

DESEMPENHO DA PALHA DE FEIJÃO COMO MEIO FILTRANTE NO TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA

Adriana Paulo de Sousa Oliveira¹, Érika Flávia Machado Pinheiro² & Sayonara Costa de Araújo³

Resumo: A utilização de filtros orgânicos no tratamento da água residuária da suinocultura (ARS) é uma técnica promissora de tratamento devido ao baixo custo e simples operação. Vários são os resíduos utilizados como meios filtrantes, porém faz-se necessário investigar novos materiais com capacidade de reter os poluentes presentes na ARS. O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho do filtro orgânico, constituído de palha de feijão, no tratamento primário da ARS. Foram construídas três colunas de filtração utilizando garrafas PET e preenchidas com palha de feijão previamente seca e triturada. Em cada coluna foram filtrados 40 L de ARS, os quais foram caracterizados através dos teores de sólidos totais (ST), pH, condutividade elétrica (CE) e turbidez. Os resultados mostraram que o filtro foi eficiente na remoção da turbidez e razoavelmente eficiente na remoção de ST. Verificou-se que os valores de pH do filtrado não foram alterados consideravelmente, e que o material foi ineficiente na redução da CE. Conclui-se que o efluente do filtro não apresentou características que permitam sua disposição no meio ambiente, no entanto a técnica de tratamento analisada pode ser empregada como tratamento primário visando remoção de parte dos sólidos totais.

Palavras-chave: filtro orgânico; resíduo orgânico; coluna de filtração; tratamento primário.

Abstract: The use of organic filters in the treatment of swine wastewater (ARS) has shown to be a promising technique because it is low cost and simple operation. Several are the residues used as filter, however it is necessary to investigate new materials with capacity to retain the pollutants present in ARS. The objective of this work was to evaluate the performance of the organic filter, constituted of bean straw, in the primary treatment of ARS. Three filtration columns were constructed using PET bottles, which were filled with previously dried and crushed bean straw. In each column, 40 L of ARS were filtered, which were characterized by total solids (ST), pH, electrical conductivity (EC) and turbidity. The results showed that the organic filter of bean straw was efficient in the removal of turbidity and reasonably efficient in ST removal. The organic straw filter did not change the pH values of the ARS effluent. It was also inefficient in reducing the EC in the filtered 40 L of the ARS. It is concluded that the effluent of the filter did not present characteristics that allow its disposal in the environment, however the treatment technique analysed can be used as primary treatment aiming the removal of part of the solids

Key words: organic filter; organic waste; filtration column; primary treatment.

Introdução

O rápido crescimento populacional atrelado ao consumismo tem exercido fortes pressões sobre os setores de produção e principalmente sobre os recursos naturais (Marchesan & Fraga 2014). Nesse cenário, destaca-se a suinocultura, considerada uma das cadeias produtivas que mais cresceu no Brasil nos últimos anos, exercendo um papel notável no desenvolvimento socioeconômico (Ribas & Michaloski 2017). Atualmente, o país é o quarto maior produtor e exportador de carne suína do mundo, atingindo, em 2016, uma produção de 3,73 milhões de toneladas (Embrapa 2016).

A suinocultura é vista como uma atividade que produz grandes quantidades de resíduos que apresentam alto potencial poluidor, em razão das altas cargas de nutrientes, sólidos em suspensão e dissolvidos, elevada concentração de matéria orgânica, agentes patogênicos, metais, sais e hormônios (Smanhotto *et al.* 2010, Souza *et al.* 2016). Os resíduos gerados nesse setor constituem-se, sobretudo, de água residuária (fezes, urina, pelos de animais, restos de ração somados a água utilizada na higienização das instalações) (Moraes & Paula Júnior 2004). O descarte inadequado desse resíduo pode resultar na contaminação dos recursos hídricos, do solo e na poluição do ar (Gomes *et al.* 2014).

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rodovia BR 465, Km 07, s/n, Seropédica, Rio de Janeiro, Cep 23890-000; Autores de correspondência: ¹ adrianasousaesa@hotmail.com, ² erika.solos@gmail.com, ³ sayonara-vr@hotmail.com

Os métodos frequentemente empregados no tratamento de águas residuárias de animais são: lagoas de estabilização, separação das fases sólida e líquida e biodigestores aeróbicos e anaeróbicos (Cadis & Henkes 2014, Brasil 2016). Entretanto, os custos elevados de instalação e operação, a produção de lodo e os complexos procedimentos envolvidos nesses tratamentos limitam sua utilização, principalmente em pequenas propriedades (Gisi *et al.* 2016).

As pesquisas têm demonstrado o potencial da utilização de filtros constituídos de resíduos orgânicos como alternativa para o tratamento primário da água residuária da suinocultura (ARS). Este tipo de tratamento tem por finalidade a remoção de sólidos suspensos sedimentáveis. As principais vantagens desta técnica referem-se à eficiente remoção de poluentes, ao baixo custo de implantação e aquisição dos materiais filtrantes e a fácil operação (Brandão *et al.* 2003, Matos *et al.* 2010a, Lo Monaco *et al.* 2011).

Outro aspecto de grande relevância a respeito do emprego da técnica é que os materiais, após serem descartados dos filtros podem ser submetidos a processos de bioestabilização, como a compostagem, obtendo-se um composto orgânico que pode ser utilizado na agricultura. Esse composto possui características que o destaca como um excelente fertilizante e condicionador do solo, favorecendo, especialmente, na melhoria das suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Magalhães *et al.* 2006a, Magalhães *et al.* 2013).

Vários ensaios evidenciaram a eficiência dos filtros orgânicos considerando os diferentes meios filtrantes no tratamento primário da ARS, destacando-se o uso da casca de arroz, casca de café, fino de carvão vegetal e sabugo de milho (Brandão *et al.* 2000, Brandão *et al.* 2003); fibra de coco (Lo Monaco *et al.* 2009); bagaço de cana-de-açúcar, serragem de madeira e pergaminho de grãos de café (Magalhães *et al.* 2006b, Matos *et al.* 2006, Lo Monaco *et al.* 2011, Matos *et al.* 2010a, Magalhães *et al.* 2013).

Em razão da necessidade de adoção de métodos alternativos de tratamento da ARS, da utilização de outros materiais orgânicos como meio filtrante e de mecanismos que possibilitem a redução da quantidade de resíduos orgânicos dispostos de maneira inadequada no ambiente e que adicionalmente proporcione a sustentabilidade dos sistemas de produção, objetivou-se, neste trabalho, avaliar o desempenho de filtros orgânicos constituídos de palha de feijão no tratamento primário da ARS.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Matéria Orgânica e Ciclagem de Nutrientes, no Departamento de Solos, Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Campus Seropédica (RJ).

A ARS foi coletada na esterqueira do Setor de Suinocultura, no Instituto de Zootecnia da UFRRJ em abril de 2017. A esterqueira possui 8 m³ (2 m de profundidade, 2 m de comprimento e 2 m de largura) e recebe ARS proveniente de 51 baias. No momento da coleta, as baias abrigavam 67 suínos, distribuídos entre as fases de engorda e terminação. Foram coletados 150 L de ARS e todo o conteúdo foi passado em peneira de 2 mm de diâmetro para a remoção dos sólidos grosseiros como folhas e galhos que poderiam obstruir o sistema de alimentação do filtro.

Os filtros foram confeccionados utilizando material reciclável constituído de garrafas Poli Tereftalato de Etileno (PET), com capacidade de 3,3 L cada. O uso do PET deu-se mediante a fácil obtenção e o baixo custo aquisitivo. Foram utilizadas duas garrafas, que após acopladas formaram uma coluna de 56 cm de comprimento, sendo uma empregada para compor a parte superior da coluna (dessa retirou-se o bico e manteve-se o fundo no qual foi feito um furo) e a outra para constituir a parte inferior (desta retirou-se o fundo e manteve-se o bico onde foi acoplada uma mangueira de silicone de 10 mm de diâmetro para a drenagem

do efluente). Para manter o filtro na posição vertical foram utilizados suportes de metal com uma haste para apoio da coluna e uma base com orifício para acomodar o bico da garrafa inferior (Figura 1).

Utilizou-se como material filtrante a palha de feijão, sendo este resíduo obtido com agricultores de Silveirânia/MG. O material foi moído no triturador *Trapp*® TRP 40, em seguida, foi passado na peneira a fim de se obter material com granulometria entre 2 e 8 mm, segundo recomendações de Lo Monaco *et al.* (2004) e Magalhães *et al.* (2013) que destacam estas faixas como sendo as que proporcionam maior taxa de filtração sem aumento excessivo das perdas de carga no sistema e maior retenção de poluentes.



Figura 1. Detalhe da estrutura utilizada no processo de filtração utilizando filtros orgânicos constituídos de palha de feijão no tratamento da ARS.

Posteriormente, a palha de feijão foi caracterizada por meio dos parâmetros massa específica global, determinada pelo método da proveta; umidade, por secagem em estufa à 105°C, por 24 horas, e pH mensurado em solução de água destilada, conforme a metodologia da Embrapa (1997). Todas as análises foram realizadas em triplicata com amostras da palha de feijão escolhidas aleatoriamente.

Os filtros foram preenchidos conforme as seguintes etapas:

- (a) Nas paredes da coluna foram coladas a palha de feijão, de modo a aumentar a rugosidade interna da coluna filtrante, minimizando assim o fluxo preferencial (Teixeira *et al.* 2013). Utilizou ainda, uma gaze na extremidade da mangueira de silicone, para impedir o transporte do material para o efluente;
- (b) Cada coluna foi preenchida com 500 g do resíduo orgânico e para evitar o selamento superficial na parte superior foi adicionado 500 g de brita zero previamente lavadas e secadas em estufa (Francisco *et al.* 2014);
- (c) Para a alimentação do filtro, a ARS foi transferida para um reservatório com capacidade de 100 L, sendo revolvida frequentemente para que não houvesse sedimentação de material no fundo do recipiente. Com o auxílio de uma mangueira (de 1 m de comprimento e 0,5 mm de diâmetro) foi possível transferir o efluente do reservatório para os filtros. Uma extremidade da mangueira foi

acoplada ao orifício da garrafa superior de cada filtro e a outra extremidade permaneceu dentro do reservatório, semelhante a um sifão.

Os parâmetros analisados dos efluentes filtrados e do afluente ao filtro foram: sólidos totais (ST), pH, condutividade elétrica (CE) e turbidez. A cada 2 L do efluente filtrado, uma amostra de 50 mL foi armazenada para caracterização. Assim foram obtidas 20 amostras para cada filtro para determinação das variáveis. As amostras da ARS bruta e do efluente foram coletadas e preservadas conforme condições exigidas na NBR 9898 (ABNT, 1987).

Os teores de ST foram quantificados pelo método gravimétrico, conforme descrito em APHA (2005). O pH foi medido com o equipamento *Sensoglass* SP1800, a condutividade elétrica em condutivímetro *Digimed* DM3PPE2 e a turbidez foi determinada com turbidímetro *Hanna* HI9370311. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O desempenho dos filtros foi avaliado por meio da análise de regressão, utilizando o *software Sigma Plot*, na qual foi realizado o ajuste de equações matemáticas relacionando a concentração relativa C/C_0 (razão entre as concentrações de saída ou efluente (C) e de entrada no filtro ou afluente (C_0)) das variáveis físicas e químicas em função do volume da ARS filtrado. Considerou-se satisfatório o ajuste que proporcionasse significância mínima de 1% de probabilidade nos coeficientes. A razão C/C_0 maior que 1,0 significa que o efluente contém uma concentração maior que a do afluente (Lo Monaco *et al.* 2009).

Resultados e Discussão

A palha de feijão apresentou umidade de 11,8%, massa específica global de 0,09 g cm³ e pH em água de 5,52. Brandão *et al.* (2003) verificaram que o bagaço de cana-de-açúcar e a serragem de madeira utilizados com granulometria acima de 2 mm também apresentaram massa específica global próximo de 0,10 g cm⁻³, já para o sabugo de milho triturado, os mesmos autores observaram que a massa específica foi de 0,30 g cm⁻³. Acredita-se que a forma geométrica de cada material (fibrosa, laminar ou arredondada) pode conferir porosidades diferentes e, conseqüentemente, alterar a massa específica para um mesmo volume dos diferentes meios filtrantes.

Na literatura, observa-se que o pH em água também varia para os diversos materiais utilizados no preenchimento dos filtros orgânicos, enquanto alguns resíduos como o bagaço de cana-de-açúcar e o sabugo de milho triturado apresentaram pH em água mais próximo da neutralidade, outros materiais como a serragem de madeira (pH de 5,40) e a casca dos grãos de café (pH de 4,50) por liberarem substâncias ácidas apresentam pH ácido (Brandão *et al.* 2003).

As características dos materiais orgânicos podem ser influenciadas pela adubação empregada em cada cultivo e pelas diferentes espécies de plantas que originam os resíduos, onde materiais que apresentam maiores concentrações de ácidos orgânicos e cuja solubilização libera-os com maior facilidade podem contribuir na redução do pH (Oliveira *et al.* 2017b).

A caracterização inicial da ARS é apresentada na Tabela 1. Verifica-se que, os teores de sólidos totais estão abaixo dos valores reportados na literatura (Reddy *et al.* 2013, Tavares 2012, Lo Monaco *et al.* 2009, Souza *et al.* 2009). É provável que essa redução tenha ocorrido pelo fato do canal de escoamento das baias até a esterqueira possuir baixa declividade, tendo sido empregado um grande volume de água durante a limpeza das baias, visando facilitar o transporte dos resíduos para a esterqueira.

Esses mesmos fatores podem ter interferido no valor da condutividade elétrica da ARS. Esse resultado encontra-se abaixo do observado em outros trabalhos, como no de Lo Monaco *et al.* (2009) que observou CE na ARS de 9,10 mS cm⁻¹ e no de Moral *et al.* (2008) que verificou CE entre 12,8 e 25,2 mS cm⁻¹.

Geralmente, a água residuária gerada na fase de terminação apresenta CE elevada devido aos sais e as proteínas que são fornecidos aos animais em quantidades acima da capacidade de assimilação, sendo grande parte excretada nas fezes e na urina (Moral *et al.* 2008, Matias 2006). Apesar da provável diluição, a ARS apresenta grau severo de restrição para uso na irrigação (acima de 3 mS cm^{-1}) (Almeida 2010).

Tabela 1. Características químicas e físicas da água residuária da suinocultura antes do tratamento primário com o filtro orgânico preenchido com palha de feijão.

Parâmetro	Valor
pH	7,33
CE (mS cm^{-1})	4,43
Turbidez (FTU)	371,20
ST (mg L^{-1})	2.200,00

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios obtidos para todos os parâmetros analisados após o tratamento da ARS no filtro orgânico constituído de palha de feijão. As curvas de regressão, considerando a concentração relativa (C/C_0) de pH, condutividade elétrica, turbidez e sólidos totais em função do volume de ARS filtrado, podem ser visualizadas nas Figuras 2A, 2B, 2C e 2D, respectivamente.

Nos primeiros 30 L de ARS tratados por filtração, utilizando a palha de feijão, foi observada uma redução nos valores de pH (Figura 2A). A partir dos 32 L de ARS filtrados foi observado um acréscimo nos valores de pH, alcançando o valor máximo (7,48) aos 36 L de efluente filtrado, o que corresponde a um aumento de 2% em relação ao pH da ARS bruta. O pH em água da palha de feijão é ácido (5,52) logo, é provável que no início do tratamento possa ter ocorrido a solubilização de substâncias ácidas presentes no material orgânico, como o ácido fítico (Sant'Ana *et al.* 2010) e à medida que os teores dessas substâncias diminuíram, o pH do efluente retornou para o valor próximo ao pH da ARS bruta (7,33).

Resultados similares foram observados por Lo Monaco *et al.* (2009) ao tratarem a ARS em filtro preenchido com fibra de coco, os autores constataram que o valor do pH diminuiu de 6,7 para até 4,7 nos primeiros 400 L e que, a partir desse volume houve uma tendência do pH em manter-se próximo ao pH da ARS bruta. Já Abid *et al.* (2014) utilizaram o bagaço de cana-de-açúcar como meio filtrante no tratamento de quatro amostras de esgoto doméstico e observaram que para todas as amostras o pH aumentou em até 14%. Acredita-se que a constituição dos meios filtrantes interfira na redução ou no aumento do pH da água residuária a ser tratada. Como mencionado anteriormente, os materiais que apresentem em sua constituição maiores concentrações de ácidos orgânicos e cuja solubilização libere-os com maior facilidade podem contribuir na redução do pH do filtrado.

Com relação à condutividade elétrica, averiguou-se um acréscimo inicial no valor dessa variável (Figura 2B). Verificou-se ainda, uma redução de até 5% na CE após 34 L de ARS filtrados que, se manteve constante até atingir os 40 L. Mesmo assim, o valor de CE da ARS obtido neste estudo apresenta-se elevado e com grau de restrição severo para uso na irrigação (Almeida 2010).

Oliveira *et al.* (2017a) também verificaram pequena redução da CE (até 4%) ao tratarem ARS em filtro preenchido com bagaço de cana-de-açúcar. Resultado similar foi constatado no estudo desenvolvido por Lo Monaco *et al.* (2004) ao utilizarem pergaminho de grãos de café como meio filtrante da água residuária da cafeicultura, em todo o processo de filtração a CE no efluente foi maior que no afluente. Por outro lado, Lo Monaco *et al.* (2009) citam uma diminuição média da CE de 22% na ARS tratada com filtro orgânico preenchido com fibra de coco.

O potássio e o sódio são os principais elementos que podem ser lixiviados e aumentar a CE do efluente de filtros orgânicos (Brandão *et al.* 2000). Isso porque o potássio é

hidrossolúvel, sendo o elemento de mais rápida liberação nos resíduos vegetais (Lugo *et al.* 1990) e o sódio não está associado à matéria orgânica e é solúvel em água o que aumenta a mobilidade no filtro (Matos *et al.* 2010b). O aumento da CE ou a baixa redução desse parâmetro no efluente de filtros orgânicos podem ser mais expressivas se os materiais filtrantes apresentarem concentrações elevadas desses elementos na biomassa vegetal, como é o caso da cana-de-açúcar (Malavolta 1982).

Com relação à turbidez, já no início do tratamento de filtração foi observada uma redução significativa com remoção de 50% da turbidez da ARS filtrada (Figura 2C). Porém, as maiores remoções de turbidez (83%) ocorreram entre 28 e 32 L. A partir desse volume, os valores de turbidez aumentaram novamente, mas não ultrapassaram 40% da turbidez da ARS bruta (Tabela 1). Em pesquisa utilizando o bagaço de cana-de-açúcar no tratamento de esgoto doméstico, Abid *et al.* (2014) também observaram remoção de turbidez acima de 80%. Os autores mencionam que com o uso o filtro perde a eficiência na remoção de turbidez e o material filtrante deve ser substituído.

A turbidez é um parâmetro que se relaciona com a concentração de sólidos suspensos, podendo-se inferir que com o tempo os poros do material filtrante foram preenchidos com os sólidos, tornando-se menores e com capacidade de reter partículas pequenas (Matos *et al.* 2010a). Provavelmente, a capacidade máxima de retenção de sólidos suspensos foi atingida entre 28 e 32 L de ARS filtrados. Acima de 32 L pode ter ocorrido a desobstrução dos poros (Matos *et al.* 2010a).

Na Figura 2D observa-se um aumento de ST nos primeiros 12 L de ARS filtrados, possivelmente devido ao carreamento de pequenas partículas resultado da trituração da palha de feijão e a solubilização de sólidos (Lo Monaco *et al.* 2011). A partir desse volume, o filtro orgânico foi razoavelmente eficiente na remoção de ST, apresentando um valor médio de 30% de retenção. Lo Monaco *et al.* (2009) observaram um comportamento semelhante onde, nos primeiros 300 L de ARS filtrados houve um aumento de sólidos e a partir de 300 L foram obtidas remoções de 40% a 60% (remoção média final de 46%).

Tabela 2. Valores médios do potencial de hidrogênio (pH), condutividade elétrica (CE), turbidez e sólidos totais (ST) quantificados a cada 2 L de água residuária da suinocultura filtrada em filtro orgânico preenchido com palha de feijão.

Volume filtrado (L)	pH	CE (mS cm ⁻¹)	Turbidez (FTU)	ST (mg L ⁻¹)
2	7,12	4,71	176,59	2650,0
4	7,20	4,64	167,60	1150,0
6	7,00	4,97	131,00	2550,0
8	7,14	4,65	118,80	2000,0
10	7,16	4,53	175,60	2150,0
12	7,06	4,87	152,80	2700,0
14	7,14	4,74	114,80	1800,0
16	7,24	4,51	109,60	1700,0
18	7,24	4,49	91,59	1700,0
20	7,29	4,42	104,00	1200,0
22	7,26	4,50	98,35	1400,0
24	7,30	4,30	95,06	1200,0
26	7,25	4,52	93,01	1200,0
28	7,23	4,64	75,40	1750,0
30	7,26	4,47	63,73	1500,0
32	7,35	4,45	69,38	900,0
34	7,40	4,26	96,66	100,0
36	7,48	4,30	100,03	900,0
38	7,45	4,22	112,40	400,0
40	7,47	4,26	135,60	1900,0

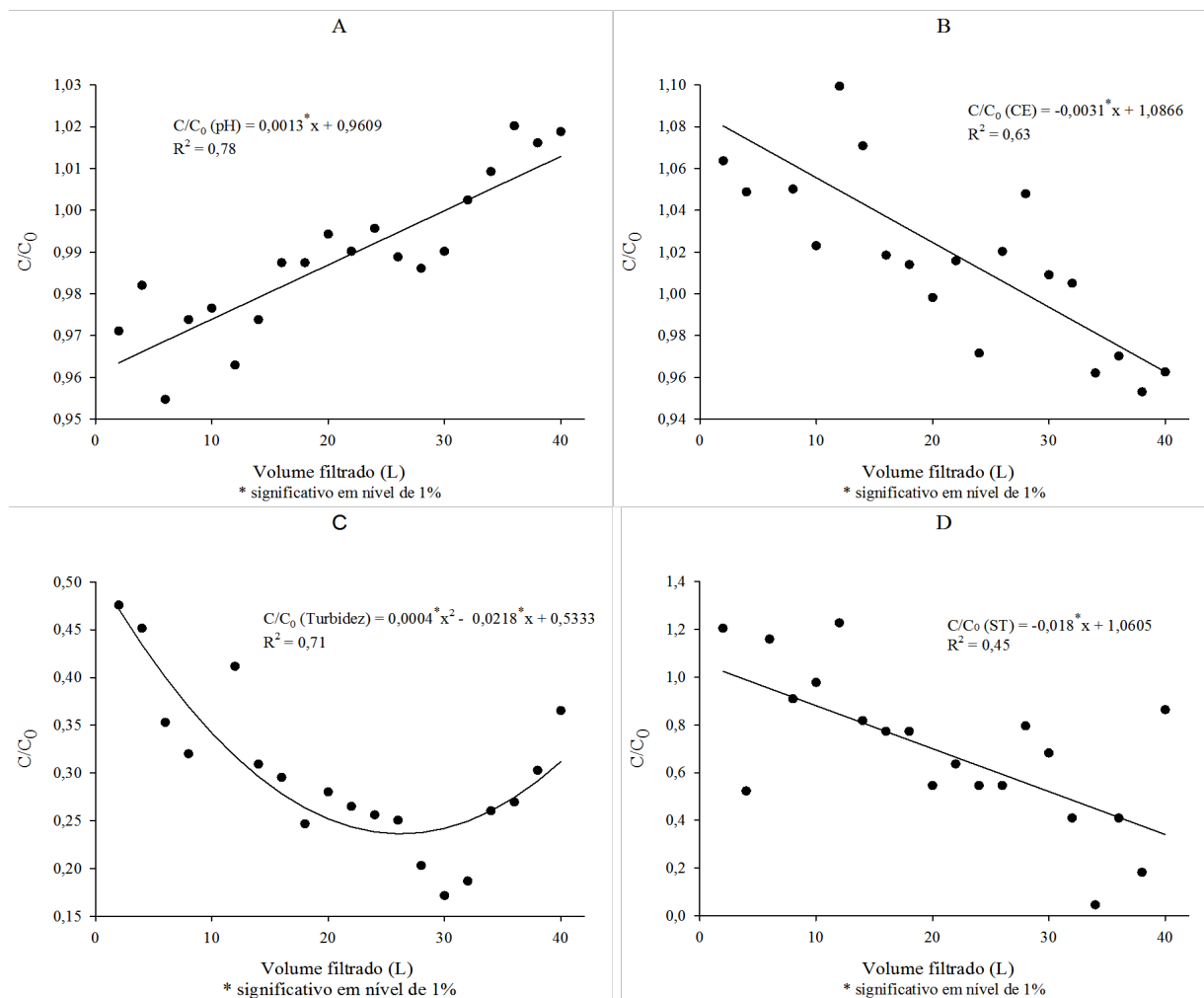


Figura 2. Concentração relativa (C/C_0), dos valores de pH (A), condutividade elétrica (B), turbidez (C) e sólidos totais (D) do efluente (água residuária da suinocultura após filtração) em relação ao afluente (água residuária da suinocultura antes da filtração).

Remoções de ST de 5 a 30% foram atestados no ensaio realizado por Francisco *et al.* (2011) que empregou fino de carvão, serragem de madeira, ramos de gliricídia, folhas de bambu e folhas de eucalipto no tratamento da água residuária da bovinocultura. Já Lo Monaco *et al.* (2011) alcançaram remoções maiores (aproximadamente 60 e 55%), utilizando sabugo de milho e bagaço de cana-de-açúcar no tratamento da ARS.

No último volume filtrado (40 L) verifica-se um acréscimo no teor de ST na ARS filtrada, mas ainda abaixo do valor verificado para a ARS bruta. Oliveira *et al.* (2017a) observaram o mesmo comportamento no tratamento da ARS em filtro orgânico preenchido com bagaço de cana-de-açúcar. Os autores atribuíram tal fato a possível desobstrução e intumescimento do material filtrante, além disso, inferiram que a capacidade de retenção de sólidos foi atingida e que parte desses foram desprendidos com a passagem da ARS.

As propriedades do meio filtrante parecem interferir mais nas eficiências de retenção de ST dos filtros orgânicos do que a granulometria do meio filtrante. Os resultados reportados na literatura indicam que os materiais que solubilizam muitos sólidos são pouco eficientes na remoção de ST, se comparado com aqueles de caráter mais inerte e a eficiência do mesmo material em diversas faixas granulométricas provocou diferenças irrelevantes na retenção de sólidos (Lo Monaco *et al.* 2011).

Conclusão

Os filtros orgânicos, preenchidos com palha de feijão, não alteraram consideravelmente o pH da ARS. A filtração foi eficiente na redução de turbidez e razoavelmente eficiente na remoção de sólidos totais. A redução da condutividade elétrica foi baixa, conferindo ao efluente grau de restrição severo para uso na irrigação.

Conclui-se que o efluente do filtro, preenchido com palha de feijão, não apresentou características que permitam sua disposição no meio ambiente sem a realização de um tratamento secundário. No entanto, essa técnica pode ser empregada como tratamento primário visando a remoção da turbidez e parte dos sólidos totais.

Agradecimentos

Ao apoio da AGEVAP, da FAPERJ e da CAPES na elaboração da pesquisa.

Referências Bibliográficas

- Adib MRM, Wan Suraya RWS, Rafidah H (2014) Optimization of sugarcane bagasse in removing contaminants from kitchen wastewater. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 8: 264-268.
- Almeida OA (2010) Qualidade da água de irrigação. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Disponível em: www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/livro_qualidade_agua.pdf. Acessado em 11 de março de 2017.
- American Public Health Association (2005) *Standard methods for the examination of water and wastewater*. New York: APHA. 1496p.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas - ABNT (1987) NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento. Rio de Janeiro.
- Brandão VS, Matos AT, Martinez MA, Fontes MPP (2000) Tratamento de águas residuárias da suinocultura utilizando-se filtros orgânicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 4 (3): 327-333.
- Brandão VS, Matos AT, Martinez MA, Fontes MPP, Martinez MA (2003) Retenção de poluentes em filtros orgânicos operando em filtros orgânicos operando com águas residuárias da suinocultura com águas residuárias da suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 7(2): 329-334.
- Brasil (2016) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Suinocultura de baixa emissão de carbono: tecnologias de produção mais limpa e aproveitamento econômico dos resíduos da produção de suínos. Secretaria de Mobilidade Social, do Produtor Rural e do Cooperativismo. Brasília: MAPA. 44p.
- Cadis P, Henkes JA (2014) Gestão ambiental na suinocultura: sistema de tratamento de resíduos líquidos por unidade de compostagem. *Unesc & Ciência – ACET* 5(2): 169-188.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2016) Relatório de Atividades 2016 destaca as principais ações da Embrapa Suínos e Aves. Disponível: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21889705/relatorio-de-atividades-2016-destaca-as-principais-acoes-da-embrapa-suinos-e-aves>. Acessado em 07 de maio de 2017.
- Francisco JP, Silva JGB, Nascentes AL, Silva LDB, Folegatti MV (2014) Desempenho de filtros orgânicos com o uso de extrato de sementes de *Moringa oleifera lam*. *Irriga* 19(4): 705-713.
- Gomes LP, Peruzatto M, Santos VS, Sellitto A (2014) Indicadores de sustentabilidade na avaliação de granjas suinícolas. *Engenharia Sanitária e Ambiental* 19(2): 143-154.
- Gisi S, Lofrano G, Grassi M, Notarnicola (2016) Characteristic and adsorption capacities of low-cost sorbents for wastewater treatment: A review. *Sustainable Materials and Technologies* 9: 10-40.
- Hachmann TL, Laureth JCU, Parizotto AA, Gonçalves Júnior AC (2013) Resíduos de aves e suínos: Potencialidades. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 8(5): 59-65.
- Lo Monaco PA, Matos AT, Jordão CP, Cecon PR, Martinez MA (2004) Influência da granulometria da serragem de madeira como material filtrante no tratamento de águas residuárias. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 8(1): 116-119.
- Lo Monaco PA, Matos AT, Garcia GO, Lima CRC, Fazenaro FL (2004) Avaliação do pergaminho dos frutos do cafeeiro como elemento filtrante no tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 14, 2004, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre, RS.
- Lo Monaco PAV, Matos AT, Brandão VS (2011) Influência da granulometria dos sólidos triturados de sabugo de Milho e bagaço de cana-de-açúcar como materiais filtrantes no Tratamento de águas residuárias da suinocultura. *Revista Engenharia Agrícola* 31(5): 974-984.
- Lo Monaco PAV, Matos AT, Sarmento AP, Júnior AVL, Lima JT (2009) Desempenho de filtros constituídos por fibras de coco no tratamento de águas residuárias de suinocultura. *Engenharia na Agricultura* 17(6): 473-480.

- Magalhães MA, Lo Monaco PAV, Matos AT (2013) Uso de filtros orgânicos na remoção de óleos e graxas presentes na água residuária de suinocultura. *Engenharia na Agricultura* 21(4): 387-395.
- Magalhães MA, Matos AT, Deniculi W, Tinoco IFF (2006a) Compostagem de bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10(2): 466-471.
- Magalhães MA, Matos AT, Deniculi W, Tinoco IFF (2006b) Operação de filtros orgânicos utilizados no tratamento de águas residuárias de suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10(2): 472-478.
- Malavolta E (1982). *Boletim Técnico Ultrafertil*. São Paulo: Ultrafertil. 40p.
- Marchesan J, Fraga AM (2014) A suinocultura no oeste catarinense e as complexas implicações ambientais. *Revista Tecnologia e Ambiente* 20.
- Matos AT, Magalhães MA, Fukunaga D (2006) Remoção de sólidos em suspensão na água residuária da despolpa de frutos do cafeeiro em filtros constituídos por pergaminho de grãos de café submetido a compressões. *Engenharia Agrícola* 26(2): 610-616.
- Matos AT, Magalhães MA, Sarmento AP (2010) Perda de carga em filtros orgânicos utilizados no tratamento de água residuária de suinocultura. *Revista Engenharia Agrícola* 30(3): 527-537.
- Matos AT, Freitas WS, Lo Monaco, PA (2010) Eficiência de sistemas alagados construídos na remoção de poluentes de águas residuárias da suinocultura. *Revista Ambiente e Água* 5(2): 119-132.
- Mattias JL (2006) Metais pesados em solos sob aplicações de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria.
- Moraes LM, Paula Júnior DR (2004) Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de resíduos da bovinocultura e da suinocultura. *Engenharia Agrícola* 24(2): 445-454.
- Moral R, Perez-Murcia MD, Perez-Espinosa A, Moreno-Caselles J, Paredes C, Rufete B (2008) Salinity, organic content, micronutrients and heavy metals in pig slurries from South-eastern Spain. *Waste Management* 28: 367-371.
- Oliveira APS, Pinheiro EFM, Campos DVB (2017a) Avaliação do Tratamento da Água Residuária da Suinocultura Utilizando Filtro Orgânico Constituído de Bagaço de Cana-de-Açúcar. *Revista Virtual Química* 9(5): 1-15.
- Oliveira APS, Aguiar TC, Araújo SC, Pinheiro EFM (2017b) Avaliação do potencial dos resíduos orgânicos a serem utilizados na filtração de águas residuárias. In: CONGRESSO BRASILEIRA DE AGRONOMIA, 30, 2017, Fortaleza. Anais. Fortaleza, CE
- Reddy GB, Fordes DA, Phillips R, Cyrus JS, Porter J (2013) Demonstration of technology to treat swine waste using geotextile bag, zeolite bed and constructed wetland. *Ecological Engineering* 57: 353-360.
- Ribas AS, Michaloski AO (2017) Saúde e Segurança na Suinocultura no Brasil: um levantamento dos riscos ocupacionais. *Revista Espacios* 38(11): 13.
- Sant'Ana RCO, Mendes FQ, Pires CV, Vieira PAF, Oliveira MGA (2010) Influência da retirada da casca na digestibilidade proteica de feijão vermelho e de soja utilizando o método in vitro. *Alimentos e Nutrição* 21(4): 547-554.
- Smanhotto A, Sousa AP, Sampaio SC, Nóbrega LHP, Prior M (2010) Cobre e zinco no material percolado e no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja. *Engenharia Agrícola* 30(2): 346-357.
- Souza CF, Carvalho CCS, Campos JA, Matos AT, Ferreira WPM (2009) Caracterização de dejetos de suínos em fase de terminação. *Ceres* 56(2): 128-133.
- Souza GE, Gosmann HA, Belli Filho P, Mohedano RA, Casarin MA, Benedet L (2016) Gestão de recursos naturais: sustentabilidade em propriedade produtora de suínos. *Revista Mix Sustentável* 2(2): 1-10.
- Tavares JMR (2012) Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina.
- Teixeira DL, Matos AT, Lo Monaco PAV, Eustáquio Júnior V, Baker, SAA (2013) Filtration rates in inorganic filters submitted to diferente repose periods. *Acta Scientiarum Technology* 35(2): 221-225.