

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS ÍNDICES NDWI APÓS ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE BRUMADINHO/MG

Allan dos Santos Teixeira¹
Alisson Souza de Oliveira²
Felipe Bernardes Silva³
Isabela Ferreira Rotondaro⁴
Sérgio Luís Santana de Almeida⁵

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

Em 25/01/2019, a Barragem I do Córrego de Feijão se rompeu, causando uma catástrofe de grande magnitude que afetou de forma negativa a região de Brumadinho/MG, bem como o curso d'água existente e o Rio Paraopeba. O acontecimento causou impacto instantâneo devido a quantidade de rejeitos liberados no rompimento da barragem no Rio Paraopeba, o que resultou desde danos temporários no Rio Paraopeba, até a perda de centenas de vidas humanas. Os rejeitos, ao atingirem o Rio Paraopeba, fizeram com que os mesmos seguissem o curso do rio afetando diretamente a qualidade da água desde o ponto de encontro entre o rio Paraopeba e o Córrego do Feijão, até a sua Foz no lago da Barragem de Três Maria - MG. Entretanto, boa parte dos rejeitos ficaram retidos no lago da barragem da Usina Retiro Baixo no Rio Paraopeba. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto causado pelo rompimento da Barragem I do Córrego do Feijão na turbidez do Rio Paraopeba analisando o índice NDWI gerado por meio de imagens do Sentinel 2A e 2B. As imagens foram retiradas do site Copernicus e fornecidas pelo satélite Sentinel. Posteriormente foi calculado o NWDI. Os resultados possibilitaram observar que a turbidez se elevou consideravelmente após o rompimento da barragem, entretanto nas datas posteriores ao rompimento, observou-se uma redução na turbidez, indicando que os sedimentos decantaram, ou seja, houve uma recuperação da qualidade da água em relação a turbidez.

Palavras-Chave: Monitoramento Ambiental; Sensoriamento Remoto; Paraopeba.

¹ Graduando em Engenharia Agrônoma pela Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR); E-mail: allan.s.teixeira@hotmail.com

² Prof. Dr. da Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR); E-mail: prof.alisson.oliveira@unincor.edu.br

³ Prof. Dr. da Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR); E-mail: prof.felipe.silva@unincor.edu.br

⁴ Mestranda em Sustentabilidade em Recursos Hídricos pela Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR). E-mail: isabela_rotondaro@hotmail.com

⁵ Mestrando em Sustentabilidade em Recursos Hídricos pela Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR). E-mail: sergiosantanamg@gmail.com

INTRODUÇÃO

Em 25 de janeiro de 2019, por volta das 12:28h, horário de Brasília, na cidade de Brumadinho, Minas Gerais, Brasil, a Barragem I da mina de Feijão rompeu-se, liberando 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração. A força da onda de lama varreu equipamentos operacionais e o centro administrativo da Vale, ficando 727 pessoas expostas a risco de vida, soterrando escritórios, vestiário e um refeitório, matando centenas de trabalhadores e trabalhadoras que se encontravam no local. Após o rompimento e vazamento, os rejeitos passaram a deslocar-se tapando córregos e destruindo matas e vegetações locais, chegando então ao Rio Paraopeba, afluente do Rio São Francisco (CONSELHO NACIONAL DOS DIREITOS HUMANOS, 2019).

Lozano (2006) afirma que os resíduos sólidos são um dos maiores responsáveis pelo impacto ambiental nas atividades das mineradoras. É nesse contexto que cresce o uso das geotecnologias. As técnicas de Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), vêm sendo utilizados no mapeamento de alterações ambientais por disponibilizar um panorama conjunto de grandes áreas, com revisitas em intervalos temporais regulares. Segundo Bias (2013), dentre os métodos para a obtenção de informações associadas a parâmetros de qualidade da água, o sensoriamento remoto abriu uma nova perspectiva nos estudos hídricos por meio da análise da resposta eletromagnética deste recurso natural.

O objetivo do presente trabalho foi monitorar o impacto causado após rompimento da barragem na turbidez do Rio Paraopeba, especificamente na Usina de Retiro Baixo - MG.

METODOLOGIA

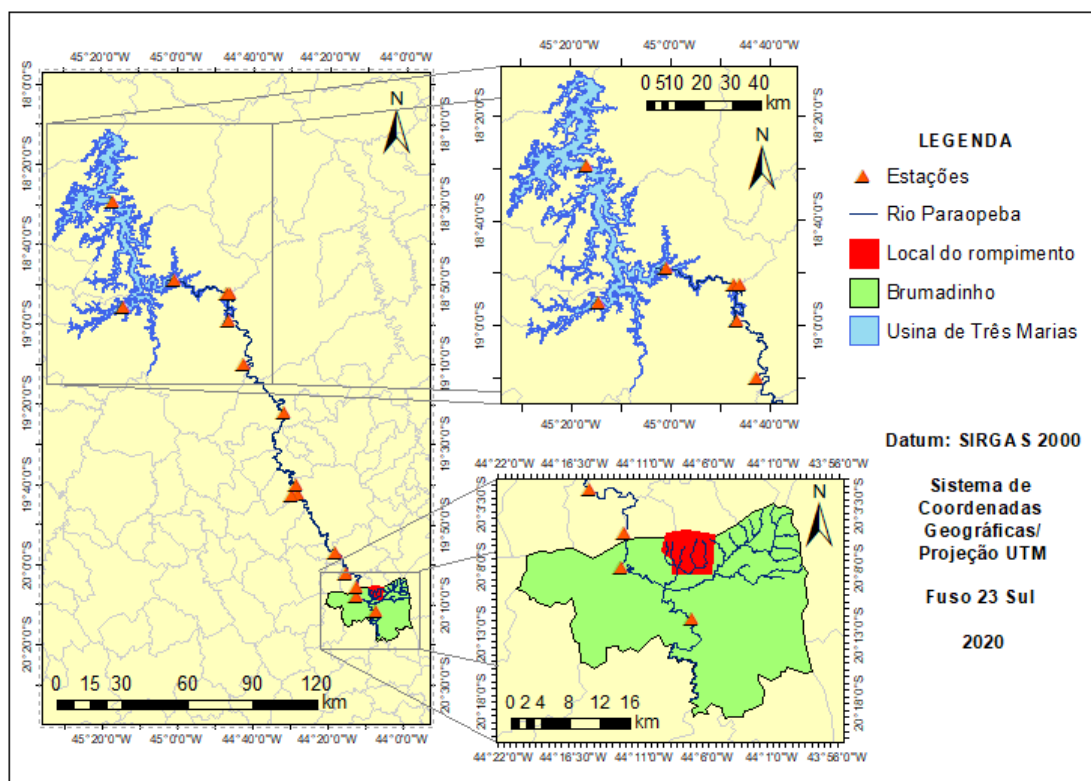
O município de Brumadinho se situa no Estado de Minas Gerais, na região Metropolitana de Belo Horizonte. O município possui área territorial de aproximadamente 640 km². Brumadinho integra o quadro de municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, que possui uma área de aproximadamente 12.054 km². O rio Paraopeba é

um dos formadores da usina de Três Marias, e tem como principais atividades a geração de energia elétrica, abastecimento público e industrial com destaque para mineração e irrigação.

Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas imagens obtidas posteriormente ao rompimento da barragem, através do site Copernicus e processadas através do software ArcMap[®]. As mencionadas imagens, capturadas por satélite, são referentes às datas de: 22/01/19, 01/02/19, 08/03/19, 07/05/19 e 22/05/19.

As áreas em estudo bem como o local do rompimento da Barragem I de Córrego do Feijão estão representadas na Figura 01.

Figura 01: Áreas de estudo



Fonte: os autores, 2019

O Índice da Diferença Normalizada da Água (NDWI) possibilita distinguir os níveis de água turva e água limpa, sendo bastante empregado para estudo de qualidade da água. Este índice é descrito pela Equação 1:

Equação 1: Índice NDWI

$$NDWI = (\rho G - \rho IVP)(\rho G + \rho IVP)^{-1}$$

Fonte: Lima, Shinozaki-Mendes & Almeida, 2013.

Onde:

ρ = reflectância

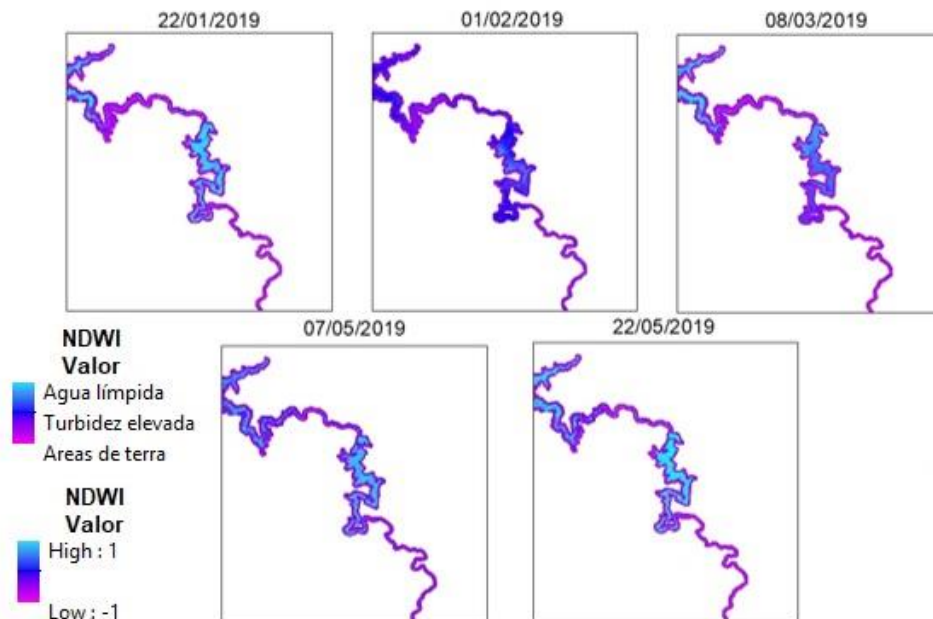
G = banda correspondente à região verde do espectro-eletromagnético do visível

IVP = banda correspondente à região do infravermelho próximo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 01 aponta o comportamento no reservatório da Usina de Retiro Baixo, no Rio Paraopeba. O gradiente de cores das imagens apresenta colorações que variam de cores rósea e magenta, que indicam áreas de terra, até a coloração azul clara, que indica água límpida.

Figura 01: Comportamento no Reservatório da Usina de Retiro Baixo



Fonte: Os autores, 2019.

A coloração representada pelo azul escuro indica áreas de turbidez mais elevada, sendo a variação que pode ser notada nas imagens. Na figura 01, é possível perceber que no dia 22/01, data anterior ao rompimento, a água do lago estava mais limpa, o que se reflete no azul mais claro na imagem referente a esse dia. Já na segunda imagem, do dia 01/02, é

possível perceber uma elevação no NDWI em virtude da pluma de sedimentos. Posteriormente, a lama vai diminuindo, até chegar na imagem do dia 22/05, pela qual aponta que a turbidez reduziu consideravelmente, indicando uma decantação dos sedimentos provenientes do rompimento da Barragem 1 do Córrego do Feijão.

CONCLUSÕES

O índice se elevou de forma exponencial, mostrando quão prejudicial o ocorrido foi. As imagens obtidas através de satélite contribuíram para a visualização espacial do desastre possibilitando observar a elevação da turbidez da água por meio do NDWI no reservatório da Usina de Retiro Baixo.

REFERÊNCIAS

BIAS, E. S.; BARBOSA, F. L. R.; BRITES, R. S. Emprego de imageamento passivo na análise da variabilidade espacial da turbidez no espelho d'água do Lago Paranoá, Distrito Federal. **Eng Sanit Ambient.**, v.18, n.1, p.55-64, 2013.

Conselho Nacional dos Direitos Humanos Relatório da missão emergencial a Brumadinho/MG após rompimento da Barragem da Vale S/A – Brasília: **Conselho Nacional dos Direitos Humanos**; 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/panorama>>. Acesso em: 25/11/2019.

LIMA, J. R. D. C.; SHINOZAKI-MENDES, R. A.; ALMEIDA, A. Q. D. Estimativa da batimetria do açude do saco-pe com auxílio de dados orbitais. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.34, n.5, p.1017-1023, set./out. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v33n5/a13v33n5.pdf>>. Acesso em: 01/02/2019.

LOZANO, Fernando Arturo Eraso. Seleção de locais para barragens de rejeitos usando o método de análise hierárquica. 142 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia)**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3145/tde-14122006-123702/publico/Selecaolocalsbarragensrejeitos.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2019.