
Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani

Trabalho de Graduação

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”

FACULDADE NILO DE STÉFANI DE JABOTICABAL - SP (Fatec-JB)

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM BIOCOMBUSTÍVEIS

**CULTIVO DE MICROALGAS EM MEIO SUPLEMENTADO COM VINHAÇA PRÉ-
TRATADA COM OZÔNIO**

BRUNA PEREIRA PINHEIRO

PROF. ORIENTADOR: DR. CLAUDENIR FACINCANI FRANCO

PROFA. COORIENTADORA: DRA. JULIANA DA SILVA VANTINI

JABOTICABAL, S.P.

2020

BRUNA PEREIRA PINHEIRO

**CULTIVO DE MICROALGAS EM MEIO SUPLEMENTADO COM VINHAÇA PRÉ-
TRATADA COM OZÔNIO**

Trabalho de graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnóloga em **Biocombustíveis**

Orientador: Prof. **Dr. Claudenir Facincani Franco**
Coorientadora: Profa. **Dra. Juliana Da Silva Vantini**

JABOTICABAL, S.P.

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

BRUNA PEREIRA PINHEIRO

Pereira Pinheiro, Bruna

Cultivo de microalgas em meio suplementado com vinhaça pré-tratada com ozônio /Bruna Pereira Pinheiro. Jaboticabal: Fatec Nilo de Stéfani, 2020.

Orientador: Claudenir Facincani Franco

Coorientadora: Juliana Da Silva Vantini

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani - Jaboticabal, 2020.

1. Efluente agroindustrial. 2. Biodiesel. 3. Ozonação. I. Facincani Franco, C. II. Cultivo de microalgas em meio suplementado com vinhaça pré-tratada com ozônio.

CULTIVO DE MICROALGAS EM MEIO SUPLEMENTADO COM VINHAÇA PRÉ-TRATADA COM OZÔNIO

Trabalho de Graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnóloga em **Bicombustíveis**.

Orientador: Claudenir Facincani Franco

Coorientadora: Juliana Da Silva Vantini

Data da apresentação e aprovação: 01/12/2020.

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador: Profa. Dra. Juliana Da Silva Vantini Prof. Dr. Claudenir Facincani Franco

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Profa. Dra. Rose Maria Duda

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani, Jaboticabal/SP, Brasil.

Profa. Dra. Patrícia Aparecida Santiago

Fatec Jaboticabal, SP, Brasil

Local: Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Jaboticabal – SP – Brasil

CULTIVO DE MICROALGAS EM MEIO SUPLEMENTADO COM VINHAÇA PRÉ-TRATADA COM OZÔNIO

MICRO-ALGAE CULTIVATION IN SUPPLEMENTED MEDIUM WITH VINEYARD PRE-TREATED WITH OZONE

Bruna Pereira Pinheiro^I
Claudenir Facincani Franco^{II}
Juliana Da Silva Vantini^{III}

RESUMO

O método de ozonização (POAs) tem sido gradativamente utilizado para redução de turbidez em diversos tratamentos de efluentes, como: efluentes agroindustriais, esgoto doméstico, percolado de aterros sanitários, indústria têxtil, entre outros. O uso da ozonização convencional no efluente vinhaça torna-se uma boa possibilidade na redução da turbidez através da oxidação da matéria orgânica, pois a técnica permite modificar a estrutura química dos contaminantes presentes no efluente, seja orgânico ou inorgânico. Neste sentido, a vinhaça por ser um resíduo rico em matéria orgânica e minerais vem a ser uma fonte alternativa de nutrientes para cultivo de microalgas produtoras de biodiesel desde que seja previamente tratado com POAs. Pesquisadores relatam que o uso da técnica de ozonização tem sido promissor no tratamento do efluente na indústria de têxtil, com eficiência média na remoção de cor de 85% nos perfis de amostragem e DQO de 60% no efluente. Em outros trabalhos, os autores afirmam que a ozonização no tratamento de lixiviado do aterro sanitário junto com esgoto doméstico promove 98% de remoção de cor e mais de 73% da matéria orgânica. A partir destes achados na revisão de literatura, podemos sugerir pesquisas com o uso do método de ozonização na vinhaça como uma alternativa favorável para a redução de turbidez, cor e matéria orgânica em excessos e assim ser possivelmente utilizada como meio de cultura para microalgas candidatas à produção de biodiesel.

Palavras-chave: Efluente agroindustrial. Biodiesel. Ozonização. Esterilização

^I Currículo sucinto, vinculação corporativa e endereço de contato (e-mail). Ex.: Estudante do curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – São Paulo – Brasil. E-mail:

^{II} Currículo sucinto, vinculação corporativa e endereço de contato (e-mail). Ex.: Prof. Dr. da Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – São Paulo – Brasil. E-mail:

^{III} Currículo sucinto, vinculação corporativa e endereço de contato (e-mail). Ex.: Profa. Dra. da Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – São Paulo – Brasil. E-mail:

ABSTRACT

The ozonation method (POAs) has been gradually used to reduce turbidity in several effluent treatments, such as: agro-industrial effluents, domestic sewage, leachate from landfills, the textile industry, among others. The use of conventional ozonation in the vinasse effluent becomes a good possibility in reducing turbidity through the oxidation of organic matter, as the technique allows to modify the chemical structure of the contaminants present in the effluent, whether organic or inorganic. In this sense, vinasse, being a residue rich in organic matter and minerals, becomes an alternative source of nutrients for the cultivation of microalgae producing biodiesel since it is previously treated with POAs. Researchers report that the use of the ozonation technique has been promising in the treatment of effluent in the textile industry, with average efficiency in removing color of 85% in the sampling profiles and COD of 60% in the effluent. In other works, the authors claim that ozonation in the treatment of leachate from the landfill together with domestic sewage promotes 98% of color removal and more than 73% of organic matter. From these findings in the literature review, we can suggest research using the ozonation method in vinasse as a favorable alternative to reduce turbidity, color and organic matter in excess and thus possibly be used as a culture medium for microalgae candidates for biodiesel production.

Keywords: Agro-industrial effluent. Biodiesel. Ozonation. Sterilization.

Data de submissão: 11/12/2020

Data de aprovação: 01/12/2020

1 INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A produção de etanol é uma atividade agroindustrial com um crescimento econômico e social relevante no mundo todo, suas matérias primas são diversas. Dentre elas, as que mais se destacam são: a cana-de-açúcar, o milho, a beterraba, a mandioca, a batata, entre outras culturas.

Nos Estados Unidos a produção de etanol pela cultura de milho é bem consolidado, ocorrendo em torno de 50 bilhões de litros por ano. Segundo Rosseto *et al.* (2017) essa expansão pode chegar no Brasil em breve.

Já no Brasil a maior produção de etanol ainda ocorre pela cana-de-açúcar com 35,7 bilhões de litros na safra de 2020/21 (CONAB, 2020). Segundo a União da Agroindústria da Cana-de-açúcar (UNICA), foram consumidos 32,8 bilhões de litros, volume 10,5% superior a 2018 no Brasil, um recorde histórico no consumo de etanol (UNICA, 2020). Os principais estados produtores de etanol no Brasil, por região, são: São Paulo (Sudeste), Goiás (Centro-Oeste), Paraná (Sul) e Paraíba (Norte e Nordeste) que, juntos, são responsáveis por cerca de 70% da produção nacional do etanol. Assim, o estado de São Paulo demonstra uma relevância considerável, por ser responsável por 47,4% da produção de etanol nacional (CONAB, 2018).

Na produção do bioetanol a partir da cana-de-açúcar, o caldo de cana, melaço ou a mistura de ambos são submetidos a vários processos de tratamentos, tais como, clarificação e correção de pH. Na etapa seguinte, o processo fermentativo inicia-se, pois as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* serão as responsáveis pela conversão do açúcar em etanol. Dessa maneira, na destilação o etanol será separado do resíduo vinhaça (ANTERO *et al.*, 2019).

A vinhaça é caracterizada como um resíduo líquido escuro, corrosivo, alta turbidez e odor desagradável causado pela putrefação da matéria orgânica da sua composição. Este resíduo apresenta baixo valor de pH, altos teores de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio) sendo composto também por 93% de água, 7% de sólidos, melanoidinas e resíduos de açúcares, álcool e componentes voláteis (LIMA *et al.*, 2016). Segundo Forti *et al.* (2020) a quantidade dessas substâncias depende da matéria prima e do processo de produção do etanol. Na fertirrigação, as dosagens de aplicação no solo devem ser determinadas, pois o efluente pode acarretar benefícios ou danos ao solo, principalmente a contaminação dos corpos d'água por lixiviação.

Mas levando em consideração o valor nutritivo da vinhaça, que é composta por minerais predominantes como o potássio, cálcio, sulfatos, nitrogênio, fósforo e magnésio, a vinhaça desperta o interesse em sua composição por ser um meio rico em nutrientes para o crescimento

de microalgas, que tem sido o interesse de muitos pesquisadores na área de biodiesel, metano, bio-óleo, biohidrogênio, em diferentes processos (ORTENZIO, 2015).

Neste sentido, a composição do meio de cultura para as microalgas é um fator de extrema importância, pois é determinante na concentração celular final e produtividade de lipídeos. Os nutrientes de maior interesse para as microalgas são: o nitrogênio, o fósforo e o potássio. Sendo que o nitrogênio é responsável pela produção dos organismos e produção de biomassa (ARAUJO *et al*, 2020).

Na literatura, autores apontam que o efluente vinhaça é uma fonte alternativa de nutrientes para reduzir os custos com os meios de culturas para o crescimento de microalgas (MONÇÃO *et al*, 2018). Para que a vinhaça seja utilizada como meio de cultura para microalgas é necessário a redução da turbidez que auxilia no processo fotossintético desses microrganismos. Segundo Ramirez (2013) em estudo com vinhaça para o cultivo de microalgas, o autor descreve resultados satisfatórios com a aplicabilidade de diferentes métodos, tais como, espectrofotometria, espectroscopia e fluorescência com variáveis de temperatura, nutrientes, intensidade luminosa e proporções de vinhaça.

O método de ozonização (POAs), tem sido gradativamente utilizado para redução de turbidez em diversos tratamentos de efluentes, como: efluentes agroindustriais, esgoto doméstico, percolado de aterros sanitários, indústria têxtil, entre outros (DENG e ZHAO, 2019). O ozônio é um gás incolor de odor pungente, considerado um desinfetante ambientalmente seguro, pois sua aplicação em inúmeros processos de esterilização de águas residuárias e efluente vem crescendo nos últimos anos. O ozônio é a modificação do oxigênio molecular a três átomos de oxigênio, caracterizado como um forte oxidante, com alto potencial de oxidação de 2,1 V (AGNOL *et al*, 2020).

A ozonização convencional na vinhaça tem como principal objetivo o aumento da biodegradabilidade e redução da turbidez através da oxidação da matéria orgânica, pois a técnica empregada modifica a estrutura química dos contaminantes presentes no efluente, seja orgânico ou inorgânico (SANTOS *et al*, 2019).

Segundo Trevizani *et al*. (2019) relataram que a técnica de ozonização é promissora para o tratamento do efluente da indústria de têxtil, dentre os processos os que geram a maior parte do efluente são: a tintura, a estampagem e o acabamento. O ozônio atua na remoção dos corantes da água e matéria orgânica tornando-o degradáveis, pois a técnica age na quebra das moléculas dos corantes. Com base nos experimentos realizados, a eficiência média na remoção de cor foi de 85% nos perfis de amostragem e DQO foi de 60% no efluente pelo processo de ozonização. Outras pesquisas utilizando a ozonização foram realizadas com efluente de esgoto

doméstico, e os autores reportaram redução máxima de 76,2% na cor e 81,5% na turbidez do efluente (CAMILO *et al.*, 2019). De acordo com Schons *et al.* (2018) a ozonização no tratamento de lixiviado do aterro sanitário junto com esgoto doméstico promoveu remoção de 98% de cor e mais de 73% de matéria orgânica.

Cabrera-Diaz *et al.* (2016) avaliaram a eficiência do tratamento da vinhaça usando a digestão anaeróbia seguida pela ozonização, os resultados foram satisfatórios com redução de 29,1% de DQO, 93,7% da cor e 99,2% da turbidez, indicando que a vinhaça estava pronta para disposição final.

Em outro trabalho, o efluente da bovinocultura foi tratado de forma biológica e posteriormente com a técnica de ozonização. No estudo foi estabelecido fluxo de ozônio de 8 a 12 mg.min⁻¹ e durante o processo foram coletadas amostras nos intervalos de tempos de 5, 20, 40 e 60 minutos submetidas a análises de DQO, turbidez, condutividade, cor aparente e pH. Na última amostra para a verificação da eficiência foi analisado demanda bioquímica de oxigênio (DBO), relação de DQO/DBO, nitrogênio total Kjeldahl (NTK), nitrogênio orgânico (N_{org}), nitrogênio amoniacal (N_{amoniacal}), ferro (Fe), nitrito (N-NO₃⁻), nitrato (N-NO₂⁻), fósforo total (P_{total}), sólidos totais (ST), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos fixos e voláteis (SSF e SSF) e sólidos dissolvidos totais (SDT). Os resultados foram satisfatórios na redução de DQO de até 62%, remoção de cor e aumento da biodegradabilidade em 99% (COSTALONGA *et al.*, 2017). Diante dos resultados, podemos concluir que o pós-tratamento do efluente da bovinocultura com ozônio é benéfico e indicado para ser aplicado em outros efluentes.

Neste sentido, podemos afirmar que o tratamento de ozonização na vinhaça é adequado e já vem sendo utilizado com sucesso nas pesquisas. A esterilização com ozônio na vinhaça promoverá condições oportunas para a implementação no crescimento de microalgas promissoras na produção de biodiesel.

As microalgas são boas candidatas devido a sua composição química ser constituída principalmente por lipídeos (triacilglicerídeos), que são convertidos em ésteres metílicos de ácidos graxos para produzir o biodiesel (DIAS *et al.*, 2019), além de produzirem carboidratos, proteínas e pigmentos (SILVA *et al.*, 2019). A alta produtividade de lipídeo a partir de microalga é de suma importância, enquanto a soja produz 0,2 a 0,4 toneladas de óleo por hectare, o pinhão manso produz de 1 a 6 toneladas de óleo por hectare, já as algas produzem 100 a 237 mil litros de biocombustível, isso demonstra sua viável utilização (BATISTA *et al.*, 2018).

Esses microrganismos apresentam diferentes formas de metabolismo energético, dentre eles, fotoautotrófico, heterotrófico, mixotrófico e fotoheterotrófico. Nos fotoautotróficos a

energia é obtida de fonte luminosa e o carbono de fonte inorgânica, pela fotossíntese. Nos metabolismos heterotróficos a energia e o carbono são gerados de fontes orgânicas externas. O sistema mixotrófico é aquele que ocorre simultaneamente a fotossíntese e a oxidação dos compostos orgânicos e no fotoheterotrófico, a luz é utilizada como fonte de energia e carbono os compostos orgânicos (ANGELO *et al*, 2014).

Além de apresentarem metabolismos diferentes, possuem também uma grande diversidade em morfologia, reprodução, fisiologia e ecologia, sendo que a maioria das microalgas (algas com dimensões microscópicas) tem grande importância devido aos possíveis usos dos cultivos nas mais diversas aplicações, tais como na alimentação humana e animal, na indústria de cosméticos, fármacos, no tratamento de águas residuárias e como fonte para a produção de biocombustíveis (BAUMGARTNER *et al*, 2013).

Os biocombustíveis derivados de microalgas têm várias vantagens em relação aos biocombustíveis de primeira e segunda geração. Além disso, podem obter os nutrientes para o seu desenvolvimento a partir de águas residuais tratadas com uma redução de conteúdo orgânico, maximizando assim a eficiência do uso da água, e ainda, recuperando o CO₂ e aliviando os efeitos do aquecimento global (CARRILO-REYES *et al*, 2016). Segundo Brito *et al*. (2020) analisou três tipos de meio cultura para o crescimento de microalgas, dentre eles: Bold's Basal Medium (BBM), Wright's Cryotohyte (WC) e efluente de esgoto doméstico do reator Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), na temperatura de 26 °C, agitação com ar comprimido diretamente e iluminação com lâmpadas fluorescentes de 40 W, 12 horas diárias, e detectou que é possível o cultivo da microalga *Scenedesmus acuminatus* no efluente de esgoto doméstico visando a produção de biodiesel.

Atualmente, o biodiesel tem sido uma alternativa de promover a redução do consumo de combustíveis fósseis, como fonte de matéria prima: microalgas, óleos residuais e gorduras animais (CASTRO *et al*, 2020). Entretanto, a obtenção do biodiesel através das microalgas, além de ser renovável na bioenergia, vale ressaltar a não sazonalidade, as condições climáticas, e a não necessidade de terras aráveis para a implementação e operação de biorreatores (SILVA *et al*, 2019).

Portando, a utilização da ozonização no resíduo vinhaça vem a ser adequado e indicado para futuras pesquisas com microalgas candidatas na produção de biodiesel. Devido ser um meio de cultura rico para o crescimento destes microrganismos desde que o efluente seja pré-tratamento.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esse trabalho foi elaborado a partir de uma revisão de literatura indexadas nos bancos de dados públicos: PudMed e Google Acadêmico. Foram escolhidos apenas os artigos e trabalhos acadêmicos publicados no período de 2013 a 2020 com prevalência nos assuntos de tratamentos de efluentes, microalgas, biodiesel e ozonização.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se a partir da revisão de literatura que o método de ozonização para o tratamento em efluentes industriais é uma alternativa promissora para a redução de turbidez, cor e matéria orgânica, sendo uma possibilidade de uso para o resíduo nobre vinhaça.

Este tratamento com ozônio também viabiliza a vinhaça para ser utilizada como meio de cultura rico nutrientes para o crescimento de microalgas promissoras na produção de biodiesel.

4 REFERÊNCIAS

Acompanhamento quinzenal da safra na região Centro-Sul, União da Indústria de cana-de-açúcar, **UNICA**, 2020. Disponível em: file:///E:/Tecnologia%20em%20Bio/HAE'S/16042020100449_Unica-160420.pdf. Acesso: 25 out 2020.

ANGELO, Elisangela Andrade; ANDRADE, Diva Souza; COLOZZI FILHO, Arnaldo. Cultivo não-fotoautotrófico de microalgas: uma visão geral. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 35, n. 2, p. 125-136, 2014.

ANTERO, R.V.P; DA SILVA, D.B; DO VALE, A.T. Balanço energético da produção de etanol a partir da cana-de açúcar e aspectos da produção brasileira atual. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 7, n. 3, p. 399-412, 2019.

ARAUJO, Glacio Souza et al. Influência dos nutrientes no rendimento de biomassa e óleo da microalga *Chlorella vulgaris* para a produção de biodiesel. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 1, 2020.

BATISTA, FRM et al. Propriedades do óleo de microalgas da espécie *Chlorella protothecoides* e seu biodiesel etílico. **Revista Brasileira de Engenharia Química**, v. 35, n. 4, pág. 1383-1394, 2018.

BAUMGARTNER, T.R.S et al. Avaliação da produtividade da microalga *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat em diferentes meios de cultivo. R. bras. Bioci., **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 250-255, 2013.

BORTOLETTO, A. M; ALCARDE, A.R. Assessment of chemical quality of Brazilian sugar cane spirits and cachaças. **Food Control**, Guildford, v. 54, n. 1, p. 1-6, 2015.

CABRERA-DIAZ, A. et al. Tratamento combinado de vinasse por um processo de ozonação e flitro-reator de fluxo. **Braz. J. Chem. Eng.**, São Paulo, v. 33, n. 4, pág. 753-762, 2016.

CAMILO JÚNIOR, Osli Barreto et al. Ozonização promove a melhoria de atributos físicos em efluente de esgoto doméstico. **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 2, 2019.

CARRILLO-REYES, J., BARRAGÁN-TRINIDAD, M., BUITRÓN, G. Biological pretreatments of microalgal biomass for gaseous biofuel production and the potential use of rumen microorganisms: A review. **Algal Research**, 2016.

CASTRO, Aline Antonia et al. Cultivo de microalgas para tratamento de águas residuais: revisão de literatura. **Revista Geama**, v. 6, n. 2, p. 60-71, 2020.

Companhia Nacional de Abastecimento, **CONAB**, 2018, Acompanhamento da safra brasileira, V. 7 - SAFRA 2020/21 N.2 - Segundo levantamento Agosto, 2020. Disponível em: <file:///E:/Tecnologia%20em%20Bio/HAE'S/BoletimZdeZcana-de-acucarZ2Zlevantamento.pdf>. Acesso: 26 out 2020.

COSTALONGA¹, Lorena Gotelip Tostes et al. Avaliação da ozonização como pós-tratamento do efluente da bovinocultura tratado biologicamente visando o reuso na fertirrigação. **In:**

SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL, III, 2017, Juiz de fora, MG. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/abrh/Eventos/Trabalhos/76/C7010.pdf>. Acesso: 09 dez 2020.

DALL'AGNOL, Rodrigo et al. Economia de água na lavagem doméstica de roupas: alternativas de tratamento do efluente para viabilização da recirculação e reuso. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 67290-67306, 2020.

DE AQUINO LIMA, Felipe et al. Revisão sobre a toxicidade e impactos ambientais relacionados à vinhaça, efluente da indústria sucroalcooleira. **Cadernos UniFOA**, v. 11, n. 32, p. 27-34, 2016.

DE BARROS, V.G et al. Improved methane production from sugarcane vinasse with filter cake in thermophilic UASB reactors, with predominance of Methanothermobacter and Methanosarcina archaea and Thermotogae bacteria. **Bioresource technology**, v. 244, p. 371-381, 2017.

DE BRITO, Yohanna Jamilla Vilar et al. Microalga *Scenedesmus acuminatus* em meios de cultivo visando à produção de biodiesel. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 2, p. 202-207, 2020.

DENG, Yang; ZHAO, Renzun. Processos de oxidação avançados (AOPs) no tratamento de águas residuais. **Relatórios atuais de poluição**, v. 1, n. 3, pág. 167-176, 2015.

DIAS, Guilherme et al. Biorremediação de efluentes por meio da aplicação de microalgas-uma revisão. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 42, n. 8, p. 891-899, 2019.

DOS SANTOS JÚNIOR, Antônio Carvalho et al. Tratamento da vinhaça utilizando catalisadores de Cerio-Nióbio durante o processo de ozonização. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CATÁLISE**. n. XX, 2019, p.1-6. Disponível em: <file:///E:/Tecnologia%20em%20Bio/HAE'S/Tratamento%20utilizando%20ozono/Referencias/20190425121801000001152.pdf>. Acesso: 01 out 2020.

FORTI, Juliane C. et al. Redução de nutrientes da vinhaça por microalgas *Chlorella vulgaris*. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e5879108763-e5879108763, 2020.

GASPAROTTO, Francielli et al. Setor sucroenergético e estratégias microbiológicas para mitigação dos impactos ambientais da aplicação da vinhaça. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 241-251, 2019.

HARIRCHI, Sharareh et al. Efficacy of Polyextremophilic *Aeribacillus pallidus* on Bioprocessing of Beet Vinsasse Derived from Ethanol Industries. **Bioresource Technology**, p. 123662, 2020.

KLAUCK, Cláudia Regina. Processos oxidativos avançados como alternativa ao tratamento de chorume. **Revista Tecnologia e Tendências**, v. 9, n. 1, p. 33-46, 2017.

LOPES DA SILVA, Teresa et al. O lado negro da biotecnologia de microalgas: uma plataforma de biorrefinaria heterotrófica direcionada para a produção de lipídios ricos em ω -3. **Microorganismos**, v. 7, n. 12, pág. 670, 2019.

LUCHE, Daniela Ercole Dale; GONÇALVES, Bruna Caroline Marques; SILVA, Messias Borges. Revisão de Sistemas para cultivo de microalgas: uma alternativa sustentável para tratar efluentes e reduzir a poluição atmosférica. **Revista Biociências**, v. 25, n. 1, 2019.

MONÇÃO, Fernanda Silva et al. Microalgas e biocombustíveis. Integração de cadeias produtivas. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 4, 2018.

ORTENZIO, Ygor Tadeu et al. Cultivo de microalgas utilizando resíduos agroindustriais para a produção de biocombustíveis: perspectivas e desafios. **Bioenergia em Revista: Diálogos** (ISSN: 2236-9171), v. 5, n. 1, 2015.

QUINTÃO, K. A. et al. Aplicação da ozonização e do processo oxidativo avançado O_3/UV na degradação de efluentes da indústria de celulose. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 2017, Uberlândia/MG. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east->

1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobecic2019/EAT16.pdf. Acesso: 09 dez 2020.

RAMIREZ, Nelzy Neyza Vargas. **Estudo do crescimento da microalga Scenedesmus sp. em vinhaça**. 2013.

ROSSETO, Ricielly Eloyze et al. Panorama do etanol brasileiro. **In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE ENERGIA NA AGRICULTURA**, n.II, 2017, **Acta Iguazu**, p. 13-22, Disponível em: <file:///E:/Tecnologia%20em%20Bio/HAE'S/Tratamento%20utilizando%20ozono/Referencias/18466-67370-1-PB.pdf>. Acesso: 29 out 2020.

SCHONS, Alisson; GOMES, Luciana Paulo; MIRANDA, Luis Alcides Schiavo. Evaluation of the efficiency of the combined treatment of lease of sanitary land and domestic sewage using ozone. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 12, n. 1, p. 45-55, 2018.

TREVIZANI, Jéssica Luiza Bueno et al. Determinação da cinética de ozonização de efluente têxtil na remoção de cor e matéria orgânica. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 24, n. 1, 2019.

APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE

TERMO DE ORIGINALIDADE

Eu, Bruna Pereira Pinheiro, RG ●●●●●●, CPF ●●●●●●, aluna regularmente matriculada no **Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis**, da Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), declaro que meu trabalho de graduação intitulado **Cultivo de microalgas em meio suplementado com vinhaça pré-tratada com ozônio** é **ORIGINAL**.

Declaro que recebi orientação sobre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tenho conhecimento sobre as Normas do Trabalho de Graduação da Fatec-JB e que fui orientado sobre a questão do plágio.

Portanto, estou ciente das consequências legais cabíveis em caso de detectado PLÁGIO (Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, publicada no D.O.U. de 20 de fevereiro de 1998, Seção I, pág. 3) e assumo integralmente quaisquer tipos de consequências, em quaisquer âmbitos, oriundas de meu Trabalho de Graduação, objeto desse termo de originalidade.

Jaboticabal/SP, 01/12/2020.

[Assinatura do(a) aluno(a)]
Bruna Pereira Pinheiro

ANEXO A – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA/LABORATÓRIO ETC.

[Timbre da empresa]

DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

Autorizamos para os devidos fins, o(a) senhor(a) [inserir nome do(a) aluno(a)], R.G. [00.000.000-0], a divulgar o nome, os dados e as fotos da Empresa/Laboratório etc. [inserir nome da empresa, laboratório etc.], CNPJ [00.000.000.000/000], em seu Trabalho de Graduação, intitulado [inserir título do trabalho], a ser apresentado na Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB).

O(a) aluno(a) compromete-se a não utilizar/divulgar, por nenhum meio, os demais dados confidenciais da referida empresa.

[Cidade/Estado, data].

Assinatura do responsável (reconhecer firma)

Nome do responsável

Cargo do responsável

R.G. do responsável

*CARIMBO COM CNPJ
DA EMPRESA*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fatec-JB, gestores, professores e funcionários que contribuíram de alguma maneira para a realização desse trabalho.

Aos professores Dr. Claudenir Facincani Franco e Dr. Juliana Da Silva Vantini pelas orientações.

A minha querida mãe, por todo o incentivo e conselho e meus irmãos.