

## RECUPERAÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO POR PRECIPITAÇÃO DE ESTRUVITA A PARTIR DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA SUINOCULTURA

**Heloise Alievi Haefliger<sup>1</sup>, Rúbia Mores<sup>2</sup>, Caio de Teves Inácio<sup>3</sup>,  
Fabiane Goldschmidt Antes<sup>4</sup> e Airton Kunz<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Graduanda em Agronomia pela Universidade Norte do Paraná, Campus Concórdia, Estagiária da Embrapa Suínos e Aves, Bolsista CNPQ/TI – Nível A, [alieviheloise@gmail.com](mailto:alieviheloise@gmail.com)

<sup>2</sup>Docente da Universidade do Contestado – UNC, Campus Concórdia

<sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Agrobiologia

<sup>4</sup>Analista da Embrapa Suínos e Aves

<sup>5</sup>Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves

**Palavras-chave:** nutrientes, sustentabilidade, fertilizante.

### INTRODUÇÃO

A necessidade de produzir mais alimentos de forma sustentável através da intensificação da agricultura em escala global (1) está acompanhada de desafios, como a mineração excessiva e as altas taxas de remoção de nutrientes do solo (2). Quando os solos são deficientes em nutrientes, como o fósforo e nitrogênio, a produção de alimentos é limitada, a menos que este nutriente seja adicionado sob forma alternativa. Para evitar escassez futura, técnicas sustentáveis de recuperação e reciclagem de nutrientes são necessárias para recuperar fósforo e nitrogênio. Uma abordagem possível é a precipitação de estruvita, também conhecida como fosfato de magnésio e amônio hexahidratado ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ). Sua cristalização pode ser a partir de digestato proveniente da digestão anaeróbica de resíduos da suinocultura, que possuem altas concentrações de nitrogênio amoniacal e íons de fosfato, adicionando magnésio de baixo grau para atingir as proporções ideais dos íons e aumentar o rendimento de produção da estruvita. Este precipitado, devido às suas características químicas, se torna um valioso fertilizante multinutrientes de liberação lenta, ideal para o crescimento das plantas. Por estas razões, a tecnologia de precipitação de estruvita tem avançado constantemente em vários aspectos do processo (3). Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de uma fonte alternativa de magnésio quanto à eficiência de remoção de fósforo e nitrogênio e os parâmetros operacionais pH e agitação.

### MATERIAL E MÉTODOS

A água residuária da suinocultura utilizada foi coletada na saída do Biodigestor de Lagoa Coberta (BLC), instalado no sistema de tratamento de dejetos suínos SISTRATES®, implantado em uma granja localizada em Videira, Santa Catarina - Brasil ( $27^{\circ}02'38.8''S$   $51^{\circ}05'35.7''W$ ). Os experimentos foram realizados em batelada, em sistemas cilíndricos com volume útil de 1 L. O ácido sulfúrico  $4 \text{ mol L}^{-1}$  foi utilizado para a acidificação do digestato. Após a acidificação adicionou-se  $32 \text{ mg L}^{-1}$  de magnésio extraído de uma rocha ígnea plutônica (a extração foi feita com  $H_2SO_4$   $4 \text{ mol L}^{-1}$ , sob agitação por uma hora). Para a produção de estruvita, os valores de pH ajustados foram de 7,5 e 9,5 e agitações de 45 e 135 rpm, conforme apresentado na Tabela 1. O tempo reacional foi de 10 minutos e em seguida as amostras foram transferidas para um cone de imhoff para decantação por 24 horas. As análises realizadas no sobrenadante foram magnésio (Mg), amônio ( $N-NH_4^+$ ), fósforo total ( $P_{total}$ ), Cálcio (Ca) e sólidos sedimentáveis (SS). As determinações analíticas foram realizadas de acordo American Public Health Association (APHA, 2012) e AOAC 975.03 descrito pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995), e seguindo a recomendação dos fabricantes dos equipamentos analíticos. Previamente a realização dos experimentos, foi feita uma caracterização da amostra de água residuária e estes resultados foram usados no cálculo da eficiência de remoção dos elementos da amostra (Tabela 1).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresenta-se as propriedades físico-químicas da água residuária da saída do BLC ( $N-NH_4^+$   $654,9 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $P_{total}$   $107,1 \text{ mg L}^{-1}$ , Mg  $147,65 \text{ mg L}^{-1}$  e Ca  $279,5 \text{ mg L}^{-1}$ ) e os resultados de remoção para as diferentes condições operacionais de agitação, pH e concentração de Mg. Os resultados obtidos para  $P_{total}$  foram abaixo de 44% em pH 7,5 e para o pH 9,5 a remoção foi de 98%, independente da velocidade de agitação. Em relação a remoção de Ca nas condições operacionais de pH 7,5 ficaram abaixo de 12% e para o pH 9,5 ficaram próximas de 75%, independente da agitação. Em relação a remoção de  $N-NH_4^+$ , independente da condição operacional, a remoção variou de 36 a 38%. O Mg apresentou remoções de 21% e 22% em pH 7,5 e remoções de 44% e 37% para o pH 9,5. Os resultados indicam que a eficiência de remoção por processo de precipitação apresentou diferentes caminhos ao observar as remoções de Mg, Ca e  $P_{total}$ . Teoricamente, nas condições operacionais 3 e 4, que foram conduzidos em pH 9,5, a remoção de Ca e Mg é maior, indicando a possibilidade de formação de outras espécies químicas além da estruvita, como o fosfato de cálcio e hidróxido de magnésio, indicando uma diminuição da pureza da estruvita. A presença de íons diferentes na água residuária afetam a dinâmica das interações químicas e a formação das estruturas cristalinas da estruvita (Tansel et al. 2018). Com relação aos sólidos sedimentáveis, o pH também exerceu maior influência no processo de geração de lodo, onde o pH 9,5 gerou maior volume ( $200 - 252 \text{ mL L}^{-1}$ ) em relação ao pH 7,5 ( $50-63 \text{ mL L}^{-1}$ ). Desta maneira, os experimentos realizados com a adição de Mg extraído de uma fonte alternativa são controlados pela variável pH.

### CONCLUSÕES

Neste estudo, a estruvita foi precipitada a partir de águas residuária de suínos em diferentes condições de pH e agitação. A recuperação de Mg e  $P_{total}$  foi potencializada com o aumento do pH independente da velocidade de agitação. A remoção dos nutrientes foi potencializada pelo emprego da adição de Mg extraído de uma fonte alternativa. Este estudo contribuiu para o processo de reciclagem de nutrientes, tornando-se uma alternativa para a produção de estruvita a partir de digestato.

### REFERÊNCIAS

1. ONU - Organização das Nações Unidas. **População mundial atinge 8 bilhões de pessoas**. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2022/11/1805342>>. Acesso em: 25 jun.2024.
2. JONES, R.; OUGHAM, H.; THOMAS, H.; WAALAND, S. **The molecular life of plants**. John Wiley& Sons, 2013.
3. BOLZONELLA, D. et al. Nutrients recovery from anaerobic digestate of agro-waste: Techno-economic assessment of full scale applications. **Journal of environmental management**, v. 216, p. 111-119, 2018.

**Tabela 1 – Resultados de remoção para amônia ( $NH_3$ ), fósforo total ( $P_{total}$ ), Cálcio (Ca) e sólidos sedimentáveis (SS)**

Condições Operacionais				Resultados				
	Agitação (rpm)	pH	Mg (mg/L)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (%)	P <sub>total</sub> (%)	Mg (%)	Ca (%)	SS (mL L <sup>-1</sup> )
1	45	7,5	32	36	42	21	12	50
2	135	7,5	32	36	44	23	9	63
3	45	9,5	32	36	98	44	75	200
4	135	9,5	32	38	98	37	76	250