AVALIAÇÃO DA CARGA ORGÂNICA DE DEJETOS SUÍNOS EM DIFERENTES FASES DE PRODUÇÃO: ESTUDO EM ESCALA REAL

Clenoir SOARES[1], Reinaldo BARICCATTI[1], Jair SIQUEIRA[1], Luciene TOKURA[1], Gean PASQUALI[2], Marina SBARDELOTTO[2], Beatriz CERVINSKI[3], Juliano MURBACH[1], Victor PADILHA[1], Bruna DALAROSA[4]

[1]Departamento Acadêmico de Engenharias e Ciências Agrárias
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus* Cascavel
Cascavel - Paraná - Brasil

[2]Departamento Acadêmico de Engenharia Ambiental e Sanitária
Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Erechim
Erechim - Rio Grande do Sul - Brasil

[3]Departamento Acadêmico de Engenharia Química
Universidade Comunitária da Região de Chapecó – *Campus* Chapecó
Chapecó - Santa Catarina - Brasil

[4]Departamento Acadêmico de Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão - Paraná - Brasil

E-mails: clenoirsoares@gmail.com, reinaldo.baricciatti@unioeste.br, jair.siqueira@unioeste.br, lucienetokura@gmail.com, geandelise@uffs.edu.br, msbardelotto01@gmail.com, biacervinski@gmail.com, julianohuckmurbach@gmail.com, victorhugolpadilha@gmail.com, brunamadeydalarosa@hotmail.com.

Resumo: *A atividade de suinocultura tem grande representatividade na economia brasileira, decorrente dos avanços genéticos, tecnológicos e de manejo, o que possibilita o aumento da produção em áreas reduzidas e, por consequência, maior geração de efluentes que demandam de tratamento. Porém, as cargas orgânicas dos dejetos suínos em diferentes fases de produção interferem na segregação das fases e diretamente na produção de biogás. O manejo, o tempo de retenção hidráulica (TRH), a densidade, o pH e a demanda química de oxigênio (DQO), são indicadores que podem auxiliar na tomada de decisão para análise do potencial de produção de biogás, em edificações com e sem ambiente controlado de temperatura e com diferentes tempos de manejo nas calhas de arraste total dos dejetos. Com base neste cenário, o objetivo deste trabalho foi realizar a avaliação da carga orgânica de dejetos suínos em diferentes fases da produção, sendo um estudo em escala real em um ciclo produtivo composto por unidade de produção de leitões (UPL) e terminação com diferenças nas edificações e no manejo. A partir dos resultados obtidos percebe-se que o manejo dos dejetos, decorrente do tipo de edificação, influenciam nas características dos dejetos gerados e, por consequência, tem interferência na produção de biogás, em virtude do processamento inicial da biomassa ocorrer no interior das instalações tornando-a menos disponível para os microrganismos dos reatores.*

Palavras-chave: *Suinocultura; Efluentes suinícolas; Edificações de pocilgas.*

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem ocorrido um aumento mundial do consumo de carne, em consequência, a atividade de suinocultura teve crescimento expressivo. Conforme dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (2021), com a expectativa de produção da carne suína o país em 2021 alcançaria até 4,700 milhões de toneladas, volume este, 6% superior ao registrado em 2020 para o mesmo período, ou seja, com 4,436 milhões de toneladas.

Por consequência do crescimento da atividade, propiciou-se o surgimento de granjas altamente tecnificadas, que permitem o aumento da produção da proteína em áreas cada vez menores, entretanto estas mudanças concentram volumes crescentes de dejetos suínos, que além de emitirem gases como o CO_2, CH_4 e os gases nitrogenados (NH_4, N_2O e N_2), se não forem bem manejados ou tratados, podem promover alterações na qualidade dos recursos naturais como solo, água e ar (URBINATI; DUDA; OLIVEIRA, 2013).

Neste sentido, a preocupação com o meio ambiente tem feito com que cada vez mais seja introduzido tratamento de efluentes com biodigestores nas atividades agropecuárias, cuja técnica consiste em um processo natural e controlado, que ocorre na ausência de oxigênio, na qual microrganismos anaeróbios degradam a matéria orgânica, transformando-a, principalmente, em biogás e biofertilizante (ABREU, 2007; KLEINSTEUBER, 2014).

Sendo assim, em virtude da concentração de grandes volumes de dejetos advindos de edificações e formas de manejo distintos que causam assoreamento no sistema, constatou-se a necessidade de avaliar a carga orgânica de dejetos suínos em diferentes fases da produção, para propor-se um novo modelo de biodigestor que seja desenvolvido e adaptado para aumentar a eficiência do sistema.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme apresentado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2020), quando comparado apenas com armazenamento em esterqueira, uma lagoa que armazena o efluente de um biodigestor com o tempo de retenção hidráulica (TRH) de 30 dias, emite 84% menos gases de efeito estufa em potencial de aquecimento global.

Além disso, Perdomo, Oliveira e Kunz (2003) destacam que os biodigestores realizam a redução do poder poluente e do nível de patógenos presentes no dejeto, sendo

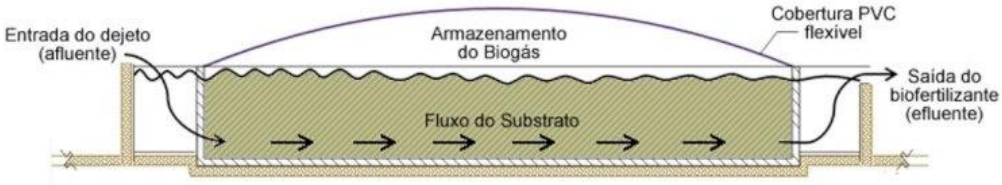
necessário menor tempo de retenção hidráulica e de área em relação a outros sistemas de tratamento.

Porém, de acordo com Kunz, Steinmetz e Amaral (2022), a falta do sistema de aquecimento de um biodigestor, tem implicações diretas na capacidade de geração de biogás e é bastante afetada em regiões com inverno mais rigoroso, pois ocasiona a variação da temperatura da biomassa em função da temperatura ambiente. Pelo regime hidráulico do reator e, geralmente, pela não utilização de um sistema de remoção de sólidos previamente instalado, haverá também uma tendência de acúmulo de lodo no fundo do tanque, criando a necessidade de descarte, que muitas vezes, é dificultado pelo desenho do biodigestor, o qual impede um descarte eficiente de sólidos.

Segundo Fernandes (2012) e Oliveira e Higarashi (2006), a manutenção da estabilidade da temperatura é muito importante para o processo, uma vez que a população microbiana responsável pela produção do gás CH_4 possui sensibilidade a variações da temperatura. Além disso, estes atores apontam que quando a temperatura da biomassa aumenta de 20°C para 35°C, tem-se um incremento na produção do biogás estimado em 30%, portanto, a temperatura é um parâmetro determinante para a bioconversão do material orgânico.

Para este estudo da avaliação da carga orgânica de dejetos suínos em diferentes fases de produção, o biorreator utilizado é o modelo fluxo pistão, também chamado de plug-flow, que é um reator de alimentação contínua caracterizado como uma lagoa retangular coberta. O modelo de reator fluxo pistão (Figura 1) permite que as partículas se locomovam na mesma sequência da direção em que elas entram no reator, o material novo adicionado ao tanque desloca o material mais antigo para o extremo oposto, fluindo como um pistão e teoricamente com a mínima dispersão longitudinal, permanecendo no tanque por um tempo suficiente para as partículas serem degradadas pelos microrganismos (LIMA, 2011).

Figura 1 - Biodigestor Modelo Fluxo Pistão (Plug Flow) – Modelo canadense



Fonte: Lima (2011)

De acordo com Cantrell et al. (2008), esse modelo de biodigestor, geralmente, é utilizado para tratamento de efluentes com baixa concentração de sólidos, até cerca de 3% ($m.v^{-1}$) de sólidos totais, e uma baixa carga orgânica volumétrica (COV), entre 0,3 a 0,5 $kgSV.m^{-3}reator.d^{-1}$. A produtividade de biogás por volume de reator encontra-se entre 0,03 $m^3.m^{-3}reator.d^{-1}$ e 0,15 $m^3.m^{-3}reator.d^{-1}$, variando de acordo com tipo de substrato, COV, temperatura de operação e TRH.

METODOLOGIA

O referido estudo trata-se de um estudo de caso, realizado em escala real, em uma Unidade Produtora de Suínos, localizada no extremo oeste do estado de Santa Catarina, em uma planta de tratamento de efluentes e geração de biogás, composta por caixa de homogeneização, três biodigestores modelo híbrido (fluxo pistão) em série, com capacidade de 1.800 m³ cada e quatro lagoas anaeróbias, conforme mostra a (Figura 2).

Figura 2 - Visualização da área de estudo

Fonte: Autoria própria (2023)

A planta destina-se ao tratamento do volume médio de efluente de 165 m³/dia, gerado por 3.500 matrizes em unidade de produção de leitões (UPL) e 10.000 animais em terminação, ou seja, diferentes fases da produção, promovendo assim efluentes com

características de volume, carga orgânica, concentração de sólidos totais e voláteis, nitrogênio, fósforo, densidade e potencial de geração de biogás, distintos.

Para avaliação da carga orgânica dos dejetos gerados nos diferentes ciclos produtivos da unidade, determinou-se um período de monitoramento de 8 (oito) dias (22/04/2020 a 29/04/2020), sendo este representativo do manejo realizado no sistema de produção da unidade produtora de suínos. In loco foram avaliados a densidade e o volume diário gerado em cada ciclo produtivo e em laboratório foram realizadas análises de demanda química de oxigênio – DQO e potencial hidrogeniônico – pH.

Fez-se o registro do volume diário de cada ciclo produtivo que era direcionado para a planta de tratamento e determinou-se a densidade do dejeto, conforme metodologia descrita por Tedesco et al., (2004), ou seja, coletou-se amostra nos pontos predeterminados, fez-se a homogeneização da mesma, mediu-se a temperatura e transferiu-se o volume em uma proveta de 1000 mL, na qual com o uso do densímetro, realizou-se a leitura da densidade (kg/m^3).

Com relação a DQO, realizou-se a avaliação através do método apresentado pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - SMWW (2012), através do refluxo fechado, sob aquecimento por 2 horas a 148 ºC ± 2 ºC e posterior detecção fotométrica. O parâmetro pH, foi determinado por intermédio de pHmetro de bancada, conforme método 22ª ED. 4500-H+B (SMWW, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio das medições diárias de volume de cada ciclo produtivo, amostragem de campo para análise da densidade e ensaios físico-químicos de pH e DQO realizados no laboratório ambiental, obteve-se os resultados do monitoramento que estão dispostos na Tabela 1.

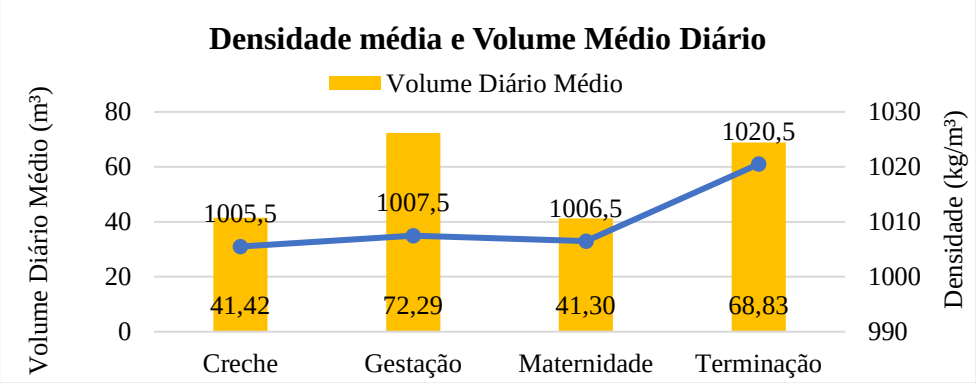
Tabela 1 - Monitoramento dos dejetos nos diferentes ciclos de produção, avaliando a densidade, o volume diário, o pH e a DQO

Data	Ciclo de Produção	Densidade (kg/m³)	Volume diário (m³)	pH	DQO (mg O_2 L^{-1})
22/04/2020	Creche	1008	41,20	6,10	50.525,00
	Terminação	1022	78,22	7,88	77.637,50
23/04/2020	Gestação	1004	74,81	8,82	8.850,00
	Maternidade	1006	37,40	7,84	14.985,00
24/04/2020	Creche	1005	46,98	6,20	40.750,00
	Terminação	1021	70,63	7,98	47.350,00
27/04/2020	Creche	1004	38,60	5,94	45.650,00
	Gestação	1005	64,63	8,24	19.170,00
	Terminação	1021	47,85	7,27	70.000,00
28/04/2020	Gestação	1011	70,92	8,37	18.420,00
	Maternidade	1007	45,19	7,66	23.670,00
29/04/2020	Creche	1005	38,90	5,97	29.200,00
	Gestação	1010	78,81	7,60	14.075,00
	Terminação	1018	78,61	7,93	44.100,00

Fonte: Autoria própria (2023)

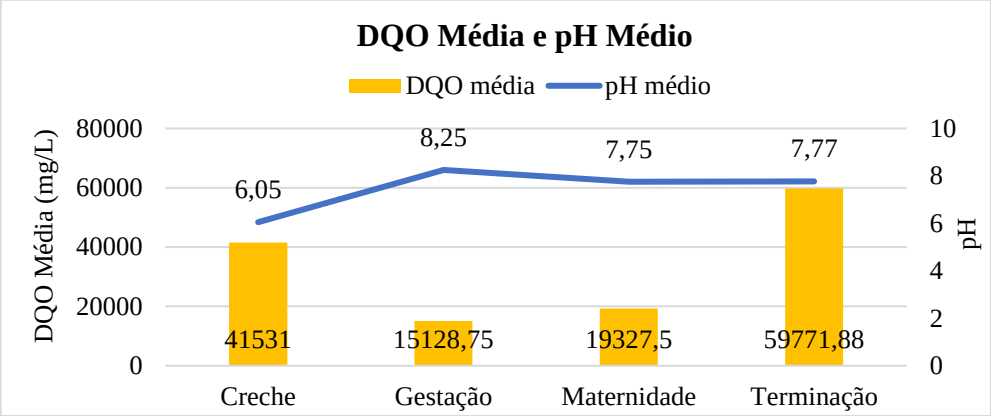
Foi possível observar na Tabela 1, que os ciclos produtivos se diferenciaram nos seus resultados. Portanto, na Figura 3, são apresentadas a densidade média e volume médio de cada ciclo produtivo e na Figura 4, o pH médio e DQO média:

Figura 3 - Volume médio diário e densidade média e nos diferentes ciclos de produção



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 4 - DQO média e pH médio nos diferentes ciclos de produção



Fonte: Autoria própria (2023)

Os ciclos de produção apresentados acima, contemplam dois tipos de edificações e manejos diferentes nos quais: a UPL (creche, gestação e maternidade) têm suas edificações construídas sem controle de ambiência, com TRH nas calhas de dejetos de 7 a 15 dias, distinto ao manejo realizado na terminação, na qual a edificação possui ambiente controlado e o TRH é variável entre 25 a 30 dias, uma vez que depende da altura da lâmina de efluente para o arraste total dos dejetos.

Devido a este modelo de manejo na terminação, onde o dejeto fica retido até 3 a 4 vezes mais tempo (25 a 30 dias, comparado a 7 a 15 dias da UPL), ocorre um processamento inicial da biomassa, tornando-a menos disponível para a microbiota dos biodigestores, promovendo nestes uma maior taxa de assoreamento e, consequentemente, redução da eficiência na produção do biogás.

Conforme Kunz e Steinmetz (2019) descrevem, o manejo inadequado nas instalações, com a retenção de dejetos por longos períodos em baias, resulta na geração de amônia que prejudica a qualidade do biogás e também pode afetar a qualidade do ar nas instalações.

Sendo assim, além da fase do suíno influenciar na produção de resíduos, uma vez que as quantidades de fezes e urina estão associadas a fatores zootécnicos e a fatores dietéticos do animal, tem-se que fatores do ambiente, como temperatura e tipo de instalação irão influenciar na densidade do dejeto (DARTORA, PERDOMO e TUMELERO, 1998).

Portanto, ao analisar as informações levantadas, verifica-se que na Figura 3, obteve-se um valor elevado para a densidade na terminação em relação a creche, gestação e maternidade, o que consequentemente, dificulta o manejo devido ao tipo de operacionalidade do

biodigestor fluxo pistão que geralmente é utilizado para tratamento de efluentes com baixa concentração de sólidos até 3% (m/v), conforme já mencionado por Cantrell et. al. (2008).

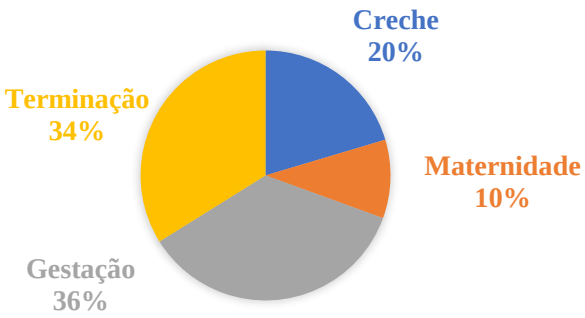
Segundo Costa (2009), para o controle do pH os valores abaixo de 6,0 e acima de 8,3 ocorre o risco de inibição das bactérias metanogênicas, devendo ser evitados. Neste estudo, conforme Figura 4, o pH médio variou entre 6,05 a 8,25, ou seja, sua variação atende ao referenciados para a faixa ideal das bactérias, não necessitando de ajustes.

Quanto as Demandas Químicas de Oxigênio apresentadas na Figura 4, obteve-se como maior DQO média dos ciclos produtivos o valor de 59.771,88 mg O2 L-1, estando esta acima do valor máximo de DQO do efluente bruto encontrado nesta mesma granja no período de verão, que foi de 22.050 mg O2 L-1 (SOARES, 2016).

Portanto, considerando que em Soares (2016) o biodigestor 1 produziu 6.623 Nm³/mês de biogás, com um assoreamento de 1,78 m em 9 anos, aproximadamente 20 cm por ano, tem-se que a densidade e a DQO apresentadas na Tabela 1, trazem problemas de operação nos biodigestores de fluxo pistão quanto ao seu TRH e produção de biogás.

Na Figura 5, é possível observar a porcentagem de contribuição de volume de dejetos de cada ciclo produtivo, onde obtém-se um total de 66% de dejetos do modelo de edificação tipo calha (creche + gestação + maternidade) e 34% do tipo fosso plano (terminação):

Figura 5 - Contribuição dos dejetos de cada ciclo produtivo no período de 8 dias



Fonte: Autoria própria (2023)

Desta forma, para o tratamento dos tipos de dejetos existentes na granja, o estudo apontou a necessidade de instalação de um reator de alta taxa, de operacionalidade em mistura completa, aquecimento controlado e isolamento térmico, que tenha a capacidade de

atender densidades na faixa entre 1.032 kg/m³ que equivale 6,65% MS e 1.038 kg/m³ equivalente a 8,02% MS, suportando as maiores densidades encontradas no estudo e consequentemente suas demandas químicas de oxigênio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentou dentro do período de 8 dias, os manejos dos dejetos que são realizados sucessivamente entre os diferentes ciclos produtivos da granja e que são tratados por sistema de biodigestão. As variações encontradas, mostram que os valores obtidos de densidade e DQOs da terminação são superiores a capacidade de operação do reator de fluxo pistão e acarretam problemas, como o assoreamento do sistema, dificuldade de separação de fases e redução do TRH.

Sendo assim, foi possível verificar que as condições atuais de operações e manejos necessitam de tecnologias que permitam trabalhar nas condições que favoreçam a operacionalização dos dejetos com diferentes características. E considerando que o reator de alta taxa suporta maiores cargas orgânicas e densidades, sugere-se a implementação deste equipamento, para a homogeneização das cargas e aquecimento do dejeto, disponibilizando mais nutrientes para as bactérias metanogênicas e como efeito, uma maior produção de biogás também.

REFERÊNCIAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal, edição do Relatório Anual ABPA 2021, principal publicação estatística produzida anualmente pela entidade setorial da avicultura e da suinocultura do Brasil. link: https://bit.ly/3eyFRNO.

ABREU, E.F. Estudo da diversidade microbiana metanogênica em reatores UASB tratando de esgoto sanitário, 2007. Dissertação (Mestrado Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), 2007. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/ENGD-7ABPA7. Acesso em: 03 mar. 2023.

CANTRELL, K. B., DUCEY, T., RO, K. S., HUNT, P. G. Livestock waste-to-bioenergy generation opportunities. *Bioresource Technology*, v. 99, p. 7941-7953, 2008.

COSTA, E. S. Dissertação: Protocolo para projeto de engenharia de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo. UERG, 2009.

DARTORA, V. et al. Manejo de dejetos de suínos. BIPERS - Boletim Informativo de Pesquisa & Extensão Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, v. 7, n. 11, mar. 1998.

FERNANDES, D. M. Biomassa e Biogás da Suinocultura. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura, Cascavel, 2012. Disponível em: https://tede.unioeste.br/handle/tede/821?mode=full. Acesso em: 04 mar. 2023.

KLEINSTEUBER, S. Microbial Ecology of Anaerobic Digestion, *Bioengenharia*, v. 1, p. 111-112, junho, 2014.

KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R. Cuidados com os biodigestores para estabilidade e qualidade na geração de biogás. *Suinocultura Industrial.com.br*. Ano 41, ed. 287, n. 02, p. 12, Medianeira, 2019. https://www.suinoculturaindustrial.com.br/edicao/287

KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. DO. Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato. Concórdia: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, p. 43, 2022. DOI - https://dx.doi.org/10.21452/978-85-93823-01-5.2019.01_1.

LIMA. H. Q DE. Avaliação dos modelos Hashimoto e AMS-III.D para produção de metano com dejetos de suínos. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do ABC. Programa de Pós-graduação em Energia, 2011.

LIMA, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; LIGO, M. A. Emissões de Metano da Pecuária. Embrapa – Meio Ambiente. Brasília - DF, 2006.

MAPA – Ministério da Agricultura. Pecuária e Abastecimento. Coletânea de Fatores de Emissão e Remoção de Gases de Efeito Estufa da Pecuária Brasileira. Eleneide Doff Sotta, Fernanda Garcia Sampaio, Mirella de Souza Nogueira Costa (organizadoras) – Brasília: MAPA/SENAR, 1ª Edição, 2020.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V.; KUNZ, A. Metodologia sugerida para estimar o volume e a carga de poluentes gerados em uma granja de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 6, 2003. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 332). Disponível em: https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=443242&biblioteca=vazio&busca=443242&qFacets=443242&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1. Acesso em: 04 mar. 2023.

SOARES, C. A. Estudo da Produção de Biogás em Escala Real a partir de Dejetos Suínos. Estudo de Caso (Pós-Graduação em Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, 2016.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, método 22ª ED, 2012.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; ANGHINONI, I.; BISSANI, C.A.; CAMARGO, F.A.O.; WIERHOLTER, S. A. Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. *Comissão de Química e Fertilidade do Solo*, 10 ed. Porto Alegre, 2004.

URBINATI, E.; DUDA, R. M.; OLIVEIRA, R. A. Performance of UASB reactors in two stages under different HRT and OLR treating residual waters of swine farming. *Agricultural Engineering*, v. 33, n. 2, p. 367-378, 2013.