

DESENVOLVIMENTO DE FERTILIZANTE A PARTIR DA URINA HUMANA — FASE II: VALIDAÇÃO DO PRODUTO

SANTOS, Maria Clara Silveira, Colégio Professor Roberto Herbster Gusmão,
maria.santos@colegiogusmao.g12.br

RIBEIRO, Ana Beatriz Alves França, Colégio Professor Roberto Herbster Gusmão,
ana.ribeiro@colegiogusmao.g12.br

FALCÃO, Luísa Vasconcelos, Colégio Professor Roberto Herbster Gusmão,
luisa.falcao@colegiogusmao.g12.br

MOTA, Maria Eduarda Muniz, Colégio Professor Roberto Herbster Gusmão,
maria.mota@colegiogusmao.g12.br

SOUSA, Clenice Flores de, Colégio Professor Roberto Herbster Gusmão,
clenice.sousa@fahz.com.br

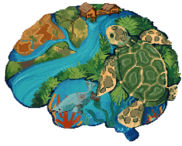
MOREIRA, Fernando Augusto, Colégio Professor Roberto Herbster Gusmão,
fernando.moreira@fahz.com.br

Categoria: D

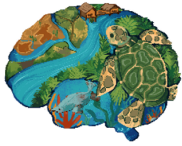
Palavras-chave: Fósforo. Adsorção. Precipitação. Biotecnologia.

Resumo expandido

O Brasil é destaque na produção agrícola mundial, abastecendo mercados interno e externo (FAO, 2023). O aumento da produtividade depende do uso de fertilizantes, que fornecem nitrogênio, fósforo e potássio e mantêm a fertilidade do solo. Contudo, o país importa grande parte desses insumos, por exemplo, 73,8% dos fosfatados (FAOSTAT, 2023), tornando-se vulnerável a riscos econômicos e geopolíticos e limitando sua autonomia. Para reduzir essa dependência, políticas como o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF-2050) buscam ampliar a produção interna e incentivar tecnologias inovadoras (Brasil, 2022), e, paralelamente, o III Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Plansan 2025–2027) prevê acesso a alimentos seguros e práticas agrícolas sustentáveis (Brasil, 2025). Nesse contexto, a recuperação de nutrientes de efluentes surge como alternativa estratégica. Cada litro de urina humana contém, em média, 300 mg de fósforo (MENDES, 2019), que, sem tratamento, contribui para a eutrofização de rios e lagos, prejudicando a biodiversidade e elevando os custos de tratamento da água. Adequadamente tratada, a urina pode se tornar fertilizante, permitindo reduzir a poluição hídrica e substituir parte dos insumos importados, fortalecendo a economia circular.



Este estudo avalia a eficácia e segurança de fertilizante derivado da urina humana, alinhando-se a políticas públicas nacionais e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, em especial o ODS 2: Fome Zero, o ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis e o ODS 12: Consumo e Produção Responsáveis. Diante da proposta, a precipitação do fósforo presente na urina foi efetuada com 2 mL de cloreto de cálcio dihidratado 0,1 mol/L para cada 50 mL de amostra em pH 9 — ajustado com hidróxido de sódio 0,1 mol/L. O sólido retido em papel de filtro faixa preta foi seco a 100 °C na estufa e pesado em balança analítica. Com o fito de quantificar o fósforo no fertilizante fosfato de cálcio, é necessária a curva de varredura no espectrofotômetro usando KH_2PO_4 . Para tal, foram produzidas seis amostras, de 50 mL, com concentrações de 0 a 0,5 mg/L utilizando o dihidrogenofosfato de potássio (219,5 mg/L) e água destilada. O reagente para coloração foi composto por 5 mL de ácido sulfúrico 5 N, 0,5 mL de solução de tartarato de antimônio e potássio (2,743 g/L de $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O} \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), 1,5 mL de solução de molibdato de amônio (40 g/L de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) e 3 mL de ácido ascórbico (17,6 g/L). Após a adição e mistura de cada reagente, na respectiva ordem — estáveis por até 4 horas —, foi acrescentada uma gota de fenolftaleína. Assim, com o comprimento de onda ideal definido, analisou-se a amostra contendo o fertilizante sólido (0,02 g/L), utilizando os mesmos reagentes e quantidades previamente descritas. Nesse viés, a síntese do fertilizante ocorreu em 630 mL de urina, com 25 mL de cloreto de cálcio dihidratado 0,1 mol/L, hidróxido de sódio 0,1 mol/L para ajuste de pH — resultados experimentais indicaram que a formação do sólido ocorre pelo aumento da turbidez, favorecida em $\text{pH } 9,03 \pm 0,47$ (CV 5,21%) — e 2 mL de solução de polieletrólito aniônico 0,1% para formar aglomerados maiores do sólido floculado. A gravimetria realizada posteriormente, indicou concentração de fósforo de $553,87 \pm 7,2$ mg/L (CV 1,3%). No espectrofotômetro, a quantificação constatou o comprimento de onda ideal de 880 nm (Standard Methods, 23rd ed.). A curva de calibração utilizou as seis amostras padrão de 50 mL supracitadas, além de uma amostra do fertilizante (0,02 g/L). Conforme indicado pelos resultados, observa-se uma concentração de fosfato de 0,9 mg/L no fertilizante produzido. Logo, a produção de fertilizante de fósforo a



partir da urina humana surge como alternativa viável e de baixo custo para suprir demandas nutricionais em cenários de escassez de matéria-prima. Para validar o material, serão realizados ensaios de eficiência agrônômica, análise da água tratada, estudo de viabilidade econômica da produção de fosfato de cálcio e quantificação final do fósforo, visando confirmar sua aplicabilidade prática com sustentabilidade, segurança e viabilidade econômica.

Referências

World food and agriculture — statistical yearbook 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT), 29/9/2023. Acesso: 6/9/2025.

Plano Nacional de Fertilizantes. (s. d.). Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Recuperado em 7/9/2025. Acesso: 6/9/2025.

III Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional é aprovado. (2025, fevereiro 20). Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. Acesso: 6/9/2025.

MENDES, Josiane Nunes. **Recuperação de nutrientes da urina humana por precipitação de estruvita.** 2019.

APHA (2017). Standard Methods for the **Examination of Water and Wastewater** (23rd ed.). Washington DC: American Public Health Association.