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 aclimatação 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.

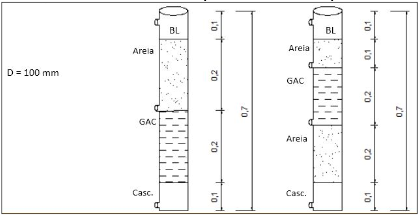


Figura 1: Representação esquemática da configuração dos filtros.

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 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 absorbância 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:

1. Preparação Carvão ativado
   * Transformação de carvão granular para pulverizado.
2. Ensaio com agitadores 1
   * Concentração conhecida de CBZ;
   * Concentração conhecida de CAP;
   * Identificação do melhor tempo de contato.
3. 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.
4. 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 absorbância percentual de agrotóxico na água;
* Quando o filtro saturar, acabam os testes do dias 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 |  |
| turbidez | Turbidez | Redução de transparência de um meio líquido | NTU |
| cor | Cor | - | Unidade Hazen - uH |
| ph | pH | Indicador de acidez / basicidade em uma solução |  |
| temp\_agua | Temperatura da água | - | Graus Celsius (ºC) |
| 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\_cbd | 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 |