



PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES A PARTIR DO RESÍDUO DA GRAVIOLA (*Annona muricata* L.): UMA OPÇÃO SUSTENTÁVEL AO DESCARTE DE RESÍDUOS PARA AGROINDÚSTRIAS DE POLPA DE FRUTAS

Alisson Douglas da Silva
Marcelo Cavalcante
Stoécio Malta Ferreira Maia
Adrielly Cabral Dantas
Rodrigo Gomes Pereira
Kleber Santos Brito

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS MESTRADO PROFISSIONAL**

**PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES A PARTIR DO RESÍDUO DA GRAVIOLA (*ANNONA MURICATA L.*):
UMA OPÇÃO SUSTENTÁVEL AO DESCARTE DE RESÍDUOS PARA AGROINDÚSTRIAS DE POLPA DE
FRUTAS**

Autores:

Alisson Douglas da Silva

Mestrado em Tecnologias Ambientais PPGTEC/Ifal - Campus Marechal Deodoro

Dr. Marcelo Cavalcante

PPGTEC/Ifal - Campus Marechal Deodoro (Orientador)

Dr. Stoécio Malta Ferreira Maia

PPGTEC/Ifal - Campus Marechal Deodoro (Coorientador)

Adrielly Cabral Dantas

Graduação Tecnológica em Horticultura/Ifal - Campus Maragogi (Bolsista)

Tipo de Produto Técnico ou Tecnológico

Manual/Protocolo

Linha de Pesquisa

Tecnologias e Inovações Ambientais

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS**

Reitor

Carlos Guedes de Lacerda

Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Eunice Palmeira da Silva

Coordenador do Mestrado em Tecnologias Ambientais

Joabe Gomes de Melo

Autores:

Alisson Douglas da Silva

Marcelo Cavalcante

Stoécio Malta Ferreira Maia

Adrielly Cabral Dantas

Diagramação e Projeto Gráfico

Camila Karoline Justino Marques



Direitos autorais

É permitido que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Marechal Deodoro
Biblioteca Dorival Apratto

631.8

P964 Produção de biofertilizantes a partir do resíduo da graviola [*Annona muricata* L.] : uma opção sustentável ao descarte de resíduos para agroindústrias de polpa de frutas / Alisson Douglas da Silva... [et al.]. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 40,4 MB). – 2025.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Internet.

Produto Técnico Educacional (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2025.

1. Produção de biofertilizantes. 2. Resíduo. 3. Compostagem. 4. *Annona muricata* L. I. Cavalcante, Marcelo. II. Maia, Stoécio Malta Ferreira. III. Dantas, Adrielly Cabral. IV. Pereira, Rodrigo Gomes. V. Brito, Kleber Santos. VI. Título

Andreia Gomes de Azevedo | Bibliotecária – CRB-4/AL-2164

SUMÁRIO EXECUTIVO

As agroindústrias de processamento de frutas atuantes na produção de polpa localizadas no Estado de Alagoas geram, anualmente, toneladas de resíduos orgânicos que são descartados em aterros sanitários, causando sobrecarga nos sistemas de coleta de lixo e nos aterros, além de impactos associados ao ambiente.

Por esta razão, em parceria com a Cooperativa dos Agricultores Organizados (Coopeagro S/A), localizada em Maragogi/AL, buscou-se dar solução ao descarte de resíduos orgânicos, a partir do método da compostagem aeróbica.

Os produtos gerados da compostagem, biofertilizantes sólido (húmus) e líquido (chorume), devido sua composição organomineral, têm potencial para uso na agricultura, como adubo, podendo vir a ser um nicho de negócio que poderá trazer benefícios à região, por meio da geração de emprego e renda, tornando-se uma **Tecnologia Social**, de baixo custo de investimento inicial.

A partir de uma pesquisa iniciação tecnológica, vinculada ao PPGTEC/Ifal – Campus Marechal Deodoro (**aderência**), gerou-se este manual contendo as etapas e os utensílios/ferramentas para obtenção dos bioinsumos, tornando a **pesquisa inovadora** e aplicada neste segmento. A técnica de compostagem apresenta baixo nível de **complexidade** mesmo em nível industrial, permitindo sua **aplicabilidade** em agroindústrias, acarretando redução de impactos ambientais associados ao descarte de grandes volumes de resíduos orgânicos.

SUMÁRIO

1	Introdução	08
2	O que é Biofertilizante?	09
3	Quais as vantagens?	09
4	Como fazer?	09
5	Considerações Finais	16
6	Referências	17

APRESENTAÇÃO

Este material foi cuidadosamente elaborado com o objetivo de aproveitar, a partir do método da compostagem aeróbica, os resíduos de graviola (*Annona muricata L.*) provenientes do processamento dos frutos, gerando o húmus e o chorume, aqui definidos como biofertilizantes sólido e líquido, respectivamente. Para este manual, buscou-se parceria com a agroindústria de fabricação de polpas de frutas Coopeagro (Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados S/A), localizada na região do Litoral Norte de Alagoas, município de Maragogi. A partir de um variado portfólio de frutas (acerola, cajá, maracujá, abacaxi e goiaba) produzidas por seus cooperados (agricultores familiares), além de extratos importados (uva, manga, açaí), atuam no processamento, beneficiamento e comercialização de polpas nos Estados de Alagoas e Pernambuco.

Com as informações apresentadas, tem-se nas agroindústrias de processamento de frutas o público-alvo, tendo em vista os grandes volumes de resíduos orgânicos gerados anualmente, que são comumente descartados em aterros sanitários. Com a iniciativa proposta, inovadora, permitirá gerar um novo nicho de negócio, sustentável, dentro de conceitos da Economia Circular e de Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovidos pela Organização das Nações Unidas.

Os produtos finais do processo de compostagem (biofertilizantes sólido e líquido), têm potencial para uso agrícola em diferentes segmentos, como na adubação orgânica direta, componente de substrato comercial ou na forma de adubo orgânico líquido, com benefícios para a produtividade do solo e das plantas. Adicionalmente, promove a economia de gastos com combustível e transporte pelas Prefeituras, a emissão de gases do efeito estufa, o aumento da vida útil de aterros sanitários, evita a contaminação do solo, água e da atmosfera, a proliferação de vetores e a contaminação humana.

Neste Manual, buscou-se trazer informações necessárias para obtenção do biofertilizantes a partir dos resíduos descartados do processamento da graviola, que é a espécie mais produzida e processada pela agroindústria Coopeagro, gerando grandes volumes de resíduos por ano, motivo pelo qual a empresa foi selecionada como parceira para construção do Produto Técnico-Tecnológico.

1. INTRODUÇÃO

A agroindústria brasileira é responsável por 5,9% do produto interno bruto (PIB), com atuação nas áreas de beneficiamento, na transformação dos produtos e no processamento de matérias-primas provenientes da agropecuária (Embrapa, 2025). Contribuiu para este cenário o aumento do consumo per capita de frutas, in natura ou processada, e das exportações (Levy et al., 2022). Apesar do sucesso, o desafio para o setor da fruticultura é a redução de perdas, a menor geração de resíduos orgânicos e de impactos ambientais (Costa Neta *et al.*, 2020). Em 2018, estimou-se em 37 Mt de resíduos orgânicos descartados no Brasil, dos quais 0,34% foram compostados e, todo o resto, dispostos em aterros sanitários (73,3%), aterros controlados (11,8%) e em lixões (15,0%) (MIDR, 2021), causando danos ambientais (MMA, 2022). O setor de produção de sucos e polpas de frutas gera anualmente entre 30 e 40% de resíduo (casca, sementes, bagaço e fibras em base úmida), correspondendo a milhões de toneladas, os quais são descartados ou subutilizados (Nascimento Filho & Franco, 2015).

A decomposição de resíduos orgânicos gera gases (CO_2 , H_2S , CH_4) e lixiviados (NH_3^+ , compostos orgânicos xenobióticos) poluentes da atmosfera, do solo e da água (Iravanian & Ravari, 2020). Apesar de os aterros sanitários serem a opção menos poluente, sua função primária é receber resíduos sólidos que não podem ser reciclados, reutilizados ou recuperados (Kamaruddin et al., 2022).

A forma mais comum de uso de resíduos orgânicos vegetais é na compostagem, produzindo composto orgânico para uso agrícola como biofertilizante sólido ou na composição de substratos para produção de mudas (Silva et al., 2019), podendo ser comercializado, segundo a IN nº 25/2009 (MAPA, 2009).

A Coopeagro S/A (Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados), aproximadamente 80% da sua receita é obtida a partir da produção de polpa de frutas de diferentes espécies. Anualmente são processadas, em média, 200 toneladas de graviola (*Annona muricata* L.), gerando, aproximadamente, 80 toneladas de resíduos que são descartados no aterro sanitário.

2. O QUE É BIOFERTILIZANTE?

Os microrganismos decompositores (fungos e bactérias) obtêm na matéria orgânica a fonte de energia necessária para sua sobrevivência. O processo de compostagem aeróbica, sob condições controladas, permite que os produtos finais da decomposição (húmus e chorume), aqui conceituados como biofertilizantes, possam ser coletados e utilizados na agricultura.

Durante o processo de decomposição ocorre uma série de transformações, físico-químicas, no material compostado, gerando a produção de calor e água. A fração líquida, denominada chorume, tem sua origem no processo de respiração celular, do citoplasma celular (após o rompimento da membrana plasmática) e da água presente nos tecidos. Dissolvido no chorume é possível encontrar substância inorgânicas (minerais) e orgânicas, como aminoácidos, hormônios (auxinas, giberelinas, citocininas) e substâncias húmicas, que controlam uma variedade de processos relacionados ao crescimento da planta, incluindo a absorção de macro e micronutrientes (Čabilovski *et al.*, 2023). Portanto, tem potencial para uso em plantas, como adubo foliar, na fertirrigação ou em sistemas hidropônicos.

O húmus, biofertilizante sólido, de cor escura, rico em carbono orgânico e nutrientes, corresponde ao produto final da decomposição da matéria orgânica. Trata-se de um produto estável (pela falta de compostos energéticos que alimenta a biomassa microbiana), que poderá ser utilizada como adubo orgânico e na composição de substratos, reduzindo a importação desses insumos em estabelecimentos de produção de mudas.

3. QUAIS AS VANTAGENS?

Com a produção de biofertilizante líquido, a partir de resíduos agroindustriais, poderá reduzir a dependência da agricultura por insumos importados, escassos devido as interrupções na cadeia de suprimentos causadas pela pandemia da Covid-19 e, mais recentemente, devido a guerra entre Rússia e Ucrânia (Hassen & Bilali, 2022). Poderá vir a ser uma alternativa aos sistemas sustentáveis de produção (Agroecológico e Orgânicos), os quais não dependem de insumos sintéticos. Além desses aspectos, os biofertilizantes poderão reduzir os problemas ambientais associados, além de agregar valor aos produtos, gerar emprego e renda, podendo aumentar a vida útil dos aterros e ainda, reduzir custos para as prefeituras.

4. COMO FAZER?

4.1 ATENÇÃO

Equipamentos de proteção individual (luvas, máscaras) deverão ser utilizados em todo o processo, para evitar o contato com os compostos, pois sendo ricos em ácidos orgânicos, podem gerar irritação na pele e desconforto ao inalar.

4.2 PREPARO DA COMPOSTEIRA

Neste Manual, utilizou-se caixas d'águas de 1000 L com tampa (para evitar água da chuva), com torneira acoplada na base (Figura 1A). Para facilitar a coleta do chorume e evitar entupimentos da torneira, colocou-se um cano de 100 mm com tela na parte superior (Figura 1B), dentro da caixa d'água.

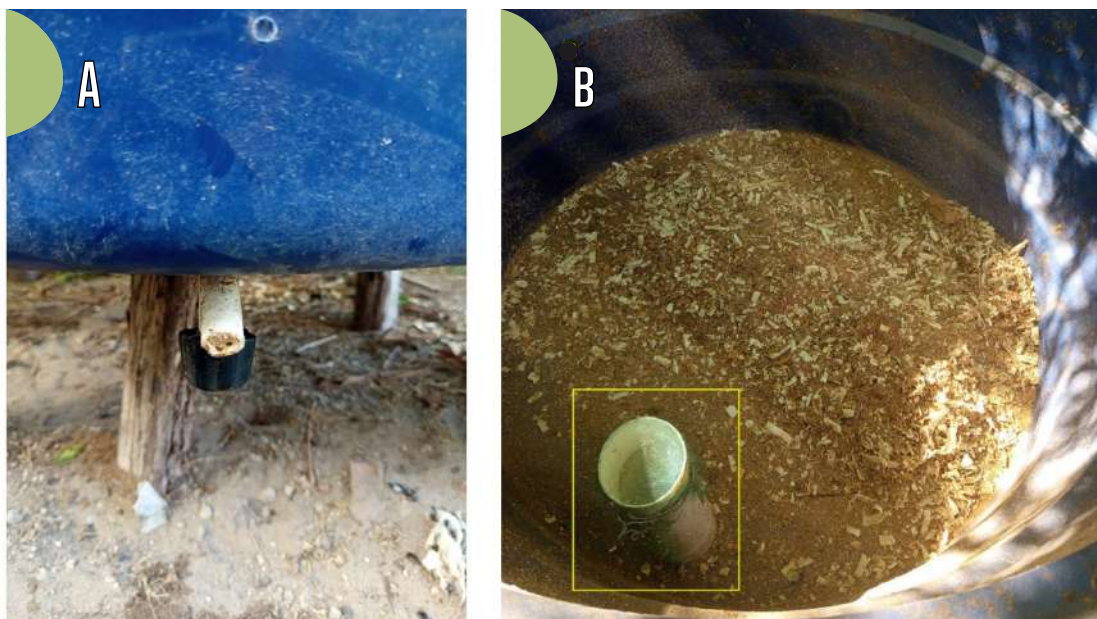


Figura 1. Disposição da torneira, para coleta do chorume (A) e disposição do cano com tela para evitar entupimento (B).

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Recomenda-se que as composteiras estejam suspensas, com uma leve inclinação no sentido da torneira, para facilitar a coleta do chorume (Figura 1A; Figura 3B).

4.3. PREPARO DO COMPOSTO

Para a produção do composto orgânico, utilizou-se resíduos de graviola (sementes, cascas, fibras e bagaço) os quais foram dispostos em camadas alternadas com serragem, na proporção de 1:1 (v:v) (Figura 2A, Figura 2B) (*usar máscara e luvas*). Recomenda-se adicionar material humificado (material já compostado ou camada superficial de mata nativa) como forma de inocular fungos e bactérias decompositores (Figura 2C), para acelerar o processo.



Figura 2. Camadas alternadas de serragem (A) e resíduo da graviola (B), e material compostado para inoculação (C).

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Após o completo preenchimento da caixa d'água, cobre-se todo o composto com serragem (Figura 3A) e finaliza com o fechamento da caixa com a tampa (Figura 3B), para evitar a presença de insetos, que são atraídos pelo cheiro da fruta, além de evitar a água da chuva.



Figura 3. Cobertura do composto com serragem (A) e cobertura da caixa com tampa (B).

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Semanalmente o composto precisa ser revolvido, com auxílio de uma enxada (Figura 4A), com cuidado para não danificar a caixa d'água, para que promova a oxigenação no interior do composto, além de impedir que a temperatura ultrapasse o limite máximo de 70°C. Do mesmo modo, o chorume deverá ser recolhido (*usar máscara e luvas*) e armazenado em bombonas abertas, em local ventilado (Figuras 4B e 4C), para que ocorra a decomposição dos resíduos orgânicos diluídos. Estas práticas evitarão que ocorra a decomposição anaeróbica, responsável pelo mau cheiro e a presença de larvas no composto, além de reduzir a qualidade final dos produtos.



Figura 4. Prática de revolvimento da composteira (A), coleta do chorume (B) e armazenamento (C).
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Após, aproximadamente, 60 dias após o fechamento da composteira, os resíduos já estarão compostados. Porém, será observado que as sementes estarão intactas (Figura 5A). Por esta razão, torna-se necessário que o composto seja seco ao sol e triturado em máquina forrageira ou moinho martelo (Figura 5B), com peneira de 5,0 mm (*usar máscaras e luvas*), para expor o conteúdo interno das sementes, não acessados pelos microrganismos. Em seguida, todo material é levado a composteira, para um novo período de compostagem, período que leva, aproximadamente, 30 dias. É possível que sementes de menor tamanho, como a da goiaba, não necessite dessa etapa.



Figura 5. Composto após 60 dias, com a presença de sementes intactas (A) e trituração do composto seco (B).
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

4.4. PRODUTOS DA COMPOSTAGEM

Aproximadamente 90 dias de compostagem, são obtidos o húmus (Figura 6A) e o chorume (Figura 6B), biofertilizantes estabilizados que poderão ser utilizados em práticas agrícolas.



Figura 6. Biofertilizantes sólido (húmus, A) e líquido (chorume, B) obtidos da compostagem de resíduo da graviola.
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

4.5 USOS DOS BIOFERTILIZANTES

4.5.1 BIOFERTILIZANTE SÓLIDO

O húmus apresenta propriedades organominerais (Silva *et al.*, 2025) que conferem a propriedade de biofertilizante que poderá atuar como adubo ou condicionador do solo, aumentando os estoques de carbono, com reflexos nas propriedades químicas, físicas e biológicas. Outra possibilidade é explorar a produção de substrato, podendo ser comercializado, segundo a IN nº 25/2009, gerando emprego e renda, além de contribuir com a preservação de recursos naturais (turfa, fertilizantes minerais), ao transformar materiais descartáveis e poluentes em co-produtos de valor agregado (Silva *et al.*, 2022).

Sabe-se que o Estado de Alagoas não tem registrada nenhuma empresa ligada a produção de substratos orgânicos para produção de mudas. Portanto, considerando que as agroindústrias produzem grandes volumes de resíduos orgânicos, com periodicidades, permitirá a produção de composto em volume para fomentar o registro de patente e a comercialização, permitindo a redução de custos com este insumo, principalmente com frete dos substratos importados.

Diferentes concentrações de substratos contendo composto da graviola como principal matéria prima foram testadas (Figura 6), em que pôde-se observar efeito positivo sobre o índice de qualidade da muda (dados não publicados), indicando que o composto apresenta propriedades organomineral, promovendo crescimento radicular, parte aérea e formação de torrão, apresentando potencial para produção de substratos para mudas.



Figura 6. Composição de substratos na cultura do pepino: A a E) diferentes substratos com composto da graviola; F) substrato comercial Carolina Soil®.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Após o processo de compostagem, o húmus poderá ser e utilizado na produção de húmus de minhoca, considerando a ausência de compostos tóxicos, promovendo aumento na qualidade nutricional do produto final.

4.5.2 BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO

O chorume obtido durante o processo de compostagem apresenta propriedades organominerais, como a presença de substâncias húmicas e hormonais (Silva *et al.*, 2025) capazes de controlar uma série de processos metabólicos nas plantas, incluindo a absorção de nutrientes (Čabilovski *et al.*, 2023).

A aplicação de diferentes concentrações de chorume sobre o desempenho da alface cv. Veneranda (Figura 7), conduzidas em condições de campo indicaram efeito positivo do chorume sobre a altura da planta, número de folhas, área foliar, teores de clorofila A, B e total, massas secas da parte aérea, das raízes e sobre a produtividade (dados não publicados), indicando que este bioinsumo tem potencial para uso na horticultura.



Figura 7. Avaliação preliminar de concentrações de chorume sobre alface (30 dias após o plantio): A) sem chorume; B) 40% de chorume diluído em água.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A legislação brasileira (IN nº 25/2020) classifica o chorume como bioinsumo (biofertilizante), pois apresenta compostos bioativos capazes de promover respostas em plantas e microorganismos (MAPA, 2020). A partir do Programa Nacional de Bioinsumos (Decreto nº 10.375/2020) e de linhas de crédito (Plano Safra e BNDES AGRO), é prevista a produção e comercialização, desde que atendidas a legislação de rotulação (IN nº 61/2020) e do enquadramento da empresa como produtora e comercializadora do bioinsumo (Decreto nº 4.954/2004). Portanto, trata-se de um bioinsumo que potencial para uso agrícola, podendo vir a ser usado em aplicações foliares (diluído em água), na fertirrigação ou em sistemas hidropônicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos sólidos orgânicos consistem em problema em nível global, considerando os grandes volumes gerados diariamente e as poucas iniciativas para reduzir, tanto sua produção quanto seu uso em processos produtivos.

Neste Manual, buscou-se apresentar a compostagem como alternativa ao descarte de resíduos da agroindústria da polpa de fruta, tomando como referência a graviola. Trata-se de uma tecnologia de baixo custo de implementação, amparada nos conceitos da Economia Circular, que recomenda a reciclagem dos resíduos, a partir da produção de novos produtos e da agregação de valor a materiais com alto potencial de poluição.

Os biofertilizantes sólido e líquido poderão ser utilizados como insumos agrícolas, considerando suas propriedades organominerais. O húmus poderá ser aplicado diretamente no solo, na adubação (fundação ou cobertura) ou como condicionador do solo (atuando nos estoques de carbono), mas também, poderá ser empregado na produção de substratos para produção de mudas. Do mesmo modo, o chorume poderá ser empregado em adubações foliares, em sistemas de fertirrigação ou hidroponia.

A adoção da compostagem como alternativa ao descarte, em agroindústrias de polpa de frutas poderá vir a ser um nicho de negócio sustentável, que apresenta demanda do setor produtivo, podendo desenvolver a região, gerando emprego e renda, além de reduzir custos, atuando de forma direta na mitigação de impactos sociais, econômicos e ambientais.

6. REFERÊNCIAS

ČABILOVSKI, R.; MANOJLOVIĆ, M.S.; POPOVIĆ, B.M.; RADOJČIN, M.T.; MAGAZIN, N.; PETKOVIĆ, K.; KOVAČEVIĆ, D.; LAKIĆEVIĆ, M.D. Vermicompost and vermicompost leachate application in strawberry production: impact on yield and fruit quality. **Horticulturae**, v. 9, n. 3, p. 1-12, 2023. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030337>.

COELHO, A.F.F.; VILHENA, A.C.S.; TAVARES, B.P.; ALMEIDA, M.R. A compostagem como prática de educação ambiental e inovação social. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 92-109, 2022. <https://doi.org/10.34024/revbea.2022.v17.13357>.

COSTA NETA, C.M.; MARTINS, A.K.V.; AMORIM, D.J. Perdas pós-colheita e destinação final de frutas em segmentos comerciais de Teresina (PI). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 3, p. 440-453, 2020. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0034>.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ciência que transforma: Agroindústria**. 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/agroindustria>>. Acesso em: 14 Fev. 2025.

HASSEN, T. B.; BILALI, H. E. Impacts of the Russia-Ukraine war on global food security: Towards More Sustainable and Resilient Food Systems? **Foods**, v. 11, n. 15, e2301, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11152301>.

IRAVANIAN, A.; RAVARI, S.O. Types of contamination in landfills and effects on the environment: a review study. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 614, p. e012083, 2020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012083>.

KAMARUDDIN, M.A.; NORASHIDDIN, F.A.; YUSOFF, M.S.; HANIF, M.H.M.; WANG, L.K.; WANG, H.S. Sanitary landfill operation and management. **Solid Waste Engineering and Management**, v. 23, p. 525-575, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-84180-5_8.

LEVY, R.B.; ANDRADE, G.C.; CRUZ, G.L.; RAUBER, F.; LOUZADA, M.L.C.; CLARO, R.M.; MONTEIRO, C.A. Três décadas da disponibilidade domiciliar de alimentos segundo a NOVA – Brasil, 1987–2018. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, n. 8, p. 1-20, 2022. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056004570>.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 25/2009**. 2009. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229186>>. Acesso em: 14 Abr. 2025.

MIDR: Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional. **Manejo de Resíduos Sólidos no Brasil**. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel/rs>>. Acesso em: 02 Fev. 2025.

MMA: Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2022. 209p.

MOROZESK, M.; BONOMO, M.M.; SOUZA, I.C.; ROCHA, L.D.; DUARTE, I.D.; MARTINS, I.O.; DOBBSS, L.B.; CARNEIRO, M.T.W.D.; FERNANDES, M.N.; MTSUMOTO, S.T. Effects of humic acids from landfill leachate on plants: An integrated approach using chemical, biochemical and cytogenetic analysis. **Chemosphere**, v. 118, p. 309-317 2017. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.06.007>.

NASCIMENTO FILHO, W.B.; FRANCO, C.R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150116>.

SILVA, A.D.; DANTAS, A.C.; OLIVEIRA, E.F.; BRITO, K.S.; CAVALCANTE, M. Caracterização e avaliação do chorume do resíduo da graviola na produção do milho verde. **Caderno Pedagógico**, v. 22, p. 1-17, 2025. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n7-082>.

SILVA, J.LT.; CAVALCANTE, M.; BARROS, J.A.S.; COSTA, J.G.; SANTOS, M.A.L. Technical feasibility of the use of sludge from the water treatment plant in lettuce production. **Comunicata Scientiae**, v. 13, p. e3886, 2022. <https://doi.org/10.14295/CS.v14.3886>.

SILVA, L.G.F.; SALES, R.A.; ROSSINI, F.P.; VITÓRIA, Y.T.; BERILLI, S.S. Emergência e desenvolvimento de plântulas de maracujá-amarelo em diferentes substratos. **Energia na Agricultura**, v. 34, n. 1, p. 18-27, 2019. <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2019v34n1p18-27>.

