cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Aplicação de Sensor Eletroquímico Polimérico para Monitoramento de Íons Cloreto em Sistemas de Resfriamento

Magda Dias Gonçalves Rios[1]; Fernando Luis de Almeida[2]
1. Fatec Osasco – CEETEPS; 2. Fatec Itaquera – CEETEPS
magda.rios@fatec.sp.gov.br · almfernando@gmail.com

Introdução

Em sistemas de resfriamento, íons cloreto favorecem a corrosão localizada e reduzem a vida útil de componentes metálicos. Sensores eletroquímicos com polímeros condutores permitem respostas rápidas, miniaturização e monitoramento contínuo. A polianilina (PANI) apresenta estados redox e de protonação que alteram sua condutividade na presença de espécies iônicas, oferecendo potencial para acompanhar a qualidade da água e apoiar a prevenção da corrosão.

Objetivos

Avaliar um eletrodo modificado com PANI para o monitoramento eletroquímico de Cl^- em águas de sistemas de resfriamento e investigar a influência do pH, da condutividade e da matriz aquosa sobre a resposta do sistema sensor.

Metodologia

- Eletrodeposição de PANI sobre trilhas condutoras microfabricadas em substrato cerâmico.
- Caracterização por voltametria cíclica e cronoamperometria.
- Comparação com eletrodo convencional para cloreto.
- Análise de água real de torre de resfriamento.
- Integração experimental do monitoramento à torre didática.



Figura 1. Torre didática de resfriamento.



Figura 2. Sensor eletroquímico em desenvolvimento.



Figura 3. Etapa de instrumentação da torre.

Resultados e Discussão

Os ensaios preliminares indicaram resposta eletroquímica mais pronunciada do eletrodo modificado com PANI na presença de Cl^-, sobretudo nos registros cronoamperométricos. Em água real de torre de resfriamento (pH 6,5–7,5; condutividade 320–660 $\mu S \cdot cm^{-1}$), cada adição de cloreto produziu um degrau de corrente bem definido (Gráfico 1). A interação entre cloreto e a estrutura dopada da PANI pode modificar o estado redox e a condutividade do polímero, reforçando a necessidade de calibração em condições próximas às da aplicação. A validação prossegue com estudos de repetibilidade, estabilidade, faixa de trabalho e interferentes.

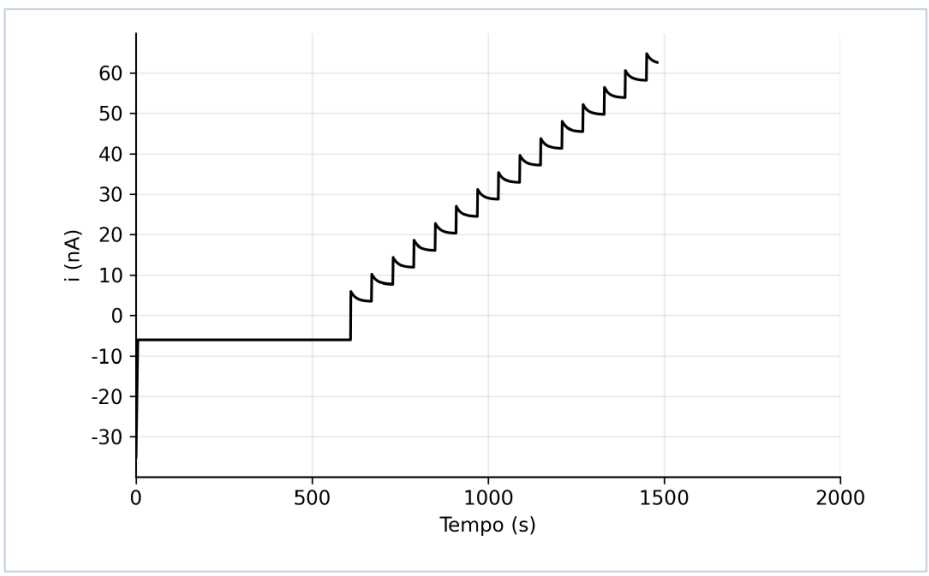


Gráfico 1. Resposta amperométrica do eletrodo PANI a adições de Cl^- em água de torre de resfriamento.
Fonte: Rios, M. D. G.; Almeida, F. L. (2026).

Conclusões

A PANI apresentou potencial como material sensível ao Cl^- em água de resfriamento. A combinação entre polímero condutor, eletrodo microfabricado e técnicas eletroquímicas favorece o desenvolvimento de dispositivos compactos para acompanhamento da qualidade da água. Os resultados ainda são preliminares. A próxima etapa compreende a validação analítica, com avaliação de seletividade, repetibilidade, estabilidade, limite de detecção e robustez em diferentes condições operacionais.

Referências e Agradecimentos

ALMEIDA, F. L. Desenvolvimento de sensores eletroquímicos utilizando polímeros condutores para aplicações ambientais. USP, 2014.
SANTI, I. M. O. et al. Determinação de íons cloreto utilizando sensores eletroquímicos em amostras de resfriamento. CONBRAVA, 2019.
PIETRZAK, K. et al. Membranes, v. 12, 1150, 2022.
STEJSKAL, J.; GILBERT, R. G. Pure Appl. Chem., v. 74, p. 857–867, 2002.
Apoio: FAPESP – Processo nº 2023/16437-0.