APLICAÇÃO DE PEROXIDASE DE RAIZ YACON PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTE REAL DE UMA EMPRESA DE PAPEL E CELULOSE[1]

Fernanda Ribeiro Pacheco[2], Everton Skoronski[3]

[1] Vinculado ao projeto "Extração e imobilização de enzimas a partir de fontes alternativas para o tratamento de água e efluentes"

[2] Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV – Bolsista PROBITI/UDESC
[3] Orientador, Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV – everton.skoronski@udesc.br

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação do extrato enzimático contendo peroxidase de raiz yacon quanto à fitotoxicidade e à remoção de fenóis em um efluente real de uma empresa de papel e celulose. Com a finalidade de conhecer características desse efluente, foi realizada inicialmente a caracterização da amostra em relação à pH, condutividade, sólidos totais (ST), suspensos (SS), voláteis (SV) e fixos (SF), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), surfactantes, fósforo, cor aparente, turbidez, nitrogênio Kjeldahl (NTK), fenóis reativos à 4-aminoantipirina (4-AAP) e fenóis pelo método Folin-Ciocalteu (F-C), utilizando os padrões Ácido Gálico (GAL) e Ácido Tânico (TAN). A caracterização do efluente bruto apontou pH igual à 5,3, condutividade de 2649 µS/cm, 3804,5 mg/L (ST), 107,5 mg/L (SS), 3074 mg/L (SV), 730 mg/L (SF), 4829,87 mg/L (DQO), 460 mg/L (DBO), 0,3 mg/L de surfactantes, 4,53 mg/L de fósforo, cor aparente > 100 Hazen, 42 FAU de turbidez, 7,26 mg/L (NTK) e para fenóis foram obtidos 13,84 mg/L (4-AAP), 159,27 mg/L (GAL) e 242,33 mg/L (TAN). A amostra bruta foi centrifugada por 15 minutos a 4000 rpm e em seguida foi submetida à filtração por gravidade, sendo realizada essa preparação rigorosamente no dia de aplicação pois o efluente sofre oxidação após uma média de 12 horas após filtração. Na reação de oxidação mediada pela peroxidase de raiz yacon utiliza-se peróxido de hidrogênio (H_2O_2) como substrato enzimático. Portanto foram executados experimentos de medida de atividade enzimática para determinar a concentração ideal entre H_2O_2 e enzima necessária para oxidação de fenóis e a variação foi de 0 à 1000 µL de H_2O_2 650 ppm combinados com 0 a 200 µL de extrato enzimático. O experimento foi realizado em tubos de ensaio de 10 mL com agitação em equipamento *Thermo Shaker* a 21,5 ºC e 300 rpm durante 60 minutos, seguida de centrifugação a 5000 rpm durante 15 minutos e filtração por membrana 0,45 µm para retenção de fragmentos da HRP. As menores concentrações encontradas para fenóis foram de 5,381 mg/L (4-AAP), 108,807 mg/L (GAL) e 184,451 mg/L (TAN), a partir da aplicação de 1000 uL de H_2O_2 e 200 uL de extrato enzimático. A resolução CONSEMA 181/2021 de Santa Catarina prevê um limite máximo de 0,2 mg/L para fenóis reativos à 4-aminoantipirina, logo, esse tratamento não é efetivo para a remoção de fenóis nesse efluente. Para a próxima abordagem, foi realizado um experimento de fitotoxicidade com incubação de sementes do tipo *Lactuca sativa* em efluente grupo-controle (G-C), efluente bruto (EB) e efluente tratado (ET). As sementes foram previamente banhadas durante 20 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio 10% e enxaguadas após o procedimento, foram utilizadas 5 placas de petri para cada tipo de efluente e foram usadas 10 sementes por placa. As amostras foram incubadas durante 5 dias a 22 ºC e foi realizada a avaliação tanto do número de sementes germinadas quanto o crescimento da raiz e do caule. Os maiores valores obtidos foram de 2,45 e 1,88 centímetros para crescimento respectivamente de caule e raiz (G-C), de 0,71 e 0,35 centímetros (EB) e os menores foram de 0,115 e 0,058 centímetros (ET), demonstrando que o tratamento utilizado

Apoio: CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; fapesc Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina; GOVERNO DE SANTA CATARINA

pode estar causando o aumento da toxicidade do efluente e pode estar relacionado ao peróxido residual ou subprodutos intermediários de oxidação. Para quantificação da influência do peróxido de hidrogênio, realizou-se o experimento de determinação utilizando a amostra tratada em suas condições iniciais (S-C) e para fins de comparação, em outra amostra foram adicionados 200 µL da enzima catalase em conjunto com o tratamento (C-C) , pois a mesma causa decomposição do substrato. O método escolhido para a análise foi determinação por iodometria, que consiste na titulação da amostra com solução de tiossulfato de sódio 0,1 M padronizada e posteriormente aplicada em equação determinante da concentração considerando o volume gasto para titulação, a concentração da solução titulante e volume de amostra manipulado. Os resultados obtidos de 0,015 mol/L (S-C) e 0,011 mol/L (C-C) demonstram uma diferença de H_2O_2 entre as amostras, logo a enzima catalase causou a decomposição de aproximadamente 29,33% do substrato enzimático. Para a parte final do projeto, foi realizado novamente o experimento de fitotoxicidade em suas condições iniciais para novas amostras, dessa vez comparando o efluente G-C, efluente tratado + enzima catalase (C-C) e efluente tratado sem enzima catalase (S-C). Resultaram-se nos comprimentos para raiz e caule, respectivamente 1,640 e 2,767 cm (G-C), 0,110 e 0,160 cm (C-C) e os menores sendo 0,08 e 0,12 cm (S-C), o que demonstra uma diferença acentuada de ambas amostras em relação ao efluente grupo-controle, mas não necessariamente entre si. Para este efluente, não é praticável o tratamento aplicado pois não foi eficaz quanto à remoção de fenóis. Quanto à fitotoxicidade do efluente, foi possível concluir que em seu estado bruto está apto para receber o plantio das sementes de alface *Lactuca sativa* mas não é adequado após tratamento, pois a germinação após tratamento foi praticamente nula e a quantidade de enzima catalase aplicada para fins de decomposição do substrato não foi o suficiente para impedir o aumento da sua toxicidade.

Palavras-chave: Enzimas, efluentes reais, fitotoxicidade.