**Projeto de Pesquisa e Planejamento de Atividades**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Aluno**: Natália Freitas de Souza | | **Data início curso**: \_09/ 05/ 2022\_\_\_ |
| **Orientador**: Walter Mesquita Filho | | **Defesa em:**  Mês/Ano |
| **Curso**: MBA Data Science e Analytics | **Modalidade**: Distância | Turma: 221 |

1. **Título do projeto**

Avaliação temporal da qualidade das águas da bacia do Rio Doce após o rompimento da barragem de Fundão (Minas Gerais, Brasil).

1. **Introdução**

O rompimento da barragem de rejeitos de Fundão da mineradora Samarco, localizado a 35 km do município de Mariana em Minas Gerais, ocorreu em novembro de 2015, tendo sido considerado um dos maiores impactos ambientais na história recente brasileira (Hatje et al., 2017; Carmo et al., 2017; Cordeiro et al., 2018; Gabriel et al., 2021). O rompimento provocou a liberação de rejeitos de mineração de ferro que, juntamente com outros detritos, percorreram aproximadamente 800 km ao longo da bacia do rio Doce atingindo o estado do Espírito Santo e chegando até o Oceano Atlântico (Ibama, 2015). A lama despejada, estimada entre 40-60 milhões de metros cúbicos de rejeito resultou em perdas sociais, ambientais e econômicos na região (Ibama, 2015).

O impacto negativo do rejeito de minério na qualidade dos rios ocorreu, principalmente, devido a quantidade de sedimento em suspensão na água e, a queda brusca de oxigênio dissolvido, que resultou na mortandade maciça de peixes (Ibama, 2015; 2019; 2022). Além da perda de biodiversidade aquática, houve, ainda, supressão e degradação de habitats, alteração de teias tróficas, impacto sobre o estado de conservação de espécies ameaçadas e endêmicas e o comprometimento da estrutura e funcionamento dos ecossistemas (Hatje et al., 2017; Ibama, 2019; Gabriel et al.,2021). Além disso, a perda de recursos pesqueiros e o comprometimento da água para o consumo e irrigação interferiu na dinâmica econômica e na sobrevivência de populações ribeirinhas que dependiam da água e da pesca como fonte de subsistência e renda (Gabriel et al.,2021).

Após o impacto, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) intensificou o monitoramento da qualidade das águas e dos sedimentos dos rios diretamente afetados pelo rompimento (Igam, 2019). Decorrido sete anos do desastre, é importante que os dados provenientes do monitoramento sejam utilizados para caracterizar e melhorar o entendimento da situação atual dos corpos hídricos afetados, bem como, avaliar a recuperação das áreas afetadas na bacia do Rio Doce.

1. **Objetivo Geral**

Avaliar o impacto temporal decorrente do rompimento da barragem de Fundão (Minas Gerais, Brasil) na qualidade da água da bacia do rio Doce.

**Objetivos Específicos**

* Evidenciar o impacto decorrente do rompimento da barragem de Fundão na qualidade da água da bacia do rio Doce através da série temporal de monitoramento (1997-2020);
* Avaliar a permanência do impacto na qualidade da água, analisando os parâmetros físico-químicos alterados na expectativa do seu retorno para as concentrações anteriores ao rompimento;
* Avaliar a existência de tendência temporal e sazonalidade para cada parâmetro avaliado ao longo da série temporal;
* Na hipótese de persistência do impacto, predizer a tendência e o tempo necessário para a recuperação do ecossistema aquático;

1. **Material e Métodos**

O projeto ocorrerá em quatro etapas: (i) Aquisição; (ii) Seleção; (iii) Validação e; (iv) Análise dos dados.

(iii) *Validação da Qualidade*

Os dados selecionados serão validados no que se refere a qualidade e confiabilidade da informação fornecida. O tratamento dos dados envolverá, ainda, a junção das planilhas referentes a cada ano de monitoramento, com atenção voltada para a padronização das informações, nomenclaturas e unidades. Esta etapa envolverá o tratamento necessário para a análise de séries temporais, incluindo preenchimento de valores faltantes.

(iv) Análise de Séries Temporais

Para evidenciar o impacto decorrente do rompimento da barragem de Fundão na qualidade da água da bacia do rio Doce, será realizado uma análise exploratória dos dados para avaliar se na medição dos meses imediatamente após ao rompimento ocorre alteração nos parâmetros analisados. A série temporal dos parâmetros selecionados serão decompostas para avaliar a existência de tendência temporal e sazonalidade. Na hipótese de persistência do impacto, modelar com base em dados pretéritos, o tempo necessário para o retorno dos parâmetros as concentrações anteriores ao rompimento. As análises dessa etapa serão realizadas no software R.

*Aquisição de dados de Monitoramento*

O repositório do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) foi utilizado para obtenção das séries históricas de monitoramento da qualidade das águas superficiais da bacia do rio Doce. Cabe destacar que, apesar da bacia do rio Doce pertencer ao estado de Minas Gerais e Espírito Santo, os dados do repositório são provenientes apenas de estações mineiras. Os dados compilados são referentes a 694 estações de monitoramento distribuídas por todo o estado de Minas Gerais, que monitoram 194 parâmetros físico-químicos da água.

Mapa

Descrição gerada automaticamenteOs dados compilados passaram por etapas de manipulação e tratamento para padronizar, complementar e até mesmo excluir estações que não possuíam localização georreferenciada ou não pertenciam a bacia do rio Doce. Após estas etapas iniciais restaram 65 estações de monitoramento, localizadas no trecho de interesse, trecho mineiro da bacia do rio doce, que representam, juntas, uma série temporal de 26 anos (1997 – 2022) (Figura 1).

**Figura 1.** Estações de monitoramento localizadas no trecho de interesse (n=65). *Polígonos – em verde, trecho mineiro; em verde com transparência, o trecho capixaba da bacia do rio Doce. Linhas – em laranja, trecho de rio afetado pela passagem da lama proveniente do rompimento da barragem de Fundão. Pontos – em amarelo, estações no trecho de rio afetado; em azul, estações em rios tributários não afetados pelo rompimento da barragem.*

*Seleção das Estações de Monitoramento*

As 14 estações de monitoramento localizadas nos trechos afetados pelo rompimento da barragem foram selecionadas para as análises de séries temporais (Figura 1). Apenas uma estação (RD011) não possui informações no período anterior ao impacto (pré-impacto) e, portanto, será excluída de futuras análises. As três estações que possuem informações em apenas sete anos dos 18 anos anteriores ao impacto (RD 071, RD 072 e RD083) serão mantidas junto com as demais.

**Tabela 1.** Quantidade de registros por ano para cada estação de monitoramento localizada no trecho de rio afetada pelo rompimento da barragem

Gráfico, Tabela, Gráfico de mapa de árvore

Descrição gerada automaticamente

*Seleção dos Parâmetros Monitorados*

Após selecionar as estações, os parâmetros que possuem disponibilidade de série histórica para estas estações e que, ao mesmo tempo, possuem potencial de refletir os efeitos do rompimento da barragem foram selecionados para as análises de séries temporais. Considerando o relatório técnico do Ibama (Ibama, 2015), realizado logo após rompimento da barragem, os parâmetros que teriam sofrido alterações e, portanto, interessantes para serem avaliados seriam: Alumínio; Bário; Cálcio; Chumbo; Cobalto; Cobre; Cromo; Estanho; Ferro; Magnésio; Manganês; Níquel; Potássio; Sódio; Condutividade, Fluoreto, Fósforo Total, Sólidos Totais Dissolvidos, Sólidos Suspensos, Sólidos Totais, Turbidez e Cloro Residual Total.

1. **Referências Bibliográficas**

Carmo F.F; Kamino L.H.Y.; Junior R. T.; Campos I.C.; Carmo F.F.; Silvino G.; Castro K.J.S.X.; Mauro M.L.; Rodrigues N.U.A.; Miranda M.P.S.; Pinto C.E.F. 2017. Fundão tailings dam failures: the environment tragedy of the largest technological disaster of Brazilian mining in global contexto. Perspectives in Ecology and Conservation.15: 145-151.

Cordeiro M.C.; Garcia G.D.; Rocha A.M.; Tschoeke D.A.; Campeão M.E.; Appolinario L.R.; Soares A.C.; Leomil L.; Froes A.; Bahiense L.; Rezende C. E.; de Almeida M.G.; Rangel T.P.; Oliveira B.C.V.; de Almeida D.Q.R.; Thompson M.C.; Thompson C.C.; Thompson F.L. 2019. Insights on the freshwater microbiomes metabolic changes associated with the world’s largest mining disaster. Science of The Total Environment 654: 1209-1217.

Gabriel F.A.; Ferreira A.D.; Queiroz H.M.; Vasconcelos A.L.S.; Ferreira T.O.; Bernardino A.F. 2021. Long-term contamination of the rio Doce estuary as a result of Brazil’s largest environmental disaster. Perspectives in Ecology and Conservation.19:417–28.

Hatje V; Pedreira R.M.A.; Rezende C.E.; Schettini C.A.F.; Souza G.C.; Marin D.C.; Hackspacher P.C. 2017. The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. Scientific Reports. 7:10706.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis [Ibama]. 2015. Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Disponível em <[https://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo\_tecnico\_preliminar\_Ibama.pdf](about:blank)>. Acesso em: 22 mar. 2023.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis [Ibama]. 2019. Rompimento de barragem da Vale em Brumadinho MG destruiu 269,84 hectares. <https://www.ibama.gov.br/noticias/730-2019/1881-rompimento-de-barragem-da-vale-em-brumadinho-mg-destruiu-269-84-hectares>. Acesso em: 22 mar. 2023.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis [Ibama]. 2022. Rompimento da Barragem de Fundão: Documentos relacionados ao desastre da Samarco em Mariana/MG. < https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2020/rompimento-da-barragem-de-fundao-documentos-relacionados-ao-desastre-da-samarco-em-mariana-mg>. Acesso em: 22 mar. 2023.

Instituto Mineiro De Gestão Das Águas [IGAM]. Monitoramento da qualidade das águas superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais. Disponível em <[http://www.Igam.mg.gov.br/component/content/article/16/1632-monitoramento-da-Instituto Mineiro de Gestão das Águas](about:blank)>. Acesso em: 22 mar. 2023.

Instituto Mineiro De Gestão Das Águas [IGAM]. Monitoramento da qualidade das águas superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais. Disponível em <[http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/405](about:blank)>. Acesso em: 22 mar. 2023.

Pensando

# 1. O que faz o que está sendo medido se modificar? Quais variáveis

# 2. Temos dados disponíveis?

# 3. Quanto o passado é parecido com o futuro? O ano do covid não pode ser usado como padrão para anos futuros

# 4. O quanto prever impacta o futuro?

# 5. Definir o horizonte da previsão. Quanto tempo para frente quero prever?

# 6. Definir a granularidade da previsão? Quero prever mensal? diário?