

## CENTRIFUGAÇÃO: UMA ALTERNATIVA DE PRÉ-TRATAMENTO PARA DIGESTATO?

ANGÉLICA CHINI<sup>1</sup>, CAMILA ESTER HOLLAS<sup>2</sup>, ALICE BOLSAN<sup>3</sup>, HELEN TREICHEL<sup>4</sup>, AIRTON KUNZ<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – PGEAGRI, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. angechini@gmail.com

<sup>2</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – PGEAGRI, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. camila.hollas@gmail.com

<sup>3</sup> Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC. alice.bolsan@hotmail.com

<sup>4</sup> Departamento de Ciências e Tecnologias Ambientais, Universidade Fronteira Sul – UFFS. helentreichel@gmail.com

<sup>5</sup> Embrapa Suínos e Aves. Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – UNIOESTE. airton.kunz@embrapa.br

Apresentado no  
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

**RESUMO:** A digestão anaeróbia (DA) é uma tecnologia que converte a matéria orgânica em energia, resultando um digestato rico em nutrientes, alta concentração de nitrogênio, sólidos e carbono não digerido, os quais podem limitar aplicação direta no solo. Uma tecnologia para tratar esse resíduo é a desamonificação. No entanto, para viabilizar o uso do digestato neste processo, é necessário um pré-tratamento para remover sólidos e carbono, realizado por meio da SSL. Com isso, o objetivo foi estudar os efeitos da centrifugação no digestato, para futuro tratamento com desamonificação. Os testes de centrifugação foram realizados em sete experimentos de acordo com o planejamento experimental fatorial 2<sup>2</sup>, quais foram alterados: tempo de centrifugação ( $C_{tempo}$ ) (10,20,30 minutos) e força gravitacional ( $g_{força}$ ) (250g 1400g e 2900g). O desempenho dos testes foi avaliado pela variação das concentrações dos parâmetros: C, P, NTK, NAT, ST e SV. A eficiência de remoção foi superior à medida que o  $C_{tempo}$  e  $g_{força}$  foram aumentados. A centrifugação apresentou eficiência de 78% e 75% na remoção de carbono e sólidos, respectivamente. O estudo mostrou a possibilidade de aplicar centrifugação como pré-tratamento de digestato para o processo de desamonificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** carbono, separação sólido-líquido, sólidos.

## CENTRIFUGATION: IS IT AN ALTERNATIVE TO PRE-TREATMENT THE DIGESTATE?

**ABSTRACT:** Anaerobic digestion (AD) is a technology that convert organic matter into energy, resulting a digestate with high concentration of nitrogen, solids and undigested carbon, which can limit direct application in soil. One technology to treat this residue is deammonification process. However, to enable the digestate use in this process its necessary a pre-treatment to remove solids and carbon that can be done through SLS. Therefore, the objective was to study the centrifugation effects in the digestate for future treatment by deammonification. The centrifugation tests were performed in seven experiments according to experimental design 2<sup>2</sup>, which were changed: centrifugation time ( $C_{time}$ ) (10, 20 and 30minutes) and gravitational force ( $g_{force}$ ) (250g, 1400g and 2900g). The tests performance were evaluated by the variation of the parameters concentrations: C, P, TKN, TAN, TS, VS, and FS. The removal efficiency was higher as  $C_{time}$  and  $g_{force}$  were increased. The centrifugation presented efficiency of 78% and 75% in removal of carbon and solids,

respectively. The study showed possibility of applying centrifugation as a pre-treatment of digestate to deammonification process.

**KEYWORDS:** carbon, solid-liquid separation, solids.

## INTRODUÇÃO

A digestão anaeróbia (DA) é uma tecnologia que possibilita a conversão de matéria orgânica em energia, reduzindo as emissões gasosas e substituindo o uso de combustíveis fósseis (Cestonaro do Amaral *et al.*, 2016). O modelo de biodigestor chamado de CSTR (do inglês *continuous stirred-tank reactor*) é adequado para digerir altas concentrações de sólidos (Cestonaro do Amaral *et al.*, 2016; Tampio, Salo e Rintala, 2016). Além do biogás, a DA gera um digestato rico em nutrientes, alta concentração de amônio, sólidos e outros compostos (Jørgensen e Jensen, 2009).

Apesar das vantagens da DA, o aumento da produção de biogás concentrado em pequenas áreas pode gerar uma quantidade elevada de efluente digerido, tornando-se superior ao requerido para fertilização (Soler-Cabezas *et al.*, 2018). O transporte deste digestato para regiões com deficiência de nutrientes muitas vezes não é atraente devido aos custos inerentes, os quais poderiam ser reduzidos pela separação em uma fração sólida e outra líquida. Com isto, os processos de separação sólido-líquido (SSL) ganharam destaque (Jørgensen e Jensen, 2009; Tambone *et al.*, 2017).

A fração líquida contém baixo potencial de biogás, mas alta concentração de nitrogênio total e amoniacal (Törnwall *et al.*, 2017), quando possível pode ser usada na fertirrigação, caso contrário necessita de um processo de pós-tratamento, para reduzir o potencial poluidor deste resíduo. Uma das possibilidades para remoção de nitrogênio é o processo de desamonificação (Chini *et al.*, 2016), a aplicação deste para o tratamento de digestato após um processo de SSL é uma alternativa promissora (Sheets *et al.*, 2015).

No entanto, ainda há poucos estudos que investigam o uso da centrifugação na SSL de digestato, a fim de possibilitar a remoção do nitrogênio. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da centrifugação no digestato de um CSTR.

## MATERIAL E MÉTODOS

O digestato foi coletado em um CSTR operando em condição mesofílica (37° C), tratando resíduos sólidos de um sistema de tratamento de suínos em uma granja em Videira, Santa Catarina, Brasil (27°02'38.8 "S 51°05'35.7" W). Os testes de centrifugação foram realizados no laboratório da Embrapa Suínos e Aves (Santa Catarina, Brasil) utilizando uma centrífuga (modelo Sigma 4-16K) com tubos de 250 mL.

Para a avaliação do processo de SSL foi aplicado delineamento experimental para estabelecer a melhor condição de centrifugação. Foi selecionado um desenho central rotativo composto (CCRD) 2<sup>2</sup> para avaliar o tempo de centrifugação ( $C_{tempo}$ ) (5, 9, 10, 20, 30 e 34 minutos) e força gravitacional ( $g_{força}$ ) (80, 250, 1400, 2900 e 3800 g). O desempenho das condições de centrifugação foi avaliado por meio dos seguintes parâmetros físico-químicos (realizados em triplicata): carbono total (C), fósforo (P), nitrogênio total kjeldahl (NTK), nitrogênio amoniacal total (NAT), sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV) e pH (Rice *et al.*, 2017).

Os dados experimentais foram avaliados pelo software Statistica 5.0 da StatSoft, com um nível de confiança de 95%. A significância estatística dos modelos foi justificada pela análise de variância (ANOVA) para o modelo polinomial com nível de significância de 95%, e a veracidade do modelo polinomial foi expressa pelo coeficiente de determinação  $R^2$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

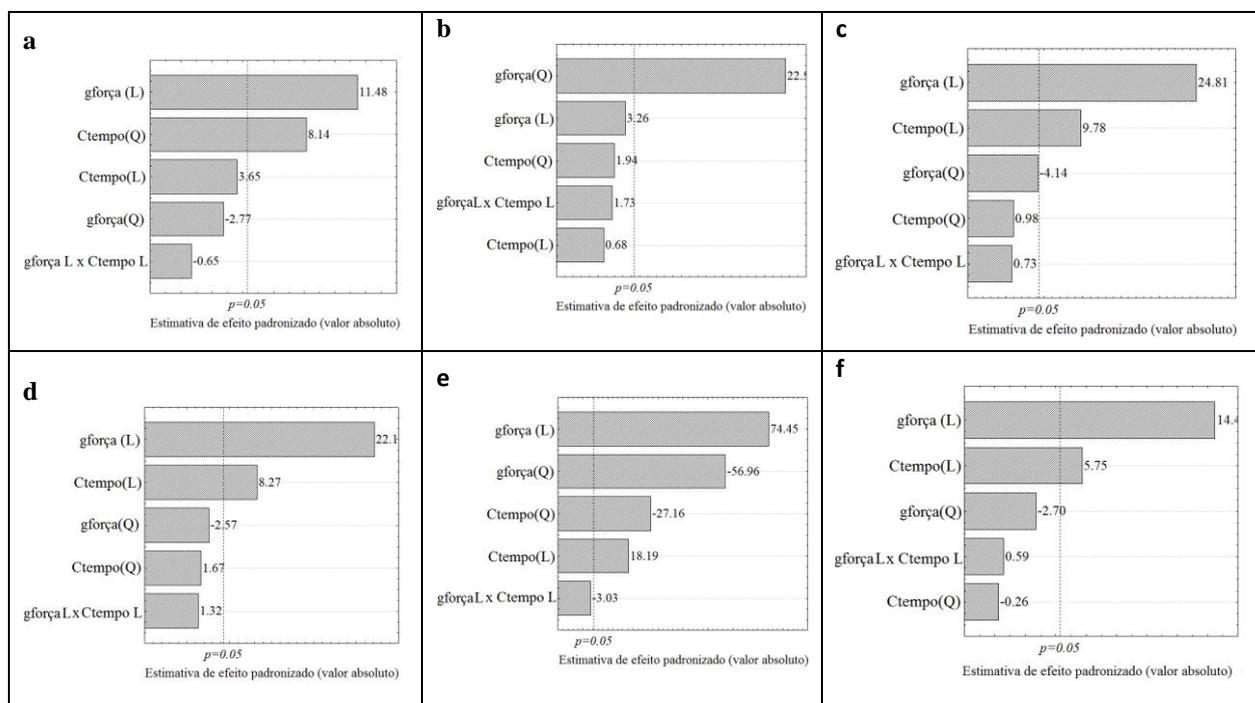
As formas de nitrogenadas (NAT e NTK) apresentaram diferentes eficiências de remoção, que variaram de 11% a 26% para o NAT e 18% a 36% para o NTK. A melhor condição de remoção de NAT (26% de eficiência) foi no ponto axial onde a variável  $g_{força}$  atingiu 3800 g, já a melhor condição de remoção de NTK (36% de eficiência) foi com  $g_{força}$  1400 g.

A eficiência total de remoção de sólidos variou de 60% a 83%, com eficiência máxima obtida aos 20 minutos com uma força gravitacional de 3800 g. A remoção da fração sólida antes do processo de tratamento biológico é uma questão importante, pois o mesmo pode danificar o sistema diminuindo a remoção de nitrogênio (Sheets *et al.*, 2015).

Em relação ao fósforo a eficiência de remoção apresentou variação de 83% a 95% independente da condição avaliada. Esta alta eficiência provavelmente ocorre através da adsorção de P na partícula sólida, principalmente no processo de remoção físico-química através da precipitação de fósforo (Fernandes *et al.*, 2012).

Para o carbono a eficiência de remoção em todos os testes variou de 56% até 90%, com remoção máxima aplicando força gravitacional de 3800 g a 20 minutos. A remoção de carbono é importante antes da remoção de nitrogênio por meio da desamonificação, uma vez que as bactérias desnitrificantes heterotróficas podem ser favorecidas suprimindo os microrganismos anammox, levando à falha do processo (Zhou *et al.*, 2018).

Para entender melhor o efeito das variáveis na Figura 1 são mostrados os diagramas de Pareto que ilustram graficamente os efeitos do tempo e da força gravitacional e suas interações durante os testes de centrifugação de digestato.



**Figura 1** - Gráfico de Pareto para remoção de NAT (a), NTK (b), ST (c), SV (d), P (e) e C (f) nos testes de centrifugação. A magnitude de cada efeito corresponde a  $p < 0,05$ .

O aumento da força gravitacional e do tempo afetou a eficiência de separação ( $p < 0,05$ ). A força gravitacional apresentou efeito positivo para todas as variáveis (NAT, NTK, ST, SV, P e C), ou seja, com o aumento da força exercida pela SSL em centrífuga há um favorecimento na SSL, aumentando a eficiência de remoção destas espécies químicas. O mesmo foi observado para o tempo, no qual o aumento do tempo de centrifugação favorece as eficiências de remoção. Somente para a variável dependente P o tempo demonstrou efeito negativo, o que pode ser atribuído à concentração relativamente baixa de fósforo no digestato em relação aos demais parâmetros avaliados.

A falta de interação entre as variáveis  $C_{tempo}$  e  $g_{força}$ , em relação ao parâmetro NAT, justifica-se devido o nitrogênio amoniacal ser uma espécie altamente solúvel. Esses dados são consistentes com a baixa eficiência na remoção de NAT, independentemente do tempo ou força gravitacional aplicados.

## CONCLUSÕES

O presente estudo revelou a possibilidade de aplicar o processo de separação sólido-líquido por meio da centrifugação para digestato possibilitando a redução do potencial poluidor de sólidos, carbono e fósforo. A eficiência máxima de centrifugação foi no tempo de 20 minutos e com a força gravitacional de 3800 g. Desta forma, a centrifugação é um processo adequado para ser utilizado como pré-tratamento para permitir posterior remoção de nitrogênio via desamonificação.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte via SISTRATES FUNTEC-BNDES, CNPq e CAPES.

## REFERÊNCIAS

- CESTONARO DO AMARAL, A. *et al.* Influence of solid-liquid separation strategy on biogas yield from a stratified swine production system. **Journal of Environmental Management**, v. 168, p. 229–235, 2016.
- CHINI, A. *et al.* Recirculation and Aeration Effects on Deammonification Activity. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 227, n. 2, 2016.
- FERNANDES, G. W. *et al.* Chemical phosphorus removal: A clean strategy for piggery wastewater management in Brazil. **Environmental Technology (United Kingdom)**, v. 33, n. 14, p. 1677–1683, 2012.
- JØRGENSEN, K.; JENSEN, L. S. Chemical and biochemical variation in animal manure solids separated using different commercial separation technologies. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 12, p. 3088–3096, 2009.
- LI, X. *et al.* Properties of plant nutrient: Comparison of two nutrient recovery techniques using liquid fraction of digestate from anaerobic digester treating pig manure. **Science of the Total Environment**, v. 544, p. 774–781, 2016.
- RICE, E. W. *et al.* **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. Washington: American Public Health Association, 2017.
- SHEETS, J. P. *et al.* Beyond land application: Emerging technologies for the treatment and reuse of anaerobically digested agricultural and food waste. **Waste Management**, v. 44, p. 94–115, 2015.
- SOLER-CABEZAS, J. L. *et al.* Simultaneous concentration of nutrients from anaerobically digested sludge centrate and pre-treatment of industrial effluents by forward osmosis. **Separation and Purification Technology**, v. 193, p. 289–296, 2018.
- TAMBONE, F. *et al.* Solid and liquid fractionation of digestate: Mass balance, chemical characterization, and agronomic and environmental value. **Bioresource Technology**, v. 243, n. July, p. 1251–1256, 2017.
- TAMPIO, E.; SALO, T.; RINTALA, J. Agronomic characteristics of five different urban waste digestates. **Journal of Environmental Management**, v. 169, p. 293–302, 15 mar. 2016.
- TÖRNWALL, E. *et al.* Post-treatment of biogas digestate-An evaluation of ammonium recovery, energy use and sanitation. **Energy Procedia**, v. 142, p. 957–963, 2017.
- ZHOU, X. *et al.* A novel single-stage process integrating simultaneous COD oxidation, partial nitrification-denitrification and anammox (SCONDA) for treating ammonia-rich organic wastewater. **Bioresource Technology**, v. 254, n. January, p. 50–55, 2018.