

LIMOUP! – VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE EPS E CASCAS DE LARANJA PARA PRODUÇÃO DE SOUVENIRS SUSTENTÁVEIS

Vitor G. R. Sousa[1]; Camille S. R. Santos[1]; Jhulia A. G. Quintanilha[1]; Joyce M. Mesquita[2]

1 Estudantes de cursos técnicos integrados ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA/Campus Barreirinhas;
2 Professora de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA/Campus Barreirinhas;
joyce.mesquita@ifma.edu.br

Palavras-Chave: poliestireno expandido; reciclagem; d-limoneno

Introdução

Esta pesquisa tem como objetivo principal extrair o óleo essencial da casca de laranja para sua utilização na valorização (*upcycling*) do poliestireno expandido (EPS), visando ao desenvolvimento de um material polimérico moldável para a produção de souvenirs sustentáveis. O projeto foi realizado no IFMA – campus Barreirinhas, localizado na região do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, onde o turismo movimenta a economia local e os arranjos produtivos. Um dos setores mais influentes da economia é o de alimentação, onde os visitantes[1] consomem um volume alto de refeições em restaurantes e meios de hospedagem. O setor alimentício movimenta um consumo elevado de embalagens para acondicionar refeições e lanches, produzidas com poliestireno expandido (EPS), popularmente conhecido como isopor.

O grande recurso às embalagens plásticas é um problema grave para a região, considerando-se que a cidade não conta com coleta seletiva e que o EPS não corresponde a um material de interesse das cooperativas de reciclagem da cidade (focadas em latinhas de alumínio e garrafas PET). O descarte das embalagens acontece indiscriminadamente no lixo comum e se torna um agravamento da questão do gerenciamento dos resíduos sólidos na cidade.

Paralelo ao descarte de embalagens plásticas, há ainda um volume excessivo de resíduos orgânicos gerados cotidianamente na produção de alimentos, um desses resíduos é a casca da laranja. O suco de laranja é uma presença constante em lanches e cafés da manhã de estabelecimentos da cidade e o descarte segue o mesmo destino dos resíduos domiciliares: o lixão da cidade[2].

Contudo, é importante destacar que a biomassa descartada possui alternativas em várias frentes industriais, tais como a produção de óleos essenciais que, devido às suas

[1] De acordo com o Observatório do Turismo do Maranhão (OBSTUR-MA), em conjunto com órgãos municipais e federais, no ano de 2025, a região dos Lençóis Maranhenses recebeu um total de 656.388 pessoas.
[2] A cidade de Barreirinhas não possui aterro sanitário.

características sensoriais e ação antibacteriana e fungicida, são amplamente utilizados nas indústrias cosmética, perfumaria, alimentar e farmacêutica (Lima; Placedes; Cardoso, 2019).

Este trabalho apresenta uma iniciativa que busca alternativas aos resíduos destacados (plástico e orgânico), com o propósito de reduzir o impacto do descarte inadequado e gerar um produto que oportunize a economia circular dos resíduos, o *LimoUp!*. Nesse sentido, norteia-se pela seguinte questão investigativa: Como o uso de óleo essencial rico em d-limoneno, obtido de cascas de laranja, pode contribuir para a valorização de resíduos de EPS por meio da produção de souvenirs sustentáveis?

A formulação da questão norteadora ancora-se nos princípios da Química Verde, especialmente no que tange à prevenção da geração de resíduos, ao uso de solventes mais seguros e ao emprego de matérias-primas renováveis (Lenardão et al., 2003). Ao utilizar d-limoneno extraído da casca de laranja como alternativa aos solventes petroquímicos na reciclagem do poliestireno expandido (EPS), a pesquisa promove a valorização de resíduos e a economia circular, contribuindo para o atendimento do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 12 (Consumo e Produção Responsáveis), particularmente para a redução da geração de resíduos por meio da reciclagem e do reaproveitamento de materiais.

O material moldável produzido terá aplicação em uma linha de produtos souvenirs, a *LimoUp!*, que produz chaveiros, bottons, imãs de geladeira e ecojoias personalizados com elementos da região dos Lençóis Maranhenses, com foco de venda para visitantes locais. A *LimoUp!* é uma estratégia de *upcycling*[3], pois transforma resíduos de poliestireno expandido (EPS), advindos de embalagens alimentícias, em um novo material polimérico destinado à produção de souvenirs sustentáveis. O resíduo EPS, que seria descartado, é convertido em matéria-prima para um produto de maior valor agregado e contribuindo para a valorização de resíduos no contexto da economia circular.

Material e Métodos

Esta pesquisa recorre à extração do óleo essencial de laranja pela técnica da hidrodestilação, método tradicional amplamente empregado para a obtenção de óleos essenciais a partir de matéria vegetal. Nessa técnica, a biomassa é submersa por água e submetida ao aquecimento até a ebulição. Os compostos voláteis presentes no material vegetal são vaporizados junto ao vapor d´água, sendo conduzidos para um sistema condensador. Após a condensação, a mistura resultante é constituída por água e óleo essencial, que podem ser separados por decantação em virtude da diferença de densidade entre as fases. A técnica é amplamente utilizada na extração de óleos essenciais de frutas cítricas, incluindo as cascas de laranja, em virtude de sua operacionalização simples e de fácil

[3] Upcycling é processo que consiste na reutilizaçãoo criativa de produtos em fim de vida útil ou de materiais residuais para fabricar novos produtos que tenham maior valor agregado (Costa; Viacava, 2023)

acesso, além do uso de água como solvente, o que a torna segura para operação no contexto do ensino médio/técnico.

Pires, Ribeiro e Machado (2018), ao analisarem técnicas tradicionais de extração do d-limoneno, destacam que mesmo resultando em maior rendimento, é necessário considerar o potencial tóxico e carcinogênico de solventes utilizados em algumas técnicas, por exemplo, o diclorometano, o éter de petróleo, o pentano e o éter dietílico.

Para a realização da pesquisa, utilizou-se como fonte de d-limoneno a laranja doce, *Citrus sinensis (L.) Osbeck*[4], mais especificamente o epicarpo (casca/cutícula). Recorrendo à literatura, esta pesquisa reproduziu a extração realizada em Lima, Placedes e Cardoso (2019). Assim, foram adicionados em um balão de destilação, uma mistura contendo 130g da casca da laranja doce em 100mL de água destilada e aquecida até que entrasse em ebulição, com temperatura mantida em menos de 100º C[5] por aproximadamente 40 minutos.

O aquecimento liberou o vapor que arrastou o óleo presente na casca da laranja. Esse óleo e o vapor de água foram direcionados ao condensador, a mistura foi resfriada e retornou à fase líquida. O esquema utilizado para a extração do óleo está apresentado na Figura 1. O processo foi repetido quatro vezes e obteve-se uma mistura imiscível levada a um funil de bromo para a separação entre as fases.

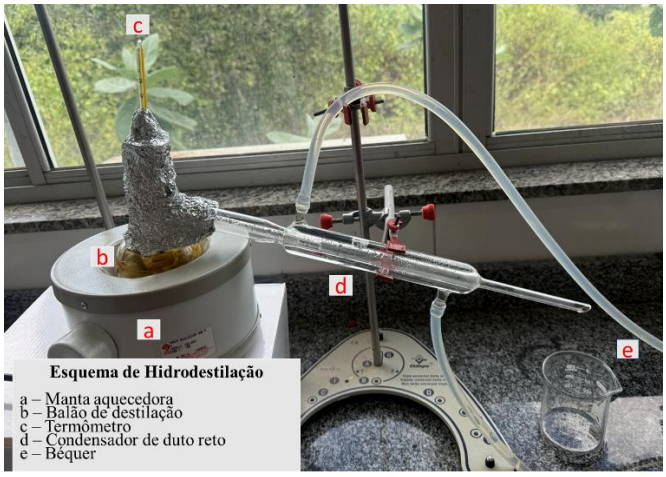


Figura 1: esquema de hidrodestilação
Fonte: acervo dos autores

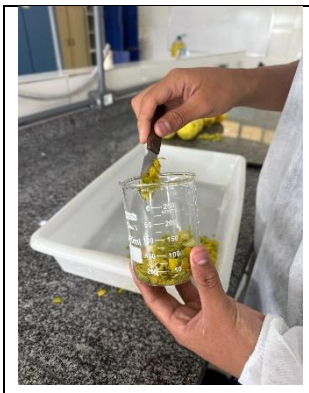
Após a extração do óleo essencial contendo d-limoneno, procedeu-se com a dissolução do poliestireno expandido oriundo de descarte para a produção da matéria-prima necessária à

[4] Os resultados de Lima; Placedes; Cardoso (2019) e Mário et al. (2025) apontam a espécie com maior percentual de d-limoneno na composição da casa.
[5] É conveniente o uso da biomassa (fonte de óleo) submersa em água para que a temperatura da amostra seja mantida constante, não ultrapassando 100ºC e reduzindo o efeito de degradação de compostos voláteis (Lopes, 2014).

produção de souvenirs. A dissolução de 5,6g de EPS em 10mL de óleo essencial ocorreu com leve aquecimento em banho-maria, mantendo a faixa de temperatura entre 50-60ºC.

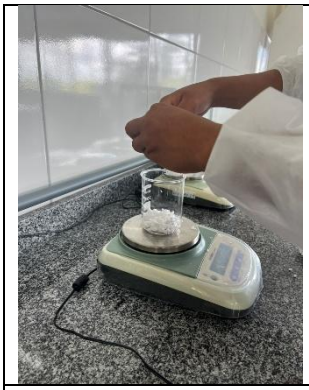
Resultados e Discussão

O processo de hidrodestilação resultou na obtenção de aproximadamente 4mL de óleo essencial de laranja em cada execução. Em conformidade com a literatura, a hidrodestilação não extrai o d-limoneno isolado, mas uma mistura contendo outros terpenos. O óleo essencial extraído contém um percentual que varia de 68 a 98% de d-limoneno a depender da espécie da laranja utilizada e da técnica aplicada (Mário et al., 2025). As figuras 2, 3 e 4 mostram as etapas realizadas para a obtenção do óleo essencial

		
Figura 2: Retirada do epicarpo da laranja	Figura 3: Hidrodestilação do epicarpo da laranja	Figura 4: mistura de água e óleo essencial

Fonte: acervo dos autores

Considerando que o óleo essencial de *Citrus sinensis* apresenta o d-limoneno como seu constituinte majoritário, conforme descrito na literatura, o óleo essencial obtido foi empregado diretamente nos ensaios de interação com o EPS, conforme figuras 5, 6 e 7, obtendo um material moldável, com textura e coloração favoráveis à customização.

		
Figura 5: Pesagem do EPS	Figura 6: dissolução do EPS no óleo essencial contendo d-limoneno	Figura 7: material polimérico moldável resultante



Fonte: acervo dos autores

O poliestireno expandido é um plástico resultado da polimerização do estireno (Figura 8), este polímero possui baixa densidade e resistência, sua estrutura é incorporada de ar, o que lhe concede bastante volume, cerca de 98% do volume do EPS é constituído de ar (ABRAPEX, 2017). Sua aplicação é diversa, sendo majoritariamente no setor de embalagens e conservação/proteção de produtos/equipamentos (Grote; Silveira, 2001).

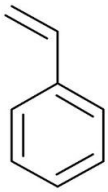


Figura 8: Monômero estireno
Fonte: elaborado pelos autores

Como já apresentado na seção metodológica, foram hidrodestiladas 130g de epicarpo de laranja em 100mL de água, obtendo um volume total de aproximadamente 4mL de óleo essencial de laranja em cada hidrodestilação. O óleo essencial obtido foi utilizado para a dissolução do EPS, na etapa de dissolução foram utilizadas 5,6g de EPS para 10mL de óleo essencial. O d-limoneno, presente no óleo essencial de laranja, tem a capacidade de dissolver o EPS, sem reagir e formar subprodutos indesejáveis, a dissolução reduz significativamente seu volume e resulta em um material de elevada flexibilidade e maleabilidade, que torna possível a modelagem para diferentes fins. É importante destacar que a reciclagem do EPS por dissolução em d-limoneno é uma das alternativas que preserva significativamente as propriedades mecânicas do material e se configura com pequena perda material (Silva, 2021).

A interação entre o d-limoneno e o poliestireno expandido (EPS) caracteriza-se por um processo físico de dissolução/solubilização, no qual o d-limoneno atua como solvente e promove o colapso da estrutura celular do polímero, sem que ocorra, necessariamente, alteração da estrutura química das cadeias de poliestireno.

Ao serem descartados no ambiente, os resíduos de EPS se tornam um problema ambiental grave, em virtude de seu volume, baixa densidade e elevado tempo de decomposição. Assim, fragmentam-se em partículas menores pela ação do calor, das chuvas e ventos e acumulam-se no solo e no ambiente aquático. Na água, a concentração de microplásticos tem produzido interferências e se configurado como risco à saúde de espécies.

O descarte inadequado de materiais poliméricos pode contribuir para a formação de microplásticos nos ambientes aquáticos, onde essas partículas podem ser ingeridas por diferentes organismos e ocasionar alterações fisiológicas e ecológicas. Estudos realizados em

ambientes aquáticos brasileiros demonstram a ocorrência de microplásticos em diferentes espécies de peixes, evidenciando sua ampla distribuição e capacidade de inserção nas cadeias tróficas (Vendel et al., 2017; Sá et al., 2018).

Nesse sentido, a reciclagem se configura como importante alternativa para redução dos resíduos sólidos descartados em lixões e aterros sanitários e minimização da utilização de matéria-prima para a produção de novos materiais. Nesta pesquisa, o material resultante da dissolução de EPS no óleo essencial contendo d-limoneno será utilizado para a produção de souvenirs (chaveiro, bottons, imãs de geladeira, ecojoias etc.) através da linha de produtos sustentáveis *LimoUp!*

O material polimérico resultante desse projeto tem um potencial de vasta aplicação, podem adquirir formatos e tamanhos diversos, além de apresentar um aroma cítrico agradável, em decorrência da presença de essências no óleo extraído da casca da laranja. Há ainda a possibilidade de tingimento do material, a partir do uso de corantes lipossolúveis.

As figuras 9, 10 e 11 apresentam a marca e os produtos da *LimoUp!,* em uma renovação do projeto será estabelecido como objetivo futuro a avaliação da aceitação do público consumidor, com aplicação na instituição onde o produto foi idealizado e produzido e com a comunidade externa, visitantes da cidade de Barreirinhas – MA. Embora o enfoque desse trabalho esteja na produção do material polimérico a partir da reciclagem do EPS em óleo essencial de laranja contendo d-limoneno, é possível discutir os impactos dessa produção para a compreensão dos estudantes envolvidos a respeito da importância de reduzir os resíduos plásticos descartados e pensar em estratégias para agregar valor de produto aos material reciclado.

Figura 9: Logo da *LimoUp!*	 Figura 10: produto *LimoUp!* chaveiro "meu DDD é 98"	 Figura 11: produto *LimoUp!* chaveiro "terra de encantos"

Fonte: acervo dos autores

Para além da reflexão acerca da geração e do descarte inadequado de resíduos plásticos na região dos Lençóis Maranhenses, esta pesquisa apresenta uma alternativa com potencial para o aproveitamento de resíduos de EPS e de resíduos orgânicos, contribuindo

para a valorização desses materiais e para a perspectiva de economia circular no contexto regional. Nesse sentido, a proposta também pode estimular o desenvolvimento de outras iniciativas voltadas ao reaproveitamento de resíduos e à produção de materiais e produtos sustentáveis. Considerando a relevância do turismo na região, a valorização de práticas ambientalmente responsáveis pode também se refletir na oferta de produtos artesanais que incorporem princípios de reciclagem, reaproveitamento e sustentabilidade, agregando valor aos resíduos e fortalecendo sua inserção em novas cadeias produtivas.

Conclusões

Este projeto demonstra a viabilidade da extração de óleo essencial a partir do epicarpo de laranja doce (*Citrus sinensis*) pela técnica de hidrodestilação e de sua utilização, contendo o d-limoneno como componente majoritário, na valorização de resíduos de poliestireno expandido (EPS). A interação entre o óleo essencial e o EPS promoveu a redução do volume do polímero e a obtenção de um material polimérico sustentável, com estrutura moldável, com características de flexibilidade, maleabilidade e diversas possibilidades de customização.

A partir desse material, foi possível produzir os primeiros souvenirs da linha *LimoUp!*, que evidenciaram o potencial de transformação de um resíduo de difícil aproveitamento em uma nova matéria-prima para produtos com valorização no mercado local.

No contexto regional da pesquisa, a proposta contribui com a valorização de resíduos gerados em atividades associadas ao setor alimentício e ao turismo nos Lençóis Maranhenses, articulando o aproveitamento de resíduos de EPS e de cascas de laranja em uma mesma estratégia de economia circular.

Como perspectivas futuras, o projeto poderá avançar para a caracterização físico-química e mecânica do material e análise da viabilidade de ampliação da produção. Também se pretende avaliar a aceitação dos produtos *LimoUp!* entre a comunidade local e os visitantes de Barreirinhas, considerando aspectos como estética, funcionalidade, percepção de sustentabilidade e intenção de compra. Esses estudos poderão contribuir para avaliar o potencial de inserção dos produtos em circuitos locais de comercialização e turismo, além de estimular o desenvolvimento de novos produtos a partir de outros resíduos disponíveis na região.

Agradecimentos

À FAPEMA, pelo financiamento das bolsas de iniciação à pesquisa dos estudantes que desenvolveram a pesquisa. E ao IFMA – campus Barreirinhas, pela concessão de auxílio financeiro para a participação dos estudantes no evento.

Referências



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (ABRAPEX). *O que é EPS?* São Paulo, 2017. Disponível em: http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html. Acesso em: 4 jul. 2026;

COSTA, R. D. M.; VIACAVA, J. J. C. Do lixo ao lucro: uma revisão integrativa da literatura sobre empresas baseadas em upcycling sob a ótica da VBR. *Scientific Journal ANAP*, v. 1, n. 7, 2023.

LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. C. Green chemistry: os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

LIMA, F. B. de; PLACEDES, J.; CARDOSO, C. R. Avaliação do rendimento de hidrodestilação para a produção de óleo essencial das cascas de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. *Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação*, Uberaba, v. 4, n. 3, p. 257–266, 2019.

LOPES, J. F. D. *Cultivo e processamento de plantas aromáticas*. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2014

MARIO, L. de O. V.; FIGUEIREDO, A. P. de S.; SOUZA, M. de O.; SIMÕES, J. B. Otimização da extração de d-limoneno das cascas de laranja por hidrodestilação e por solvente orgânico. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 11, n. 5, e79684, 2025. DOI: 10.34117/bjdv11n5-046.

PIRES, T. C. M.; RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. A. S. C. Extração do R-(+)-limoneno a partir das cascas de laranja: avaliação e otimização da verdura dos processos de extração tradicionais. *Química Nova*, v. 41, n. 3, p. 355–365, 2018.

SÁ, L. C. et al. Studies of the effects of microplastics on aquatic organisms: what do we know and where should we focus our efforts in the future? *Science of the Total Environment*, v. 645, p. 1029–1039, 2018. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.207.

VENDEL, A. L. et al. Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. *Marine Pollution Bulletin*, v. 117, n. 1–2, p. 448–455, 2017. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.081.