Belém 2024
XIV Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação
CONNEPI

ECOESSENCE: PROTÓTIPO DE EXTRATOR DE ÓLEO ESSENCIAL POR HIDRODESTILAÇÃO DE BAIXO CUSTO

Elias Carneiro Pinheiro[1], Eduarda Rufino Lima[2], Sophia Sales Gato[2], Efraim Menezes de Lima Costa[4] , Rodolfo Nascimento de Oliveira[4], Juliana Mesquita Vidal Martinez de Lucena[5]

[1]Discente do curso técnico integrado em Eletromecânica - IFAM, Bolsista de Iniciação Científica do IFAM; [2]Discente do curso técnico integrado em Eletromecânica - IFAM; [4]Professor do curso técnico integrado em Eletromecânica - IFAM; [5]Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico do IFAM /PPGET. E-mail autor correspondente: eliaspinheiro698@gmail.com.br

Área de conhecimento/Subárea Área 01 - Ciências Exatas e da Terra/Química.
ODS vinculado(s) ODS 04 - Educação de Qualidade, ODS12 - Consumo e produção responsáveis.

INTRODUÇÃO

De acordo com Nava et al. (1998 APUD Lima e Silva, 2002), Presidente Figueiredo, localizada no coração da Amazônia, é uma cidade marcada pela exuberância de sua natureza e pela riqueza de sua biodiversidade, sendo a cidade do Amazonas que mais atrai turistas e pesquisadores interessados em explorar suas belezas naturais e estudar sua fauna e flora únicas. A cidade também se destaca por sua produção agrícola diversificada, sendo reconhecida como uma das principais produtoras de cupuaçu e citros do estado do Amazonas.

Rodrigues (2001) destacou o potencial econômico dessas frutas, ressaltando o papel crucial que desempenham na economia local e regional. Apesar disso, enfrenta-se um problema relacionado à ausência de diversificação de utilização destas matérias-primas. Considerando uma das preocupações atuais do mundo quanto ao consumo e produção responsáveis, expresso no Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 12, essa questão abrange a sustentabilidade, o uso racional da energia e o melhor aproveitamento das produções desses alimentos e de seus resíduos.

Uma possível alternativa para melhor uso dos resíduos descartados pela cadeia de produção e consumo destes frutos, seria o aproveitamento para obtenção de óleos essenciais com o objetivo de reduzir lixo e diversificar a atividade econômica com oportunidades para empresas locais, com a produção, por exemplo, de bioinsumos vegetais. Para extrair estes óleos, pode ser utilizado um processo que envolve a obtenção de compostos voláteis e aromáticos de plantas para a fabricação de produtos com diferentes finalidades e de alto valor agregado.

Utilizam-se diferentes métodos de extração para isolar tais óleos, devendo-se ressaltar que, dependendo do método, a composição do óleo pode variar significativamente, sendo a hidrodestilação um dos métodos de extração mais utilizados. Nessa operação, a matéria-prima vegetal é submetida a um processo de vaporização em água sob pressão em sistema fechado, onde os compostos voláteis são liberados e condensados, resultando em um óleo essencial puro e concentrado. Entretanto, atualmente os altos custos associados ao processo tradicional de extração representam um desafio significativo em algumas substâncias (Castro et al., 2005). Com isso, é crucial destacar a viabilidade econômica de uma abordagem de extração mais acessível e eficiente para os produtores locais, como a proposta de hidrodestilação de baixo custo. Essa alternativa não apenas resulta em economia financeira, mas também promove a sustentabilidade ambiental.

Estudos anteriores destacaram os desafios econômicos enfrentados pelos produtores locais de óleos essenciais, ressaltando a importância de abordagens de baixo custo para viabilizar a produção (Bizzo e Rezende, 2022). Esta economia de recursos é fundamental para tornar o processo de extração acessível aos produtores locais, promovendo a sustentabilidade econômica do projeto.

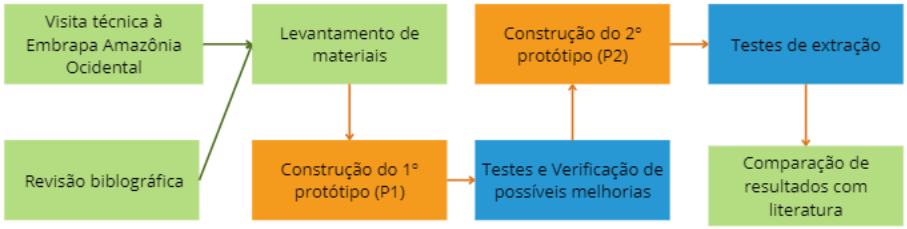
Além das considerações econômicas, é importante mencionar os benefícios dos óleos essenciais para a saúde. Os óleos provenientes das plantas não apenas agregam valor aos produtos locais, mas também possuem aplicações terapêuticas valiosas, como na aromaterapia, tratamentos dermatológicos e na indústria farmacêutica e cosmética. Esses óleos podem ser utilizados para aliviar o estresse, melhorar a qualidade do sono, promover o relaxamento muscular e até mesmo auxiliar no tratamento de algumas condições de pele, e doenças como o Covid-19 (Nascimento e Prade, 2020). Na indústria farmacêutica, os óleos essenciais são frequentemente utilizados como ingredientes em medicamentos naturais e complementares, ampliando o potencial de mercado e contribuindo para o bem-estar da comunidade local, ao oferecer opções de tratamento mais naturais (Perez, 2003).

O presente trabalho trata do desenvolvimento e resultados do projeto Ecoessence que está sendo desenvolvido no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), com o apoio da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação (PPGI) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), com o objetivo de construir um protótipo funcional de um extrator de óleos essenciais utilizando materiais de fácil obtenção.

MATERIAL E MÉTODOS

A principal metodologia utilizada no trabalho foi a pesquisa aplicada. De acordo com IFPA (2024), esse tipo de pesquisa é necessário para traduzir conhecimento teórico em soluções práticas, impulsionando inovações que beneficiam a sociedade e a indústria. Dessa forma, o projeto Ecoessence utilizou esse método seguindo o roteiro estruturado de etapas fundamentais para o seu desenvolvimento, conforme a figura 1.

Figura 1 - Esquema do percurso metodológico aplicado na pesquisa



Fonte: Próprio autor (2024)

Primeiramente, foi realizada uma visita técnica à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), onde foram explorados métodos tradicionais e recentes de extração de óleos essenciais, enriquecendo o conhecimento da equipe. Em seguida, uma extensa revisão bibliográfica foi conduzida para embasar teoricamente o projeto. A montagem do protótipo do extrator de óleos essenciais seguiu, combinando materiais de baixo custo com tecnologias inovadoras para viabilizar a extração. Por fim, a etapa de aplicação do protótipo foi executada, colocando à prova a eficácia do equipamento e sua contribuição para a produção sustentável de óleos essenciais de alta qualidade. Essas etapas foram cruciais para o sucesso e a relevância do projeto.

A extração de óleos essenciais envolve diversas etapas fundamentais. Começa com a coleta cuidadosa dos materiais vegetais, que são preparados meticulosamente para facilitar a extração dos compostos desejados durante a hidrodestilação. Após a coleta, o material vegetal é secado de maneira adequada, utilizando técnicas como secagem ao ar livre, estufas ou liofilização, para preservar os compostos voláteis. Além da secagem, o material passa por processos de seleção e limpeza para assegurar sua pureza. Durante a secagem, é crucial controlar a umidade para uma hidrodestilação eficiente e manter a qualidade dos óleos

essenciais. Outro passo importante é a trituração, que aumenta a superfície de contato, facilitando a liberação dos compostos. Na hidrodestilação, o calor é aplicado de forma cuidadosa para extrair os óleos essenciais e compostos voláteis das folhas e sementes, com controle preciso de temperatura e tempo para obter o máximo rendimento e qualidade. Por fim, os óleos essenciais e compostos voláteis são separados da água, resultando no óleo essencial puro e pronto para uso, que deve ser armazenado refrigerado para manter suas propriedades ao longo do tempo. Com base no método tradicional de extração de óleos, exemplificado pelo sistema de Clevenger, utilizado para extrair óleos essenciais de plantas com compostos voláteis (Splabor, 2023), surge o desafio do alto custo associado aos equipamentos especializados requeridos. Como solução, foram investigados materiais alternativos visando a criação de um protótipo de extração de óleos essenciais de baixo custo:

- Fonte de calor;
- Panela de pressão;
- ½ metro de Cano policloreto de vinila (PVC) 100mm;
- 2 Tampas de Cano policloreto de vinila (PVC) 100mm;
- 3 metros de tubo de cobre flexível;
- 2 conectores giratórios ¼” para ⅜” de latão - NPT;
- 2 espigões ⅜” para ¼”;
- 2 espigões ¼” para ¼”;
- 4 arruelas de metal diâmetro interno 17mm, diâmetro externo 20mm;
- 2 arruelas de borracha diâmetro interno 17mm, diâmetro externo de 30mm;
- ½ metro de mangueira cristal ¼”;
- 4 metros de mangueira de pressão ¼”;
- 4 abraçadeiras de pressão metálicas;
- 1 caixa de isopor;
- 1 bomba de água de altura 1,2m ou superior;
- Silicone para alta temperatura;

Para cálculo do rendimento dos óleos obtidos nos protótipos, foi utilizada a Equação 1.

Equação 1 – Cálculo de rendimento

$$r\% = 100 \times \frac{m_o}{m_m}$$

Fonte: Próprio autor (2024)

Em que:
r%: rendimento percentual da amostra;
m_o: massa do óleo obtido;
m_m: massa da matéria-prima.

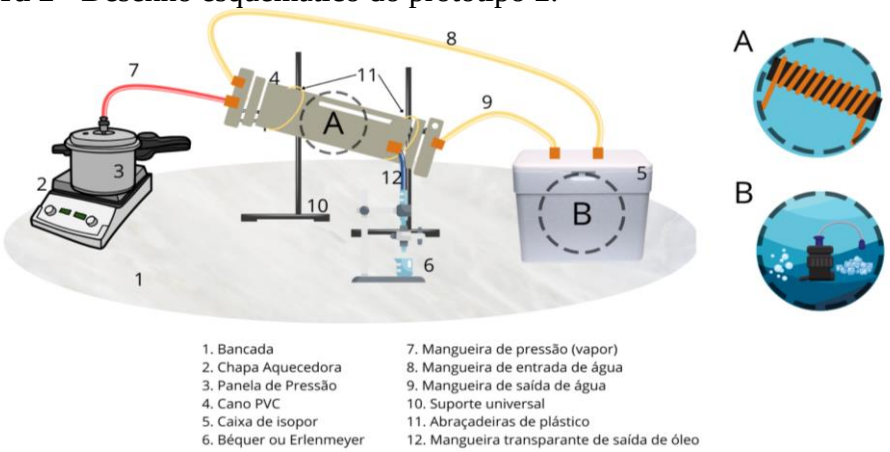
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa aplicada, foram abordadas técnicas deste tipo de pesquisa, com a discussão de problemas complexos, como mudanças climáticas e saúde pública, fornecendo respostas eficazes e adaptáveis. Além disso, estimula a colaboração entre diferentes setores, acelerando o desenvolvimento científico e tecnológico para enfrentar os desafios contemporâneos e promover o progresso humano e a sustentabilidade. Como caracteriza Camões, Palotti e Cavalcante (2014), as literaturas especializadas que versam sobre o assunto têm discutido a importância de uma interação mais próxima e eficaz com a comunidade, tendo a pesquisa aplicada como melhor solução.

Portanto, com o andamento da pesquisa, foi possível montar dois protótipos do extrator. Sendo que, entre o segundo (P2) e o primeiro (P1) foram melhorados os seguintes aspectos: a) Troca do sistema de água corrente para sistema de resfriamento com reutilização de água; b) Troca de junções fixas com epóxi por conexões móveis permutáveis; c) Troca da espessura do cano de cobre da serpentina de ½" por 3/8" para facilitar a passagem de vapor e óleo; d) alteração do ângulo entre a bancada e o condensador de 90º para 20º.

Um esquema do protótipo 2 de extrator de óleos essenciais está representado na figura 2, que foi elaborada para representar a estrutura e funcionamento do equipamento de forma detalhada e precisa e serviu como guia na construção física do protótipo, garantindo que todos os componentes estivessem integrados de maneira eficiente e segura para o processo de extração de óleos essenciais.

Figura 2 - Desenho esquemático do protótipo 2.



Fonte: Próprio autor (2024)

Durante o processo de teste com os protótipos, foram realizadas análises para avaliar a eficiência de extração de óleos essenciais. Os resultados obtidos estão sintetizados na tabela 1.

Tabela 1 - Resumo das extrações realizadas com os protótipos

Matéria-prima vegetal	Protótipo Utilizado	Quantidade do material	Tempo de extração	Resultado
Cymbopogon citratus (Capim santo) triturado	P1	100g	4h	0,164g de óleo essencial
Cymbopogon citratus (Capim santo) cortado	P2	100g	5h	Apenas hidrolato e bolhas de óleo
Cymbopogon citratus (Capim santo) triturado	P2	100g	3h	0,855g de óleo essencial
Syzygium aromaticum (Cravo da índia) inteiro	P2	100g	4h	Apenas hidrolato
Plectranthus barbatus (Boldo-de-jardim) triturado	P2	100g	3h	0,08g de óleo essencial

Fonte: adaptado de Marinho (2024)

Os resultados revelaram que, ao utilizar o *Cymbopogon citratus* (capim santo) nos protótipos P1 e P2, obteve-se uma média de extração de 0,164% e 0,855%, respectivamente.

Esses valores são comparáveis aos registros anteriores que alcançaram 0,45% de rendimento usando métodos semelhantes (Silva et al., 2014).

Observam-se diferenças ao comparar esses resultados com os testes em que apenas hidrolato foi obtido. Apesar do *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia) ter sido relatado na literatura como um material que apresenta alto rendimento de óleos, dois fatores podem ter impedido essa constatação nos experimentos aqui relatados: não foi feita trituração do material e a extração ocorreu muito rápido, provavelmente devido à alta temperatura utilizada no processo, resultando na obtenção de um hidrolato turvo com odor característico da planta. Atentando a isso, foram realizadas outras extrações utilizando *Plectranthus barbatus* (Boldo-de-jardim). resultando em um rendimento de 0,08%, sendo considerado um ótimo resultado (Lorenzi e Matos, 2008).

Comparando os resultados obtidos para *C. citratus*, utilizando P1 e P2, foi perceptível que além da trituração do material, as melhorias implementadas no protótipo contribuíram para aumentar a eficiência da extração: as vedações e mangueiras, assim como a panela de pressão foram substituídas, forçando o vapor a conduzir-se exclusivamente pelo interior do sistema, eliminando perdas. Uma bomba de aquário adaptada, fazendo a água circular por uma caixa térmica contendo garrafas congeladas, serviu ao resfriamento do sistema evitando desperdícios de água e energia. Assim, percebe-se que a eficiência na extração é fundamental para garantir a qualidade e quantidade dos óleos essenciais obtidos, com um impacto direto na viabilidade econômica do processo, já destacada pelos autores Silva, Moraes e Machado (2015).

Uma análise dos custos associados ao processo de extração foi realizada, comparando o protótipo desenvolvido com métodos tradicionais de extração de óleos essenciais. Enquanto o valor utilizado para a construção do protótipo de baixo custo foi de R$520, já o tradicional gira em torno de 4 vezes esse valor, variando conforme modelo. Esses resultados revelam uma redução significativa nos custos operacionais, principalmente devido ao uso de materiais reaproveitados.

Na figura 3, é apresentado o protótipo desenvolvido, demonstrando proximidade entre o esquema projetado na ocasião da seleção dos materiais.

Figura 3 - Imagem do protótipo 2 montado e amostras de óleo essencial obtidas.



Fonte: Próprio autor (2024)

Na figura 3, é possível observar o óleo essencial colocado em frascos que foram posteriormente guardados em geladeira de laboratório.

CONCLUSÕES

O projeto procurou representar uma abordagem inovadora e sustentável na extração de óleos essenciais, visando a utilização de recursos naturais de forma otimizada, utilizando um protótipo de baixo custo. Durante o desenvolvimento, enfrentou desafios como a eficiência variável na extração de diferentes plantas e a necessidade contínua de aprimoramento tecnológico para maximizar os rendimentos.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, indicando que o protótipo, quando utilizado da forma correta, com os parâmetros preconizados em literatura científica, é funcional, especialmente para plantas que apresentam boa volatilidade, não sendo indicado para extratos secos e não-voláteis. Considerando estes resultados, é possível afirmar que o trabalho cumpriu os objetivos propostos, tendo contribuído também com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) números 12, ao contribuir e disseminar a produção de óleos essenciais de maneira mais simples, e 04, ao envolver estudantes em ações que contribuam para a sustentabilidade.

Como perspectivas futuras, espera-se que pesquisas indiquem aprimoramentos no protótipo para aumentar a eficiência de extração em uma variedade de plantas, utilizando outras tecnologias e materiais. Além disso, pretende-se realizar testes para indicar os componentes químicos dos óleos obtidos pelo protótipo, com apoio da técnica de cromatografia.

AGRADECIMENTOS

Aos bolsistas EPT – Biólogo Ivanilson Coutinho Marinho e AT – Me. Ana Graziela Gomes Travassos pelas contribuições ao protótipo 2 e realização/análises das extrações. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e ao Centro de Educação Tecnológica do Amazonas (CETAM) pelo fomento/bolsas por meio do Programa PROEPT.

REFERÊNCIAS

BIZZO, Humberto R.; REZENDE, Claudia M. O Mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. **Química Nova**, vol, 45, no. 8, p.949-958: 2022.

CASTRO, Ciro de; SILVA, Márcio Lopes da; PINHEIRO, Antônio Lelis; JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves. Análise Econômica do Cultivo e Extração do Óleo Essencial de *Melaleuca alternifolia Cheel.* **Revista Árvore**, v.29, n.2, p. 241-249, Viçosa/MG: 2005.

EHLERT, P.A.D.; BLANK, A.F.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; PAULA, J.W.A.; CAMPOS, D.A.; ALVIANO, C.S. Tempo de hidrodestilação na extração de óleo essencial de sete espécies de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.8, n.2, p. 79-80, Botucatu/SP: 2006.

FLEURY, Maria Tereza Leme; WERLANG, Sergio R.C. Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens. **Anuário de Pesquisa 2016-2017** GV Pesquisa: 2017.

IFPA. **Definição básica de pesquisa aplicada**. Castanhal/PA: 2024.

MARINHO, Ivanilson Coutinho. **Relatório Técnico de bolsista EPT** – Projeto Educação Profissional e Tecnológica e Uso Sustentável de Recursos Naturais a partir de um Jardim Sensorial. Disponibilidade restrita.

NASCIMENTO, Alexsandra; PRADE, Ana Carla Koetz. **Aromaterapia**: O poder das plantas e dos óleos essenciais. Fiocruz-PE, Recife: 2020.

RODRIGUES, Francisco Mendes. **Cadeia Produtiva do Cupuaçu em Presidente Figueiredo - AM**. SEBRAE-AM/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus: 2001.

SOUSA, Gladys Ferreira de; OLIVEIRA, Luiz Antonio de; SOUZA, Aparecida das Graças Claret de; MOREIRA, Adônis. Produção e crescimento do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais no Município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas. **Anais do III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**, 2000.

SILVA, André Luiz Emmel; MORAES, Jorge André Ribas; MACHADO, Ênio Leandro. Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa. **Engenharia Sanitária Ambiental**, vol. 20, n.1, p. 29-37: 2015.

SILVA, F.F.M.; MOURA, L.F..; BARBOSA, P.T.; FERNANDES, A.B.D.; BERTINI, L.M.; ALVES, L.A. Análise da Composição Química do óleo essencial de Capim Santo (*Cymbopogon Citratus*) obtido através de extrator por arraste com vapor d'água construído com materiais de fácil aquisição e baixo custo. **Revista Holos**, Ano 30, Vol. 4: 2014.

TARASCONI, Bibiane Ferreira. **Análise de Viabilidade Mercadológica para Produção e Comercialização de Óleo Essencial de Lavanda.** Trabalho de conclusão de curso, Graduação em Administração. Porto Alegre: 2015.