

Desenvolvimento de método de baixo custo para avaliação de chumbo em amostras de água do Rio Cubatão

Maria Victória Ornellas ¹, Paula Martins ²

¹Instituto Federal de ciências e tecnologia (IFSP), Cubatão, Brasil
(mariavictoria.ornellas@gmail.com)

²Instituto federal de ciências e tecnologia (IFSP), Cubatão, Brasil

Resumo: O presente trabalho, em estágio inicial de desenvolvimento, visa propor e validar um método analítico de baixo custo para determinação de chumbo em amostras de água do Rio Cubatão, utilizando espectrofotometria UV-Vis com ditizona como agente complexante. A metodologia baseia-se na formação do complexo Pb-ditizonato, extraído em solvente orgânico e quantificado por absorbância. Na etapa atual, foram concluídas a revisão bibliográfica e a obtenção de uma curva analítica preliminar com soluções padrão, cujos resultados mostraram-se promissores. As fases subsequentes compreenderão a otimização das condições experimentais (pH, concentração de reagentes e tempo de extração) e a validação do método, incluindo determinação de linearidade, limite de detecção, limite de quantificação, precisão e exatidão. Posteriormente, o método validado será aplicado a amostras reais coletadas em diferentes pontos do Rio Cubatão, e os teores de chumbo encontrados serão confrontados com o limite máximo permitido pela Portaria GM/MS nº 888/2021. A expectativa é de que o protocolo desenvolvido constitua uma ferramenta confiável, de execução simples e economicamente viável para o monitoramento de chumbo em águas.

Palavras chave: Meio-ambiente; análise de traços; baixo custo; Espectrofotometria; Química ambiental.

INTRODUÇÃO

A contaminação de recursos hídricos por metais pesados representa um dos principais desafios ambientais e de saúde pública da atualidade. Entre esses contaminantes, o chumbo (Pb) destaca-se por sua elevada toxicidade, persistência no ambiente e capacidade de bioacumulação, podendo provocar alterações neurológicas, hematológicas, renais e cardiovasculares mesmo quando presente em baixas concentrações (Moreira e Moreira, 2004; WHO, 2021). Em razão desses riscos, o monitoramento da concentração desse metal em águas destinadas ao consumo humano é essencial para garantir a segurança da população. O Rio Cubatão possui grande importância para a Baixada Santista, sendo responsável pelo abastecimento de aproximadamente 70% da população do município de Santos, além de atender parte dos municípios de Cubatão e São Vicente (SABESP, 2023). Entretanto, o histórico de intensa atividade industrial na região torna imprescindível o monitoramento contínuo da qualidade de suas águas, especialmente quanto à presença de metais potencialmente tóxicos. A determinação de chumbo em amostras ambientais é frequentemente realizada por técnicas como

Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS) e Espectrometria de Absorção Atômica (EAA), reconhecidas por sua elevada sensibilidade e precisão. Contudo, esses métodos demandam equipamentos de alto custo e infraestrutura especializada, limitando sua aplicação em laboratórios de ensino e pesquisa com recursos reduzidos (Harris, 2012). Nesse contexto, a espectrofotometria UV-Vis utilizando ditizona como agente complexante apresenta-se como uma alternativa viável, econômica e de simples execução. Conforme descrito por Vogel (2002), a ditizona forma um complexo colorido estável com o chumbo, possibilitando sua quantificação por meio da medida da absorbância. Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo desenvolver, otimizar e validar uma metodologia analítica de baixo custo baseada na espectrofotometria UV-Vis com ditizona para a determinação de chumbo em amostras de água do Rio Cubatão. Além disso, pretende-se aplicar o método validado em amostras reais, comparando os resultados obtidos com o limite máximo permitido pela legislação brasileira para água destinada ao consumo humano.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do projeto está dividido em etapas. Na fase já concluída, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a contaminação por chumbo em recursos hídricos e sobre métodos espectrofotométricos utilizando ditizona. Além disso, foram preparadas soluções padrão de chumbo e do reagente ditizona para a construção de uma curva analítica preliminar, cujos resultados iniciais foram avaliados.

Nas próximas etapas, serão otimizadas as condições experimentais, como pH, concentração dos reagentes e tempo de extração, visando maximizar a formação do complexo Pb-ditizonato. Após a otimização, o método será validado por meio da determinação da curva de calibração, linearidade, limite de detecção (LOD), limite de quantificação (LOQ), precisão e exatidão. Posteriormente, amostras de água coletadas em diferentes pontos do Rio Cubatão serão analisadas por espectrofotometria UV-Vis, e os resultados serão comparados com o limite máximo permitido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde (Brasil, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento, foi realizada a revisão bibliográfica sobre a contaminação por chumbo em recursos hídricos, os efeitos toxicológicos desse metal e os métodos analíticos empregados para sua determinação, fornecendo o embasamento teórico para o desenvolvimento da pesquisa. Também foi construída uma curva analítica preliminar utilizando soluções padrão de chumbo, apresentada na Figura 1. A regressão linear obtida foi $y = 0,0461x + 0,2662$, com coeficiente de determinação (R^2) = 0,9815, indicando uma boa relação linear entre a concentração de chumbo e a absorbância. Entretanto, o valor de R^2 ainda se encontra abaixo do ideal para métodos analíticos quantitativos, nos quais se busca uma linearidade próxima de 1,0, conforme recomendado para procedimentos de validação (Brasil, 2021). Os resultados obtidos demonstram que o método apresenta potencial para a quantificação de chumbo por espectrofotometria UV-Vis utilizando ditizona. Contudo, pretende-se ampliar o número de pontos da curva de calibração e otimizar as condições experimentais, visando melhorar a linearidade e aumentar a confiabilidade do método antes da etapa de validação e aplicação em amostras reais de água do Rio Cubatão.

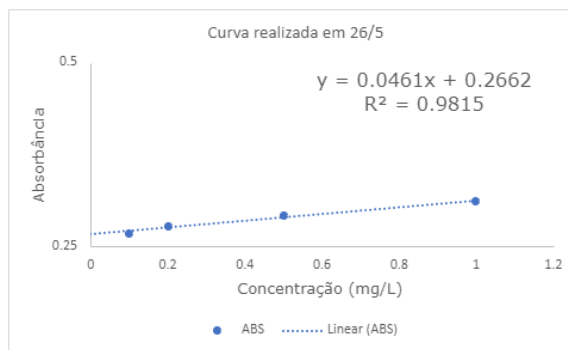


Figura 1 – Curva analítica preliminar para determinação de chumbo por espectrofotometria UV-Vis utilizando ditizona. Coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,9815

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos até o momento demonstram que os objetivos parciais do projeto foram alcançados, com a realização da revisão bibliográfica e o desenvolvimento de uma curva analítica preliminar para a determinação de chumbo por espectrofotometria UV-Vis utilizando ditizona. A curva apresentou boa linearidade ($R^2 = 0,9815$), indicando o potencial da metodologia para aplicação em análises quantitativas (Harris, 2012). Entretanto, serão realizadas novas etapas de otimização, incluindo a adição de pontos à curva de calibração e o ajuste das condições experimentais, com o objetivo de aumentar a linearidade e a confiabilidade do método. Após essa etapa, será realizada a validação da metodologia e sua aplicação em amostras de água do Rio Cubatão, comparando os resultados obtidos com o limite máximo permitido pela legislação brasileira para água destinada ao consumo humano (Brasil, 2021). Espera-se que o método desenvolvido constitua uma alternativa de baixo custo, confiável e acessível para o monitoramento da contaminação por chumbo em recursos hídricos, contribuindo para a segurança hídrica da região.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Prof.^a Dra. Paula Larangeira Garcia Martins, pela orientação, dedicação, incentivo e pelos conhecimentos compartilhados ao longo do desenvolvimento deste projeto. Agradeço também ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) pelo apoio institucional, pela infraestrutura disponibilizada e pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de



setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

HARRIS, D. C. *Análise Química Quantitativa*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MOREIRA, J. C.; MOREIRA, L. S. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 15, n. 2, p. 119-129, 2004.

SABESP. *Mananciais*. São Paulo: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2023.

VOGEL, A. I. *Análise Química Quantitativa*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Guidelines for Drinking-water Quality*. 4th ed., incorporating the first and second addenda. Geneva: World Health Organization, 2021.