



Agricultura familiar: preservando a biodiversidade através da tecnologia

LUCIANA A. A. P. FONSECA
LIVIA M. P. FONSECA
MARCO A. CREMASCO

Technology-enhanced family farming:
preserving biodiversity

PALAVRAS-CHAVE:
AGRICULTURA
FAMILIAR. ÓLEOS
ESSENCIAIS. ENTALPIA
DE VAPORIZAÇÃO.
EXTENSÃO.
SUSTENTABILIDADE.

KEYWORDS:
FAMILY FARMING.
ESSENTIAL OILS.
ENTHALPY OF
VAPORIZATION.
EXTENSION.
SUSTAINABILITY.

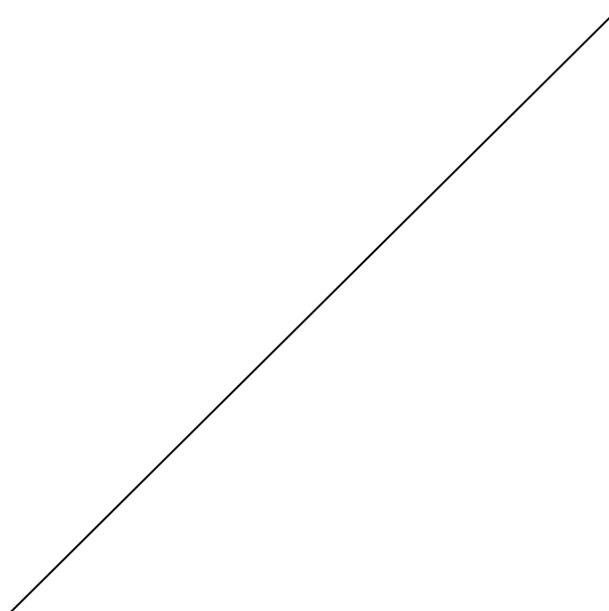
RESUMO A agricultura familiar possui um destaque notável na produção de alimentos no Brasil. Suas práticas agrícolas estão intrinsecamente associadas à sustentabilidade, pois precisam preservar o meio ambiente para garantir a produção contínua. Certificações de sustentabilidade podem reconhecer e valorizar o trabalho dos pequenos produtores. No caminho das certificações, há desafios não apenas financeiros, mas também tecnológicos e de infraestrutura. Por meio da extensão, a ciência desempenha um papel fundamental ao oferecer conhecimento tecnológico, como o uso de óleos essenciais enquanto pesticidas naturais. A aplicação eficaz dos óleos essenciais requer a compreensão da entalpia de vaporização. Este parâmetro termodinâmico é fundamental para otimizar a utilização dos óleos essenciais, garantindo sua dispersão eficiente e atividade prolongada, ao mesmo tempo em que minimiza potenciais impactos ambientais e à saúde do trabalhador. Iniciativas de pesquisa e extensão podem fortalecer a capacidade produtiva e sustentável dos pequenos produtores.

ABSTRACT Family farming assumes a prominent position in food production in Brazil. Its agricultural practices are inherently linked to sustainability, as they need to preserve the environment to ensure continuous production. Sustainability certifications can recognize and valorize the work of small-scale producers. On the path to certifications, there are challenges not only financial but also technological and infrastructural. By means of extension activities, science fundamentally supports the provision of technological knowledge, such as the use of essential oils as natural pesticides. The effective application of essential oils requires an understanding of vaporization enthalpy. This thermodynamic parameter is essential to optimize the use of essential oils, ensuring their efficient dispersion and prolonged activity while minimizing potential environmental impacts and worker health risks. Research and extension initiatives can strengthen the productive and sustainable capacity of small-scale producers.

LUCIANA A. A. P. FONSECA *Mestra em Engenharia de Alimentos, UNICAMP, E-mail: lucianapreviato2014@gmail.com*

LIVIA M. P. FONSECA *Bacharel em Agroecologia, UFSCAR, E-mail: liviam9@gmail.com*

MARCO A. CREMASCO *Doutor em Engenharia Química, UNICAMP, E-mail: cremasco@unicamp.br*



INTRODUÇÃO Parte dos alimentos consumidos na dieta dos brasileiros provém da agricultura familiar, a qual é um setor vital da economia do Brasil (ROSA NETO, SILVA e ARAÚJO, 2020). Esse segmento engloba unidades produtivas em que a gestão é realizada por famílias que dependem da terra como principal meio de produção e têm a agricultura como fonte primária de renda. De acordo com o último Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017, 77% dos estabelecimentos agrícolas foram classificados como Agricultura Familiar, empregando mais de 10 milhões de pessoas, o que representa 67% da mão de obra rural (IBGE, 2017).

A agricultura familiar é responsável pela produção de uma ampla variedade de alimentos, com destaque para culturas como café, arroz, feijão, mandioca, banana, entre outras. Essa produção contribui para a segurança alimentar do país, assegurando o abastecimento interno e reduzindo a dependência de importações (EMBRAPA, 2023). Além disso, ela preserva tradições e conhecimentos transmitidos ao longo de gerações, contribuindo para a diversidade cultural do país. Essa forma de agricultura promove o desenvolvimento local, valorizando a produção regional, fomentando o comércio local e fortalecendo a autonomia das comunidades rurais (EMBRAPA, 2023).

Além do papel social desempenhado por esse tipo de agricultura, também é importante destacar sua significância ambiental. Práticas inadequadas, como o uso excessivo de agroquímicos e o desmatamento,

podem resultar em degradação do solo, perda de biodiversidade e impactos negativos nos recursos hídricos. Portanto, a adoção de práticas agrícolas sustentáveis é crucial para a agricultura familiar, pois contribui para a conservação dos recursos naturais (SILVA et al., 2021). Nesse contexto, os selos de sustentabilidade surgiram como instrumentos para identificar e promover a produção agrícola familiar sustentável.

Os selos de sustentabilidade são certificações concedidas a produtores que atendem a critérios específicos relacionados à sustentabilidade ambiental, social e econômica. Esses selos oferecem aos consumidores a garantia de que os produtos foram produzidos de forma responsável, aderindo a práticas sustentáveis. Os selos de sustentabilidade trazem benefícios aos agricultores familiares, uma vez que agregam valor aos produtos, aumentando a lucratividade e competitividade, ao mesmo tempo em que permitem o acesso a mercados que valorizam a produção sustentável (CBI, 2024).

Existem inúmeros programas e certificações que visam promover a agricultura familiar sustentável tanto em níveis nacionais quanto internacionais. No Brasil, programas nacionais como o Programa Nacional de Certificação de Produtos Orgânicos (SisOrg), Certificação Participativa (CP) e Certificação de Produtos de Agricultura Familiar (Certifica Minas) são alguns exemplos. Internacionalmente, iniciativas como *B Corps*, *UTZ Certified* e a *Rainforest Alliance* são notáveis. Entre esses programas, a *Rainforest Alliance* se destaca como uma certificação abrangente que promove métodos agrícolas ecologicamente corretos e o bem-estar das comunidades agrícolas em todo o mundo.

O selo *Rainforest Alliance* promove ação coletiva para pessoas e natureza, amplificando e reforçando os impactos positivos de escolhas responsáveis, desde fazendas e florestas até o caixa do supermercado. O selo permite que indivíduos identifiquem e escolham produtos que contribuam para um futuro melhor tanto para pessoas quanto para o planeta. Ele sinaliza que o produto ou ingrediente certificado foi produzido utilizando métodos que apoiam os três pilares da sustentabilidade: social, econômico e ambiental. Auditores independentes de terceiros, essenciais para manter a integridade de qualquer programa de certificação, avaliam os agricultores de acordo com requisitos em todas as três áreas antes de conceder ou renovar a certificação (Rainforest Alliance, 2020).

O símbolo da *Rainforest Alliance* apresenta uma rã (Figura 1) pois este anfíbio é reconhecido como um bioindicador, o que significa que ele serve como indicador de um ambiente saudável. Há mais de trinta anos, a *Rainforest Alliance* selecionou a rã de olhos vermelhos como seu emblema. Este anfíbio vibrante é comumente encontrado na região neotropical, onde a organização iniciou seus esforços para conservar as florestas tropicais. Desde então, o selo da rã se tornou um símbolo internacionalmente reconhecido de sustentabilidade (Rainforest Alliance, 2020).



FIGURA 1 - SELO RAINFOREST ALLIANCE.
/FONTE: RAINFOREST ALLIANCE (2020).

A agricultura familiar certificada possui impactos positivos tanto na comunidade quanto no meio ambiente. Além de promover a criação de empregos e o desenvolvimento das comunidades rurais, a agricultura familiar sustentável contribui para a preservação dos recursos naturais e para a melhoria das condições ambientais. A agricultura familiar sustentável valoriza a conservação da biodiversidade, reconhecendo a importância dos ecossistemas naturais na manutenção dos serviços ambientais. Práticas como rotação de culturas, cultivo de variedades locais, preservação de áreas de vegetação nativa e o uso de óleos essenciais como defesas naturais contribuem para o equilíbrio do ecossistema.

Os selos de sustentabilidade possuem um valor substancial para a agricultura familiar, pois fornecem reconhecimento e validação das práticas sustentáveis adotadas por pequenos produtores. Esses selos funcionam como um símbolo de métodos agrícolas ambientalmente corretos e socialmente responsáveis, que priorizam a preservação dos recursos naturais, da biodiversidade e o bem-estar das comunidades rurais. Os selos de sustentabilidade não apenas melhoram a comercialização dos produtos das pequenas propriedades rurais, mas também permitem que os consumidores escolham por agricultores que priorizam a sustentabilidade. No entanto, existem dificuldades potenciais associadas à obtenção e manutenção dos selos de sustentabilidade para a agricultura familiar. Podem surgir desafios financeiros e administrativos nos processos de certificação, que podem ser particularmente exigentes para pequenos agricultores com recursos limitados. Atender aos critérios rigorosos e padrões necessários para a certificação pode representar obstáculos, pois as propriedades familiares frequentemente enfrentam limitações em termos de conhecimento técnico, acesso a tecnologias e infraestrutura. Esforços colaborativos entre agências governamentais e pesquisadores são essenciais para enfrentar essas dificuldades e fornecer apoio.

A ciência pode ser aliada na transferência de tecnologia aos agricultores familiares acerca do uso de pesticidas naturais, por exemplo. Os óleos essenciais têm ganhado crescente atenção como potenciais pesticidas naturais devido à sua diversificada composição química e propriedades biológicas. Oriundos de diversas fontes vegetais, esses óleos contêm compostos que possuem propriedades inseticidas, repelentes e antimicrobianas. Seu uso potencial como pesticidas naturais oferece uma alternativa ecologicamente sustentável em relação aos pesticidas sintéticos, reduzindo o impacto nos ecossistemas e na saúde humana (RAVEAU, FONTAINE e SAHRAOUI, 2020).

Os óleos essenciais são constituídos por uma intrincada combinação de compostos naturais. Seus compostos majoritários são terpenos e terpenoides. Enquanto os terpenos são hidrocarbonetos simples, os terpenoides são terpenos modificados que apresentam uma variedade de grupos funcionais, como cetonas, álcoois, ésteres, ácidos carboxílicos e aldeídos. Quanto à estrutura química, podem ser derivados alifáticos ou alicíclicos, e alguns podem apresentar estruturas aromáticas (FONSECA e CREMASCO, 2021).

Cada óleo essencial é caracterizado por dois ou três compostos terpenícos majoritários presentes em concentrações relativamente altas (20-70%) em detrimento de outros componentes presentes em quantidades mínimas. Geralmente, os compostos terpenícos majoritários

determinam as propriedades biológicas dos óleos essenciais. Por exemplo, o carvacrol (30%) e o timol (27%) são os principais componentes no óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*), o linalol (68%) no óleo essencial de coentro (*Coriandrum sativum*), o 1,8-cineol (50%) no óleo essencial de cânfora (*Cinnamomum camphora*), e o mentol (59%) e a mentona (19%) no óleo essencial de hortelã-pimenta (*Mentha piperita*). A fragrância e a composição química dos óleos essenciais podem variar de acordo com a localização geoclimática e as condições de crescimento (tipo de solo, clima, altitude e quantidade de água disponível), estação (antes ou depois do florescimento), horário da colheita, composição genética da planta, etc. Portanto, todos esses fatores influenciam a síntese bioquímica dos óleos essenciais em uma determinada planta. Assim, a mesma espécie de planta pode produzir um óleo essencial similar, porém com composição química diferente, resultando em atividades biológicas distintas (SANGWAN *et al.*, 2001).

Uma das vantagens dos óleos essenciais é o seu amplo espectro de atividade contra uma ampla variedade de pragas, incluindo insetos, ácaros e fungos (RAVEAU, FONTAINE e SAHRAOUI, 2020). Diferentes óleos essenciais têm mostrado efeitos específicos sobre pragas, tornando-os adequados para estratégias de manejo integrado de pragas. Por exemplo, óleos derivados de frutas cítricas como limão ou laranja têm mostrado eficácia contra pulgões, moscas e ácaros. Enquanto óleos de plantas como neem e alecrim demonstraram controle sobre besouros, lagartas e mosquitos (MENEZES *et al.*, 2021; YEDDES *et al.*, 2022).

Incorporar óleos essenciais no controle de pragas requer investigações científicas para otimizar as condições operacionais. Esses óleos podem ser aplicados diretamente como sprays, diluídos em água ou óleos veiculares, usados em difusores ou liberados como vapor para repelir insetos de áreas específicas. Todos esses métodos exigem conhecimento dos parâmetros termodinâmicos para um gerenciamento e utilização adequados.

A entalpia de vaporização é um parâmetro termodinâmico com aplicações tecnológicas no design e otimização de processos químicos, como destilação, evaporação e cristalização, onde um controle preciso de transições de fase é necessário. O conhecimento deste parâmetro pode fornecer formulações e sistemas projetados para otimizar a liberação de compostos voláteis presentes nos óleos essenciais, garantindo uma dispersão eficaz e atividade prolongada. Além disso, a compreensão da entalpia de vaporização pode auxiliar na otimização de métodos de aplicação e determinação da concentração apropriada de óleos essenciais para o controle eficaz de pragas, minimizando o potencial impacto ambiental. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é selecionar óleos essenciais com aplicações potenciais como pesticidas naturais na agricultura e calcular a entalpia de vaporização de seus principais compostos para aprimorar os aspectos tecnológicos da aplicação desses óleos essenciais como pesticidas naturais, garantindo uma utilização eficiente.

METODOLOGIA Diversos óleos essenciais têm mostrado potencial aplicação na agricultura para o controle de pragas e promoção da saúde das plantas. Neste trabalho, foram criteriosamente selecionados óleos essenciais capazes de combater pragas e doenças em algumas culturas, os quais estão listados como itens de I a VI.

- ➔ **I. ÓLEO DE NEEM:** Derivado da árvore de neem (*Azadirachta indica*), o óleo de neem é conhecido por suas propriedades inseticidas e antifúngicas de amplo espectro. Ele tem mostrado eficácia contra uma variedade de pragas, como pulgões, moscas, lagartas e ácaros. O óleo de neem pode interromper a alimentação, o crescimento e a reprodução dessas pragas (MENEZES *et al.*, 2021).
- ➔ **II. ÓLEO DE HORTELÃ-PIMENTA:** Extraído das folhas da planta de hortelã-pimenta (*Mentha piperita*), é comumente utilizado como repelente natural de insetos. Ele tem mostrado propriedades repelentes contra pragas como formigas, pulgões e aranhas (YILMAZTEKIN *et al.*, 2019).
- ➔ **III. ÓLEO DE ALECRIM:** Derivado da planta de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), possui propriedades inseticidas e pode ser eficaz contra pragas como mosquitos, pulgões e lagartas de repolho. Ele também tem mostrado propriedades antifúngicas (YEDDES *et al.*, 2022).
- ➔ **IV. ÓLEO DE LAVANDA:** Derivado da planta de lavanda (*Lavandula spp.*), apresenta fortes propriedades inseticidas contra uma variedade de pragas, incluindo mosquitos, mariposas, moscas e pulgas. Além disso, os efeitos inseticidas do óleo de lavanda frequentemente são acompanhados por propriedades antimicrobianas e antifúngicas (EL ABDALI *et al.*, 2022).
- ➔ **V. ÓLEO DE CITRONELA:** Derivado de várias espécies de capins *Cymbopogon*, é bem conhecido por suas propriedades repelentes de mosquitos. Também tem mostrado eficácia contra formigas, moscas e pulgas (NAKAHARA *et al.*, 2003).
- ➔ **VI. ÓLEO DE TOMILHO:** Extraído das plantas de tomilho (*Thymus spp.*), tem demonstrado propriedades inseticidas e repelentes contra pragas como mosquitos, carrapatos e pulgões. Ele também possui atividade antifúngica e pode ajudar a controlar certas doenças de plantas causadas por fungos (EVANS e EVANS, 2009).

Esses óleos essenciais oferecem promissoras alternativas naturais para o controle de pragas na agricultura, reduzindo a dependência de pesticidas sintéticos e minimizando possíveis impactos ambientais. Ao analisar a composição química desses óleos essenciais, seus principais compostos foram identificados. Os dados correspondentes estão consolidados na Tabela 1.

A determinação da entalpia de vaporização (ΔH_{vap}) é crucial para a aplicação eficaz de óleos essenciais como defensivos agrícolas naturais. Ao compreender essa medida de energia necessária para a vaporização, pode-se determinar como os compostos voláteis dos óleos essenciais serão liberados no ambiente. Isso influencia diretamente a eficácia desses óleos na repelência de pragas e no controle de doenças nas culturas. Através da otimização da liberação controlada dos compostos ativos, considerando as condições termodinâmicas, pode-se maximizar a eficácia dos óleos essenciais como defensivos, minimizando o desperdício e reduzindo possíveis impactos negativos ao ambiente. Portanto, a entalpia de vaporização desempenha um papel fundamental no desenvolvimento

de estratégias agrícolas sustentáveis, promovendo práticas mais seguras e ecologicamente conscientes. No presente trabalho, a entalpia de vaporização foi determinada usando o método de contribuição de grupos de Joback e Reid (1987) (Eq. 1)

$$\Delta H_{\text{vap}} = 15.30 + \sum_i N_i h_{v,i} \quad (1)$$

Na Eq. (1), N_i representa a ocorrência de cada grupo na estrutura, e $h_{v,i}$ denota a contribuição para a entalpia de vaporização de cada grupo. Este método de contribuição de grupos abrange uma ampla variedade de compostos orgânicos e prevê onze propriedades termodinâmicas. Os cálculos são baseados na estrutura molecular, e não há interações entre os grupos considerados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO Os óleos essenciais são conhecidos por suas propriedades antimicrobianas, antifúngicas e repelentes de insetos, tornando-os aplicáveis no controle de pragas e proteção de culturas. O uso de defensivos agrícolas naturais baseados em óleos essenciais também pode trazer benefícios significativos para a saúde do trabalhador rural. Ao adotar esses produtos, a exposição a substâncias químicas sintéticas e potencialmente tóxicas, frequentemente presentes em pesticidas convencionais, é reduzida.

A Tabela 2 apresenta os valores de entalpia de vaporização estimados pelo método de Joback e Reid (1987) para alguns compostos, incluindo Etilbenzeno, Mentol, Cânfora, Linalol, Geraniol e Timol. A entalpia de vaporização é a quantidade de energia necessária para transformar uma substância líquida em vapor a uma temperatura constante. É um parâmetro importante para compreender a volatilidade e características de dispersão de uma substância. Valores mais altos de entalpia de vaporização indicam uma menor volatilidade, enquanto valores mais baixos indicam uma maior volatilidade.

Essa informação é relevante em aplicações agrícolas e controle de pragas, pois substâncias mais voláteis podem se dispersar rapidamente no ambiente, potencialmente alcançando alvos indesejados. No caso de óleos essenciais utilizados como defensivos naturais, compreender a entalpia de vaporização de seus principais compostos pode ajudar a determinar a eficácia de sua aplicação, bem como a minimizar impactos indesejados no meio ambiente e na saúde. Portanto, a relação entre entalpia de vaporização e volatilidade é fundamental para aprimorar o uso desses compostos em práticas agrícolas sustentáveis.

A entalpia de vaporização é essencial no design de sistemas de liberação eficazes que maximizem a distribuição dos compostos presentes nos óleos essenciais, possibilitando o desenvolvimento de vaporizadores, difusores ou sprays que otimizam a evaporação dos óleos essenciais, assegurando dispersão eficiente e cobertura adequada. A entalpia de vaporização também auxilia na determinação da temperatura e condições apropriadas para a liberação dos compostos dos óleos essenciais, aprimorando sua eficácia como defensivos naturais e minimizando potenciais efeitos colaterais, como intoxicações.

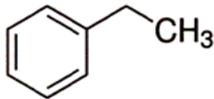
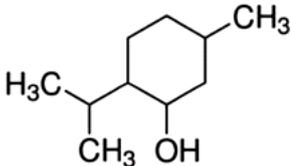
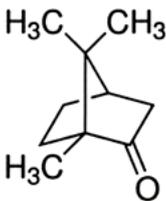
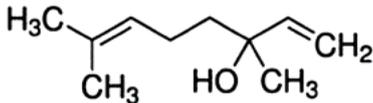
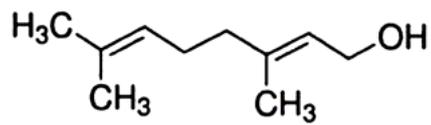
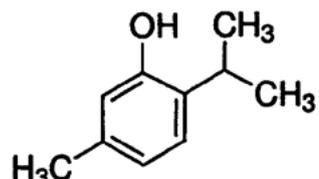
ÓLEO ESSENCIAL	ESTRUTURA MOLECULAR DO COMPOSTO MAJORITÁRIO
Neem	 Etilbenzeno
Hortelã-pimenta	 Mentol
Alecrim	 Cânfora
Lavanda	 Linalol
Citronela	 Geraniol
Tomilho	 Timol

TABELA 1 - ÓLEOS ESSENCIAIS SELECIONADOS E A ESTRUTURA MOLECULAR DE SEUS PRINCIPAIS COMPOSTOS

COMPOUND	ΔH_{vap} (KJ.mol.K ⁻¹)
Etilbenzeno	35,68
Mentol	53,96
Cânfora	51,61
Linalol	52,62
Geraniol	54,61
Timol	53,44

TABELA 2 - ENTHALPIES OF VAPORIZATION ESTIMATED BY JOBACK AND REID METHOD (1987)

Ao examinar a Tabela 2, é possível observar que, entre os compostos analisados, o etilbenzeno apresenta a menor entalpia de vaporização (35,68 kJ.mol.K⁻¹). É importante destacar que, embora este composto seja um excelente fungicida, ele também é considerado carcinogênico (HUFF, CHAN e MELNICK, 2010), exigindo cautela durante o manuseio e uso.

É fundamental reconhecer que a eficácia dos óleos essenciais como defensivos agrícolas naturais pode ser influenciada por uma série de fatores, incluindo suas composições químicas, as condições ambientais e os métodos de aplicação. Além disso, a interação entre os compostos presentes nos óleos essenciais e os organismos alvo nem sempre é previsível, exigindo pesquisas contínuas para entender melhor os mecanismos de ação e os efeitos sobre a biodiversidade do solo e a saúde das plantas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS “Se a roça não planta, a cidade não janta.” Essa frase captura de forma sucinta a importância da agricultura familiar no Brasil, contribuindo para a segurança alimentar, diversidade cultural e desenvolvimento local, ao promover práticas agrícolas sustentáveis e preservar a biodiversidade. No entanto, estes produtores enfrentam desafios, como acesso limitado a crédito, assistência técnica insuficiente, infraestrutura precária e baixa remuneração por seu trabalho. A agricultura familiar necessita de apoio e incentivo para facilitar o acesso ao crédito rural, assistência técnica eficaz e, mais importante ainda, acesso a tecnologias que aprimorem suas capacidades de produção sustentável e permitam competir eficazmente no mercado. O apoio de órgãos governamentais é imprescindível para enfrentar essas dificuldades.

Ademais, a ciência pode prover a agricultura familiar com tecnologia oferecendo uma alternativa aos caros pesticidas sintéticos convencionais por meio do uso de óleos essenciais como pesticidas naturais. Compreender o parâmetro termodinâmico da entalpia de vaporização é essencial para otimizar a utilização e os métodos de aplicação dos óleos essenciais, garantindo dispersão eficaz e atividade prolongada, enquanto minimiza potenciais impactos ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS

CBI. **Centre for the Promotion of Imports from developing countries**. What is the current offer in social certifications and how will it develop? Disponível em: <https://www.cbi.eu/market-information/social-certifications>. Acesso: 21 fev. 2024.

EL ABDALI, Y.; AGOUR, A.; ALLALI, A.; BOURHIA, M.; EL MOUSSAOUI, A.; ELOUTASSI, N.; SALAMATULLAH, A.M.; ALZHRANI, A.; OUAHMANE, L.; ABOUL-SOUD, M.A.M.; GIESY, J.P.; BOUIA, A. **Lavandula dentata L.: Phytochemical Analysis, Antioxidant, Antifungal and Insecticidal Activities of Its Essential Oil**. *Plants*, v.11, n.3, 311, 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brazilian Agricultural Research Corporation. **Agricultura Familiar (2023)**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-agricultura-familiar>. Acesso: 13 jul. 2023.

EVANS, W.C.; EVANS, D. **Volatile oils and resins**. In: Trease and Evans' *Pharmacognosy*. 16th Ed. Elsevier. 2009.

FONSECA, L.A.A.P., CREMASCO, M.A. **Characteristics and Applications of Terpenes and Terpenoids from Brazilian Flora**. In: *Terpenes and Terpenoids: Sources, Applications and Biological Significance*. Nova Science Publishers, 1 ed. New York, 2022.

HUFF, J.; CHAN, P.; MELNICK, R. **Clarifying carcinogenicity of ethylbenzene**. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, v. 58, n.2, p. 167-172, 2010.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017: resultados definitivos**. Disponível em: <https://sistema.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>. Acesso: 20 jul, 2023.

JOBACK, K.G.; REID, R.C. **Estimation of pure-component properties from group-contributions**. *Chemical Engineering Communications*, v. 57, p. 233-243, 1987.

MENEZES, R.M.S.; LIMA, J.R.; SANTOS, D.S.; SANTOS, J.C.; VIANA, A.C. **Extraction, characterization, prospecting by GC-MS and bactericide effect of NEEM essential oil (*Azadirachta indica*)**. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, 2021.

NAKAHARA, K.; ALZOREKY, N.S.; YOSHIHASHI, T.; NGUYEN, H.T.T.; TRAKOONTIVAKORN, G. **Chemical Composition and antifungal activity of essential oil from *Cymbopogon nardus* (citronella grass)**. *Japan Agricultural Research Quarterly*, v. 37, n.4, p. 249-252, 2003.

RAINFOREST ALLIANCE. **What Does "Rainforest Alliance Certified" Mean? (2020)**. <https://www.rainforest-alliance.org/insights/what-does-rainforest-alliance-certified-mean/>. Acesso: 10 jul, 2023.

RAVEAU, R.; FONTAINE, J.; SAHRAOUI, A.L.H. **Essential Oils as Potential Alternative Biocontrol Products against Plant Pathogens and Weeds: A Review**. *Foods*, v.9, 365, 2020.

ROSA NETO, C.; SILVA, F.A.C.; ARAÚJO, L.V. **Qual a participação da agricultura familiar na produção de alimentos no Brasil e em Rondônia**. EMBRAPA (2020). Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/55609579/artigo---qual-e-a-participacao-da-agricultura-familiar-na-producao-de-alimentos-no-brasil-e-em-rondonia>. Acesso: 10 jul, 2023.

SANGWAN, N.S.; FAROOQI, A. H.A.; SHABIH, F.; SANGWAN, R.S. **Regulation of essential oil production in plants**. *Plant Growth Regulation*, v. 34, p. 3-21, 2001.

SILVA, L.F.; MALTEZ, M.A.P.F.; OLIVEIRA, C.E.A.; GUSMÃO, Y.J.P.; SOUZA, M.A.; NASCIMENTO, J.A.C.; OLIVEIRA, C.P.; BUENO, O.C. **Sustainability, family farming and public policies in Brazil: a literature review**. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, 2021.

YEDDES, W.; OUERGHEMMI, I.; HAMMAMI, M.; GADHOUMI, H.; AFFES, T.G.; MOHAMED, S.N.; AIDI-WANNES, W.; WITROWA-RAJCHERT, D.; SAIDANI-TOUNSI, M. **Optimizing the Method of Rosemary Essential Oils Extraction by Using Response Surface Methodology (RSM)-Characterization and Toxicological Assessment**. *Sustainability*, v. 14, n. 7, 3927, 2022.

YILMAZTEKIN, M.; LEVIĆ, S.; KALUŠEVIĆ, A.; CAM, M.; BUGARSKI, B.; RAKIĆ, V.; PAVLOVIĆ, V.; NEDOVIĆ, V. **Characterization of peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil encapsulates**. *Journal of Microencapsulation*. p. 1-30, 2019.