TESTANDO VASOS BIODEGRADÁVEIS DE *LITHOTHAMNIUM* E DE CAROÇOS DE AÇAÍ EM CULTURAS DE INTERRESSE ECONÔMICO E SOCIAL

Rafisa Emanuelle Chaves Costa[1]

Laura Cristina Praseres da Silva Loiola[2]

Jéssica Cristine Silva Gonçalves[3]

Pericles Mendes Nunes [4]

INTRODUÇÃO

A onipresença de polímeros sintéticos convencionais no século XX impulsionou inovações globais, mas gerou passivos ambientais severos (SCHAULET; RIBEIRO; JACQUES, 2024). Pela sua praticidade e baixo custo, o plástico tornou-se onipresente em setores que vão da saúde à higiene pessoal (AGUILAR, 2025), substituindo materiais tradicionais como madeira e algodão. Contudo, essa onipresença cobra um preço alto: como afirmam Netto et al. (2009), esses polímeros podem persistir no ecossistema por mais de um século, sendo que garrafas PET levam até 400 anos para se degradar. Atualmente, o mundo produz volumes recordes de resíduos plásticos de fonte fóssil (CNN BRASIL, 2023), e o crescimento dessa produção permanece descontrolado, agravando os impactos da má gestão de resíduos (CAIXETA; MORAIS, 2022).

No cenário brasileiro, a situação é crítica: o país ocupa a 4ª posição mundial na geração de lixo plástico, com cerca de 81,8 milhões de toneladas anuais e uma taxa de reciclagem de apenas 4% (LIMA; RUTKOWSKI, 2022). O custo elevado de produção e a infraestrutura limitada ainda dificultam a aceitação de alternativas biodegradáveis (MACEDO, 2015). Esse gargalo desafia a eficácia da Política Nacional de Resíduos Sólidos, recentemente reforçada pela Lei nº 15.088/2025 (BRASIL, 2025). O problema se agrava na agricultura, setor que representou 12,2% do PIB nacional no primeiro trimestre de 2025 (CNN BRASIL, 2025).

O descarte inadequado de recipientes agrícolas e a ausência de políticas públicas eficazes transformam solos produtivos em "sumidouros de plásticos" (NIZZETTO et al., 2016).Para mitigar esse impacto, o desenvolvimento de vasos biodegradáveis a partir da integração entre o Lithothamnium e o caroço de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) surge como uma solução promissora. O caroço de açaí é um resíduo urbano abundante e subutilizado, representando cerca de 80% do peso do fruto após a extração da polpa (SANTANA et al., 2021). Suas fibras garantem estabilidade estrutural ao compósito, enquanto sua obtenção gratuita em feiras e indústrias soluciona um problema de logística reversa e descarte urbano inadequado. Já o *Lithothamnium*, uma alga calcária de interesse crescente na agricultura, oferece propriedades biotecnológicas superiores para o condicionamento do solo (SARAIVA, 2023; AMATUSSI, 2020; DA SILVA, 2021).

Rica em cálcio, magnésio e silício, nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal, essa alga possui uma estrutura altamente porosa que favorece a absorção radicular e a saúde do microbioma do solo (BARBOSA, 2025). Diferente dos fertilizantes químicos convencionais, o

1 Discente em Química Licenciatura, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: rafisa.20230025358@aluno.uema.br
2 Discente em Química Licenciatura, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: loiola12cris@gmail.com.
3 Discente em Química Licenciatura, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: jessicagnx1@gmail.com
4 Doutor em Biotecnologia, Docente do Departamento de Química da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: periclesnunes@professor.uema.br

Lithothamnium em matrizes biodegradáveis atua como um bioestimulante que equilibra o pH e libera nutrientes gradualmente (MELO et al., 2022).

A principal vantagem dessa proposta é a eliminação do estresse do transplante e da remoção do plástico, uma vez que os vasos se decompõem naturalmente. Diante desse potencial, este estudo investigou a viabilidade técnica de vasos compostos por *Lithothamnium* e fibras de açaí. Foram realizados testes de germinação e crescimento vegetativo em culturas de tomate-cereja (*Solanum lycopersicum*) e cebolinha (*Allium fistulosum*), utilizando um delineamento fatorial para comparar a eficiência desses biomateriais frente a vasos convencionais de cimento e gesso, avaliando tanto a integridade estrutural quanto o fornecimento de nutrientes às plantas.

METODOLOGIA

Local de desenvolvimento da pesquisa:

A confecção dos vasos foi feita no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia no Campus Paulo VI na Universidade Estadual do Maranhão, UEMA. Onde foi possível a moagem dos materiais junto com a limpeza e o armazenamento dos vasos e sementes.

Obtenção dos materiais

Os caroços de açaí (*Euterpe oleracea Mart*), foram coletados na feira da estrada de Ribamar, deixada pelos próprios feirantes para descarte. O *Lithothamnium*, a alga calcaria, foi obtido por meio da empresa Brasil Mineração Oceânica (BMO).

Preparação dos vasos de lithothamnium

Moagem dos materiais

Após a coleta, os caroços de açaí foram transportados para o laboratório, onde passaram por um processo de lavagem e limpeza para a remoção de impurezas e resíduos da polpa da fruta e em seguida, submetidos à secagem na estufa, posteriormente moídos, no moinho de facas. O *Lithothamnium*, fornecido pela empresa Brasil Mineração Oceânica, também passou pelo mesmo processo de trituração antes do seu uso, para assim obtermos dois tipos diferentes para a receita. Após esse preparo, foi utilizado a seguinte receita que melhor se adaptou as nossas necessidades.

Tabela 1 - Proporções dos materiais.

PESAGEM	MATERIAIS
280 g	*Lithothamnium* bruto;
110 g	Pó do caroço de açaí;
5 g	Fibra caroço de açaí;
60 g	*Lithothamnium* moído;
345 g	Gesso;
270 g	Água;

Fonte: Autor,2025.

Em seguida, preparação da mistura, foram colocados nos moldes e levada à estufa a 105°C, utilizando uma bandeja de alumínio para facilitar o manuseio. Os vasos permaneceram na estufa por aproximadamente 4 horas. Posteriormente a esse período, foram retirados e transferidos para a estufa de 50°C para secagem adicional. Uma vez que o tempo adequado de secagem foi alcançado, os vasos foram retirados e armazenados em um local seco e arejado até o dia do uso.

Preparação dos vasos de gesso

O preparo dos vasos de gesso e cimento desde o início se mostrou os mais simples. Eles foram confeccionados seguindo a proporção de dois para um de água, sendo colocados no molde de silicone. Após um período de secagem de 24 horas, foram removidos os moldes e devidamente armazenados, para depois serem utilizados, figura 1.

Figura 1- Vasos de *lithothamnium*, gesso e cimento.



Fonte: Autor, 2025.

Cultivo e testes dos vasos

Nesta segunda parte do experimento, o objetivo é testar a utilização de vasos biodegradáveis produzidos a partir de *Lithothamnium* e caroços de açaí (*Euterpe oleracea Mart*), Tendo como objetivo acompanhar o crescimento e desenvolvimento de plantas nos vasos para testar sua eficácia.

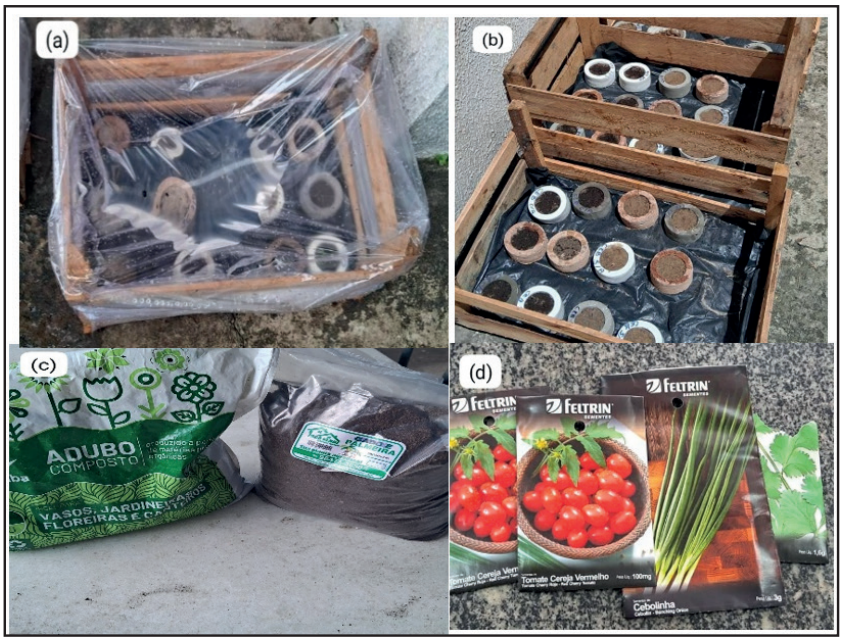
Condução do experimento

O experimento foi conduzido utilizando um controle adequado para o cultivo das plantas, adotando um delineamento fatorial 3 x 2 x 3, com três tipos de vasos (biodegradáveis, cerâmica e cimento), dois sistemas de adubação (com e sem adubação) e três culturas (coentro, cebolinha e tomate-cereja). Foram realizadas duas repetições para cada combinação de tratamentos, totalizando 36 amostras. Essa abordagem possibilitou uma análise detalhada do desempenho das plantas em diferentes condições, contribuindo para a avaliação da viabilidade dos vasos biodegradáveis.

A pesquisa teve duração de aproximadamente 24 dias, considerando desde a preparação para a germinação das sementes até a análise final. Os primeiros 10 dias foram destinados à avaliação da germinação das sementes e à análise da durabilidade dos vasos biodegradáveis. Em seguida, durante 14 dias, os vasos foram enterrados para observação, analisados a sua resistência, e o seu comportamento em contato com o solo.

A preparação iniciou com a compra das sementes, do adubo e da terra preta. Para a condução da pesquisa, foram utilizados três caixotes de madeira, identificados de acordo cocada tipo de planta: CEB para cebolinha, TC para tomate-cereja e COE para coentro, figura 2.

Figura 2 - Cultivo das sementes nos vasos: Capas para proteção e retenção de umidade. (b) Vasos distribuídos nos caixotes de madeira. (c) adubo e terra preta utilizados no cultivo dos vasos. (d) Sementes de tomate cereja, cebolinha e coentro utilizados no plantio.



Fonte: Autor, 2025.

Os vasos também foram devidamente identificados, sendo S/A para os sem adubação e C/A para os com adubação. Para auxiliar no desenvolvimento inicial, os caixotes receberam uma cobertura transparente, funcionando como uma estufa caseira para retenção da umidade.

Após os 10 dias de germinação, passamos para o preparo da terra nos caixotes, que consistiu na adição de 1 kg de terra preta, 500 g de adubo e 300 g de *Lithothamnium* em pó, para contribuir com a correção da acidez do solo, figura 3.

Figura 3 - Preparo da terra preta.



Fonte: Autor,2025.

Os parâmetros avaliados durante o cultivo foram: taxa de germinação das sementes (em porcentagem), altura das plantas, integridade e desenvolvimento vegetativo, além da durabilidade física dos vasos biodegradáveis. Além do uso do teste t de Student, que foi utilizado para comparar o crescimento das plantas nos diferentes tipos de vasos (biodegradável, cimento, gesso). Esse teste verifica se as diferenças observadas entre os grupos são significativas. Valor t: Razão entre a média das diferenças dos pares e o erro padrão das diferenças. Valor p: Probabilidade de a diferença ser aleatória. Quando $p \leq 0,05$, a diferença é significativa, utilizando a formula , T= media das diferenças/ Desvio padrão das diferenças X $\sqrt{n}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir do delineamento fatorial $3 \times 2 \times 2$ permitiram avaliar o efeito combinado do tipo de vaso, da adubação e da espécie cultivada sobre o desenvolvimento das plantas. Foram analisados parâmetros como taxa de germinação, altura média das plantas, e a integridade física dos vasos ao longo do período experimental.

Ao analisar o plantio, apresentaram taxas de germinação satisfatórias, embora tenham sido observadas variações entre os diferentes tipos de vasos e entre as condições de com e sem adubação, além do ambiente e clima interferirem, como o período de cultivo das plantas coincidiu com a estação chuvosa, enfrentamos dificuldades tanto no processo de germinação quanto no manejo da irrigação ao longo dos 22 dias em relação ao tomate cereja e a Cebolinha.

Taxa de germinação:

Das 36 unidades experimentais que foram avaliadas, 18 conseguiram germinar, chegando em uma taxa de 50%. Isso significa que metade das unidades testadas conseguiu desenvolver o que reflete um desempenho moderado no experimento.

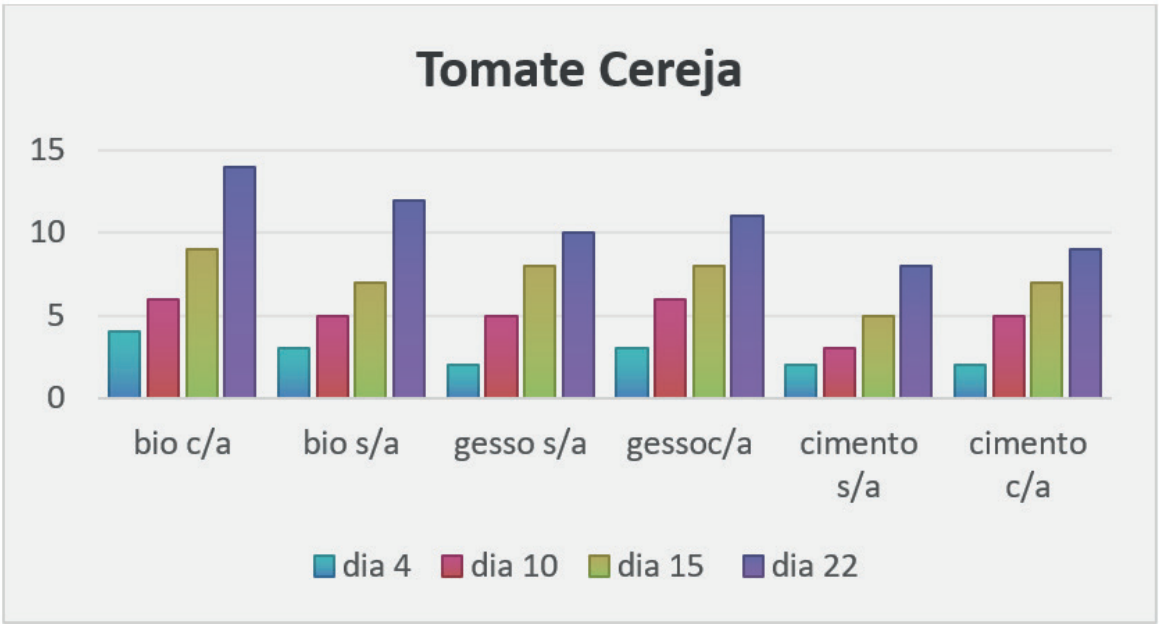
No caso do tomate-cereja, a taxa de germinação foi bem mais alta, alcançando 83%. Dos 12 vasos utilizados, 10 conseguiram germinar.Sendo 5 vasos com Lithothamnium, 3 vasos com gesso e 2 vasos com cimento.

Quanto à cebolinha, a taxa de germinação foi de 66%, com 8 dos 12 vasos testados apresentando cresimento. Sendo 3 vasos de Lithothamnium, 3 vasos de gesso e 2 vasos de Cimento, mostraram desenvolvimento. Esses dados indicam que, embora a taxa de germinação da cebolinha seja inferior à do tomate-cereja, ainda assim é significativa,.

Altura das plantas (cm):

As medições de altura em centímetros, iniciando no quarto dia de cultivo, quando a germinação estava mais aparente, e seguiram até o 22º dia, sendo dividida entre com adubo (C/A) e sem adubo (S/A)

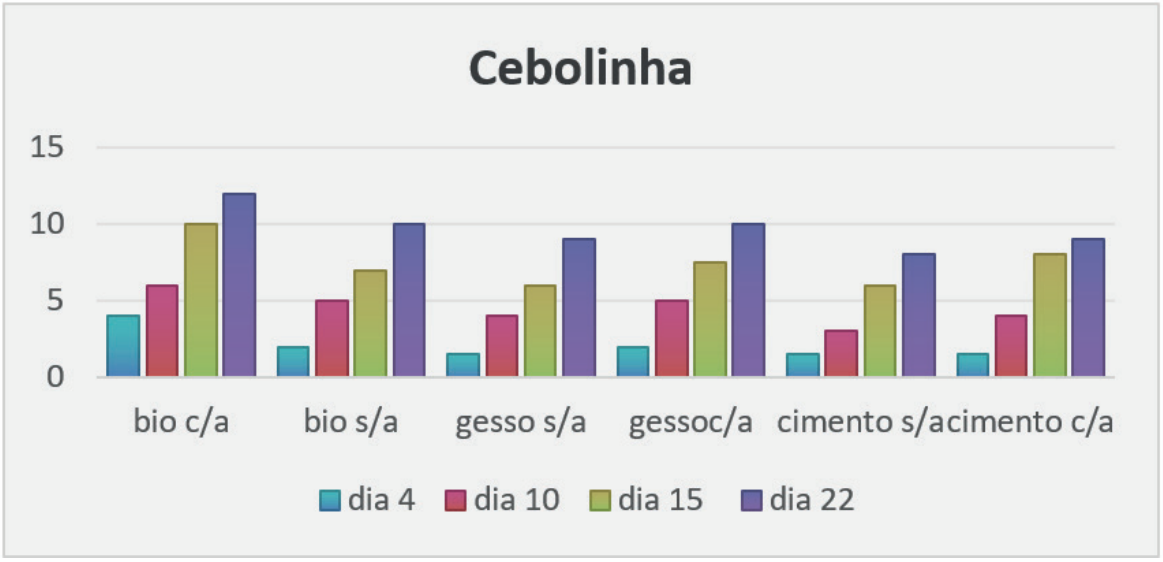
Gráfico 2- Gráfico de crescimento do tomate cereja, em centímetros, em relação a cada tipo de vaso.



Fonte: Autor,2025.

O gráfico evidencia a diferença de desempenho no crescimento das plantas em relação aos diferentes vasos. Assim, sendo viavel que no 10º dia, os vasos de Lithothamnium com adubo já apresentaram melhor desenvolvimento, seguidos pelos de gesso com adubo. De modo geral, os vasos de Lithothamnium e gesso com adubação mostraram os mais promissores em comparação aos demais tratamentos.

Gráfico 3 - Gráfico de crescimento da cebolinha, em centímetros, em relação a cada tipo de vaso.



Fonte: Autor,2025.

É observado no gráfico que o crescimento da cebolinha apresentou diferenças significativas entre o cultivo com e sem adubação. O melhor desempenho foi obtido pelos vasos de Lithothamnium com adubo, que alcançaram cerca de 12 cm no 21º dia, apresentando crescimento mais expressivo e superior aos demais.

Em seguida, destacaram os vasos de Lithothamnium sem adubo e os de gesso com adubo, que também se mostraram promissores. Já os vasos de cimento apresentaram os piores resultados, permanecendo abaixo da media observada.

INTEGRIDADE E DURABILIDADE DOS VASOS DE *LITHOTHAMNIUM*

Os vasos confeccionados com Lithothamnium apresentaram boa resistência ao longo do período experimental. Durante a fase inicial de germinação, foi possível observar apenas pequenas escoriações superficiais, que não comprometeram a estrutura.Os vasos mostram eficiência na absorção e retenção de água, evitando o escoamento excessivo e contribuindo para a manutenção da umidade do solo entre as irrigações.

Ao final do cultivo, foi possível constatar que os vasos apresentaram degradação no solo, liberando minerais que favoreceram o desenvolvimento das plantas. Esse comportamento reforça o potencial do Lithothamnium como alternativa sustentável para a produção de vasos biodegradáveis, unindo durabilidade inicial com degradação gradual e contribuição nutricional ao solo.

TESTE T DE STUDANT

A avaliação estatística dos dados foi realizada por meio do teste t de Student, com o objetivo de comparar o desempenho das plantas cultivadas em vasos biodegradáveis em relação aos vasos de cimento e gesso, sem adição de adubo.

Tabela 2 - Resultados do Teste t –Tomate cereja sem adubo.

Interação	Média Biodegradável	Média Comparado	Desvio Biodegradável	Desvio Comparado	T	P	Significativo?
Biodegradável vs Cimento	10,33	8,66	0,58	0,58	2,50	0,1296	Não (p > 0,05)
Biodegradável vs Gesso	10,33	9,66	0,58	0,58	1,00	0,4226	Não (p > 0,05)

Fonte: Autor, 2025

Quando olhamos a Tabela 2, referente ao cultivo de tomate cereja, foi observado que as médias obtidas nos vasos biodegradáveis de 10,33, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em comparação aos vasos de cimento que foi de 8,66; p = 0,1296, e os de gesso, com 9,66; p = 0,4226. Esses resultados indicam que, para o tomate cereja, o tipo de vaso não influenciou de forma significativa o desenvolvimento das plantas, sugerindo desempenho semelhante entre os diferentes recipientes testados.

Tabela 3 - Resultados do Teste t –Cebolinha sem adubo.

Interação	Média Biodegradáve	Média Comparado	Desvio Biodegradável	Desvio Comparado	T	P	Significativo?
Biodegradável vs Ci-mento	6,00	3,33	0,00	0,57	8,00	0,0152	Sim (p < 0,05)
Biodegradável vs Gesso	6,00	4,00	0,00	1,00	3,46	0,0741	Não (p > 0,05)

Fonte: Autor,2025.

Por outro lado, os resultados apresentados na Tabela 3, referentes ao cultivo de cebolinha, mostraram que a média obtida nos vasos biodegradáveis foram de 6,00, sendo significativamente superior àquela encontrada nos vasos de cimento que chegaram a 3,33, com valor de $p = 0,0152$, $p < 0,05$, evidenciando diferença estatística entre os tratamentos. Contudo, ao comparar os vasos biodegradáveis com os de gesso, chegando a 4,00, o resultado não foi estatisticamente significativo de $p = 0,0741$, o que demonstra desempenho semelhante entre esses dois tipos de recipientes.

De forma geral, os resultados apontam que o uso de vasos biodegradáveis apresenta potencial para substituir os vasos convencionais, especialmente no cultivo de algumas espécies, como a cebolinha, onde foi verificada diferença significativa em relação ao vaso de cimento. Para o tomate cereja, entretanto, os diferentes tipos de vasos não influenciaram significativamente o crescimento das plantas.

CONCLUSÃO

A pesquisa mostrou que os vasos biodegradáveis usando caroços de açaí (Euterpe oleracea Mart.) e Lithothamnium é uma alternativa sustentável e viável aos recipientes plásticos tradicionais na agricultura. Esses vasos se mostraram suficientemente resistentes durante o cultivo, oferecendo o suporte necessário para as plantas, enquanto iniciavam um processo de degradação no solo, liberando minerais que são ótimos para o crescimento das plantas.

Os experimentos trouxeram resultados animadores, especialmente nas culturas de tomate-cereja e cebolinha, que apresentaram taxas de germinação bem satisfatórias, com um desempenho ainda melhor em condições de adubação. Por outro lado, a falta de germinação do coentro foi atribuída a fatores ambientais, como chuvas intensas, e não às características dos vasos, mostrando que fatores externos também têm um papel importante no cultivo.

A análise estatística confirmou que os vasos biodegradáveis tiveram desempenho igual ou até melhor que os de cimento e gesso em algumas situações, especialmente no caso da cebolinha, onde houve uma diferença significativa em relação ao cimento. Esses resultados reforçam que os recipientes feitos com resíduos agroindustriais não só atendem às demandas agronômicas de durabilidade e funcionalidade, mas também ajudam a reduzir o uso de plásticos, promovem o reaproveitamento de resíduos e melhoram a qualidade do solo.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, Carmen Betancourt. El plástico, características y principales impactos. Su uso en la agricultura, recomendaciones para su manejo. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 10, n. 1, p. 49-59, 2025. Disponível: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10586488. Acesso em 05 de maio de 2026.

AMATUSSI, Juliana Oliveira et al. Novel use of calcareous algae as a plant biostimulant. **Journal of Applied Phycology**, v. 32, n. 3, p. 2023-2030, 2020. https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-020-02077-5. Acesso em: 07 maio de 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2025**. São Paulo: ABREMA, 2025. Disponível em: https://www.abrema.org.br/panorama/. Acesso em: 07 maio 2026.

BARBOSA, Sabrina Soares. **Composição e efeito do Lithothamnium como corretivo de solo**. 2024. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2025. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/44787. Acesso em: 07 maio 2026.

BRASIL. **Lei nº 15.088, de 6 de janeiro de 2025**. Altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (Lei de Resíduos Sólidos), para proibir a importação de resíduos sólidos e de rejeitos. Brasília, DF: Presidência da República, [2025]. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2025/lei-15088-6-janeiro-2025-796854-publicacaooriginal-174014-pl.html. Acesso em: 07 maio 2026.

CAIXETA, Danila; MORAIS, Eduardo. Panorama mundial de produção de plástico e estratégias de degradação.**Enciclopédia Biosfera**, v. 19, n. 39, 2022. Disponível: https://agris.fao.org/search/en/providers/124193/records/647478fa79cbb2c2c1b505f9. Acesso em 05 de maio de 2026.

DA SILVA, Rosana Pereira et al. Characterisation and traceability of calcium carbonate from the seaweed Lithothamnium calcareum.**Solids**, v. 2, n. 2, p. 192-211, 2021. Disponível em: https://www.mdpi.com/2673-6497/2/2/13. Acesso em 05 de maio de 2026.

LIMA, Francisco de Paula Antunes; RUTKOWSKI, Jacqueline. Atlas Brasileiro da Reciclagem 2022. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstreams/6cdc9708-ef18-43e2-9f53-6133e79bf964/download. Acesso em 05 de maio de 2026.

MACEDO, Maria João Mano Fernandes. **Produção de bioplásticos a partir de agro-resíduos**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho (Portugal). Disponível em: https://search.proquest.com/openview/1ad93a9727f1c83afd5badbdff01ed4b/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y. Acesso em 05 de maio de 2026.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Resíduos Sólidos Urbanos - RSU**. Brasília, DF: MMA, [2022]. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/residuos-solidos-urbanos. Acesso em: 07 maio 2026.

NETTO, F. O. et al. Degradação acelerada de filmes de polietileno. **Cadernos UniFOA**, v. 4, n. 1esp, p. 32-32, 2009. Disponível em: https://unifoa.emnuvens.com.br/cadernos/article/view/2556. Acesso em 05 de maio de 2026.

NIZZETTO, Luca; FUTTER, Martyn; LANGAAS, Sindre. Are agricultural soils dumps for microplastics of urban origin?. 2016. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.est.6b04140. Acesso em 05 de maio de 2026.

SARAIVA, Kleiton Rocha et al. Produção de mudas de mamoeiro sob doses de adubação fosfatada utilizando como fonte superfosfato simples. **REVISTA BRASILEIRA DE AGRICULTURA IRRIGADA-RBAI**, v. 5, n. 4, 2013. Disponível em: http://inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/113. Acesso em 05 de maio de 2026.

SCHAUFELT, Nicolas de Souza; RIBEIRO, Vinícius Gadis; JACQUES, Jocelise Jacques de. Panorama histórico do uso de plásticos convencionais e biodegradáveis. 2024. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/256955. Acesso em 05 de maio de 2026.

SCHAULET, Nicolas de Souza; RIBEIRO, Vinicius Gadis; JACQUES, Jocelise Jacques de. Polymers and sustainability: overview of the use of convencional and biodegradable polymers.**Mix sustentável [recurso eletrônico]. Florianópolis, SC. Vol. 10, n. 4 (2024), p. 113-125.**, 2024. Disponível: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/282144. Acesso em 05 de maio de 2026.