

II-1081 - AVALIAÇÃO DE SISTEMA COMPOSTO POR REATORES ANAERÓBIOS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE PROCESSAMENTO DE TILÁPIA EM ESCALA REAL

Luciano dos Santos Rodrigues⁽¹⁾

Engenheiro Agrícola Universidade Federal de Lavras (UFLA), Doutor em ciência animal pela Universidade Federal de Minas Gerais, Pós-doutor em Engenharia Sanitária Pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Professor de Controle Ambiental e Saneamento da UFMG.

Clara Lima Matos⁽²⁾

Bacharel em Aquicultura pela Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG.

Stella Rubim de Sousa⁽²⁾

Bacharel em Aquicultura pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Doutora em Microbiologia Agropecuária pela Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Renata Rodrigues Sampaio⁽²⁾

Bacharel em Aquicultura pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Doutora em Microbiologia Agropecuária pela Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Joyce da Cruz Ferraz Dutra⁽²⁾

Bacharel em Aquicultura pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Doutoranda em Microbiologia pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Endereço⁽¹⁾: Rua Noraldino de Lima, 290 - Aeroporto - Belo Horizonte - MG - CEP: 31270-650 - Brasil - Tel: (31) 97221-5626 - e-mail: lsantosrodrigues@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de um reator anaeróbico compartimentado (ABR), seguido de um reator anaeróbico de manta de lodo de fluxo ascendente (UASB), em escala real, tratando efluentes de frigorífico de pescado. Como a aquicultura é um exemplo de atividade promissora em território nacional, houve um aumento significativo de empresas processadoras de pescado no país, as quais vêm contribuindo para a poluição do meio ambiente devido ao seu grande potencial poluidor. O trabalho foi desenvolvido em um frigorífico de pescado no município de Cássia, estado de Minas Gerais, que possui uma estação de tratamento de efluentes composta por peneira estática, caixa de gordura, tanque de equalização, reator ABR e reator UASB. O programa de monitoramento consistiu em um conjunto de análises físico-químicas dos afluentes e efluentes de todos os pontos da estação, os quais foram coletados com frequência quinzenal e analisados no laboratório de saneamento da EV-UFMG. Os parâmetros avaliados foram temperatura, pH, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), sólidos suspensos fixos (SSF), amônia, ácidos voláteis e alcalinidade. Foram observadas altas eficiências de remoção de DBO e DQO, possibilitando nas condições operacionais impostas alcançar valores médios acima de 90%. O sistema conseguiu atender os parâmetros da legislação ambiental de Minas Gerais quanto à eficiência de remoção do sistema de tratamento. Entretanto, estão no limite máximo permitido. Desta forma, o sistema composto por reator ABR seguido por UASB apresentou alta eficiência na remoção de DQO, DBO e SST das águas residuárias..

PALAVRAS-CHAVE: agroindústria, digestão anaeróbia, impacto ambiental.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a aquicultura ocupou um espaço importante no cenário mundial da proteína animal. Por ser uma fonte de alimento saudável e apresentar uma contribuição considerável na geração de emprego e renda reduzindo a pobreza e a fome em várias partes do planeta, a sua expansão iniciou-se a partir de 1980, baseada em novas técnicas de produção e que refletiram em maiores retornos produtivos e econômicos. Apesar de ser uma atividade desenvolvida pela humanidade desde a antiguidade na China e no Egito, com o cultivo de carpas e tilápias, a aquicultura começou a destacar-se mundialmente no final do século XX (SCHULTER et. al, 2017)..

O efluente gerado pela indústria de processamento de pescado consiste principalmente em água, escamas, sangue, vísceras, carcaças, cabeças e outros descartes. O volume alto de água potável fundamental em quase todas as etapas do processamento e para o processo de higienização da indústria é variável com: o tipo de espécie, quantidade abatida por dia, produto final, tecnologia adotada, metodologia de higienização dentre outros aspectos (MURPHY, 2006)

O efluente gerado na indústria de processamento de pescado apresenta alta carga orgânica (CARAWAN, 1991), sua composição exige um tratamento que consiga remover essa carga, o que dificulta a implementação de metodologias eficazes. Outro ponto em questão é a heterogeneidade do que é tratado, pois inclui grande quantidade de sangue e gordura, tornando o processo ainda mais complexo.

O processo de digestão anaeróbica consiste na atuação de diversos microrganismos que transformam compostos orgânicos mais complexos (proteínas, carboidratos e lipídios) em produtos mais simples como o gás metano e carbônico (SANTOS, 2016). Esse é o processo fermentativo no qual a matéria orgânica é transformada em biogás e biofertilizante na ausência de oxigênio, alcançando níveis entre 60 % e 70 % de metano e 30 % e 40 % de dióxido de carbono (SIQUEIRA, 2008). É um sistema que acontece de forma equilibrada, envolvendo processos sequenciais onde 3 (três) grupos de bactérias atuam: as bactérias fermentativas (acidogênicas), as bactérias sintróficas (acetogênicas) e as arqueas metanogênicas.

O tratamento anaeróbico pode ser utilizado como uma alternativa a fim de reduzir o poder poluente de águas advindas do processamento, e os subprodutos resultantes desse processo (biogás, efluente e lodo estabilizado) podem ter aplicação direta na propriedade rural (OLIVEIRA et al, 2014)..

Este trabalho avaliou o desempenho e aplicabilidade do sistema Reator Anaeróbio Compartimentado (ABR) seguido de um Reator de Fluxo Ascendente (UASB) no tratamento de efluente de pescado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em um frigorífico de pescado localizado no sudoeste do estado de Minas Gerais, funcionando em escala real.

O empreendimento possui uma estação de tratamento de efluentes composta por tratamento primário (TP), que engloba peneira estática, caixa de gordura e tanque de equalização, reator anaeróbio compartimentado (ABR) dividido em três câmaras (ABR1, ABR2 E ABR3) e reator anaeróbio UASB (UASB). Este sistema é responsável por tratar todo o efluente proveniente da parte de processamento de tilápias. O efluente é encaminhado para todas as fases de tratamento por gravidade, através de tubos e conexões..

A partida do sistema foi realizada em abril de 2018, no qual foram transferidos 40m³ água de córrego, deixada em repouso por um período de aproximadamente 48 horas, possibilitando sua adaptação gradual a temperatura ambiente. Após o término do repouso, iniciou-se a alimentação com, aproximadamente, 15m³ do efluente do frigorífico. Esta alimentação parcial foi realizada durante 15 dias, com frequência de três vezes por semana, e posteriormente houve aumento gradativo até completar 120 dias, no qual o sistema iniciou operação em escala plena.

O programa de monitoramento foi realizado quinzenalmente por meio de análises físico-químicas. Os principais parâmetros avaliados foram: pH, DQO, DBO, sólidos, alcalinidade, AVT e amônia. As amostras foram coletadas na entrada da peneira estática, saída do tanque de equalização (abrangendo o tratamento primário), saídas das câmaras 1, 2 e 3 do reator ABR e saída do reator UASB. As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental da Escola de Veterinária da UFMG.

As análises físico-químicas foram realizadas conforme descrito no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (AWWA/APHA/WEF, 1998)

As amostras coletadas foram acondicionadas e transportadas, de maneira a manter suas características até o laboratório. Em seguida, foram resfriadas e mantidas sob refrigeração até o momento da realização das análises de maneira a manter suas características.

O monitoramento do sistema de tratamento permite a comparação do efluente com os padrões da legislação ambiental, além de permitir calcular a carga poluidora e avaliar o sistema de forma global incluindo a eficiência de cada etapa do processo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O controle de pH tem como objetivo principal a eliminação do risco de inibição das bactérias metanogênicas pelos baixos valores de pH, evitando assim, a falha do processo. A ocorrência de mudanças bruscas de pH pode afetar o processo de forma negativa, sendo que a recuperação dependerá de vários fatores, relacionando-se ao tipo de dano (permanente ou temporário) causado às bactérias (Chernicharo, 1997).

As faixas de valores de pH do esgoto bruto ficaram entre 6,2 e 7,38, enquanto o pH no UASB apresentou valores entre 6,95 a 7,55, mostrando que houve um aumento deste parâmetro. Observa-se então, ocorrência de neutralização da água residuária durante o tratamento, além da baixa variabilidade e o valor de pH acima de 7,00 indicando que o reator UASB foi operado de forma estável durante o período experimental.

Tabela 1: Valores Médios dos Parâmetros Operacionais durante o período experimental.

	Vazão (m ³ /d)	Volume (m ³)	TDH (d)	COV DQO (kg/m ³ .d)
Reator ABR	30	100	3,3	2,60
Reator UASB	30	120	4,0	0,64

Os resultados das concentrações de DBO do esgoto bruto e saída do UASB, observadas ao longo da fase experimental são mostrados na tabela 2 e figuras 1 e 2.

Tabela 2: Valores médios e desvio padrão da DBOt, DQOt e da relação DBOt/DQOt ao longo do tratamento.

PARÂMETRO	EB	TP	ABR1	ABR2	ABR3	UASB
DBOt	4669 ± 2053	4554±1859	2279±971	1270±336	975±294	168 ± 132
DQOt	9443 ± 1408	8619±1246	4681±940	3541±940	2553±1452	580 ± 341
DBOt/DQOt	2,44 ± 1,65	2,33±1,24	2,85±2,57	3,01±1,18	2,94 ± 1,97	3,98±1,95

Observa-se na tabela 2, que o teor de matéria orgânica particulada, inicialmente elevada no afluente, é reduzido consideravelmente em cada unidade de tratamento. A grande variação do esgoto bruto para efluente final, é notada nos valores de DBO, que variaram de 840 a 8400 mg L⁻¹ no esgoto bruto e 30 a 720 mg L⁻¹ no reator UASB.

Quanto a eficiência, o tratamento primário apresentou o menor desempenho, com uma remoção de 2,46%, enquanto o ABR apresentou remoção total de 78,60% e o UASB 83,81%. A eficiência da DBO tende a ser sempre menor, pois mede somente a fração biodegradável, porém, o sistema projetado apresentou valores muito altos.

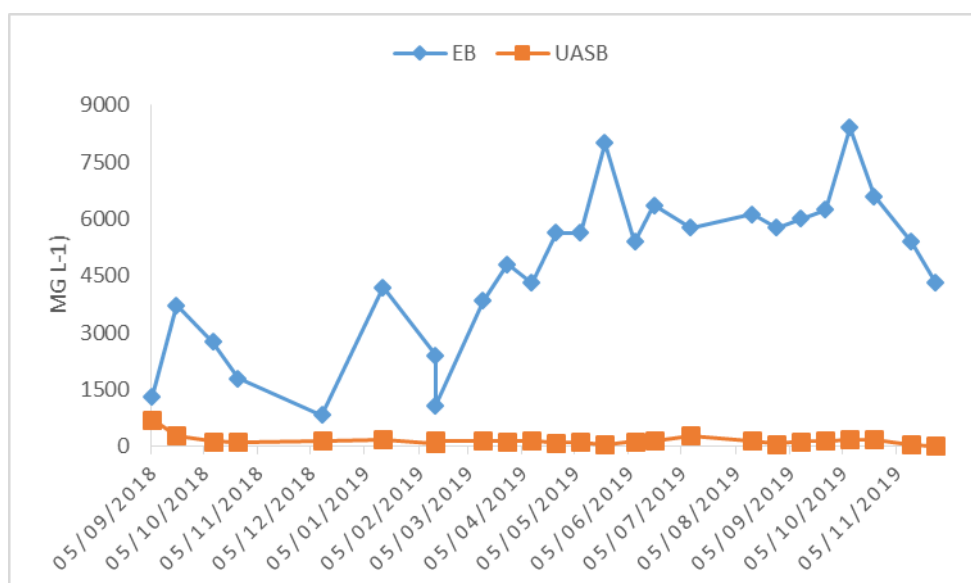


Figura 1: Variação da DBO total do esgoto bruto e saída do UASB ao longo do experimento.

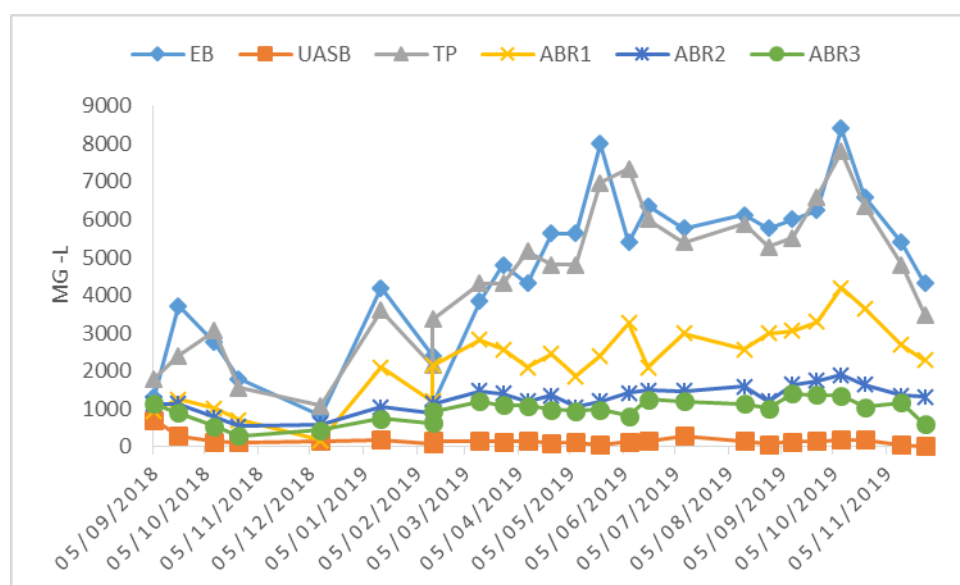


Figura 2: Variação da DQO total do esgoto bruto e saída do UASB ao longo do experimento.

Pôde-se observar grandes variações de DQOt no esgoto bruto durante o período experimental. Os valores variaram de 6500 a 12000 mg L⁻¹, explicado pelas etapas de processamento de pescado, que geram águas residuárias com diferentes cargas orgânicas. A água da sangria apresenta mais teor de sangue, portanto terá maiores valores de DQO, enquanto o gerado durante a higienização pode apresentar valores inferiores.

ZHU et al., (2008) citados por Santos (2011), afirmaram que o reator ABR é uma alternativa promissora para o tratamento de águas residuárias com altas concentrações de DQO, e que a compartimentalização do reator reforça a capacidade de adaptação às variações de choque orgânico, isto demonstra estabilidade e favorecendo a atividade microbiana.

A relação DQOt/DBOt, de acordo com a tabela 5 foi, 2,44, 2,33, 3,01 2,94 e 3,98, para esgoto bruto, tratamento primário, ABR (1, 2 e 3) e UASB, respectivamente. Ocorreu um aumento da relação ao longo do sistema, indicando que houve uma redução da fração biodegradável, ou seja, há uma diminuição da DBO de forma mais acentuada.

Segundo **Von Sperling** (1995), a relação DQO/DBO₅, fornece indicações sobre a biodegradabilidade do efluente e do método de tratamento a ser utilizado. A relação do esgoto bruto menor que 2,5, aponta elevada fração biodegradável e viabilidade do sistema de tratamento biológico. Valores acima de 3, indicam uma boa eficiência do sistema. Ao final do tratamento foi obtido 3,98 de média do efluente do UASB.

Os valores de sólidos apresentaram grande variabilidade no sistema, reduzindo a cada etapa do tratamento. As concentrações médias de SST, SSV e SSF representados na tabela 10 são, respectivamente para esgoto bruto, tratamento primário, reator ABR e reator UASB. O reator UASB apresentou maior eficiência de remoção com 70,89%, 70,96% e 70,81% dos SST, SSV e SSF. Mas, quando comparados a eficiência global do reator ABR, a remoção final se torna inferior, apresentando valores de 85,61%, 87,24% e 82,16% dos SST, SSV e SSF. O tratamento primário teve os menores desempenhos de remoção de sólidos com valores 13,09% para SST, 19,70% para SSV e não apresentou remoção para SSF.

Tabela 3: Valores médios e desvio padrão da DBOt, DQOt e da relação DBOt/DQOt ao longo do tratamento.

	EB	TP	ABR1	ABR2	ABR3	UASB
SST	2096,4±562,83	1822±642,60	498,26±164,41	358,13±156,30	262,26±150,61	76,33±30,32
SSV	1492,4±479,0	1198,4±469,23	352,8±125,70	217,06±111,87	152,86±101,84	44,4±21,94
SSF	604±236,80	613,2±300,48	145,46±82,94	141,06±83,66	109,4±76,68	31,93±16,21

As concentrações de SST e SSV no esgoto bruto e no tratamento primário aumentaram durante o período experimental, devido ao maior aporte de carga orgânica gerada pelo processo. No decorrer do tratamento ocorreu uma redução significativa dos SSV, explicado pela decomposição da matéria orgânica pelo sistema biológico.

As concentrações de SSF apresentaram comportamentos distintos dos SSV, oscilando ao longo do período experimental para o esgoto bruto e tratamento primário, já que essa porção representa a parte inerte e mineral. Mas, com o decorrer do tratamento o sistema foi de remover SSF por meio de retenção e sedimentação.

ico.

CONCLUSÕES

O sistema de tratamento avaliado demonstrou ser promissor para o tratamento de águas residuárias provenientes da indústria processadora de pescado. Apresentou alta eficiência de remoção de DBO e DQO, possibilitando nas condições operacionais impostas, alcançar valores médios acima de 90%.

O tratamento biológico de reator ABR seguido de UASB suportou bem as altas concentrações de carga orgânica volumétrica e de sólidos suspensos do esgoto bruto da indústria processadora de pescado, mostrando ser um sistema que suporta bem essas variações. Em termos de remoção de sólidos suspensos totais, o reator UASB apresentou eficiência média de remoção de 96,36%, atendendo aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental de Minas Gerais quanto a eficiência de remoção do sistema de tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARAWAN, R.E. **Processing Plant Waste Management Guidelines for Aquatic Fishery Products**. In: Seafood and The Environment - 1991. Pollution Prevention Short Course, 36. 1991
2. CHERNICHARO, C.A.L. (2007) *Reatores anaeróbios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias* Belo Horizonte: Polyécnica. 379p.
3. MURPHY, N. **Meat Processing Environmental Impacts: Environmental Impacts from Meat and Fish Processing**. Waste Reduction Resource Center. Disponível em: <<http://e4r4.tetradyn.com/chem-bio-med-health-docmts/IDLH-toxicchemicals/industry-emission-exposure/air-emissions-meta-fish-processingindustry.htm>>. 2006.
4. OLIVEIRA, R.A; DUDA, R.M.; FERNANDES, G.F.R. **Reator anaeróbio compartimentado para o tratamento de águas residuárias de suinocultura- artigo técnico**. Departamento de Engenharia Rural, Unesp, campus de Jaboticabal – 1884-900 – Jaboticabal (SP), Brasil. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v19n4/1413-4152-esa-19-04-0383.pdf>. Acesso em: 24 de jan de 2021.
5. SCHULTER, E. P.; FILHO; J.E.R.V. **Evolução Da Piscicultura No Brasil: Diagnóstico E Desenvolvimento Da Cadeia Produtiva De Tilápia**. Instituto de Pesquisa Aplicada, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 8p, agosto de 2017. Disponível em: www.ipea.gov.br. Acesso em 24 de jan de 2021.
6. SANTOS, C.A. **Tratamento de Efluente de Laticínio em Reator Anaeróbico Compartimentado**. Universidade Federal de São Paulo- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2016.
7. SIQUEIRA, T.V. **AQUICULTURA: A NOVA FRONTEIRA PARA AUMENTAR A PRODUÇÃO MUNDIAL DE ALIMENTOS DE FORMA SUSTENTÁVEL**. Instituto de Pesquisa Aplicada, jul-dez 2017. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8142/1/BRU_n17_Aquicultura.pdf. Acesso em: 24 de jan de 2021.
8. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4ª Ed. 425 p. Ed. UFMG. 2018.