

# Avaliação da contaminação por rejeitos da mineração no Rio Doce através de técnicas de geoestatística

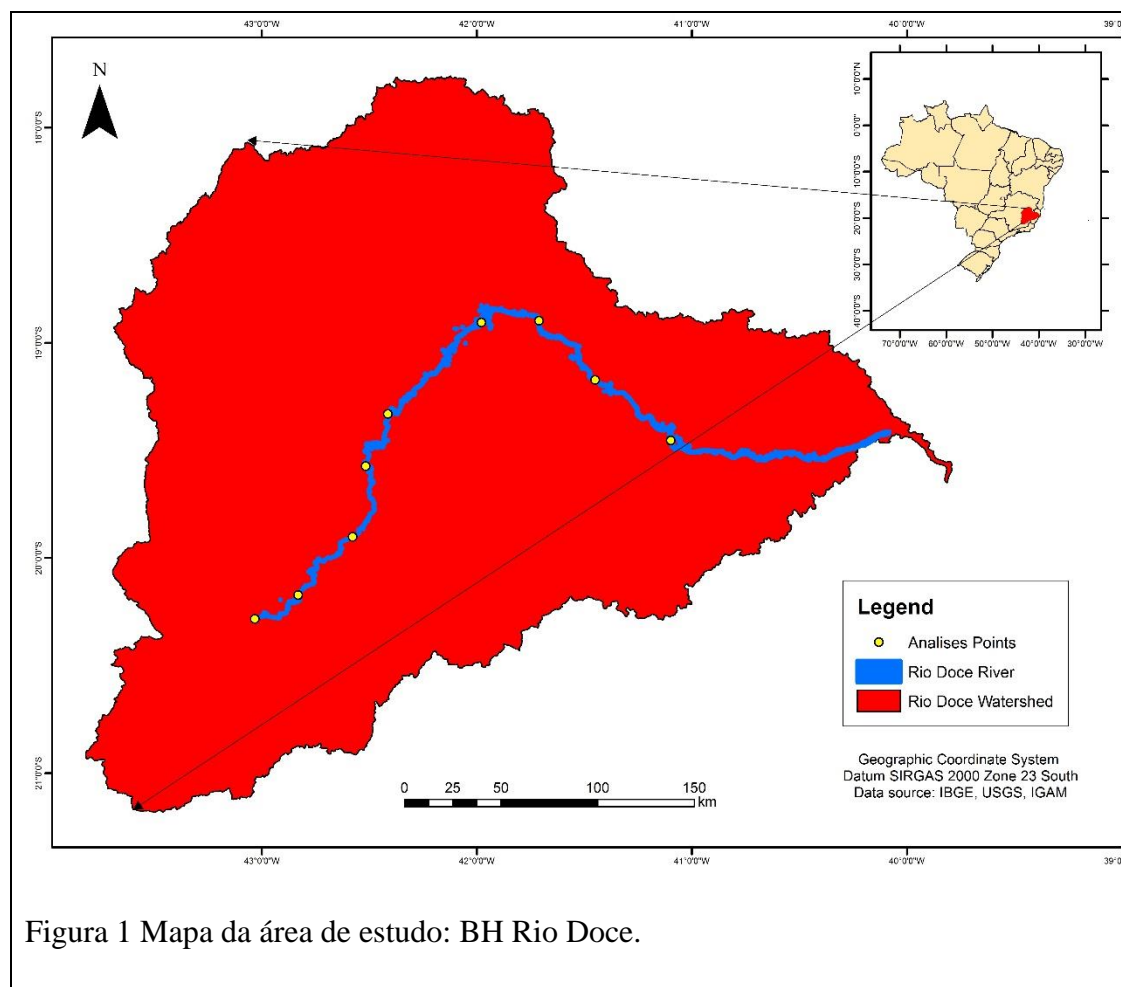
Setores produtivos como o mineiro e o metalúrgico são de grande importância para a economia mundial. Porém, apesar desta grande contribuição econômica, estes setores são os que mais contaminam o meio ambiente. Em novembro de 2015 o rompimento de uma barragem de rejeitos de mineração no município de Mariana – MG deixa 19 mortos. Além do dano irreparável aos seres humanos, todo o ambiente situado a jusante do local, principalmente os cursos d'água, foram drasticamente afetados. Mais de 600 km de rio, em que o principal prejudicado foi o Rio Doce, o qual banha 2 estados brasileiros, Minas Gerais e Espírito Santo e tem sua foz no município de Linhares – ES. Diversos projetos e programas foram criados após o acidente para avaliar o dano que 62 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração causaram ao ecossistema local e regional. Um monitoramento intensivo foi realizado através de um projeto da Agência Nacional de Águas (ANA) visando avaliar a qualidade da água em diversos pontos de monitoramento no Rio Doce. Apesar deste monitoramento, não existem dados espacializados, mostrando a variação da concentração de contaminantes ao redor do Rio Doce, apenas nos postos de monitoramento e também não há avaliação disponível na foz. Técnicas utilizando interpoladores podem ser utilizadas para avaliar a concentração de contaminantes em todo o curso d'água. Assim, o objetivo deste trabalho será de obter uma interpolação e avaliar sua eficácia no curso d'água atingido pelo acidente.

## **Metodologia**

### **Área de estudo:**

A área estudo do trabalho está localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (Figura 1), com 86% desta localizada no estado de Minas Gerais e 14% no território do Espírito Santo. Tendo 879 km de extensão, o Rio Doce possui suas nascentes nas Serra da Mantiqueira e na Serra do Espinhaço em Minas Gerais. A população estimada na área da bacia é de cerca de 3,5 milhões de pessoas, distribuídas em 228 municípios e conta com uma atividade econômica muito diversificada, variando da agropecuária com lavouras de café, cana de açúcar, criação de gado de corte e leiteiro, atividades agroindustriais como produção de álcool e açúcar e também atividades de mineração e reflorestamento. Possui também grande biodiversidade, sendo que 98% da área

localiza-se no bioma Mata Atlântica e os outros 2% no bioma Cerrado (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010).



### Conjunto de dados utilizados:

#### Geração da Hidrografia:

Serão utilizados dados de imagens obtidas pelo Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), para a geração da hidrografia da bacia hidrográfica do Rio Doce. Existem dados disponíveis, porém para análises hidrológicas é necessário a utilização do modelo de elevação.

#### Dados de qualidade da água:

Dados de qualidade da água cedidos pela Agência Nacional de Águas, através do Monitoramento Especial do Rio Doce (ANA, 2017) serão utilizados para as

interpolações. 17 estações de monitoramento serão utilizadas a jusante do local do acidente.

### **Unidades espaciais de análise:**

As unidades espaciais de análise serão áreas contínuas, delimitadas pelo curso d'água do Rio Doce, já que serão estimadas com base em um conjunto de amostras de campo, com o objetivo de reconstruir a superfície em que as amostras foram retiradas (CAMARA et al., 2003).

### **Técnicas de inferência geográfica:**

Técnicas de interpolação serão utilizadas para se obter os valores de concentrações de diferentes parâmetros de qualidade de água nos locais em que não existem dados. Entre os interpoladores disponíveis, a krigagem já é bastante utilizada e difundida, principalmente para análises meteorológicas, geológicas, pedológicas e hidrológicas (GARRETA et al., 2002, VELASCO et al., 2012). Chen et al. (2012) conseguiram com sucesso, utilizando krigagem univariada (1-D kriging), estimar o índice de poluição de rios (RPI) em um Rio em Taiwan. Mokih et al., (2011) também conseguiram, utilizando modelos de krigagem ordinária utilizando a sinuosidade do curso d'água estimar com sucesso a turbidez, com um erro de 14% a menos, ao comparado com a krigagem sem utilizar a sinuosidade.

### **Referências**

Agência Nacional de Águas. Monitoramento Especial do Rio Doce. 2017. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/Riodoce/default.aspx>>

Camara, G; Monteiro, A.M; Druck, S; Carvalho, m. S. **Análise espacial de dados geográficos: Análise espacial e geoprocessamento.** 2003. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/analise/cap1.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

Chen Y-C, Yeh H-C, Wei C. Estimation of River Pollution Index in a Tidal Stream Using Kriging Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health.** 2012;9(9):3085-3100. doi:10.3390/ijerph9093085.

CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio doce e planos de ações para as unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos no âmbito da bacia do rio doce. **Relatório**. v. 1 jun. 2010

МОКІН, В. Б.; КРИЖАНОВСЬКИЙ, Є. М.; СЕМЧУК, Ю. С.. УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОРДИНАРНОГО КРИГІНГУ ГЕОСТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОД РІЧОК З УРАХУВАННЯМ ЇХ ЗВИВИСТОСТІ. **Вісник Вінницького політехнічного інституту**, [S.l.], p. 46-51, nov. 2010. ISSN 1997-9274. Доступно за адресою: <<https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/1476>>. Дата доступу: 12 apr. 2017

Garreta V., Monestiez P., Ver Hoef J.M. Spatial modeling and prediction on river networks: Up model, down model or hybrid? **Environmetrics**. 2010;21:439–456.

Velasco-Forero C.A., Sempere-Torres D., Cassiraga E.F., Gómez-Hernández J.J. A non-parametric automatic blending methodology to estimate rainfall fields from rain gauge and radar data. Adv. **Water Resour**. 2009;32:986–1002