brew Association of the America.** Vol. 46; 2009.

Briggs, D. E., Boulton, C. A., Brookes, P. A., and Stevens, R. **The chemistry of hop constituents, in Brewing – Science and Practice.** (2004) pp. 255–305, CRC Press: Boca Raton, FL.

CUNHA, A. L. *et al.* Os metabolismos secundários e sua importância para o organismo. **Diversitas Journal.** Vol.1, Nº. 2, (mai./ago. 2016) pp: 175-181.

DURELLO, R. S.; SILVA, L. M.; BOGUSZ JR., S. Química do Lúpulo. **Química Nova,** Vol. 42, N.8, 900-919, 2019.

FAGHERAZZI, M. M. *et al.* A cultura do lúpulo: botânica e variedades. **Revista Agronomia Brasileira.** Jaboticabal, 2017. v. 1, 3p.

NOVAES, R. H. *et al.* **O lúpulo e suas aplicações em bioprocessos e biotecnologias.** O Lúpulo e suas aplicações em bioprocessos e biotecnologia. I Encontro Brasileiro de Pesquisadores e Produtores de Lúpulo. São Paulo, 2019.

OLSOVSKA, J. *et al.* *Humulus lupulus* L. (Hops) - a valuable source of compounds with bioactive effects for future therapies. **Mil. Med. Sci. Lett. (Voj. Zdrav. Listy),** v. 85, n. 1, p. 19-30, 2016.

PINTO, M. B. C. **Isomerização de ácidos amargos de lúpulo cascade cultivado no Brasil e seu desempenho durante a fermentação da cerveja.** Campinas – SP, 2018. 82p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.

RITTO, J. L. A.; OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. **Farmacognosia: básica e aplicada.** 1. ed. São Paulo: Et Cetera Editora, 2019. v. 1. 283p.

SANTOS, B. A. F. **Desenvolvimento de uma formulação cosmética de gel anti-idade com extratos de plantas espontâneos e cultivares de *Humulus lupulus* L.** Bragança – PT, 2020. 93p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Salamanca.

SANTOS, F. C. **Variabilidade fenotípica de alfa ácido de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) cultivados nas regiões do Brasil.** Lages – SC, 2020. 54p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina.

SILVA, C. T. D. **Caracterizações químicas dos primeiros cultivares de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) produzidos no Brasil.** Alegre - ES, 2019. 90f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal do Espírito Santo.

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. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28(4): 902-906, out.- dez. 2008.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento.** Porto alegre: Artmed, 2017. 486p.

SOTTO, A. D. *et al.* Antiviral and Antioxidant Activity of a Hydroalcoholic Extract from *Humulus lupulus* L. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity** Vol. 2018, Article ID 5919237, 14p.

SOUZA, R. **Estabelecimento *in vitro*, micropropagação e variação somaclonal de lúpulo (*Humulus lupulus* L.).** Lages – SC, 2020. 80f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina.