

TRATAMENTO DE EFLUENTES FENÓLICOS COM PEROXIDASE ISOLADA A PARTIR DE FUNGOS ENDOFÍTICOS

Victor Henrique Nincao Bortoletto¹, Andreia de Araújo Morandim-Giannetti¹

¹ Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI

victorhnbortoletto@outlook.com e preamorandim@fei.edu.br

Resumo: 12 fungos obtidos a partir de resíduos de mandioca foram avaliados para produção de peroxidase, destacando-se *Stenocarpella maydis* com maior atividade enzimática (0,0026 U/mg.min). As condições de cultivo para este fungo foram otimizadas (pH igual a 6, 9 dias de cultivo a 27°C) resultando em uma atividade específica de 2,9 U/mg.min. O extrato enzimático foi aplicado no tratamento de efluentes contendo estradiol e paracetamol, obtendo-se maior degradação dos fármacos utilizando-se: pHs acima de 8, 30°C e 1 mL de extrato enzimático.

1. Introdução

O crescimento das atividades industriais tem levado a um aumento significativo na produção de efluentes, especialmente aqueles contendo compostos fenólicos, como compostos fenólicos clorados, aromáticos policíclicos, pesticidas, corantes e fármacos [1-2]. Estes compostos, em altas concentrações, são extremamente prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Diversos métodos de tratamento de efluentes são utilizados, incluindo adsorção, eletrocoagulação, oxidação química e enzimática, com os processos enzimáticos ganhando destaque, especialmente na academia. Esses processos oxidam os compostos fenólicos, transformando-os em substâncias de baixa solubilidade, que podem ser facilmente removidas dos efluentes. No entanto, para que esses métodos sejam viáveis em escala industrial, é necessário expandir as fontes de enzimas comercialmente disponíveis [3-4]. Esse cenário ressalta a importância do presente estudo, em que foi avaliada a produção de peroxidases por fungos endofíticos associados a caules e folhas de mandioca, além de aplicar o extrato enzimático no tratamento de efluentes sintéticos contendo estradiol e paracetamol.

2. Metodologia

Inicialmente foi realizado o cultivo em meio batata dextrose agar dos fungos obtidos a partir de caules e folhas de mandioca (CA1 - *Microdochium lycopodium*, CA5 - *Alternaria* sp., CA9 - *Diaporthe endophytica*, CA10 - *Vouchered mycorrhizae*, CA11 - *Phanerochaete australis*, CA12 - *Diaporthe caatingaensis*, CA13 - *Stenocarpella maydis*, CA14 - *Annulohypoxylon stygium*, CA15 - *Sordariomycetes* sp., CA17 - *Phanerochaetaceae* sp., FO1 - *Cladosporium xanthochromaticum* e, FO2 - *Xylaria* sp). Após essa etapa, foi realizada a obtenção dos extratos enzimáticos a partir dos fungos e, os mesmos foram avaliados via espectroscopia UV/VIS com relação a produção de peroxidases utilizando-se como substrato o guaiacol.

Selecionado o fungo que mostrou maior produção de peroxidase (CA13), foi realizado o crescimento do mesmo em meio líquido específico para aumentar a

produtividade da enzima composto por extrato de malte, Tween 80, KH₂PO₄, Na₂HPO₄, MgSO₄, peptona e glicose modificando-se o pH do meio bem como o tempo e a temperatura de crescimento, utilizando-se, para isso, um planejamento estatístico. Determinada a condição ideal e obtido o extrato enzimático, o mesmo foi utilizado no tratamento de efluentes contendo paracetamol e estradiol sendo também avaliada a melhor condição para a realização desse tratamento. A concentração dos fármacos antes e após a realização do tratamento foi determinada via HPLC utilizando uma coluna C18 e como fase móvel um gradiente de acetonitrila/água (de 5 a 100 % de acetonitrila).

3. Resultados e Discussões

A Figura 1 mostrou que os fungos CA10 e CA13 tiveram a maior atividade específica entre os analisados. O fungo CA13, apesar da baixa atividade enzimática, destacou-se pela alta concentração de proteínas, resultando na mais alta atividade específica. Já o fungo CA10 apresentou uma atividade enzimática muito superior à sua concentração proteica. Considerando que o objetivo do estudo é maximizar a atividade específica na produção de peroxidase, o fungo CA13 foi selecionado como o mais promissor para continuar a pesquisa.

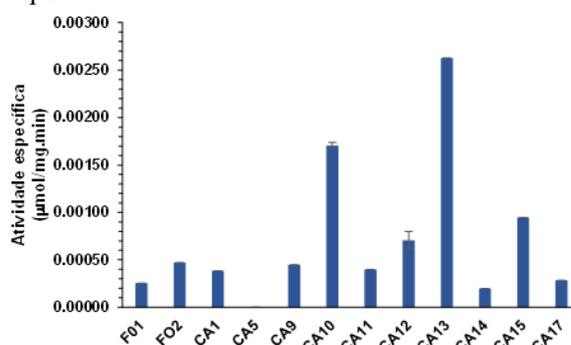


Figura 1 – Seleção do fungo com maior produtividade de peroxidase.

Dessa forma, o fungo CA13 foi estudado com base em três variáveis: temperatura, tempo e pH (Figura 2). A temperatura ideal para a máxima atividade enzimática foi 29°C, e o pH ideal foi 6. O tempo de cultivo influenciou diretamente na produção da enzima de interesse, com 9 dias sendo o período mais eficaz, conforme apresentado na figura 3, representando as condições ideais de cultivo e crescimento para o fungo visando a produção de peroxidase.

Na etapa final de tratamento de efluentes, a análise do gráfico de Pareto (Figura 4) indicou que pH e temperatura são fatores-chave na degradação dos componentes estudados. pHs mais básicos foram mais eficazes na

degradação de paracetamol e estradiol, com duas regiões ideais como mostra a figura 5. No entanto, ao considerar a interação entre pH e temperatura, verifica-se duas regiões ideais, entretanto é importante ressaltar que em temperaturas acima de 45°C pode ocorrer desnaturação da enzima, sugerindo que a redução da concentração pode ser mais influenciada pelo calor do que pela atividade enzimática.

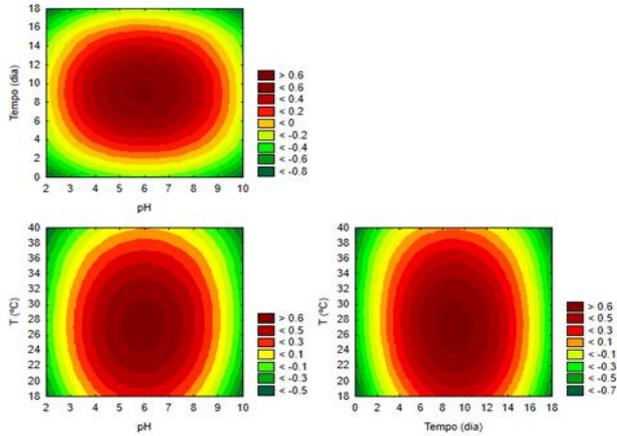


Figura 2 – Avaliação da produção de peroxidase em função da condição de cultivo para CA13.

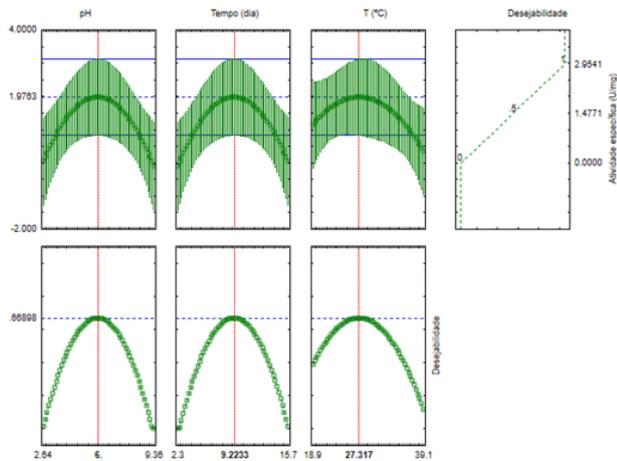


Figura 3 – Condição ideal de cultivo para CA13.

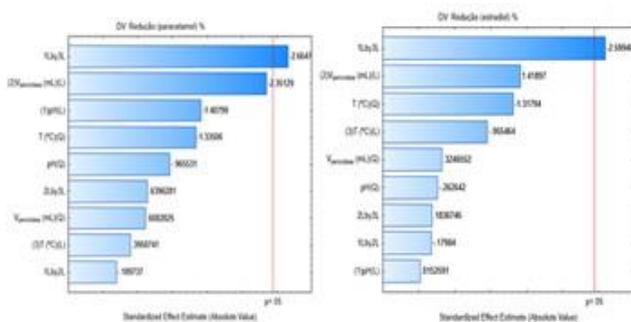


Figura 4: Comparação de resultados de redução entre paracetamol e estradiol

Estudos adicionais são necessários para explorar essa questão. Além disso, pequenas quantidades de enzimas mostraram ser eficazes, especialmente na degradação do paracetamol. Esses achados destacam a necessidade de

otimizar pH e temperatura para melhorar a eficiência da degradação de fármacos e apontam para novas direções de pesquisa.

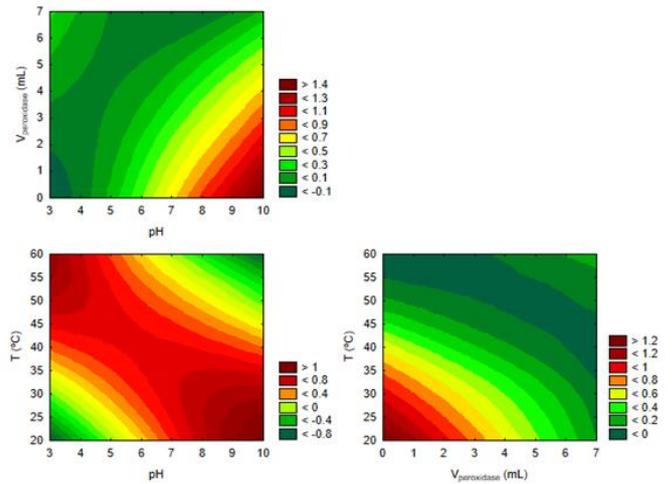


Figura 5 – Avaliação da efetividade da utilização do extrato enzimático no tratamento do efluente sintético.

4. Conclusões

A análise dos dados revelou uma notável eficiência na produção da enzima peroxidase por fungos associados aos caules e folhas de mandioca, principalmente pelo fungo CA13, que mostrou a maior atividade específica sendo que, avaliações preliminares da utilização desse extrato no tratamento de efluentes mostrou efetividade na redução da concentração dos fármacos fenólicos estudados.

5. Referências

- [1] JS Gan et al. Chemosphere, 307, 136035, 2022.
- [2] S Garg et al. Environmental Technology & Innovation, 19, 100865, 2020.
- [3] J.-J. Liu et al. Science Direct, p. 3-5, 2022.
- [4] N. Pantić et al. Environmental Technology & Innovation, 21, 101211, 2021.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI pela bolsa concedida e apoio no desenvolvimento do projeto.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI . Projeto com vigência de 05/2023 a 04/2024.