

## MELHORAMENTO DO DESEMPENHO DE BIORREATORES TIPO LAGOA ANAERÓBIA POR INSERÇÃO DE CHICANAS

MARCELO S. SCHORR<sup>1\*</sup>, DJONATHAN L. G. LENZ<sup>1</sup>, BRUNO M. WENZEL<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo;

<sup>2</sup> Programa de Pós Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis (PPGATS), Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo;

\*Autores para correspondência: marceloschorr@hotmail.com (M.S. Schorr); bruno.wenzel@uffs.edu.br (B.M. Wenzel)

### 1. Introdução

O Brasil apresenta um grande déficit quanto à questão do esgotamento sanitário, encontrando-se distante de alcançar uma condição considerada satisfatória. Tendo em vista esta situação onde apenas pouco mais da metade dos municípios brasileiros possuem rede coletora de esgoto, e que grande parte deste esgoto coletado não recebe o tratamento adequado antes de seu lançamento em corpos d'água.

Os formatos típicos de lagoas de estabilização utilizados no Brasil são lagoas anaeróbias, lagoas facultativas e lagoas de maturação, sendo implementadas para o tratamento de efluentes municipais e industriais e para digestão anaeróbia de dejetos animais em áreas rurais.

Em reatores reais, ocorrem diversas anomalias no comportamento hidrodinâmico, sendo as mais comuns, escoamento preferencial, curto-circuito, zonas mortas, zonas estagnantes, e reciclo. Os modelos não ideais buscam incorporar essas anomalias, visando prever o comportamento do fluido no interior do reator com a maior aproximação possível.

O uso de chicanas em lagoas vem sendo difundido como uma forma de aproximar o comportamento hidrodinâmico ao limite teórico ideal, correspondente ao fluxo de pistão, o que gera uma redução no tempo de residência necessário para o atendimento de um determinado grau de tratamento e redução dos custos de implantação, devido ao menor volume necessário (KILANI e OGUNROMBI, 1984; SILVA, JÚNIOR e OLIVEIRA, 2001, CAETANO, 2009).

## 2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho consistiu em avaliar a não idealidade de biorreatores tipo lagoa com inserção de chicanas, onde basicamente se resume a: (i) inserir chicanas em um protótipo de reator tipo lagoa anaeróbia; (ii) realizar experimentos utilizando a técnica de injeção do traçador em pulso para diferentes tempos de residência; (iii) investigar a influência da inserção de chicanas no comportamento hidrodinâmico do reator; (iv) aplicar modelos para a função DTR, utilizando como base o modelo de dispersão; (v) determinar dentre as configurações analisadas, o modelo que melhor se aplica a predição das não idealidades do reator.

## 3. Metodologia

Foi confeccionado um protótipo de lagoa anaeróbia de  $0,92 \text{ m}^3$ , com parâmetros geométricos pré-definidos, como demonstrado na Figura 1. Duas chicanas verticais foram fixadas, mantendo uma abertura de 25% da altura para a passagem do fluido. Os ensaios experimentais foram conduzidos de forma a se obter a função DTR através da técnica da injeção em pulso utilizando como traçador o azul de metileno, mantendo a alimentação constante de água. A concentração de traçador foi monitorada na saída do sistema ao longo do tempo e determinada por espectrofotômetro UV-vis no comprimento de onda de 665 nm, com método previamente calibrado.

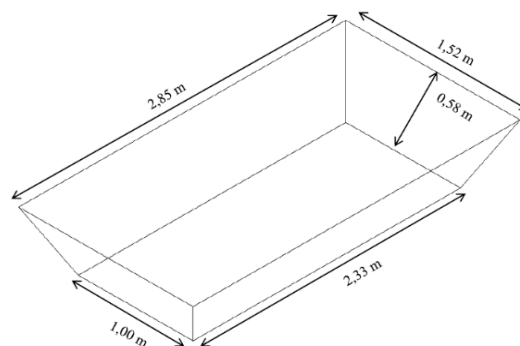


Figura 1: Estrutura do protótipo com as dimensões.

Foram realizadas corridas experimentais correspondentes aos tempos de residência de 3 dias, 6 dias (realizado em triplicata), 9 dias e 12 dias. A avaliação dos dados experimentais consiste na aplicação de modelos desenvolvidos a partir das equações da continuidade, sendo as soluções para o cálculo da DTR determinadas de forma analítica.

#### 4. Resultados e Discussão

A partir da análise dos dados experimentais, foi determinada a função distribuição de tempos de residência (DTR ou  $E(t)$ ) para cada experimento realizado. Ao avaliar-se o tempo de residência médio normalizado obtido experimentalmente, constata-se que o mesmo é inferior a 1 para todas as corridas experimentais realizadas, indicando uma provável existência de volume morto do reator.

Foi realizada uma análise de Variância (ANOVA), de modo a analisar o efeito do parâmetro experimental de tempo de residência de projeto, na função DTR adimensional. Os parâmetros da DTR normalizado utilizados para esta análise foram o tempo de residência médio, variância e assimetria.

Os modelos para os quais foram ajustados os resultados experimentais, pertencem ao modelo dispersivo, sendo eles: (i) Modelo de dispersão de pequena intensidade; (ii) Modelo do sistema open-open; (iii) Modelo do sistema semi-open e (iv) Modelo do sistema closed closed. Os modelos foram avaliados utilizando-se o parâmetro de volume morto (obtido experimentalmente) e o número de Peclet (obtido através da variância normalizada experimental). Após, foram aplicados aos modelos os parâmetros obtidos através do ajuste não-linear dos parâmetros, para a otimização não-linear foi aplicado o algoritmo *Trust-region-reflective optimization algorithm* proposto por Coleman e Li (1996).

O modelo do sistema open-open, considerando os parâmetros obtidos a partir do ajuste não linear, foi o que apresentou os melhores coeficientes de determinação ajustados para todas as corridas experimentais, entre 0,81 e 0,98.

#### 5. Conclusão

A inserção de chicanas aproxima o comportamento de reatores tipo lagoa ao comportamento do fluxo de pistão, que corresponde ao limite teórico ideal. Com isto, ocorre uma redução no tempo de residência necessário, acarretando em uma minimização do volume da lagoa e redução dos custos de implantação e manutenção. O modelo que apresentou um melhor ajuste aos dados experimentais para todas as corridas experimentais realizadas foi o de dispersão open-open, com a inserção dos parâmetros de volume morto e número de Peclet, obtidos a partir do ajuste não linear. A aplicação do modelo proposto, ao passo que apresenta

coeficientes de determinação ajustados considerados satisfatórios, na faixa entre 0,81 e 0,98 para as corridas experimentais realizadas.

**Palavras-chave:** Lagoa anaeróbia; reatores não-ideais; distribuição de tempos de residência; modelo de dispersão.

### Referências

CAETANO, M. O. **Aplicação de reator de chicanas no tratamento de lixiviados de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos para remoção de nitrogênio amoniacal por "stripping"**. 2009. 150 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Ciência Exatas e Tecnológicas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2009.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores Anaeróbios. In: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**, 2 ed. Minas Gerais: Editora UFMG, 2007.

FOGLER, H. S. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2009.

### Fonte de Financiamento

PROBIC - FAPERGS