

Aproveitamento do Resíduo de Etileno Acetato de Vinila (EVA) como Meio Suporte em Filtro Anaeróbico para Tratamento da Água Residuária da Suinocultura

Use of Ethylene Vinyl Acetate (EVA) Waste as a Support Medium in an Anaerobic Filter for the Treatment of Swine Wastewater

Janiny S. Silva,^a Matheus A. Moura,^b Rennan N. de Franca,^b Alexilda O. Souza,^b Danilo J. Leão,^b Flavia M. Barros^{a,*}

^aUniversidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Itapetinga, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, Laboratório de Dispersão de Poluentes, CEP 45700-000, Itapetinga-BA, Brasil

^bUniversidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Itapetinga, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, Centro de Pesquisa em Química, CEP 45700-000, Itapetinga-BA, Brasil

*E-mail: fbarros@uesb.edu.br

Submissão: 21 de Agosto de 2024

Aceite: 31 de Agosto de 2025

Publicado online: 23 de Setembro de 2025

Ethylene Vinyl Acetate (EVA) waste, a material widely used in the footwear industry, was used as a support medium in an anaerobic filter for the treatment of Swine Wastewater (ARS), with the objective of evaluating its efficiency in comparison to gravel. The experimental bench consisted of 2 anaerobic polyvinyl chloride (PVC) filters, one filled with EVA and the other with N°4 gravel. The wastewater collected at the farm in the swine sector of UESB was analysed before and after 34 days of treatment, with a hydraulic retention time (TDH) of 24 hours to evaluate the efficiency of the support media through the parameters: pH, chemical oxygen demand, total solids, volatile solids, phosphorus and turbidity. It was verified that the anaerobic filter filled with EVA presents itself as a promising option in the treatment of swine effluents, presenting average removals of 63.77% of chemical oxygen demand, 51.31% of total solids, 56.97% of volatile solids, 46.29% phosphorus and 88.33% turbidity.

Keywords: Solid waste; anaerobic reactors; reuse of waste.

1. Introdução

O crescimento demográfico e a expansão das atividades industriais têm impulsionado o aumento da geração de resíduos sólidos. Estes resíduos apresentam elevada complexidade e são constituídos por uma variedade de materiais oriundos do estilo de vida moderno tais como plásticos, metais, borrachas, lixo eletrônico, dentre outros.^{1,2} A maioria dos resíduos sólidos são descartados de forma inadequada em corpos de água ou no solo provocando, dessa forma, impactos ambientais negativos.²

Considerando os plásticos, a produção desses materiais se encontra em constante crescimento, uma vez que são amplamente utilizados em todo o mundo, fornecendo muitos benefícios para a sociedade devido a sua funcionalidade.³⁻⁵ Por outro lado, o uso excessivo e o descarte inadequado provocam a poluição plástica, pois as estruturas dos plásticos são persistentes no meio ambiente e a degradação natural pode levar de décadas a séculos.³⁻⁵

O descarte de resíduos plásticos no meio ambiente, tanto nos ecossistemas terrestres como nos aquáticos, está ocorrendo em um ritmo muito acelerado constituindo um problema ambiental preocupante que vem despertando a atenção da comunidade científica, da sociedade e dos poderes públicos, representando desafios para a gestão desses resíduos principalmente em países em desenvolvimento.³ De acordo com Wahab *et al.*, se as práticas atuais continuarem, os resíduos plásticos chegarão a $1,2 \times 10^3$ milhões de toneladas em 2050.⁶

Nesse contexto, um material polimérico que se destaca é o Etileno Acetato de Vinila (EVA), um copolímero termofixo, pertencente ao grupo das poliolefinas, formado pelos monômeros etileno e acetato de vinila. Este material é bastante elástico com fortes capacidades de absorção de choque e resistência a baixas temperaturas, sendo amplamente utilizado na indústria calçadista para confecção de solados, palmilhas e entressolas.⁷⁻⁹ Devido à crescente quantidade de resíduos de EVA neste setor, que acabam sendo destinados a aterros, estratégias alternativas de aproveitamento devem ser avaliadas.⁷

Na perspectiva do aproveitamento de resíduos de EVA, oriundos da indústria calçadista, a presente pesquisa foi voltada para a utilização desses resíduos como meio suporte em filtros anaeróbios de fluxo ascendente. A utilização do EVA como meio suporte é justificada, pois ele apresenta potencial para ser utilizado em reatores com biomassa imobilizada, visto que atendem aos critérios para a escolha do meio suporte de acordo com Baettker:¹⁰ são inertes,

não causam efeito tóxico na biomassa, possui durabilidade e custo acessível, bem como características e propriedades favoráveis à fixação dos microrganismos.

Os filtros anaeróbios são estruturas de contato por onde o efluente passa por um biofilme formado no meio suporte contido dentro do reator. Dentre outras funcionalidades, o meio suporte é responsável pela adesão dos microrganismos. Vários tipos de materiais têm sido utilizados como meio suporte em filtros anaeróbios, sendo a brita o mais comumente adotado no Brasil.¹¹

Diante do exposto, o objetivo principal dessa pesquisa foi avaliar a eficiência de filtros anaeróbios de fluxo ascendente, cujo meio suporte foi o EVA no tratamento de água residuária da suinocultura tendo como base de comparação o tratamento em filtro anaeróbio com enchimento convencional de brita.

2. Experimental

Todos os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Dispersão de Poluentes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Itapetinga – BA. O resíduo de EVA foi obtido por meio de parceria com uma indústria calçadista situada no município de Vitória da Conquista-BA, na forma de aparas e grânulos de coloração cinza (Figura 1). O resíduo foi caracterizado por difração de raios x (DRX) e por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). O difratograma de raios x (DRX) foi obtido com o difratômetro Bruker D2 Phaser usando radiação $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,54180 \text{ \AA}$), gerada a 30 kV e 10 mA e usando filtro de níquel de 1,0 mm e bloqueador de 1,0 mm. A medida foi realizada no intervalo de ângulo 2θ entre 10° e 90° , com velocidade de varredura de 2° min^{-1} . O espectro de FTIR foi obtido utilizando o equipamento Infravermelho médio Cary 630 FTIR da Agilent, equipado com célula de reflectância total atenuada (ATR), detector de sulfato de



Figura 1. Resíduo de Etileno Acetato de Vinila (EVA) na forma de aparas e grânulos

triglicina deuterado (DTGS) e o software Agilent MicroLab PC foi empregado para processar os resultados.

A água residuária utilizada no experimento foi coletada na granja do setor de suinocultura da UESB e denominada ARS. O efluente foi coletado no final da tubulação de drenagem da granja durante a lavagem das baias. Previamente à alimentação dos filtros, o efluente coletado foi submetido a filtragem simples com tecido 100% algodão de gramatura 120 g m^{-2} para a remoção de sólidos grosseiros, como folhas e galhos, que poderiam obstruir o sistema de alimentação do filtro ou colmatar os interstícios do meio suporte. O sistema montado para a realização do experimento consiste de dois filtros anaeróbios confeccionados com tubos de policloreto de vinila (PVC) com 110 mm de diâmetro e 600 mm de altura. Em cada tubo de PVC instalou-se duas mangueiras de policloreto de vinila (uma para a entrada do efluente e outra para a saída). Para alimentação dos filtros, conectou-se os mesmos, por meio de mangueiras de nível a um reservatório com capacidade de 20 litros que permaneceu na bancada mais alta, favorecendo o fluxo ascendente no filtro por diferença de pressão. A coluna filtrante formada foi de 500 mm deixando uma borda livre de 100 mm, conforme descrito nos trabalhos de Lo Manoco.¹²⁻¹⁵ Ambos os filtros permaneceram fechados durante o processo, apenas com uma abertura para saída do biogás formado.

Um esquema do processo de tratamento é apresentado na Figura 2. Em um dos filtros utilizou-se a brita (nº 4) como meio suporte (Figura 2A) considerando o recomendado pela ABNT - NBR 13969/1997.¹⁶ No outro filtro utilizou-se o resíduo de EVA com granulometria semelhante à da brita nº 4 (50-76 mm) (Figura 2B) como meio suporte.

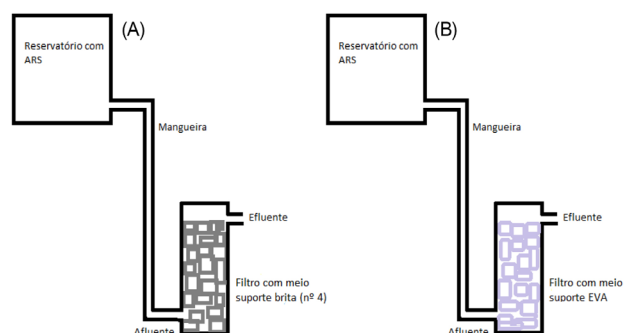


Figura 2. Esquema do processo de tratamento da água residuária da suinocultura (ARS) utilizando-se o filtro com meio suporte brita (nº 4) (A) e o filtro com meio suporte Etileno Acetato de Vinila (EVA) (B)

Os meios suportes estudados (EVA e brita nº 4) foram colocados em recipientes contendo lodo, até que ficassem totalmente encobertos, e ficaram imersos para inoculação, durante 24 horas. O lodo foi coletado em uma lagoa anaeróbia pertencente a estação de tratamento de um frigorífico do município de Itapetinga – BA. Após esse período, foi realizado o descarte do lodo excedente e os materiais foram colocados no interior dos reatores. Para o

processo de partida dos filtros, iniciou-se o experimento com tempo de detenção hidráulica (TDH) de 30 dias visando a adaptação do lodo inoculante e crescimento da biomassa.¹⁷ Cada reator foi alimentado com a água residuária até que o efluente completasse todo o volume útil, nesse período não houve coleta de amostras.

Após 30 dias de detenção hidráulica da ARS nos filtros, iniciou-se a troca da mesma, agora a cada 24h, com vazão de entrada de 0,001 L s⁻¹. Foram realizadas três coletas de amostras (afluente e efluente) em cada filtro aos 34 dias após o início do TDH de 24h (Figura 3), sendo essas caracterizadas por meio dos parâmetros: pH (método eletrométrico, com pHmetro da marca Digimed, modelo DM – 22); demanda química de oxigênio (DQO) (determinada pelo método titulométrico do refluxo fechado); sólidos totais e voláteis (método gravimétrico); turbidez (determinada por meio de um turbidímetro digital da marca Digimed, modelo DM – TU) e fósforo total (determinado pelo método fósforo-molibdico, após digestão nítrico-perclórico). Todas as análises foram realizadas segundo metodologias descritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.¹⁸

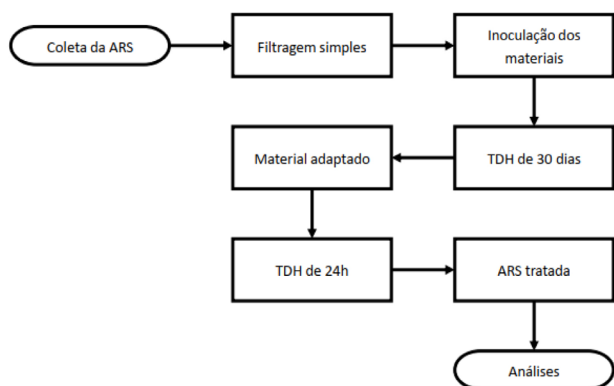


Figura 3. Fluxograma do processo de tratamento realizado

O cálculo da eficiência (η) do tratamento, para cada variável analisada, foi feito por meio da Equação 1, sendo o resultado expresso em porcentagem (%).

$$\eta = (C_0 - C_f) / C_0 \cdot 100 \quad (1)$$

onde: η = eficiência do tratamento para a variável analisada (%); C_0 = concentração da variável analisada na ARS afluente; C_f = concentração da variável analisada na ARS efluente.

3. Resultados e Discussão

3.1. Difração de raios x

Considerando o padrão de difração obtido para a amostra do resíduo de EVA (Figura 4), verificou-se picos de média intensidade, indicando que o material apresenta

uma estrutura semicristalina. As principais linhas de difração observadas estão centradas em $2\theta = 26, 27, 31, 37, 39, 40, 41, 53$ e 69° e são característicos de uma fase cristalina do carbonato de cálcio denominada aragonita (ficha cristalográfica JCPDS nº 41-1475). De acordo com Nyambo *et al.*,¹⁹ é comum a adição de cargas inorgânicas na produção de EVA com o intuito de aumentar sua estabilidade térmica, sendo o carbonato de cálcio o mineral mais usado devido, principalmente, ao seu baixo custo e abundância.

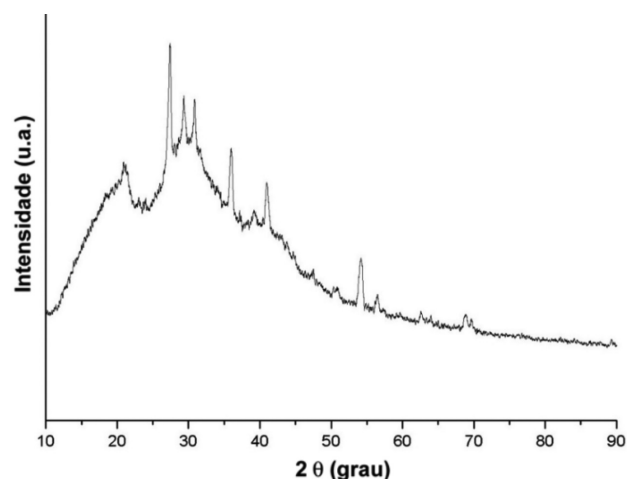


Figura 4. Difratograma de raios x obtido para o resíduo de Etileno Acetato de Vinila (EVA)

3.2. Espectroscopia na região do Infravermelho com Transformada de Fourier – FTIR

O espectro de FTIR da amostra do resíduo de EVA obtido com o acessório de reflectância total atenuada (ATR), está ilustrado na Figura 5. O espectro de FTIR foi importante para identificar os principais grupos funcionais presentes na estrutura do resíduo. As atribuições dos modos vibracionais observados foram realizadas considerando literatura já bem estabelecida na área de espectroscopia, bem como trabalhos de pesquisa sobre o copolímero EVA.²⁰⁻²² A partir da análise do espectro FTIR, verificou-se uma banda larga centrada em torno de 3600 cm^{-1} que pode ser atribuída aos estiramentos da ligação O-H (álcool, fenol e ácido carboxílico). Foram identificadas bandas intensas em torno de 2850 e 2960 cm^{-1} que são características de estiramentos simétricos e assimétricos da ligação C-H dos grupos CH_2 e CH_3 , respectivamente, de hidrocarbonetos alifáticos. A banda que aparece próxima a 1740 cm^{-1} é típica das vibrações do grupo carbonila (estiramento de C=O em COO^-) do acetato de vinila. O modo vibracional em 1390 cm^{-1} pode ser atribuído à deformação angular do grupo CH_3 . Verificaram-se estiramentos assimétricos e simétricos do C-O (grupo acetil) em torno de 1240 e 1020 cm^{-1} , respectivamente. Levando em consideração o resultado de difração de raios X que evidenciou a presença de carbonato de cálcio na estrutura do resíduo polimérico,

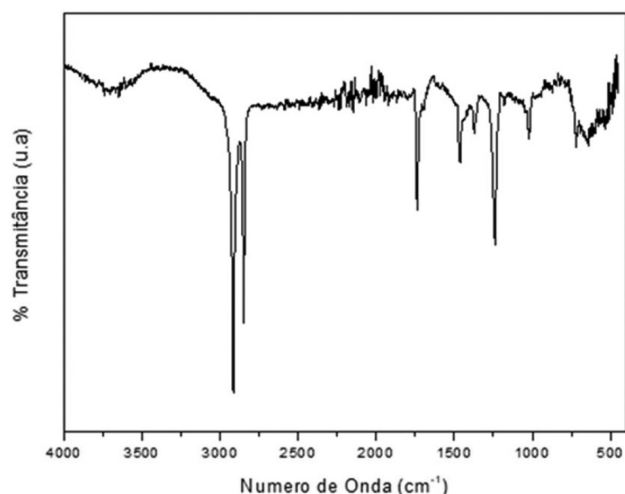


Figura 5. Espectro de FTIR da amostra de Etileno Acetato de Vinila (EVA) utilizando o acessório de reflectância total atenuada (ATR)

as bandas próximas a 850 e 1470 cm^{-1} podem ser atribuídas aos modos vibracionais do íon carbonato.

3.3. Desempenho dos filtros anaeróbios utilizando brita e EVA como meio suporte para tratamento da água residuária da suinocultura (ARS)

Os resultados para os parâmetros avaliados da ARS, antes e depois do tratamento em filtros anaeróbios utilizando brita e EVA como meio suporte, bem como a eficiência

dos sistemas estudados estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. O afluente (tratamento 0) apresentou pH de 7,73 e para o efluente dos filtros, verificou-se pH ligeiramente mais baixo nos dois tratamentos. De acordo com Oliveira *et al.*,²³ o pH adequado para a manutenção da estabilização biológica da matéria orgânica deve ser entre 6 e 9. A estabilidade observada nos sistemas é desejável pois, segundo Chernicharo,²⁴ mudanças bruscas de pH no sistema afetam negativamente o processo, devendo ser evitadas. Ressalta-se que os valores de pH após o tratamento nos filtros estão na faixa entre 6-9 estabelecida pela resolução do CONAMA 430/2011 para o lançamento de efluentes em corpos receptores.²⁵

A partir dos resultados obtidos para Demanda Química de Oxigênio (DQO) foi encontrado o valor médio de 2631,55 mg L^{-1} para a ARS bruta. Essa variável está sujeita a grandes variações devido às características da granja, o que pode incluir: quantidade de animais, dieta, sistemas de dessedentação e de limpeza adotados. Wen *et al.*,²⁶ destaca que a ARS de diferentes granjas contém DQO que varia entre 400 e 20.000 mg L^{-1} . Para a DQO pós-tratamento notou-se redução desse parâmetro com eficiência de 57,55% para o filtro contendo brita e 63,77% para o filtro contendo EVA como meio suporte (Tabela 2). Comparativamente, Tonetti *et al.*,²⁷ obtiveram remoção de 76%, utilizando bambu como meio suporte para tratamento de esgoto. Apesar da utilização do bambu ter apresentado melhor eficiência na remoção de DQO, este material pode ter outras finalidades

Tabela 1. Resultados obtidos para os parâmetros pH, DQO, sólidos totais, fixos e voláteis, fósforo e turbidez, em ARS antes e após tratamento em filtro anaeróbio ascendente

Parâmetros	Tratamentos		
	Tratamento 0*	Tratamento 1*	Tratamento 2*
pH	7,73±0,27	7,66±0,01	7,52±0,11
DQO (mg L^{-1})	2631,55±163,43	1009,54±159,45	861,70±167,63
Sólidos Totais (mg L^{-1})	951,33±92,39	842,67±29,143	716,67±45,00
Sólidos Voláteis (mg L^{-1})	484±71,08	442,67±60,34	331,33±5,77
Fósforo (mg L^{-1})	72,10±0,53	38,70±1,21	42,78±1,90
Turbidez (NTU)	781,33±4,04	238,67±3,51	93,8±0,62

Tratamento 0: efluente bruto; **Tratamento 1:** alíquota retirada do filtro contendo brita como meio suporte e **Tratamento 2:** alíquota retirada do filtro contendo EVA como meio suporte. *Valores expressos em médias ± desvio-padrão.

Tabela 2. Eficiência de remoção (%) dos parâmetros DQO, sólidos totais, fixos e voláteis, fósforo e turbidez em ARS

Parâmetros	Eficiência (%)	
	Tratamento 1*	Tratamento 2*
DQO (mg L^{-1})	57,55±6,71	63,77±7,05
Sólidos Totais (mg L^{-1})	42,75±1,98	51,31±3,06
Sólidos Voláteis (mg L^{-1})	42,51±7,84	56,97±0,75
Fósforo (mg L^{-1})	51,41±1,52	46,29±2,39
Turbidez (NTU)	70,30±0,44	88,33±0,08

Tratamento 1: alíquota retirada do filtro contendo brita como meio suporte e **Tratamento 2:** alíquota retirada do filtro contendo EVA como meio suporte. *Valores expressos em médias ± desvio-padrão.

de utilização e não se constitui como um resíduo sólido com potencial de poluição ambiental como o EVA.

Com relação aos Sólidos Totais, para a ARS afluyente, o valor encontrado foi de 951,33 mg L⁻¹. Os resultados pós-tratamento evidenciaram reduções para essa variável com eficiência em torno de 42 e 51% para os tratamentos 1 e 2 respectivamente. Comparativamente, Oza *et al.*²⁸ alcançaram remoções de 24,29 e 24,89% utilizando bambu (30 mm) e brita como materiais de enchimento para o tratamento de ARS sem filtração prévia em filtros operados por 3 meses e TDH de 12 horas. Oliveira e colaboradores²³ tiveram remoção de 43% de ST utilizando filtro com bagaço de cana de açúcar para tratamento de ARS com filtração prévia para remoção de sólidos grosseiros com tempo de operação de 7 horas consecutivas. Ressalta-se que a legislação ambiental não dispõe de valor de referência para ST no caso de tratamento de efluente. Por outro lado, a resolução do CONAMA 430/2011²⁵ faz referência ao parâmetro sólidos em suspensão totais (SST), destacando que o tratamento deve ter eficiência mínima de remoção de 20%, após a desarenação.

De acordo com a análise dos sólidos voláteis notou-se que a ARS bruta apresentou valor médio de 484,00 mg L⁻¹. Após o tratamento ocorreu redução dessa fração dos sólidos e a eficiência média foi de 42,51 e 56,97% para os tratamentos 1 e 2 respectivamente. Para esse parâmetro, não foram encontrados valores de referência na literatura e não há esse padrão na legislação pertinente. A fração de SV está associada à presença de compostos orgânicos na água, porém, a sua concentração não fornece informações sobre a natureza específica dos diferentes compostos orgânicos presentes, já que o processo de volatilização ocorre em temperaturas diferentes, sendo a faixa compreendida entre 550-600 °C usada como referência.

Para a análise de fósforo (P) foi encontrado o valor médio de 72,10 mg L⁻¹ para a ARS bruta e após os tratamentos verificou-se eficiência superior a 45%. O fósforo, juntamente com a carga orgânica e o nitrogênio, são os principais indicadores da ARS, já que altas concentrações de carbono e nutrientes, influenciam na autodepuração do corpo receptor. O P estimula o crescimento de algas, microrganismos fotossintéticos e macrófitas, devendo ser removido das águas residuais para evitar a eutrofização e consequentemente a diminuição da penetração da radiação solar e levando a diminuição do teor de oxigênio dissolvido (OD) em sistemas aquáticos.²⁶ Oza *et al.*,²⁸ obtiveram redução máxima de aproximadamente 38% para filtros anaeróbios operados por três meses com TDH de 12 horas para tratamento de ARS. Com base no trabalho citado, notou-se que os tratamentos realizados no presente estudo foram superiores em termos de eficiência no que tange a remoção de P. Ressalta-se que a legislação ambiental pertinente não possui valores de referência para esse parâmetro. A remoção do P em sistemas biológicos é feita por um grupo de microrganismos conhecidos como organismos acumuladores de polifosfatos (OAPs), que em maior parte, removem o P por meio de processo

anaeróbio-aeróbio. No entanto, a operação somente em meio anaeróbio também permite que a remoção de P ocorra, devido a capacidade que alguns OAPs têm de usar o nitrato ou nitrito em vez de oxigênio como aceptores de elétrons, realizando a assimilação bioquímica de P e desnitrificação simultaneamente. De acordo com Lo Monaco,¹² o fósforo apresenta forte ligação com o material orgânico e que quanto maior a remoção de sólidos totais da ARS afluyente, maior será a remoção do fósforo.

Considerando o parâmetro turbidez, os resultados obtidos evidenciaram que a ARS bruta apresentou turbidez média de 781,33 NTU e após o tratamento notou-se eficiência de 70,30 e 88,33% para os tratamentos 1 e 2 respectivamente. Lo Monaco e colaboradores, trabalhando com filtros anaeróbios preenchidos com resíduo de cerâmica, ao longo de 120 dias de funcionamento, obtiveram remoções médias de 45 a 75%.¹⁵ Essas eficiências foram menores do que as obtidas no presente trabalho para o filtro preenchido com EVA, indicando que este é um material promissor para ser utilizado como material de enchimento nos filtros anaeróbios.

4. Conclusão

O tratamento de água residuária da suinocultura realizada no presente estudo evidenciou que a utilização de resíduo de EVA, oriundo da indústria calçadista, como material filtrante para reatores anaeróbios de leito fixo, pode se constituir em uma alternativa viável para a destinação desse resíduo, apresentando-se como uma opção promissora no tratamento de efluentes de suinocultura, apresentando, ao longo de 34 dias de funcionamento, remoções médias de 63,77% de DQO, 51,31% de sólidos totais, 56,97% de sólidos voláteis, 46,29% de fósforo e 88,33% de turbidez, estando essas eficiências em geral superiores à obtida com o meio suporte normatizado que é a brita nº 4 e com outros materiais alternativos utilizados para esse fim. Diante do exposto, verificou-se que a utilização do EVA como meio suporte poderá promover nova funcionalidade a um resíduo sólido, evitando o descarte no meio ambiente, contribuindo com a sustentabilidade ecológica tanto pelo aproveitamento do resíduo quanto pela aplicação na descontaminação de águas residuárias.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB e à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pelo apoio financeiro concedido para realização desta pesquisa, bolsas e infraestrutura. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, processo 88881.979656/2024-01 referente a PROAP/CAPES.

Contribuições dos Autores

Janiny S. Silva: conceituação, curadoria dos dados, investigação, redação (esboço original); Matheus A. Moura: curadoria dos dados, metodologia; Rennan N. de Franca: curadoria dos dados, metodologia; Alexilda O. Souza: Supervisão, curadoria dos dados, recursos, redação (revisão e edição); Danilo J. Leão: Análise formal, validação; Flavia M. Barros: Supervisão, curadoria dos dados, administração do projeto, recursos, redação (revisão e edição).

Referências Bibliográficas

- Shah, A. V.; Srivastava, V. K.; Mohanty, S. S.; Varjani, S.; Municipal solid waste as a sustainable resource for energy production: State-of-the-art review. *Journal of Environmental Chemical Engineering* **2021**, 9, 105717. [Crossref]
- Kundariya, N.; Mohanty, S. S.; Varjani, S.; Ngo, H. N.; Wong, J. W. C.; Taherzadeh, M. J.; Chang, J.; Ng H. Y.; Kim, S.; Bui, X. T.; A review on integrated approaches for municipal solid waste for environmental and economical relevance: Monitoring tools, technologies, and strategic innovations. *Bioresource Technology* **2021**, 342, 125982. [Crossref]
- Kumar, R.; Verma, A.; Shome, A.; Sinha, R.; Sinha S.; Jha, P. K.; Kumar, R.; Kumar, P.; Shubham, S.; Das, S.; Sharma, P.; Prasad, P. V. V.; Impacts of Plastic Pollution on Ecosystem Services, Sustainable Development Goals, and Need to Focus on Circular Economy and Policy Interventions. *Sustainability* **2021**, 13, 9963. [Crossref]
- Moshood, T. D.; Nawanir, G.; Mahmud, F.; Mohamad, F.; Ahmad, M. H.; Ghani, A. A.; Sustainability of biodegradable plastics: New problem or solution to solve the global plastic pollution? *Current Research in Green and Sustainable Chemistry* **2022**, 5, 100273. [Crossref]
- MacLeod, M.; Arp, H.; Tekman, M.; Jahnke, A.; The global threat from plastic pollution. *Science* **2021**, 373, 61. [Crossref]
- Wahab, A.; Sattar, H.; Ashraf, A.; Hussain, S. N.; Saleem, M.; Munir, S.; Thermochemical, kinetic and ash characteristics behaviour of Thar Lignite, agricultural residues and synthetic polymer waste (EVA). *Fuel* **2020**, 266, 117151. [Crossref]
- Lopes, D.; Ferreira, M. J.; Russo, R.; Dias, J. M.; Natural and synthetic rubber/waste – Ethylene-Vinyl Acetate composites for sustainable application in the footwear industry. *Journal of Cleaner Production* **2015**, 92, 230. [Crossref]
- Balogopal, V.; Wilson, S. V.; Thomas, L. V.; Kurian, A. J.; Anil, A.; Sustainable concrete interlock tile using rice husk ash & EVA Polymer. *Materials Today: Proceedings* **2023**, 3, 1. [Crossref]
- Junior, C. Z.; Peruchi, R. S.; Fim, F. C.; Soares, W. O. S.; Silva, L. B.; Performance of ethylene vinyl acetate waste (EVA-w) when incorporated into expanded EVA foam for footwear. *Journal of Cleaner Production* **2021**, 317, 128352. [Crossref]
- Baettker, E. C.; *Dissertação de mestrado*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. [Link]
- Chernicharo, C. A. L.; *Reactores anaeróbios*. 2 ed., Belo Horizonte: UFMG, 1997.
- Lo Monaco, P. A. V.; Matos, A. T.; Jordão, C. P.; Cecon, P. R.; Martinez, M. A.; Influência da granulometria da serragem de madeira como material filtrante no tratamento de águas residuárias. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* **2004**, 8, 116. [Crossref]
- Lo Monaco, P. A. V.; Matos, A. T.; Junior, V. E.; Sarmiento, A. P.; Moreira, R. M. G.; Desempenho de filtros constituídos por pergaminho de grãos de café (*Coffea* sp.) no tratamento de águas residuárias. *Coffee Science* **2011**, 6, 120. [Link]
- Lo Monaco, P. A. V.; Matos, A. T.; Sarmiento, A. P.; Júnior, A. V. L.; Lima J. T.; Desempenho de filtros constituídos por fibra de coco no tratamento de águas residuárias de suinocultura. *Revista Engenharia na Agricultura-REVENG* **2009**, 17, 473. [Link]
- Lo Monaco, P. A. V.; Nandorf, R. J.; Haddade, I. R.; Alves, D. G.; Mattedi, L.; Vieira, G. H. S.; Use of anaerobic filters filled with waste from the ceramics industry in swine wastewater treatment. *Revista Caatinga* **2023**, 36, 226. [Crossref]
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, Tanques sépticos – Unidades de Tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação – NBR 13969. **1997**, ABNT. [Link]
- Stets, M. I.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2008. [Link]
- Eaton, A. D.; Franson, M. A. H.; *Standard methods for the examination of water & wastewater*. American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 21st ed., 2005.
- Nyambo, C.; Kandare, E.; Wilkie, C. A.; Thermal stability and flammability characteristics of ethylene vinyl acetate (EVA) composites blended with a phenyl phosphonate-intercalated layered double hydroxide (LDH), melamine polyphosphate and/or boric acid. *Polymer Degradation and Stability* **2009**, 94, 513. [Crossref]
- Ramírez-Hernández, A.; Aguilar-Flores, C.; Aparicio-Saguilán, A.; Fingerprint analysis of FTIR spectra of polymers containing vinyl acetate. *DYNA* **2019**, 86, 198. [Crossref]
- Silverstein, R. M.; Webster, F. X.; Kiemle, D. J.; *Spectrometric identification of organic compounds*. 7ed. John Wiley and Sons: New York, 2005.
- Jiang, Z.; Hu, C.; Easa, S. M.; Zheng, X.; Zhang, Y.; Evaluation of physical, rheological, and structural properties of vulcanized EVA/SBS modified bitumen. *Journal of Applied Polymer Science* **2017**, 134, 44850. [Crossref]
- Oliveira, A.; Pinheiro, E. F. M.; De Campos, D. V. B.; Avaliação do tratamento da água residuária da suinocultura utilizando filtro orgânico constituído de bagaço de cana-de-açúcar. *Revista Virtual de Química* **2017**, 9, 1970. [Crossref]
- Chernicharo, C. A. L.; *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias*, 1ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2007.
- Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Publicada no DOU nº 92, de 16/05/2011, pág. 89. [Link]
- Wen, Y.; He, Y.; Ji, X.; Li, S.; Chen, L.; Zhou, Y.; Wuang, M.; Chen, B.; Isolation of an indigenous *Chlorella vulgaris* from swine wastewater and characterization of its nutrient removal

- ability in undiluted sewage. *Bioresource Technology* **2017**, 243, 247. [Crossref]
27. Tonetti, A. L.; Couracci Filho, B.; Guimarães, J. R.; Cruz, L. M. O.; Nakamura, M. S.; Avaliação da partida e operação de filtros anaeróbios tendo bambu como material de recheio. *Engenharia Sanitária e Ambiental* **2011**, 16, 11. [Crossref]
28. Oza, E. F.; Lo Monaco, P. A. V.; Haddad, I. R.; Santos, M. M.; Soela, D. M.; Vieira, G. H. S.; Treatment of swine wastewater using anaerobic filters with different types of support media. *Bioscience Journal* **2019**, 35, 561. [Crossref]