

AValiação DE UM SAC PARA REDUÇÃO DA TURBIDEZ, COR E DQO EM EFLUENTES DE AGROINDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS

Sanduel Oliveira de Andrade ¹

Aline Rodrigues da Silva ²

Thadeu Formiga Rosendo ³

Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira ⁴

Oswaldo Soares da Silva ⁵

RESUMO

As agroindústrias possuem grande relevância do cenário econômico nacional e regional. No caso da região Nordeste brasileira, grande parte destes empreendimentos são de origem familiar e de pequeno porte, sendo possível agregar valor à produção local, evitando que o homem do campo desista de suas atividades laborais na zona rural e venha buscar novas oportunidades nos grandes centros urbanos, podendo agravar a problemática da vulnerabilidade social. Não obstante aos pontos positivos gerados pelas agroindústrias familiares, também se deve atentar para o seu potencial poluidor em virtude da geração de resíduos gerados ao longo da cadeia produtiva, em especial, as águas residuárias. Neste viés, esta pesquisa buscou avaliar a eficiência de um Sistema Alagado Construído para remoção de poluentes em águas residuárias de agroindústrias de laticínios. A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, onde fora confeccionado um sistema composto de biodigestor + SAC. O efluente foi adquirido em uma agroindústria de laticínios localizada no mesmo município e transportada para o local do experimento para análises laboratoriais de turbidez, cor e DQO. Após análises dos parâmetros avaliados, o sistema se mostrou eficiente para remoção destes contaminantes. Quanto aos parâmetros de DQO, cor e turbidez, apesar de não existir na legislação limites padrões para descartes, foi possível evidenciar a redução de suas concentrações no decorrer do tratamento, comprovando assim sua eficiência, que aliado ao baixo custo de instalação e manutenção, se torna uma opção viável para o pequeno produtor tratar os efluentes gerados em seu empreendimento agroindustrial.

Palavras-chave: Saneamento. Eutrofização. Tratamento de Efluentes.

INTRODUÇÃO

A crise ambiental nas últimas décadas tem se tornado bastante preocupante devido ao crescimento populacional, o padrão de consumo sustentado por essas pessoas e conseqüentemente o aumento das atividades indústrias e agroindustriais. Dentre os empreendimentos que têm grande potencial poluidor, temos as agroindústrias de laticínios, as quais, os efluentes gerados pelo processo produtivo, possuem uma composição que ao serem

¹ Doutorando do Curso de Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, prof.sanduelandrade@gmail.com;

² Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, alineeeeeer@gmail.com;

³ Graduando do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, thadeuform@gmail.com;

⁴ Professora Pós-Dra. em Saneamento - Tratamento e Qualidade de Água e Efluente. Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, prof.andreabrandao@gmail.com;

⁵ Professor orientador. Doutor em Engenharia Química. Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, osvaldo@ccta.ufcg.edu.br.

descartados em corpos hídricos de maneira incorreta, poderá causar a degradação da biota aquática (MEDONÇA, 2015; POKRYWIECKI, 2013).

Portanto, é necessário a implementação de novos tipos de tecnologias de tratamento de águas residuárias, visando a mitigação dos impactos causados pelos descartes incorretos, assim como a conservação dos corpos hídricos. Neste viés, surge o Sistema Alagado Construído (SAC), que é considerado uma tecnologia de tratamento muito eficiente, por terem sua construção, operação e manutenção simples e de baixo custo, quando comparado a outros tipos de tratamentos (MEIRELLES, 2016).

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo verificar a eficiência da espécie conhecida por Beldroega (*Portulaca oleracea* L.) consorciada com a espécie Baronesa (*Eichornia crassipes* (Mart.)) em um SAC, visando o tratamento de efluentes de agroindústrias de produção de queijos, com foco na remoção da Demanda Química de Oxigênio (DQO), da Turbidez e da Cor.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no período de janeiro a março de 2021 nas dependências da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus de Pombal-PB. Foi confeccionado um sistema composto por um biodigestor e dois segmentos de lagoas vegetadas em escala de laboratório.

O biodigestor possuiu uma capacidade de 25 litros, confeccionadas a partir de dois recipientes de PVC com capacidade de 30 litros cada, conforme observado na Figura 1A. Cada recipiente foi seccionado ao meio e partes inferiores unificadas. No interior do biodigestor foram adicionados fragmentos de eletrodutos flexíveis corrugados, conhecidos popularmente como conduítes, utilizados no segmento da construção civil para rede elétrica, de aproximadamente 8 cm de comprimento e 25 mm de diâmetro, que teve o intuito de aumentar a área superficial para o biofilme a ser formado, conforme destaca a Figura 1B.



Figura 1. A. Interior do biodigestor com destaque para os eletrodutos flexíveis. B. Biodigestor em operação.
Fonte: Autor (2021).

O fluxo hídrico para o biodigestor foi controlado fazendo uso de um reservatório de capacidade de 250 litros, conforme ilustra a Figura 2. O tempo de retenção hídrica no biodigestor foi de 10 dias. Para favorecer o recrudescimento microbológico foi inserido 100 ml de esterco bovino diluído na proporção de 1:1.



Figura 2. Reservatório utilizado para controle de vazão do efluente para o biodigestor. Fonte: Autor (2021).

Ao sair do biodigestor, o efluente seguiu para as lagoas que compõem o SAC, que possuíram dois leitos em sequência, em escala de laboratório, sendo o primeiro de fluxo ascendente e o segundo de fluxo descendente, com dimensões de 62 cm de comprimento, 38 cm de largura, 15 cm de altura e com capacidade de 20 litros cada segmento, preenchido com uma camada de 8 cm de brita comercial n. 0, e uma camada de 6 cm de solo. O segundo segmento possui um declive de 27 cm em relação ao primeiro, mostrada na Figura 3. Em cada leito foi adicionado, no centro, pontos para verificação do nível hídrico. O tempo de retenção do efluente nas lagoas foi de 48 horas.



Figura 3. Sistema Biodigestor + SAC. Fonte: Autor (2021).

No primeiro segmento da lagoa foi utilizada a espécie *Eichhornia crassipes* (Mart.), conhecida popularmente na região como baronesa, destacada na Figura 4A, e *Portulaca oleracea* L., conhecida como beldroega no segundo segmento, conforme mostra a Figura 4B. A espécie *Eichhornia crassipes* (Mart.), por ser aquática, foi coletada no rio Piancó, cujo trecho perpassa pelo município de Pombal-PB. A espécie *Portulaca oleracea* L. foi cultivada em sementeira e transplantada aos 21 dias após a germinação.



Figura 4. A. Primeiro segmento do SAC com a espécie *Eichhornia crassipes* (Mart.). B. Segundo segmento com *Portulaca oleracea* L. Fonte: Autor (2021).

Para avaliar o desempenho do SAC foi realizada uma coleta semanal, durante três semanas, no horário matutino, no ponto de entrada do efluente bruto, na saída do biodigestor, na saída do primeiro segmento da lagoa e ao final do processo, preservados adequadamente quando necessário e enviadas ao laboratório para as devidas análises. Os parâmetros avaliados foram: Temperatura Ambiente (TA), Temperatura do Efluente (TE), Umidade Relativa (UR), Irradiância Solar (IS), realizadas *in loco*, e Turbidez (TB), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Cor, realizadas em laboratório. Foram utilizados os procedimentos descritos no

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (BAIRD, 2017). Os dados foram submetidos à comparação de médias mediante teste Tukey a 5% de probabilidade, com o software Sisvar 5.7.

REFERENCIAL TEÓRICO

As agroindústrias são empreendimentos em sua maioria de origem familiar, desenvolvidas no meio rural, as quais visam o processamento, beneficiamento e transformação de matéria-prima vegetal e animal para comercialização como forma de obtenção de renda. São criadas com a necessidade ou oportunidade de acordo com as atividades que são desempenhadas na região, desenvolvendo produtos caracterizados como tradicionais e artesanais, agregando a eles valores sentimentais e geração de renda complementar para várias famílias (VIEIRA, 2021; HAHN, 2017; TORTELLI, 2017).

Segundo o IBGE (2019), as principais atividades que são desenvolvidas nas agroindústrias no Brasil são as de farinha de mandioca, carne suína, carne bovina, queijo, requeijão e carnes derivadas de outros tipos de animais. Existe uma grande diversidade de alimentos e produtos que são derivados desse tipo de empreendimento familiar (CONTERATTO, 2021). Na região Nordeste, esse tipo de empreendimento vem crescendo significativamente nos últimos anos e isso ocorre principalmente devido aos incentivos que os governos estaduais e municipais têm feito, possibilitando dessa forma a implantação desses empreendimentos até mesmo em regiões mais pobres de recursos (FAVRO, 2021).

Nesse cenário estão inseridas as agroindústrias de produção de derivados de leite, os quais desenvolvem o trabalho com a fabricação de uma variedade em produtos artesanais, que são comercializados na região e devido sua complexidade e qualidade acabam sendo levados para outras regiões. Assim, dando maior visibilidade e prestígio aos empreendedores dessa categoria que em sua maioria são de baixa renda e dependem exclusivamente desse tipo de serviço para o sustento. Dessa forma, agregam valor ao produto e colabora para o desenvolvimento da região (PERONDI, 2019).

Todavia, o processo de produção no geral já causa diversos impactos ao meio ambiente e com os derivados de leite não é diferente. Dentre os principais impactos causados, estão o elevado consumo de água nos processos de produção, e conseqüentemente a geração de efluentes (SOUSA, 2019). Devido a localização onde a maioria das agroindústrias estão inseridas e suas condições, as águas residuárias geradas por tal atividade, acabam sendo descartadas de forma incorreta, levando, dessa forma, a degradação de corpos hídricos

superficiais, contaminação de solos e aquíferos subterrâneos. O esgoto advindo dos processos de produção dos derivados de leite tem em sua composição, compostos como detergentes, desinfetantes, materiais sólidos em suspensão, gorduras e lubrificantes, que ao serem despejados no meio ambiente pode causar sérios impactos ambientais negativos (POKRYWIECKI, 2013).

O efluente gerado por agroindústrias de queijo, caso lançado em corpos hídricos sem tratamento, é considerado mais degradante que o efluente doméstico, devido sua composição, caracterizado pela alta carga orgânica presente. Os impactos causados por esse tipo de esgoto, podem trazer graves consequências aos corpos hídricos, como a eutrofização, devido ao excesso de nutrientes no efluente, elevação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), da Demanda Química de Oxigênio (DQO), alteração do pH, aumento de turbidez da água e também o excesso de fósforo e nitrogênio, que poderá intensificar processos como o da eutrofização que podem dificultar a realização de fotossínteses das espécies aquáticas naquele meio (GONÇALVES, 2017; SILVA, 2017).

Nas últimas décadas têm sido desenvolvidas várias formas de tratamento de resíduos líquidos visando a mitigação dos impactos ambientais causados pelo descarte incorreto dos efluentes em corpos hídricos. Dentre os vários existentes destacam-se as *Constructed Wetlands* (CW), conhecidos no Brasil como Sistema Alagado Construído (SAC), que é um tipo tratamento descentralizado, de baixo custo, fácil implementação e se mostra eficiente na remoção de DBO, DQO, nitrogênio, fósforo e manutenção de parâmetros como o pH, dentro dos limites impostos pela Legislação Federal da CONAMA n. 430/2011 (BRASIL, 2011; MENDOÇA, 2015).

Os SACs naturais, também conhecidas como zonas úmidas, são áreas ricas em biodiversidade como os pântanos, pantanais, manguezais e estuários, dentre outros. Já as versões construídas são estruturas artificiais utilizadas para reduzir níveis de eutrofização em rios e lagos ou para tratamento de águas residuárias, sendo utilizados normalmente como tratamento secundário ou terciário, no qual é usado material de suporte para fixação do sistema radicular de espécie vegetais, as quais são escolhidas de acordo com as condições climáticas da região, criando assim um ambiente propício para reações bioquímicas que são responsáveis pelo tratamento do efluente (REIS et al, 2015; SILVA, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas são de extrema importância para o bom funcionamento do tratamento biológico de efluentes por meio dos SACs. A Tabela 1 apresenta as condições ambientais do local do experimento, sendo obtidas no momento da coleta das amostras.

Tabela 1. Condições climáticas no momento da coleta.

TRATAMENTOS/PONTOS				
	BRT	BIO	SAC1	SAC2
Temperatura ambiente (°C)	31,8	31,3	30,5	30,5
Temperatura do efluente (°C)	30,9	30,5	30	30
Umidade Relativa (%)	33,5	28	36	36
Irradiância Solar ($W.m^{-2}$)	549,4	617,8	636,6	636,6

BRT – efluente bruto; BIO – efluente do biodigestor; SAC1 – primeiro segmento da lagoa; SAC2 – segundo segmento da lagoa. Fonte: Autor (2021).

A temperatura ambiente apresentou uma variação entre 30,5 e 31,8 °C, típicas da região de estudo. Já a temperatura do efluente foi levemente menor que a temperatura ambiente, variando entre 30 e 30,9 °C. A temperatura se torna um parâmetro relevante por atuar diretamente no metabolismo dos microrganismos e na taxa fotossintética das espécies vegetais presentes nos SACs. Temperaturas mais baixas podem retardar a degradação da matéria orgânica pelos microrganismos, o que pode acarretar em um maior tempo de retenção hídrica, tanto no Biodigestor quanto nos SACs. Este parâmetro influencia também na quantidade de oxigênio dissolvido no efluente e do corpo hídrico receptor, se for o caso (MEIRELLES, 2016; ABRAHÃO, 2006).

A umidade relativa variou entre 28 e 36%. Essa leve alteração no momento da coleta nos SACs se deu em virtude de tímidas precipitações ocorridas no dia anterior a coleta, o que contribuiu também para uma leve redução da temperatura ambiente e do efluente em relação ao efluente bruto e ao biodigestor, coletados em dias diferentes. Com relação a irradiância solar, houve uma variação entre 549,4 e 636,6 $W.m^{-2}$. Este parâmetro pode influenciar na taxa fotossintética das plantas. Grameiro et al. (2011) destacam que a baixa incidência de luz pode provocar alterações na biota de duas formas, a primeira atua regulando a biomassa máxima atingível no sistema e a segunda, estimulando a aclimação fisiológica às condições de pouca luz.

Os parâmetros apresentados são importantes para o funcionamento do sistema, no qual esse conjunto de condições são responsáveis por contribuir diretamente com a evapotranspiração do meio, a qual pode influenciar diretamente no desempenho do tratamento

por meio dos SACs (MEIRELLES, 2016). Na resolução CONAMA n. 430/2011 é apresentada que para o efluente ser descartado em corpos hídricos, deverá possuir uma temperatura inferior a 40°C e não excedendo 3°C no limite da zona de mistura, estando a temperatura média do efluente em questão em conformidade com a legislação.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos nas análises dos parâmetros de turbidez, cor e DQO, nas quatro fases do tratamento.

Tabela 2. Análise estatísticas dos parâmetros Turbidez, Demanda Química de Oxigênio e Cor em diferentes etapas do tratamento.

Parâmetro/ Etapa	TB	DQO	Cor
BRT	1037,7 a	2754,0 a	4140,0 a
BIO	256,0 b	1642,0 b	1870,0 b
SAC1	110,0 c	830,0 c	1620,0 c
SAC2	56,0 d	299,0 d	670,0 d
CV (%)	2,91	8,13	1,32

BRT – Efluente Bruto; BIO – Efluente do Biodigestor; SAC1 – Efluente da lagoa 01; SAC2 – Efluente da lagoa 2. Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey considerando o valor nominal de significância de 5%. Fonte: Autor (2021).

O tratamento de águas residuárias por meio de SACs se mostrou bastante eficiente na redução dos sólidos em suspensão responsáveis pelo aumento da turbidez do efluente. Como foi perceptível, houve uma redução significativa, variando estatisticamente de 1037,3 NTU no efluente bruto para 56,0 NTU no efluente tratado, no qual, é possível perceber a diferença da concentração do esgoto bruto que entra no processo de tratamento e o que sai do biodigestor, que já se tem uma redução brusca e isso se deve ao fato de as partículas mais densas decantarem e se unirem ao lodo acumulado (MEIRELLES, 2016; DIPU et al., 2010). Em termos percentuais, a remoção da turbidez foi da ordem de 94,6%. A redução da turbidez nos SACs pode ocorrer pela captura das partículas em suspensão pelas raízes das espécies vegetais e pelos substratos utilizados (RAMOS, 2011).

Em relação a cor é notável que se houve uma redução significativa, de 4140,0 uH no efluente bruto para 670,0 uH no efluente final, o que corresponde a 83,8%. Atualmente, não existe legislação que determine o valor limite de turbidez e cor para despejo de efluentes em corpos hídricos, mas, se faz necessário o tratamento prévio, pois mesmo não havendo o limite padrão, as altas concentrações desses parâmetros podem alterar significativamente as reações biológicas de corpos hídricos e o próprio processo de tratamento. Em casos onde a desinfecção se faz necessária, as partículas sólidas podem atuar como um “escudo” para os microrganismos, reduzindo a eficiência desta etapa do tratamento (FERREIRA et al, 2013; QUEIROZ et al, 2017).

O efluente bruto apresentou uma alta carga orgânica e conseqüentemente um elevado valor da DQO, tendo uma notável redução no tratamento realizado na etapa do biodigestor fazendo com que essa concentração decaia significativamente de 2754,0 mg.L⁻¹ para 1642,0 mg.L⁻¹ ou 40,3%. Isso se deve a degradação do material orgânico pelos microrganismos presentes no biodigestor (MENDONÇA,2021). A redução nos SACs foi significativa, decaindo de 1642,0 mg.L⁻¹ no biodigestor para 299,0 mg.L⁻¹ no tratamento final, com uma taxa de eficiência de 81,7%, no qual pode ser explicada pela influência que o efluente sofreu pelas espécies vegetais e pela filtração, bem como, na interação com o biofilme no substrato. A taxa de redução geral da DQO foi de 89,1%.

CONCLUSÕES

Os SACs se mostraram eficientes como tratamento terciário para tratamento do efluente advindos de queijeiras, com redução significativa na concentração da DQO, da turbidez e conseqüentemente, dos sólidos em suspensão e da cor.

Os parâmetros DQO, cor e turbidez, apesar de não existir na legislação limites padrões para descartes, foi possível evidenciar a redução de suas concentrações no decorrer do tratamento, comprovando assim a eficiência dos SACs, aliado ao baixo custo de instalação e manutenção, esta tecnologia se torna uma opção viável para o pequeno produtor tratar os efluentes gerados em seu empreendimento agroindustrial.

No que diz respeito as condições climáticas do ambiente, que possuem influência direta no tratamento, é notável que se mantiveram estáveis, quanto a temperatura do efluente, estando em conformidade com a legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, S. S. **Treatment of the dairy industry wastewater in constructed wetland systems cropped with forages**. 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado em construções rurais e ambiência; Energia na agricultura. Mecanização agrícola; Processamento de produção) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

BAIRD, R. B.; RICE, C. E.; EATON, A. D. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 23rd. ed. Water Environment Federation, American Public Health Association , American Water Works Association, Washington, 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 16 maio 2011, p. 89.

CONTERATTO, C.; MATTE, A.; SPANEVELLO, R. M.; ANDREATTA, T. Agroindústrias familiares rurais: um estudo dos empreendimentos do município de Constantina-RS. **Revista Grifos**, [S.L.], v. 30, n. 53, p. 94-113, 14 jun. 2021. Revista Grifos.

DIPU, S.; ANJU, A.; KUMAR, V.; THANGA, S. G. Phytoremediation of dairy effluent by constructed wetland technology using wetland macrophytes. **Global Journal of Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 90-100, 2010.

FAVRO, J.; ALVES, A. F. Efeitos locais dos determinantes do crescimento da agroindústria no Brasil. **Estúdios económicos**. 2021, XXXVIII (76), 223-257. ISSN: 0425-368X.

FERREIRA, L. F. F.; MAFIA, V.; PARENTONI, R.; ABDUANI, L.; ROSA, A. P. Análise da eficiência do sistema de tratamento de efluentes no sítio Boa Vista, granja Piglândia. **Anais V Simpac**, Viçosa-Mg, v. 5, n. 1, p. 1-8, dez. 2013.

GAMEIRO, C.; ZWOLINSKI, J.; BROTAS, V. Light control on phytoplankton production in a shallow and turbid estuarine system. **Hydrobiologia**, v. 669, n. 1, p. 249-263, 2011.

GONÇALVES, N. R. **Processos Químicos na Indústria de Produção de Queijo**. 2017. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Química, Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2017.

HAHN, C. L.; CASARIN, V. A.; DOS SANTOS, A. V.; MIRANDA, R. L. D.; ORTIZ, L. C. V. Análise de mercado dos produtos da agroindústria familiar: Estudo de caso do perfil do consumidor e do produtor Santo-Angelense – Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Espacios**. Venezuela, v. 38, n. 21, p.5, 03 dez. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

MEIRELLES, D. **Avaliação de um protótipo de Wetland construído para polimento final de efluente gerado em abatedouro bovino**. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 14 dez. 2016

MENDONÇA, H. V. D.; RIBEIRO, C. B. D. M.; BORGES, A. C.; BASTOS, R. R. Sistemas Alagados Construídos em Batelada: remoção de demanda bioquímica de oxigênio e regulação de pH no tratamento de efluentes de laticínios. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary**

Journal Of Applied Science, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 442-453, 30 abr. 2015. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi).

MENDONÇA, H. V; OTENIO, M. H; PAULA, V. R. Digestão anaeróbia para produção de energia renovável. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 1-16, 28 jun. 2021. Centro Universitário de Maringá.

PERONDI, M. A.; DENGGO, M. B.; GAZOLLA, M. Mercados das agroindústrias familiares de queijo artesanal do Sudoeste do Paraná. **Redes**, [S.L.], v. 24, n. 1, p. 246-269, 3 jan. 2019. APESC - Associação Pro-Ensino em Santa Cruz do Sul.

POKRYWIECKI, T. S.; GUMY, M. P.; TONIAL, I. B.; POKRYWIECKI, J. C. Avaliação do processo de tratamento de efluentes de laticínios. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, [S.L.], v. 11, p. 155 - 161, out. 2013. ISSN 2596-2868.

QUEIROZ, E. D. R.; SOUSA, F. G. D. A.; PASSOS, V. V.; MOREIRA JÚNIOR, F. A. Caracterização do efluente resultante de biodigestor de materiais recicláveis. In: Encontro Internacional de Jovens Investigadores- JOIN, III., 12 a 14 out. 2017, Fortaleza, Ceará. Anais[...], Fortaleza, Ceará 2017.

RAMOS, N. F. S. **Tratamento de água residuária da suinocultura em sistemas alagados construídos: desempenho e modelagem hidráulica-cinética**. 2011, 98 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2011.

REIS, A.; SERBENT, M. P.; RODRIGUES, E. B. Wetlands Construídos como alternativas para o tratamento de efluentes em unidades de conservação. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, Ibirama-Sc, v. 2, n. 3, p. 137-144, dez. 2015.

SILVA, J. M. Estudo do Processo de Tratamento de Esgoto Doméstico por Wetlands. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 119-134, maio 2018.

SILVA, S. R. **Dimensionamento de um sistema de lagoas de estabilização como proposta de tratamento para o efluente gerado em indústria de laticínio de pequeno porte**. 2017. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Centro Universitário de Formiga, Formiga – Mg, 2017.

SOUSA, W. D. **Filtro anaeróbio tipo Cynamon adaptado para tratamento de efluentes da indústria de laticínios**. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós graduação em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB, 2019.

TORTELLI, A. P. N. Educação ambiental e qualidade da água utilizada por agroindústrias familiares de embutidos e defumados de carne, leite pasteurizado e queijo em Francisco Beltrão – PR. 99 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão - Pr, 2017.

VIEIRA, R. M. Estudo de viabilidade financeira de ampliação de uma agroindústria de queijos no município de Anchieta – ES. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Guarapari, 2021.