

6 Conclusões e Recomendações

A partir do estudo realizado, as seguintes conclusões foram alcançadas:

- Os depósitos de PbO_2 obtidos eletroquimicamente sobre titânio, com uma camada de platina intermediária, apresentaram boa adesão ao substrato e boa durabilidade. A partir da técnica de difração de raios-X confirmou-se a presença majoritária da fase β no depósito. Uma elevada percentagem da fase α foi constatada, o que não era esperado quando são utilizados banhos ácidos de nitrato de chumbo.
- A produção de ozônio por meio da eletrólise da água, utilizando como anodo um eletrodo de Ti/PbO_2 , chegou a produzir, aproximadamente, 40 mg h^{-1} para uma densidade de corrente de $1,5 \text{ kA m}^{-2}$. O rendimento eletroquímico do sistema ficou em torno do 5%. Nas condições de eletrodo/eletrólito e temperatura utilizados, este valor era o esperado.
- A concentração de ozônio dissolvido em solução aumentou quando se aumenta a corrente, chegando a ser $1,6 \text{ mgL}^{-1}$ para uma densidade de corrente igual a $1,5 \text{ kAm}^{-2}$.
- A técnica de voltametria cíclica foi utilizada para analisar os processos que ocorrem na interface eletrodo/solução, durante a produção eletroquímica de ozônio eletroquimicamente. Foram caracterizados os eletrodos Ti/RuO_2 no domínio dos potenciais negativos e Ti/PbO_2 no domínio de potenciais positivos, em uma solução tampão de fosfato $0,1 \text{ M}$, $\text{pH } 7$ + atrazina 1 mg L^{-1} de atrazina. Foi comprovada existência de dois processos de redução da atrazina durante a polarização catódica. Esses processos, contudo, ocorrem marginalmente em $\text{pH } 7$, pouco contribuindo na degradação da atrazina por via redução eletroquímica. Aparentemente não ocorre oxidação da atrazina, envolvendo transferência eletrônica, na superfície do eletrodo de Ti/PbO_2 .
- A degradação de 400 mL de uma solução de atrazina 1 mg L^{-1} , foi feita aplicando diferentes densidades de corrente: $0,5$; $1,0$ e $1,5 \text{ kAm}^{-2}$. O valor de 90% de degradação foi alcançado num período de 180 minutos para a

maior densidade de corrente utilizada. Entretanto, quando foram aplicadas densidades de corrente de 1,0 e 1,5 kAm^{-2} esse valor de degradação da atrazina foi obtido aos 250 e 360 minutos, respectivamente. Estudos da cinética de degradação demonstraram uma cinética de pseudo-primeira ordem. O valor da constante cinética aumentou com o incremento da densidade de corrente. A partir do estudo cinético pôde ser concluído que na fase inicial da degradação da atrazina (até 90% de degradação) o controle da velocidade da reação é eletroquímico e, depois desta etapa, a velocidade de degradação é controlada pelo transporte de massa. Considera-se que a degradação da atrazina ocorre pela oxidação conjunta com ozônio e radical hidroxila, gerados tanto na superfície do eletrodo de Ti/PbO_2 como pela decomposição do ozônio. A partir da análise de uma série de cromatogramas, de amostras retiradas da solução em diferentes tempos, concluiu-se que a decomposição da atrazina ocorre, principalmente, via dealquilação seguida de uma lenta decloração da molécula de atrazina dealquilada. Recomenda-se realizar estudos de determinação da taxa de mineralização durante a degradação em batelada.

- Testes em meio poroso, sob regime contínuo, foram conduzidos para determinar se a produção *in situ* por via eletroquímica, dos oxidantes $\bullet\text{OH}/\text{O}_3$, pode ser eficaz na redução da concentração de atrazina no fluxo transportado através do meio poroso. Os testes foram realizados a 0,4 A e 0,6 A e duraram 8 horas. Obteve-se uma redução da concentração de 75% para 0,4 A e de 80% para 0,6 A, calculadas após oito horas de teste.
- O estudo de coluna realizado demonstrou a potencial aplicabilidade deste tipo de sistema para a degradação *in situ*, de atrazina das águas subterrâneas, proporcionando as bases para o desenvolvimento futuro deste sistema.
- Recomenda-se a realização de testes futuros no campo num sistema formada por uma barreira eletrolítica de 2 m de comprimento por 2 m de profundidade (4 m^2). Em estudos em maior escala recomenda-se a utilização de um eletrólito polimérico sólido entre os eletrodos o que proporciona uma boa condutividade elétrica e a utilizando de células solares fotovoltaicas para alimentar eletricamente o sistema eletrolítico. Estas duas recomendações diminuem os custos econômicos desta metodologia.