

EMPREGO DE REATORES ANAERÓBIOS DE ALTA TAXA NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DO ABATE DE FRANGOS

Laura Menezes de Souza Penido ¹

Giovanna Salustiano Scarabelli ²

Nicolý Kethely Nunes Daniel Correia Coelho ³

Ariane Mística Rodrigues ⁴

João Pedro Rosa Morais ⁵

Luciano dos Santos Rodrigues ⁶

Análise de tecnologias e inovações voltadas para a preservação do meio ambiente, incluindo soluções para a redução da poluição do ar e da água.

Resumo

A avicultura desempenha um papel indispensável na economia brasileira, sendo uma das principais atividades agropecuárias do país e um dos setores mais dinâmicos do agronegócio. O Brasil foi o segundo maior produtor de carne de frango e primeiro em exportação no ano de 2022. Já em 2023, as exportações de carne de frango do Brasil, que concentra cerca de 30% do mercado global, encerraram o ano com recordes de 5,138 milhões de toneladas, alta de 6,6% em relação a 2022, sinalizando tendência positiva para 2024. Essa tendência positiva, apesar de favorecer a economia nacional, traz consigo novos desafios no que diz respeito ao tratamento de águas residuárias, visto que esse processo gera grandes volumes com altas concentrações de matérias orgânicas, sólidos e nutrientes. O emprego de reatores anaeróbios de alta taxa torna-se uma solução efetiva à problemática, partindo do ponto em que suportam altas cargas orgânicas e sobrecargas hidráulicas, e são eficientes na remoção de até 99% da DBO (demanda bioquímica de oxigênio), auxiliando na redução de carga orgânica e sólidos nos efluentes, minimizando, assim, a poluição hídrica e o impacto ambiental, além de gerar biogás, uma fonte de energia renovável, contribuindo para com a economia de custos operacionais das indústrias de frango.

Palavras-chave: Agroindústria; digestão anaeróbia, Meio ambiente; sustentabilidade.

¹Aluna do Curso de graduação em Química, Universidade Federal de Minas Gerais, departamento de Medicina Veterinária Preventiva, lauramenezesouza@gmail.com.

² Aluna do Curso de graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, departamento de Medicina Veterinária Preventiva, gioscarabelli@hotmail.com.

³ Aluna do Curso de graduação em Aquacultura, Universidade Federal de Minas Gerais, departamento de Medicina Veterinária Preventiva, kethely.nicolý@gmail.com .

⁴ Bióloga, Fazenda São Paulo, arianemisticarodrigues@gmail.com.

⁵ Aluno do Curso de graduação em Aquacultura, Universidade Federal de Minas Gerais, departamento de Medicina Veterinária Preventiva, joaopedrorosam@gmail.com.

⁶ Professor de Controle Ambiental e Saneamento, Universidade Federal de Minas Gerais, departamento de Medicina Veterinária Preventiva, lsantosrodriques@gmail.com.



INTRODUÇÃO

O crescente consumo e desempenho no cenário econômico de produtos oriundos da avicultura, como carne e os ovos pelos brasileiros resultou na necessidade de maior produção nesta área. Este aumento de produção ocasiona diversas problemáticas, dentre eles, podemos citar o significativo aumento na geração de efluentes, elevada carga poluidora das águas residuais, inviabilização da reutilização da água etc. De acordo com pesquisas realizadas pelo repositório UFMG, a carga orgânica aplicada em um reator pode atingir até 0,71 kg DQO/m³/dia, enquanto os efluentes não tratados podem conter níveis de DBO de até 106 mg/L e DQO de 290 mg/L. Essa produção de águas residuárias não tratadas provenientes do abate de frangos gera graves consequências ambientais, dentre as quais podemos citar:

- Contaminação dos corpos hídricos pelos altos níveis de matéria orgânica e produtos químicos que são utilizados na etapa de limpeza. Esses processos aumentam a demanda de oxigênio nos corpos d'água, o que gera um impacto denominado eutrofização, resultando na inviabilização da água para atividades como uso humano e agrícola (EMBRAPA, 2024);
- Emissão de odores desagradáveis e diversos gases nocivos, como metano e amônia, dada pela decomposição inadequada da matéria orgânica nos efluentes. Esse transtorno tem um impacto direto na população, uma vez que pode causar problemas de saúde nas comunidades próximas e contribuir para o efeito estufa (EMBRAPA, 2024);

Além desses, devemos considerar, juntamente, os impactos sobre a biodiversidade, especialmente ecossistemas aquáticos. Devido a emissão de gases nocivos citados anteriormente, temos, como efeito resultante, o aumento da temperatura e a diminuição do oxigênio dissolvido nas águas contaminadas podem levar à morte de diversas espécies marinhas, perturbando a cadeia alimentar e reduzindo a biodiversidade (EMBRAPA, 2024).



Em meio a todas essas contrariedades, reatores anaeróbios de alta taxa surgem como uma solução viável a fim de mitigar os danos causados. Dentre as vantagens ofertadas por este, podemos citar sua alta eficiência de remoção de poluentes que alcançam índices de remoção de poluentes notáveis. De acordo com o Rodrigues (2009), temos uma remoção de 83% a 99% no que diz respeito a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), uma remoção de 50% a 98% na Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Eficiência de até 92% nos Sólidos Suspensos Totais (SST), além da produção de biogás, podendo ser usado para a produção de energia e custos operacionais consideravelmente reduzidos.

Portanto, objetiva-se, com o esse trabalho, que o emprego de reatores anaeróbios de alta taxa no tratamento de águas residuárias do abate de frangos tornou-se essencial devido aos impactos ambientais significativos causados pelos efluentes gerados nesta indústria por questões de sustentabilidade, ética ambiental e populacional.

METODOLOGIA

Local de pesquisa

O trabalho foi desenvolvido em um abatedouro localizado na zona da mata do estado de Minas Gerais.

O abatedouro possui uma capacidade de abate de 2500 aves/dia. A estação de tratamento de efluentes (ETE) foi dimensionada para atender a um consumo de água na planta de 12 litros por ave. Sendo assim, a vazão teórica afluente ao sistema projetada foi 30 m³/dia.

A ETE industrial foi composta de peneira estática, seguida por duas caixas gradeadoras sendo uma média e outra fina, caixa de gordura, distribuidor de vazão, três reatores UASB de 15 m³ cada ligados em série e três filtros anaeróbios de 15 m³ cada também ligados em série.

Todos os efluentes gerados no abate de frangos eram encaminhados por gravidade para a ETE. Na foto 1 e 2 seguem as unidades integrantes da ETE.

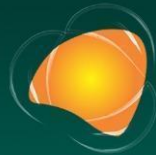
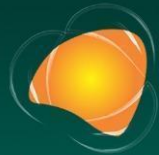


FOTO 1 – Tratamento Primário composto por peneira estática (foto a) e caixa gradeadora (Foto b).



FOTO 2 – Tratamento Secundário composto por Reatores UASB seguidos de Filtro Anaeróbio.



A tabela 1 apresentam um resumo das principais características de projeto dos reatores UASB e FA estabelecidas no estudo de concepção da ETE.

Tabela 1. Principais características de Projeto dos reatores UASB e Filtro anaeróbio

Características de Projeto	Reator UASB	Filtro Anaeróbio
Tempo de Detenção Hidráulica	1,5 dias	1,5 dias
Carga Orgânica Volumétrica	1,30 kgDQO/m ³ .dia	0,50 kgDQO/m ³ .dia
Carga Hidráulica Volumétrica	0,66 m ³ /m ³ .dia	0,66 m ³ /m ³ .dia
Velocidade Ascensional	0,70 m/h	0,70 m/h

Monitoramento

O programa de monitoramento foi realizado mensalmente por meio de análises físico-químicas. Os principais parâmetros avaliados foram: temperatura, pH, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) sólidos suspensos (SS), óleos e graxas e surfactantes aniônicos.

As amostras coletadas foram acondicionadas e transportadas, de maneira a manter suas características até o laboratório, sendo realizadas no Laboratório de Saneamento do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da UFMG.

O pH foi determinado de acordo com APHA, AWWA, WEF (2012). A DQO total e foi determinada submetendo-se as mesmas ao método colorimétrico e digestão com refluxo fechado em tubos de cultura segundo APHA, AWWA, WPCF (2012).

Para determinação dos sólidos suspensos totais, seguiu-se a metodologia descrita por APHA, AWWA, WPCF (2012), com a filtragem da amostra em papel de filtro Gf/C 47 já previamente preparados, lavados, secos em estufa por 24h, esfriados em dessecador e pesados, tendo o peso 1. Cada papel de filtro foi pesado, identificado e colocado em cadinhos de porcelana. Para preparo das amostras, foram filtrados 10ml de cada ponto, colocadas nos devidos cadinhos e levados para estufa até a completa secagem. Então os papéis de filtro após secos foram retirados, esfriados em dessecador



e pesados novamente, obtendo-se o peso 2. Por último, os papéis de filtro foram levados para a mufla à 600°C (± 30 minutos), resfriados em dessecador e mais um vez pesados, tendo o peso 3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores médios e o desvio padrão dos parâmetros avaliados durante o período experimental do sistema de tratamento durante o período experimental.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros pH, DBO, DQO, SST, sólidos sedimentáveis, surfactantes e óleos e graxas do esgoto bruto e tratado durante o período experimental

Parâmetro	Esgoto Bruto	Esgoto Tratado
pH	7,00 \pm 0,40	7,20 \pm 0,4
DBO	1280 \pm 764	105 \pm 46
DQO	1908 \pm 1521	198 \pm 81
SST	1519 \pm 1129	47 \pm 18
Ssed	15 \pm 8	0,60 \pm 0,50
Surfactantes	1,2 \pm 1,0	0,40 \pm 0,20
Óleos & Graxas	77 \pm 72	12 \pm 10

Os valores médios de pH do esgoto bruto variaram de 6,5 a 7,1 e tratado de foram respectivamente de 6,30 e 7,50, mostrando que houve um aumento do pH ao passar pelo sistema de tratamento, evidenciando valores de neutralidade o que mostra que o conjunto reator UASB-filtro anaeróbio, foi operado de forma estável durante o período experimental. O controle de pH tem como objetivo principal a eliminação do risco de inibição das arqueias metanogênicas evitando assim, a falha do processo.

Os resultados das concentrações de DBO do esgoto bruto variaram de 550 a 900 mg L⁻¹ com reduções significativas ao passar pelo sistema de tratamento com efluente variando na faixa de 45 a 75 mg L⁻¹.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

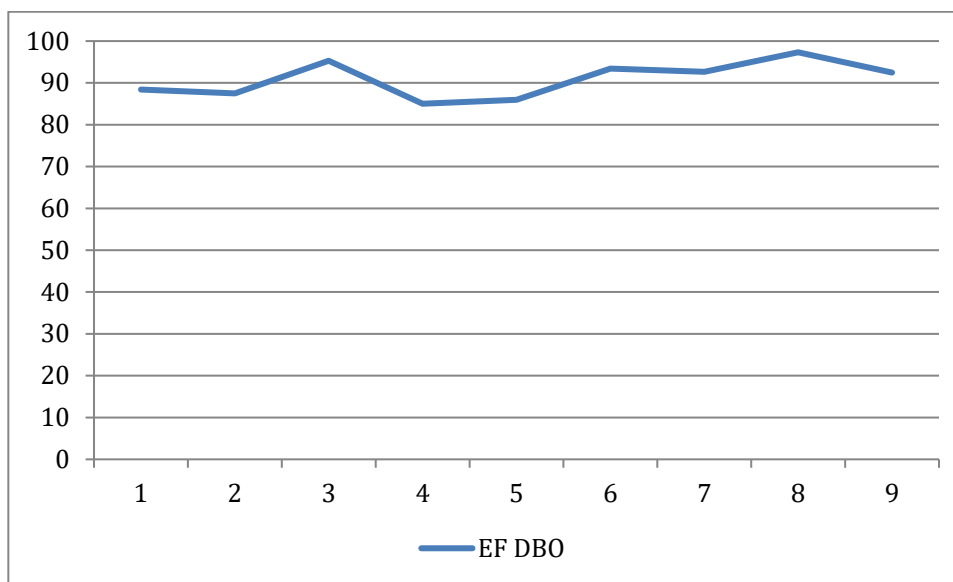
Os valores de DQO do esgoto bruto tiveram comportamento semelhante ao de DBO com valores variando de 750 a 1150 mg⁻¹ para o esgoto bruto e de 100 a 180 mg L⁻¹ para o esgoto tratado.

Conforme Gráficos 1 e 2 podemos observar alta eficiência de remoção de DBO e DQO, respectivamente. Para DBO os valores variaram de 88 a 97%, com valor médio de 91% enquanto para DQO a variação foi de 68 a 95% com média de 86%.

MASSÉ E MASSE (2000) avaliando reatores anaeróbios no tratamento de efluentes de frigorífico com DQO variando de 6.908 mg/L a 11.500 mg/L, verificaram redução de 90% a 96% para COV na faixa de 2,07 a 4,93 kg DQO/m³.d e tempo de detenção hidráulico de 48 horas.

TORKIAN E HASHEMIAN (2003) utilizando reator UASB com COV aplicada variando de 13 a 39 kg DQO/m³.d e tempo de detenção hidráulico de 2 a 7 horas, e observaram remoções de DQO de 75% a 90% para afluentes de 3000 mg/L a 4500 mg/L, respectivamente.

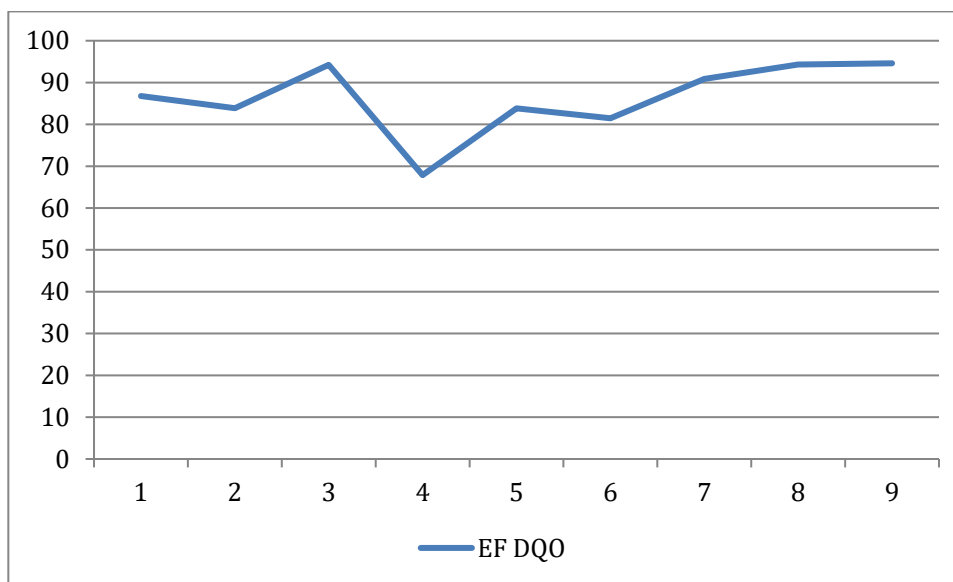
Figura 5. Variações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DQO) no esgoto bruto e tratado do Sistema de Tratamento de Efluentes durante o período experimental.



Neste estudo os valores de eficiência foram semelhantes a MASSÉ E MASSE (2000) e TORKIAN E HASHEMIAN (2003), atendendo a Deliberação Normativa COPAM/CERH 08/2022 do Estado de Minas Gerais.



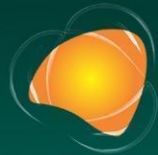
Figura 5. Variações de Demanda Química de Oxigênio (DQO) no esgoto bruto e tratado do Sistema de Tratamento de Efluentes durante o período experimental.



Os parâmetros sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e surfactantes aniônicos também atenderam aos padrões de lançamento exigidos pela Deliberação Normativa COPAM/CERH 08/2022 do Estado de Minas Gerais.

CONCLUSÕES

O emprego de reatores anaeróbios de alta taxa apresenta-se como uma ferramenta de viabilização do tratamento de águas residuárias do abate de frangos eficaz, visto que corrobora para a sustentabilidade, ética ambiental e populacional e preservação do meio ambiente demonstrando percentuais significativos de mitigação de danos.



AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Saneamento da Escola de Veterinária da UFMG.

REFERÊNCIAS

APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for the Examination of water and wastewater**, 20 ed. Washington, D. C. 1998.

CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores Anaeróbios**. 2 ed. Belo Horizonte: DESA, UFMG, 2007. 380 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 5).

Duda RM, Oliveira RA (2011) Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator UASB e filtro anaeróbio em série seguidos de filtro biológico percolador. **Engenharia Sanitária e Ambiental** 16:91–100.

MASSÉ, D.I.; MASSE, L. Treatment of slaughterhouse wastewater in anaerobic sequencing batch reactors. *Canadian Agricultural Engineering*, v.42, p.131-137, 2000

OLIVEIRA R.A., SANTANA A.M. (2011) Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) em dois estágios seguidos de reator operado em batelada sequencial (RBS). **Engenharia Agrícola** 31:178-192.

RODRIGUES L.S., SILVA I.J., SANTOS R.L.H., GOULART D.B., OLIVEIRA P.R., VON SPERLING M, FONTES D.O. (2009) Avaliação de desempenho de lagoa de polimento para pós-tratamento de reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) no tratamento de águas residuárias de suinocultura. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 61:142–1433.

TORKIAN, A.; EQBALI, S.J.; HASHEMIAN, S.J. The effect of organic loading rate on the performance of UASB reactor treating slaughterhouse effluent. *Resources Conservation and Recycling*, v.40, p.1-11, 2003