

Plano de análise da Assessoria

Porto Alegre, 25 de setembro de 2020

Apresentação

Este documento tem como objetivo apresentar os métodos estatísticos para análise de dados do trabalho de doutorado **“REMOÇÃO DE CARBENDAZIM POR ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO E BIOFILTRAÇÃO”** do assessorado **Ian Rocha de Almeida** do **Programa de Pós-Graduação Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental** do **Instituto de Pesquisas Hidráulicas** da **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. A seguir são apresentados os objetivos do trabalho de doutorado, as variáveis do estudo e análise estatística.

Equipe

Professor: Rodrigo Citton Padilha dos Reis

Alunos:

- Celso Menoti da Silva
- Enzo Bertoldi Oestreich
- Nicolas Mathias Hahn
- Victor Frank Gomes

Introdução

Objetivos

Objetivo geral

Avaliar a remoção de carbendazim por carvão ativado de casca de coco e biofiltração, através de ensaios de bancada e de filtros em escala laboratorial.

Objetivos específicos

- Determinar os parâmetros da cinética de adsorção do carbendazim no carvão ativado granular de casca de coco a ser utilizado através de ensaios de bancada;
- Identificação da isoterma que melhor representa a adsorção do composto em escala de bancada;
- Identificar parâmetros operacionais como os tempos de ruptura e de saturação da coluna de adsorção, o Tempo de Contato de Leito Vazio (TCLV) e a Taxa de Aplicação Superficial (TAS), em escala laboratorial, para o carbendazim em água deionizada e em amostra efluente de decantador da Estação de Tratamento de Água Moinhos de Vento do Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre (DMAE);
- Verificar se há competição pelos sítios de adsorção do carvão ativado entre o CBZ e as substâncias presentes na amostra de água da ETA;
- Identificação do tempo de aclimação para o crescimento do biofilme nos filtros em escala laboratorial;
- Acompanhar o crescimento do biofilme bacteriano durante a realização dos experimentos nos filtros de areia + CAG e nos filtros *Sandwich* em escala laboratorial;
- Identificar os micro-organismos presentes nos filtros de areia + CAG e *Sandwich* em etapas diferentes dos experimentos e correlacionar com as variáveis analisadas;
- Verificar o impacto da presença dos contaminantes emergentes no biofilme;
- Verificar a eficiência de filtros *Sandwich* e filtros de areia + CAG na remoção de CBZ e nos demais parâmetros de potabilidade dispostos na Portaria de Consolidação nº 5/2017 em escala laboratorial;
- Verificar se a remoção biológica prolonga o tempo de vida útil do carvão ativado;
- Verificar a eficiência dos filtros de areia + CAG e *Sandwich* na remoção de CBZ e demais parâmetros de potabilidade da Portaria de Consolidação nº 5/2017 em escala piloto;
- Comparar o efluente dos filtros analisados com o efluente dos filtros presentes na ETA.

Delineamento do estudo

Estudo experimental de 2 fatores. Cada fator possui dois níveis, totalizando 4 tratamentos. Os fatores e seus níveis são apresentados a seguir:

- **Configuração do filtro:** filtro padrão com areia e carvão ativado e filtro *Sandwich* (areia + carvão ativado + areia).
- **Tipo de água:** pura com adição de carbendazim e afluente da ETA-DMAE com adição de carbendazim.

A configuração dos filtros é apresentada na Figura 1.

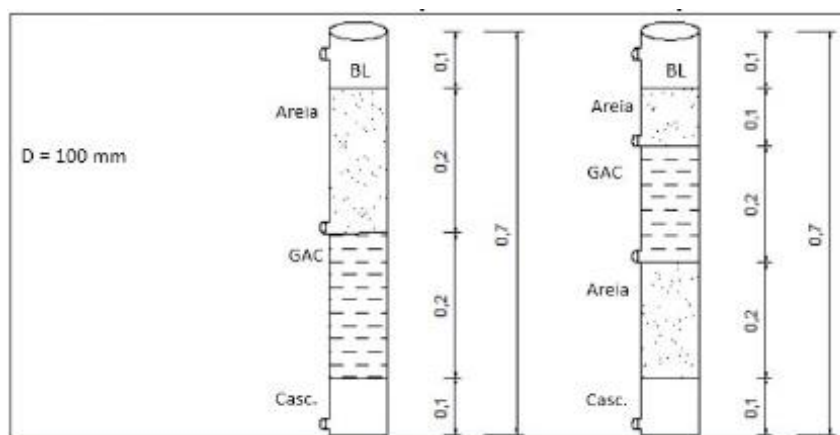


Figura 1: Representação esquemática da configuração dos filtros.

Os parâmetros físico-químicos e biológicos e sua frequência amostral são descritos a seguir:

- Turbidez: três vezes por semana;
- Cor: três vezes por semana;
- pH: três vezes por semana;
- Temperatura da água: três vezes por semana;
- Absorbância Carbendazim: uma vez por semana;
- Carbono Orgânico Total: uma vez por semana;
- *E. Coli*: uma vez por semana;
- Coliformes: uma vez por semana;
- Extração de DNA e Sequenciamento: uma vez por semestre.

O estudo possui uma etapa preliminar ao estudo experimental. Esta etapa consiste de **teste de bancada** e descrita na Seção Anexos.

Variáveis do estudo

Desfecho

- Presença de Carbendazim em água filtrada através de carvão ativado

Fatores de tratamento

- Configuração do filtro
- Tipo de água

Covariáveis

- Turbidez
- Cor
- pH
- Temperatura da Água
- Carbono Orgânico Dissolvido
- Presença de *E. Coli*
- Presença de coliformes
- Extração de DNA

Análise estatística

A descrição das exposições e covariáveis serão caracterizados utilizando médias e desvios-padrões, medianas e intervalos interquartis, ou frequências e percentuais, estratificados por tratamento (filtros de 1 a 4). Gráficos de médias e erros-padrões serão construídos para descrição da dinâmica temporal dos resultados das amostras. Para testar a hipótese de igualdade de tratamentos será utilizado o modelo de Análise de Variância (ANOVA) com teste F seguido de teste de Tukey para comparações múltiplas. Os pressupostos da ANOVA serão avaliados por meio de análise de resíduos.

Anexos

Teste de bancada

Esta etapa tem como objetivo realizar a calibração e validação para que o experimento possa ser realizado em uma escala laboratorial. O objetivo é identificar a afinidade do Carbendazim com o carvão ativado utilizado através dos parâmetros de cinética de adsorção. É utilizado um filtro composto de areia e carvão ativado para avaliar a absorvância do agrotóxico carbendazim em amostras de água pura e em amostras de água da ETA-DMAE.

A abordagem em escala de bancada é a seguinte:

- a) Preparação Carvão ativado
 - Transformação de carvão granular para pulverizado.
- b) Ensaio com agitadores 1
 - Concentração conhecida de CBZ;
 - Concentração conhecida de CAP;
 - Identificação do melhor tempo de contato.
- c) Ensaio com agitadores 2
 - Concentração conhecida de CBZ;
 - Tempo de contato conhecido;
 - Variação da concentração de CAP;
 - Identificação da Isoterma que melhor representa o processo de adsorção.
- d) Ensaios em coluna de leito fixo
 - Concentração inicial conhecida de CBZ;
 - Dimensionamento da coluna;
 - Identificação dos parâmetros operacionais para coluna em escala real.

A coleta por sua vez, tem a seguinte forma:

- As medidas serão coletadas de 3 a 4 vezes por semana, durante 4 a 5 meses;
- Nos dias de coleta ambas efluentes serão passadas pelo filtro a cada 15 minutos;
- Será medido o pH, temperatura e absorvância percentual de agrotóxico na água;
- Quando o filtro saturar, acabam os testes do dia e é medido o tempo de saturação;
- Se o carvão ativado não possuir boa afinidade, é testado outro carvão.

Dicionário de Dados

Código da Variável	Nome	Descrição	Unid. de Medida / Escala
absorb_cdb	Absorbância Carbendazim	Capacidade de absorção de CBZ em seu comprimento de onda	$-\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$
turbidez	Turbidez	Redução de transparência de um meio líquido	NTU
cor	Cor	-	Unidade Hazen - uH
ph	pH	Indicador de acidez / basicidade em uma solução	$pH_{[0,14]}$
temp_agua	Temperatura da água	-	Graus Celsius (°C)
cod	Carbono orgânico dissolvido	-	mg/L
e_coli	Concentração E. Coli	-	NMP/100ml
coliformes	Concentração de coliformes	-	NMP/100ml
dna	Extração de DNA	-	-

Exemplo de tabulação dos dados

Para facilitar o processo de análise, sugere-se que os dados sejam tabulados de forma a listar as observações linha a linha e as variáveis de interesse coluna a coluna.

Tempo	absorb_cdb	turbidez	cor	ph	temp_agua	cod	e_coli	coliformes	dna
11:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11:20	1	1	1	1	1	1	1	1	1