

DIMENSIONAMENTO DE REATOR FOTOELETROCATALÍTICO E SUA APLICAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS E ÁGUAS RESIDUÁRIAS

TEDESCO, Gustavo Côrte¹; MORAES, Peterson Bueno de²

¹ Engenheiro Ambiental Especialista em Infraestrutura de Saneamento Básico Mestrando em Tecnologia e Inovação, Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (FT-UNICAMP), Limeira, São Paulo, getambiental@gmail.com.

² Prof. Dr. Peterson Bueno de Moraes, Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (FT - UNICAMP), Limeira, São Paulo, peterson@ft.unicamp.br.

RESUMO – A fotoeletrocatalise heterogênea apresenta resultados promissores quando aplicada no tratamento avançado de água e efluentes visando degradação de compostos recalcitrantes, sem causar alguns dos inconvenientes oriundos dos processos convencionais. Ao otimizar os reatores fotoeletrocatalíticos, o desafio é realizar o *scale-up* sem perder características do processo e mantendo-se a eficiência. O objetivo deste trabalho foi dimensionar um reator fotoeletrocatalítico composto por eletrodos nanoestruturados com TiO₂ e iluminados por luz ultravioleta (UV), e que apresenta características inovadoras em relação a geometria. O reator é estudado hidrodinamicamente com o auxílio de modelos matemáticos e utilizando o software ANSYS[®] Fluent. A partir da comparação com reatores existentes foi proposto um novo reator que priorizou: otimização da área anódica em relação ao tamanho total do sistema, aplicação de novos materiais (nanoestruturas), eficiência fotônica, tamanho reduzido e flexibilidade em relação a capacidade de tratamento. Posteriormente, realizar-se-á testes do sistema.

Palavras-chave: eletrodos nanoestruturados; otimização de reatores; tecnologias avançadas; degradação de efluentes.

INTRODUÇÃO

O processo da fotocatalise heterogênea possui um grande potencial para tratamento de água e efluentes, podendo promover a degradação completa de poluentes orgânicos e transformando-os em dióxido de carbono, água e ácidos minerais (BOYJOO, et al. 2013). Este processo utiliza frequentemente dióxido de titânio (TiO₂) em pó como catalisador, pois o TiO₂ é um bom material fotocatalítico com forte potencial de oxidação; também por possuir estabilidade química, ter um custo relativamente baixo, não ser tóxico e apresentar fotoestabilidade (NATARAJAN, et al. 2011). Entretanto, há a necessidade de separação do TiO₂ da solução após o tratamento, o que torna o processo desinteressante em larga escala. Uma das possibilidades é imobilizar o TiO₂ em um substrato, mas os efeitos de lixiviação em altas vazões também se apresenta como um inconveniente.

Recentemente pesquisadores têm fabricado o TiO₂ já ancorado e com alta resistência em substratos de titânio a partir de diferentes processos, eliminando a necessidade de separação ou efeito de arraste do fotocatalisador para a solução.

Este trabalho visa o dimensionamento de um reator fotoeletrocatalítico que utiliza eletrodos nanoestruturados de TiO₂ fabricados por anodização eletroquímica e irradiado por luz ultravioleta (UV), com características inovadoras com relação a geometria e material. O dimensionamento é realizado com o auxílio da fluidodinâmica computacional utilizando o software ANSYS[®] Fluent.

METODOLOGIA

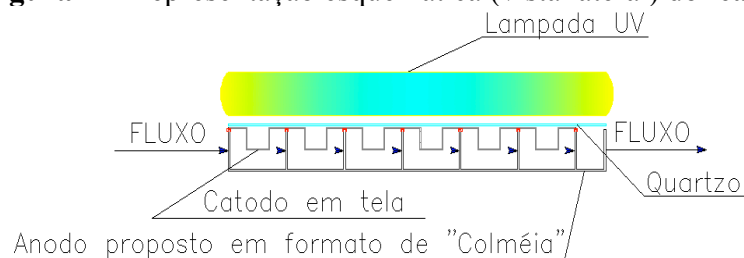
Neste trabalho é abordada apenas a primeira etapa de um projeto que consiste de: (1) dimensionamento e construção do sistema; (2) testes de degradação de compostos poluentes presentes em águas e efluentes.

Os eletrodos integrantes do sistema, são confeccionados em titânio por meio de impressão 3D e posteriormente sofrerão anodização eletroquímica para o crescimento dos nanotubos de TiO_2 na superfície anódica. Os eletrodos nanoestruturados são fabricados a partir de condições previamente estabelecidas por pesquisas já realizadas no Laboratório de Desenvolvimento de Sistema para Saneamento Ambiental (LADESSAM).

RESULTADOS

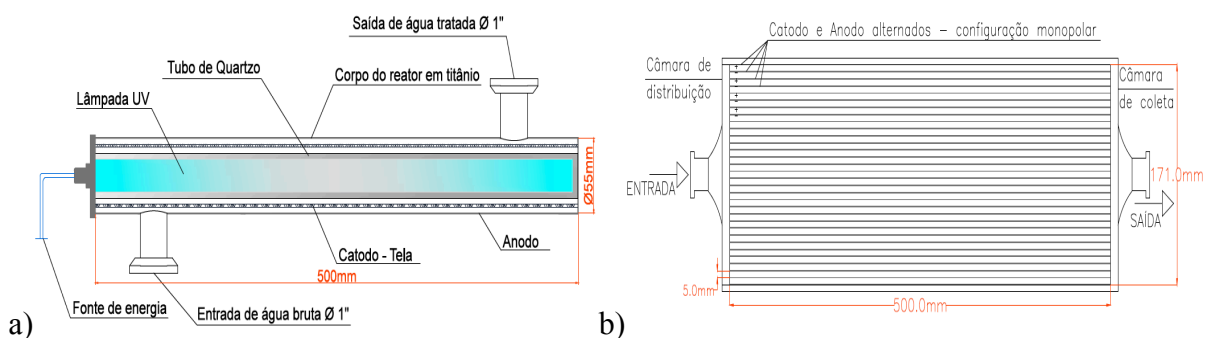
Após extensa busca e análise na literatura sobre configurações de reatores já existentes, e visando respeitar as condições hidrodinâmicas, termodinâmicas, eletroquímicas e construtivas para um desempenho teórico satisfatório em relação ao tratamento de águas e efluentes, foi realizado o projeto do reator, conforme a Figura 1 .

Figura 1 – Representação esquemática (vista lateral) do reator



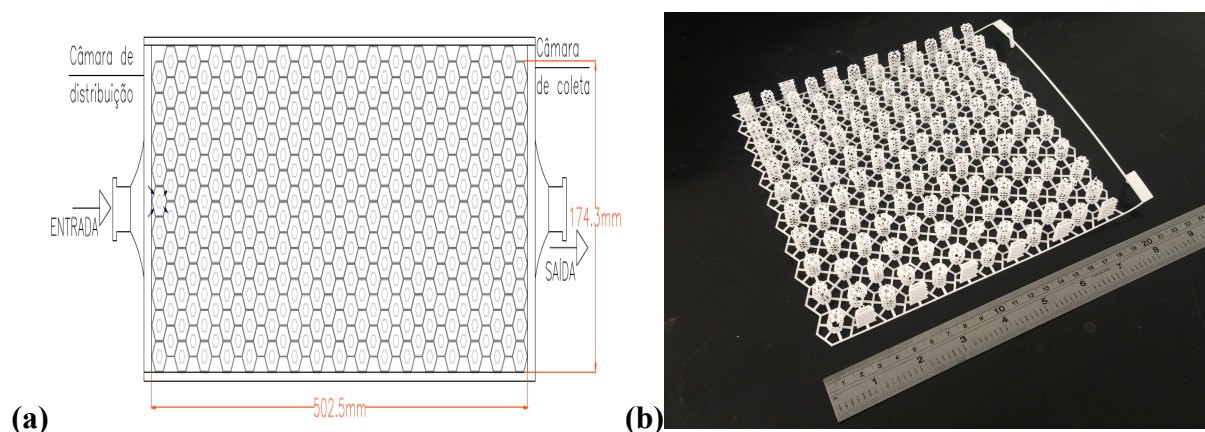
A partir da comparação com outros reatores, houve ganho de área anódica de 5,45 vezes em relação ao reator tubular (Figura 2a) e 1,51 vezes relação ao reator de placas paralelas (Figura 2b).

Figura 2 – Reatores: (a) fotoeletroquímico tubular; (b) reator eletroquímico de placas paralelas



Adotou-se a configuração mostrada na Figura 3a (tipo colméia), porque a mesma possui as seguintes características: posições das entradas e geometria que mais favorecem o ganho de área anódica com máxima promoção de turbulência e mistura; eficiência fotônica; e minimização da dimensão total do reator. O processo de produção utilizado foi através de impressão 3D. Na Figura 3b é mostrada a foto de um dos eletrodos impressos.

Figura 3 – Reator proposto tipo “colméia”



CONCLUSÕES

Conclui-se que o reator proposto em comparação aos reatores normalmente utilizados em processos fotoeletrocatalíticos, apresenta vantagens construtivas de ganho de área anódica, promoção de turbulência, eficiência fotônica, tamanho reduzido e possibilidade de aumento de capacidade de tratamento, que podem favorecer a remediação de águas e águas residuárias. A impressão 3D foi a única tecnologia capaz de suprir as necessidades de produção no nível de detalhamento requerido. Adicionalmente, o uso de novos materiais nanoestruturados também constitui uma inovação nestes tipos de sistemas utilizados para tratamento avançado de águas e águas residuárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOYJOO, Y.; ANG, M.; PAREEK, V. Some aspects of photocatalytic reactor modeling using computational fluid dynamics. **Chemical Engineering Science**, v. 101, pp. 764-784, 2013.
- NATARAJAN, T. S.; NATARAJAN, K.; BAJAJ, H. C.; TAYADE, R. J. Energy efficient UV-LED source and TiO₂ nanotube array-based reactor for photocatalytic application. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 50, n. 13, pp. 7753–7762, 2011.