

Instituto de Química de São Carlos

Laboratório de Eletroquímica Interfacial e Ambiental

Descoloração Eletroquímica de Soluções de Vermelho de Alizarina S em Ânodo Dimensionalmente Estável

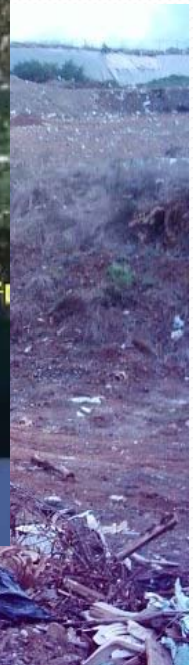
Autores: Eduardo M. Moreira, Fernanda L. de Souza, Carla R. Costa, Douglas W. Miwa, Artur J. Motheo

Sumário

- Introdução
- Materiais e métodos
- Resultados e discussões
- Conclusões
- Bibliografia consultada

Introdução

- A atividade antrópica é tão importante que divide as “eras”:
 - Idade da pedra;
 - Idade do cobre;
 - Idade do bronze;
 - Idade do silício.
- Atividade Antrópica → Revolução Industrial → Poluição e esgotamento dos recursos naturais.



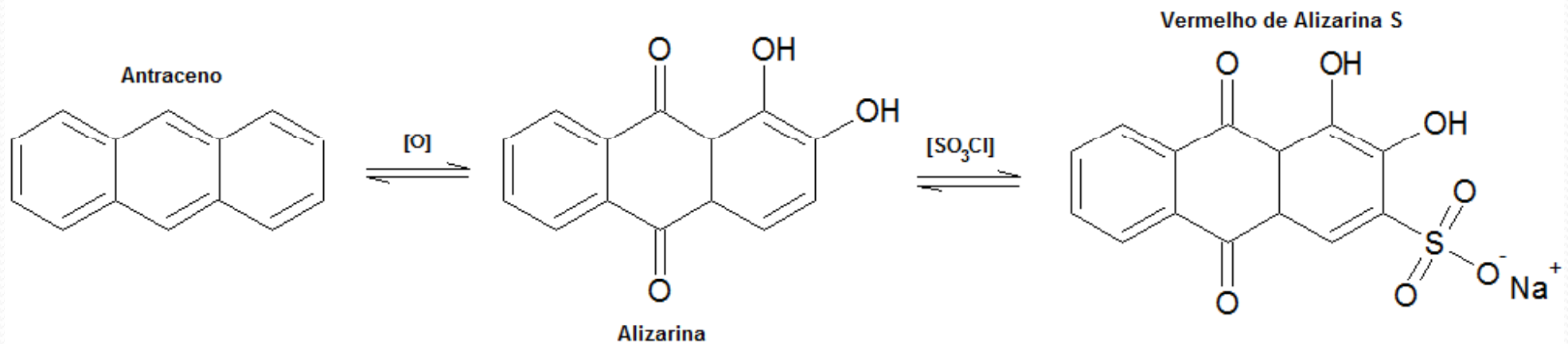
Introdução

- Impactos ambientais:
 - Poluição de água, ar e solo:
 - Poluição hídrica por corantes → Inibição de fotossíntese de sistemas aquáticos.
- Tecnologias de tratamento:
 - Tratamento eletroquímico:
 - Uso de óxidos de metais de transição como condutores anódicos → geração de espécies altamente oxidantes.

Introdução

- Dentre os corantes há o Vermelho de Alizarina S;
- Esse é empregado tanto em curtumes quanto em indústrias têxteis;
- O VAS, além de poluir pela cor, é altamente tóxico e irritante;
- É obtido à partir do antraceno.

Introdução



Introdução

- Em presença de cloreto os ADE[®]'s são capazes de gerar espécies de cloro ativo:
 - $\text{pH} < 2 \rightarrow$ Cloro molecular ou gás cloro (Cl_2);
 - $2 > \text{pH} > 7,5 \rightarrow$ Ácido hipocloroso (HOCl);
 - $\text{pH} > 7,5 \rightarrow$ Ânion hipoclorito (^-OCl):



Introdução

- Os cloros ativos são excelentes agentes oxidantes;
- Podem remover a cor de soluções rapidamente;
- As células eletroquímicas nessas condições são de baixo custo operacional;
- Frequentemente ocorrem mudanças na cinética de reação ao longo de um processo de descoloração eletroquímica;
- Após a mudança, a reação química de descoloração é lenta.

Introdução

- Otimização: buscar os pontos onde se dá a mudança:
 - Reduzir custos operacionais;
 - Otimizar os tempos de mudança;
 - Acoplar ao tratamento eletroquímico outro processo mais barato após a mudança de velocidade.

Materiais e métodos

- Tipo de célula empregada: Filtro-prensa;
- Tipo de eletrodo de trabalho: Malha estendida de ADE:
 - Composição nominal: $\text{Ti}/\text{Ir}_{0,01}\text{Sn}_{0,86}\text{Sb}_{0,13}\text{O}_2$
- Contra-eletrodo: Aço inox fosco;
- Densidade de corrente/ mA cm^{-2} : 33,33, 83,33, 166,66;

Materiais e métodos

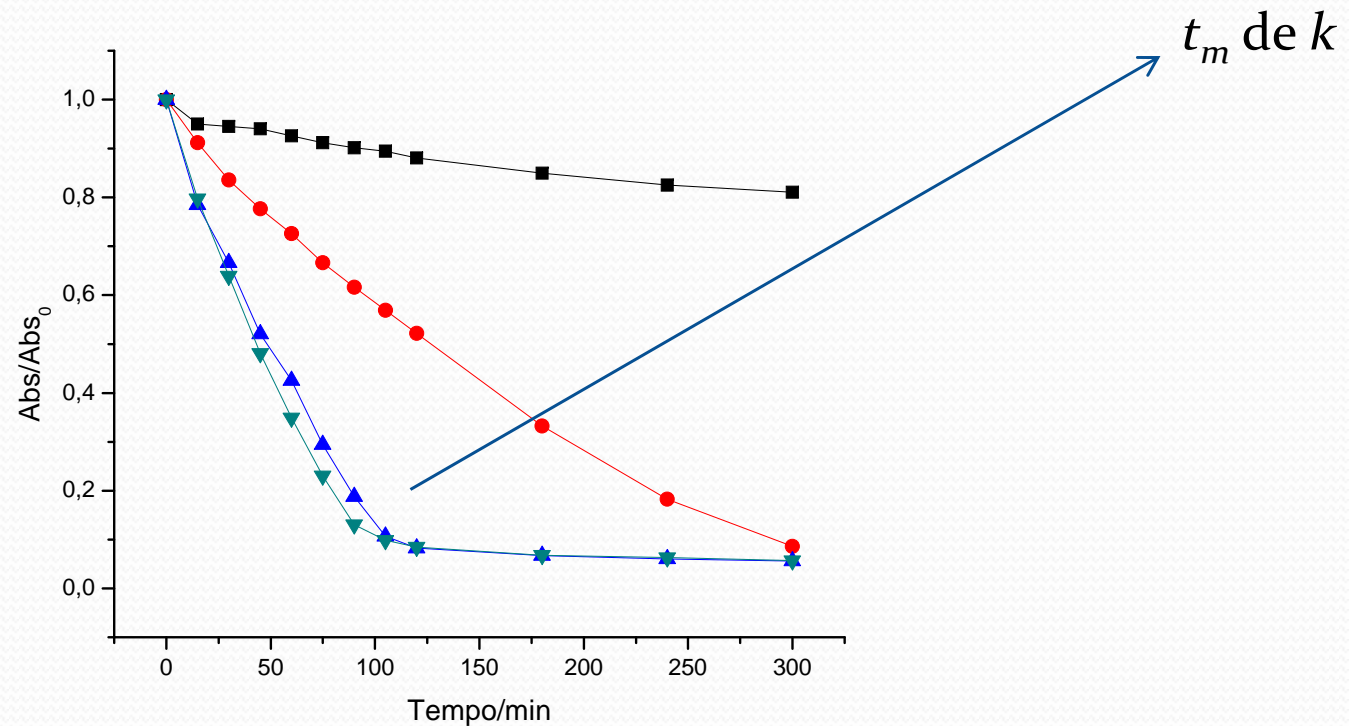
- Volume de solução/mL: 300;
- Fluxo da bomba/mL min⁻¹: 290;
- Concentrações de cloreto/mmol L⁻¹: 0, 20, 50 e 100;
- Concentração de tampão/mol L⁻¹: 0,2;
- Concentração do corante/mg L⁻¹: 700;
- pH/u.a. = 1,9;
- Temperatura/°C: 35;

Materiais e métodos

- Espectrômetro de absorção molecular: Shimadzu MultiSpec-1501:
 - Comprimento de onda monitorado/nm: 424.
- Fonte de eletricidade: Minipa MPL-3303;
- Banho termostático: NESLAB RTE 221;
- pHmetro: Qualxtron 8010;
- Termômetro: Minipa APPA MT-520.

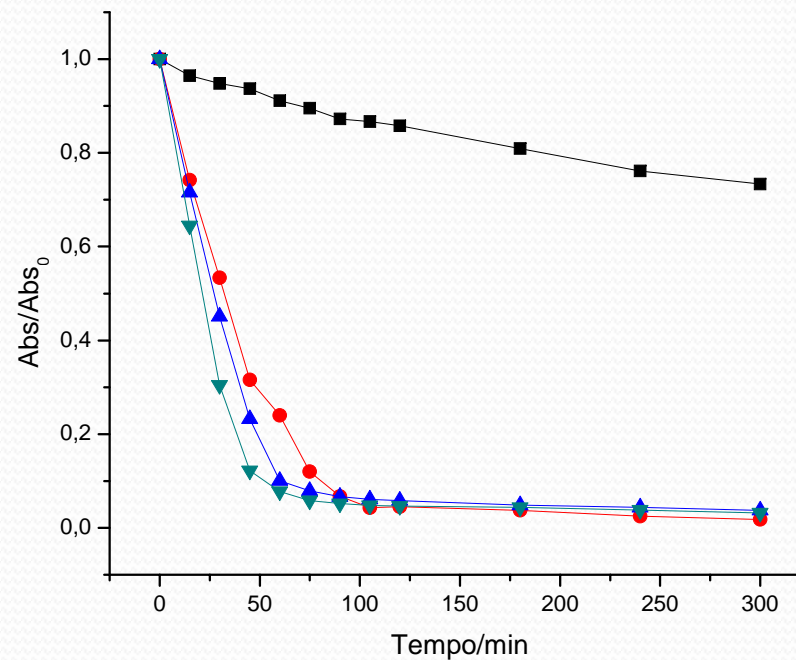
Resultados e discussão

$$\frac{Abs}{Abs_0} = e^{-kt}$$



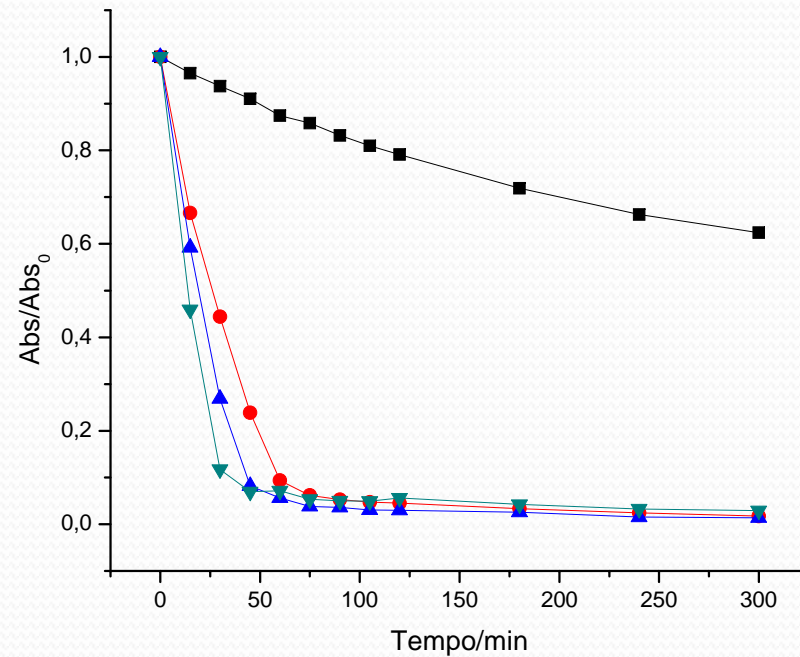
$j = 33,33 \text{ mA cm}^{-2}$; $[Cl^-] = 0,0 \text{ mmol L}^{-1}$ (■);
20 mmol L⁻¹(●); 50 mmol L⁻¹(▲) e
100 mmol L⁻¹(▼).

Resultados e discussão



$j = 83,33 \text{ mA cm}^{-2}$; $[\text{Cl}^-] = 0,0 \text{ mmol L}^{-1}$ (■);
20 mmol L⁻¹(●); 50 mmol L⁻¹(▲) e
100 mmol L⁻¹(▼).

Resultados e discussão



$j = 166,67\text{ mA cm}^{-2}$. $[Cl^-] = 0,0\text{ mmol L}^{-1}$ (■); 20 mmol L^{-1} (●); 50 mmol L^{-1} (▲) e 100 mmol L^{-1} (▼).

Resultados e discussão

$j/\text{mA cm}^{-2}$	$[\text{Cl}^-]/\text{mmol L}^{-1}$	k_1/min^{-1}	k_2/min^{-1}	Tm/min
33,33	0,0	$6,0 \times 10^{-4}$	---	---
33,33	20,0	$8,0 \times 10^{-3}$	---	---
33,33	50,0	$2,0 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-3}$	105
33,33	100,0	$2,3 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-3}$	105
83,33	0,0	$1,0 \times 10^{-3}$	---	---
83,33	20,0	$3,1 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$	105
83,33	50,0	$3,8 \times 10^{-2}$	$3,0 \times 10^{-3}$	60
83,33	100,0	$5,5 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$	45
166,67	0,0	$2,0 \times 10^{-3}$	---	---
166,67	20,0	$3,8 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$	60
166,67	50,0	$4,5 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-3}$	60
166,67	100,0	$6,2 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^{-3}$	45

Resultados e discussão

- Observa-se que:
 - O aumento de j aumenta a velocidade de degradação;
 - O aumento de $[Cl^-]$ aumenta a velocidade de degradação;
 - Eletrólises sem cloreto mantêm a velocidade de descoloração lenta e constante;
 - Após T_m não é conveniente continuar a eletrólise.

Conclusão

- Conclui-se que:
 - Reações paralelas influem fortemente na cinética de degradação;
 - A constante de velocidade mais alta está em 100 mmol L^{-1} de cloreto e $166,66 \text{ mA cm}^{-2}$ de corrente;
 - O ponto ótimo para a degradação está provavelmente em 50 mmol L^{-1} de cloreto e $33,33 \text{ mA cm}^{-2}$ de corrente.

Bibliografia

- Anonymous, 2011, Sigma Aldrich. Sigma Aldrich of Brazil: http://www.sigmaaldrich.com/catalog/ProductDetail.do?lang=pt&N4=A5533|SAIL&N5=SEARCH_CONCAT_PNO|BRAND_KEY&F=SPEC – Acessado em fevereiro de 2011.
- ARAUJO, F. V. F., YOKOYAMA, L., TEIXEIRA, L. A. C., 2006. Remoção de cor em corantes reativos por oxidação com H₂O₂/UV. Química Nova, 29, 11-14.
- BERTAZZOLI, R., PELEGRINI, R., 2002. Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico. Química Nova, 25, 477-482.
- CORRÊA, A. G., ZUÍN, V. G., 2009. Tratamento eletroquímico. Química Verde: Fundamentos e Aplicações. EdUFSCar, São Carlos, pp. 160-165.
- COSTA, C. R. Tratamento de efluentes provenientes de curtumes utilizando os processos eletroquímico e fotoeletroquímico. 270 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.
- GAO, J., YU, J., LU, Q., HE, X., YANG, W., LI, Y., PU, L., YANG, Z., 2006. Decoloration of alizarin red S in aqueous solution by glow discharge electrolysis. Dyes and Pigments, 76, 47-52.
- KALPALKA, A., FÓTI, G., COMNINELLIS, C., 2008. Kinetic modelling of the electrochemical mineralization of organic pollutants for wastewater treatment. Journal of Applied Electrochemistry, 38, 7-16.
- MOREIRA, E. M., COSTA, C. R., MOTHEO, A. J. Influência da concentração de cloreto na degradação eletroquímica do corante Vermelho de Alizarina S (VAS). In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 6., 2010, Tupã. Livro de resumos do VI Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2010. ref. ants-r-3.
- OLIVEIRA, F. C. C., SOUZA, A. T. P. C., DIAS, J. A., RUBIN, J. C., 2004. A escolha da faixa espectral no uso combinado de métodos espectroscópicos e quimiométricos. Química Nova, 27, 218-225.
- PERALTA-ZAMORA, P., 2010. Photoelectrochemical or electrophotocatalytic process? Journal of Brazilian Chemical Society, 21, 1621-1625.
- ZUCCA, P., VINCI, C., SOLLAI, F., RESCIGNO, A., SANJUST, E., 2008. Degradation of alizarin red S under mild experimental conditions by immobilized 5,10,15,20-tetrakis(4-sulfonatophenyl)porphyrin-Mn(III) as a biomimetic peroxidase-like catalyst. Journal of Molecular Catalysis A: Chemical, 288, 97-102.