PRODUÇÃO DE PONTOS DE CARBONO A PARTIR DE BIOMASSA DE FUNGOS DA REGIÃO AMAZÔNICA PARA MONITORAMENTO HÍDRICO

Aldry Samuel Silva da Costa[1], Nicolas Matheus Forthe Pereira[2], Letícia Oliveira Santos [3] Adriano Ferrari de Almeida[4] Francisca da Silva Ferreira[5] Iêda Hortêncio Batista[6]

RESUMO

Os pontos de carbono são nanomateriais com propriedades como baixa toxicidade, fotoluminescência ajustável, alta estabilidade química, fazendo com que os mesmos reajam facilmente ao entrar em contato com certos tipos de íons de metais pesados em sistemas aquáticos. Dessa forma, os pontos de carbono (PC's) se mostram promissores para a detecção de contaminantes em baixas concentrações em meio aquático. O projeto tem como objetivo a síntese de PC's a partir de extratos fúngicos oriundos da região amazônica, como fungos endofíticos de macrófitas aquáticas da Bacia do Tarumã-Açu. Os PC's são sintetizados por rota hidrotermal realizada em um reator autoclave, a solução hidrotermal resultante é diluída e analisada em espectrofotômetro (Uv-Vis), FTIR, além de também ser visualizado se reage com luminescência ao ser exposta a uma luz UV, reação a qual pode ser um indicativo da presença de PC's. Essa pesquisa se justifica pela contaminação recorrente dos sistemas aquáticos por metais pesados e a necessidade de identificá-los para combater a contaminação

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia. Fungos. Pontos de Carbono.

INTRODUÇÃO

A crescente contaminação de sistemas hídricos tem demandado cada vez mais esforços para contenção e tratamento da situação que se agrava cada vez mais. Devido a essa situação, demonstra-se a necessidade de buscar alternativas ecológicas de monitoramento de ecossistemas aquáticos. O desafio da detecção de materiais poluentes em baixas concentrações de matrizes complexas pode ser contornado por nanomateriais conhecidos como "*Carbon Dorts*" ou pontos de carbono (PC's). Os PC's possuem propriedades como fotoluminescência ajustável, baixa toxicidade, alta estabilidade estrutural e por isso têm sido cada vez mais explorados na ciência (Liu, Li e Yang, 2020). Tais propriedades são vantajosas para a detecção até mesmo de baixas concentrações de poluentes em ecossistemas aquáticos.

Recentemente, os PCs foram apresentados como uma alternativa de nanomaterial multifuncional para a detecção precisa de íons de metais pesados em sistemas de água (Gonzalez-Gonzalez *et al*., 2022). Além dos PC's, os fungos também têm sido procurados por apresentarem grande potencial, porém, na produção de substâncias bioativas em seus metabólicos (Soares *et al*., 2017). A produção de pontos de carbono a partir de fungos tem potencial sustentável e biotecnológico para o monitoramento de sistemas aquáticos.

[1] Aluno de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: aldrysamuel@gmail.com
[2] Aluno da Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. Email: nmfpbio25@uea.edu.br
[3] Aluna da Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. Email: losa.bio24@uea.edu.br
[4] Aluno do PPGBIO-Interação do Instituto Fiocruz - ILMD. Manaus, Amazonas, Brasil. Email: aferrari@aluno.fiocruz.br
[5] Docente das Licenciaturas das Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. Email: fsferreira@uea.edu.br
[6] Docente das Licenciaturas das Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. Email: ibatista@uea.edu.br

METODOLOGIA

Todas as atividades descritas no resumo são trabalhadas no laboratório de química ILUM, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas. Os fungos cultivados no laboratório são da própria coleção fúngica da UEA, os quais foram isolados da própria região amazônica e conservados.

Após a reativação em meio sólido, são inoculados 3 fragmentos fúngicos em 3 erlenmeyers de 250 ml com 100 ml de meio líquido BD+L, os quais são condicionados a uma agitação em shaker de 140 rpm e uma temperatura de 28°C, a agitação é uma condição ideal devido a oxigenação que é propiciada dentro do recipiente. Após o cultivo do meio líquido, obtém-se tanto a biomassa (parte sólida do fungo que cresceu em meio líquido) quanto o caldo metabólico (parte líquida, a qual contém os metabólitos liberados pelo fungo).

Para a separação desses dois materiais, é realizada a filtragem a vácuo, a qual é realizada de forma estéril em uma câmara de fluxo laminar. O processo consiste no uso de um "*setup*" composto por um kitassato, ventosa, funil de cerâmica com poros, papel filtro e a bomba a vácuo. Após a montagem do "*setup*", a solução fúngica cultivadas em meio líquido é despejada no funil de cerâmica o qual tem 2 Papel Whatman n°4, do mesmo tamanho, sobrepostos para a separação do líquido-sólido, a bomba a vácuo é conectada a tubuladura lateral do kitassato e então ligada, o vácuo gerado na região inferior puxa o material para seu interior, com excesso da parte sólida a qual permanece no funil. Dessa forma obtém-se a biomassa fúngica separada do caldo metabólico.

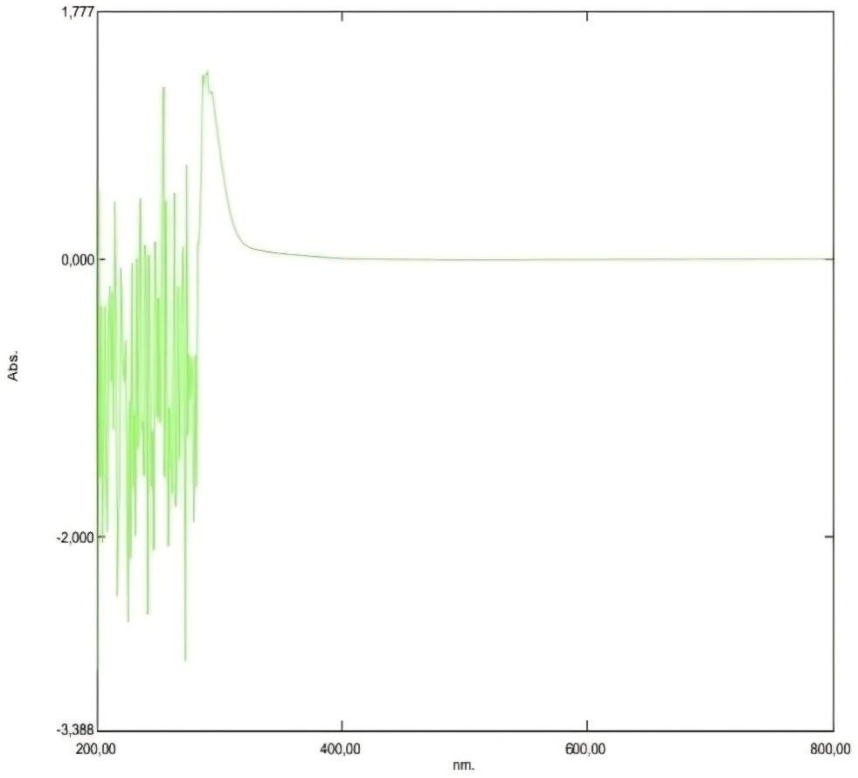
Após o processo de filtragem, a biomassa é posta em uma placa de petri e então fechada com papel alumínio, para evitar contaminação durante o manuseio, depois posta em uma estufa a 105°C por 24 horas (ou mais até que a biomassa seque inteiramente). Depois da secagem, ela é macerada com um pilão em uma câmara de fluxo laminar e então pesada em uma balança analítica. A partir desse momento inicia-se o processo hidrotérmico que consiste na preparação de uma solução com água destilada (80 ml), biomassa fúngica (0,8 g), ácido cítrico (0,2 g) e aquecido a 200 °C por 6 horas dentro de um reator autoclave sob pressão controlada.

Posteriormente, a amostra passou por duas etapas de filtragem; a primeira através de Papel Whatman n°4, e a segunda com o Filtro de Membrana Millipore (0,45 µm), depois armazenada, em refrigeração (4°C), em um tubo Falcon (50 ml). Logo após, efetuou-se a caracterização dos PC's através da técnica Espectroscopia UV-Vis para análise das transições eletrônicas e da região de absorção de luz; constituiu-se na preparação das duas amostras, em cubetas, com 4,3 ml de água destilada e 0,2 ml da solução da biomassa, seguindo para calibração do aparelho e por fim observou-se o gráfico de linhas resultante da análise das amostras. Para a constatação da possível presença de PC's, utilizou-se de uma luz negra (UV), para observar se o conteúdo apresentaria florescência.

RESULTADOS

As amostras que foram submetidas ao teste de luz Ultravioleta demonstraram brilho característico de PC`s, essa análise baseia-se na sua propriedade fluorescente onde os PC's absorvem essa energia e emitem luz visível (azul, verde ou amarela) permitindo avaliar sua possível presença e levando a visualização em espectrofotometria UV-Vis que tem como o intuito de caracterizar através da variação na intensidade luminosa, onde analisou-se as diferenças de absorção de luz através das suas bandas largas e a provável presença de PC's baseando-se nos gráficos de linhas que apresentam comprimentos de ondas de absorção, onde suas cristas aparecem na UV próximo a 200 – 390 nm. Entre as amostras analisadas, a linhagem BL4 apresentou o perfil espectral mais compatível com a presença de pontos de carbono, demonstrando maior intensidade de absorção na região UV.

Figura 1 – Gráfico de Espectrofotometria Uv-Vis da Linhagem BL4



Fonte: Arquivo pessoal.

Com base na visualização do gráfico (Eixo Y = Absorbância, Eixo X = nanometros) é possível identificar a provável presença de Pontos de Carbono a partir do comprimento de onda que varia entre 200 - 390 nm. Absorbância que se

adequa a literatura em relação a presença dos pontos de carbono. Porém, ainda se mostra necessário uma purificação da amostra para que o gráfico apresente menos ruído, já que observou-se elevada variação dos valores de absorbância na região inicial do espectro, possivelmente relacionada à presença de biomoléculas residuais, partículas em suspensão ou interferências instrumentais, indicando a necessidade de etapas adicionais de purificação da amostra. Dessa forma, limpando a amostra sintetizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que o cultivo de fungos e a utilização de sua biomassa demonstra resultados na presença de Pontos de Carbono, entretanto ainda são necessários testes através da Espectroscopia de Infravermelho (FTIR) pois a sua importância reside na capacidade de identificar, de forma rápida e precisa, os grupos funcionais presentes como carboxila (-COOH), hidroxila (-OH), amina (-NH2) e epóxido na superfície dessas nanopartículas, o que define suas propriedade químicas, ópticas e de solubilidade e da Espectroscopia de Emissão (PL) para avaliar a fluorescência das amostras, em que serão selecionadas as mais fluorescentes para análise por espectrofluorimetria, assim sendo possível caracterizá-las por completo.

REFERÊNCIAS

GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, R. B.; MORALES-MURILLO, M. B.; MARTÍNEZ-PRADO, M. A.; MELCHOR-MARTÍNEZ, E. M.; AHMED, I.; BILAL, M.; PARRA-SALDÍVAR, R.; IQBAL, H. M. N. Carbon dots-based nanomaterials for fluorescent sensing of toxic elements in environmental samples: strategies for enhanced performance. **Chemosphere**, v. 300, art. 134515, ago. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134515 . Acesso em: 27 mar. 2026.

LIU, J.; LI, R.; YANG, B. Carbon dots: a new type of carbon-based nanomaterial with wide applications. **ACS Central Science**, v. 6, n. 12, p. 2179-2195, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1021/acscentsci.0c01306 . Acesso em: 27 mar. 2026.

MACHADO, C. E.; VIEIRA, K. O.; FERRARI, J. L.; SCHIAVON, M. A. Pontos quânticos de carbono: síntese química, propriedades e aplicações. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1306-1346, 2015. Disponível em: http://rvq.sbq.org.br . Acesso em: 27 mar. 2026.

SOARES, D. A.; ROSA, L. H.; SILVA, J. F. M.; PIMENTA, R. S. Uma revisão de compostos bioativos produzidos por fungos endofíticos associados a plantas medicinais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Naturais, Belém**, v. 12, n. 3, p. 331–352, set./dez. 2017. DOI: 10.46357/bcnaturais.v12i3.83. Disponível em: https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v12i3.83 . Acesso em: 27 mar. 2026.