



**11ª Jornada Científica e
Tecnológica do IFSULDEMINAS**
& **8º Simpósio de
Pós-Graduação**

**ANÁLISE DA EXTENSÃO ATINGIDA PELA LAMA DE REJEITOS NA PRAIA DE
REGÊNCIA EM LINHARES/ES**

Amanda A. PAIVA¹; Silas C. BURIM²; Camila S. dos ANJOS³

RESUMO

Em processamento digital de imagens com aplicação em sensoriamento remoto uma das principais funções é a obtenção de informações de um local através da segmentação e classificação de imagens de satélites, como por exemplo a classificação por regiões. Devido ao rompimento da barragem em Mariana, que foi considerado um dos maiores desastres ambientais que alcançou inclusive a foz do Rio Doce, este trabalho teve como objetivo verificar a área atingida pela lama de rejeitos de minério no mar, onde a foz está localizada. A área de estudo foi o mar da praia de Regência em Linhares no estado do Espírito Santo. Através de uma imagem de satélite da série Landsat 8, sensor OLI, a segmentação da imagem foi realizada aplicando os algoritmos de segmentação multiresolução e por diferença espectral. Para a classificação supervisionada foi aplicado o algoritmo de árvore de decisão *Logistic Model Trees*. Após a classificação foi possível mensurar a área atingida em 16,0344 quilômetros quadrados.

Palavras-chave:

Sensoriamento Remoto; Barragem; Segmentação; Classificação Supervisionada; LMT.

1. INTRODUÇÃO

Em 05 de novembro de 2015 a barragem da mineradora Samarco se rompeu ocasionando o maior desastre ambiental do Brasil, que provocou um grande vazamento de lama de rejeitos de minério que atingiu o Rio Doce, sendo este um rio que banha os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e é o curso de água de uma das maiores bacias do país, a Bacia do Rio Doce (BRANCO; PONSÓ, 2016). Pouco tempo depois a lama de rejeitos chegou ao Oceano Atlântico onde fica a foz do Rio Doce, que está localizada na Vila de Regência em Linhares, no estado do Espírito Santo.

A classificação supervisionada de uma imagem de sensoriamento remoto consiste em, após a segmentação, reconhecer as áreas distintas em uma imagem de satélite, ela consegue diferenciar as classes como a água limpa, água turva, lama e nuvens, por exemplo (BARROS; PAMBOUKIAN, 2017).

Tal classificação pode ser feita através dos algoritmos de árvore de decisão, sendo um deles o

1 Estudante, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: paiva.eac@gmail.com

2 Estudante, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: burimsilas@gmail.com

3 Orientadora, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: camila.lacerda@ifsulde Minas.edu.br

LMT (*Logistic Model Trees*). O LMT gera árvores de classificação com base em modelo de regressão logística para selecionar o atributo relevante no conjunto de dados, repetindo recursivamente o processo (FRIZZARINI; LAURETTO, 2013). De acordo com GAIAD et al. (2017) o LMT foi considerando o melhor algoritmo de classificação dentre os de árvores decisão.

Diante do exposto e tendo em vista a importância em avaliar o impacto do desastre ambiental no Oceano Atlântico, o objetivo deste trabalho foi analisar através da classificação supervisionada de uma imagem de sensoriamento remoto a área afetada no mar onde deságua a foz do Rio Doce.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde a praia de Regência, onde é a foz do Rio Doce que foi um dos cursos de água mais afetado pelo rompimento da barragem de rejeitos em 2015. A praia está localizada na Vila de Regência e a aproximadamente 525km de distância da cidade de Mariana. A praia de Regência situa – se na Vila de Regência, no município de Linhare/ES.

Para a classificação foi utilizada uma imagem da série Landsat 8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), órbita/ponto 215/74, com 7 bandas multiespectrais. A cena é datada de 16 de novembro de 2015 (quarenta e um dias após o rompimento da barragem).

A imagem adquirida é do catálogo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>). Na imagem inicialmente foram unidas as bandas de 1 a 7, em seguida foi realizado o recorte da imagem visando utilizar apenas a área de interesse a ser estudada. Tanto o processo de união de bandas (*stacklayer*) como o de recorte (*subset image*) foram realizados no *software* ENVI 5.3.

A segmentação foi realizada no *software* eCognition 9.0.1. Foram aplicados os algoritmos *multiresolution segmentation* e *spectral difference segmentation*. O *multiresolution segmentation* é um algoritmo geral de segmentação com base em definições de homogeneidade em combinação com técnicas de otimização locais e globais, em que é usado um parâmetro de escala para controlar o tamanho médio do objeto da imagem, ele é utilizado para produzir imagens primitivas de objetos como um primeiro passo para que outra classificação e outros procedimentos de processamento possam ser feitos (BAATZ, 2000). Em seguida foi utilizado o *spectral difference segmentation* essa técnica de segmentação foi utilizada para melhorar segmentações já existentes, sendo que não é possível utiliza-la para gerar novas segmentações em nível de pixels (DEFINIENS, 2007).

No processo de classificação da imagem após o rompimento da barragem, foram coletados polígonos de amostras, resultando em quatro classes de amostras sendo: água limpa, água turva, água de rejeitos e não classificados em que foram incluídas nuvem, sombra de nuvem, vegetação e tudo que não fazia parte do estudo. Foram coletadas 12 amostras para água limpa, 12 para água turva, 09

para água de rejeitos e 308 para não classificados, todas as amostras foram coletadas usando o *software* eCognition 9.0.1.

As classes das águas foram interpretadas visualmente por meio da resposta espectral e pela coloração. Lama de rejeitos apresentavam coloração marrom, enquanto água limpa apresentou a cor preta e a água turva apresentou coloração de verde escuro e as não classificadas apresentavam outras cores, como o vermelho para vegetação, branco para as nuvens e cinza para as sombras de nuvens. Para a classificação foi utilizado o *software* Weka 3.8.3 e aplicado o algoritmo LMT (*Logistic Model Trees*).

Para visualizar as amostras classificadas foi utilizado o *software* QGIS 2.18.20, em que foi aberto o arquivo shp vinculado com a tabela de atributos. Nesse *software* foi calculado a área da lama de rejeitos que atingiu o Oceano Atlântico no período mencionado nesse trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 consta a imagem classificada depois do rompimento da barragem.

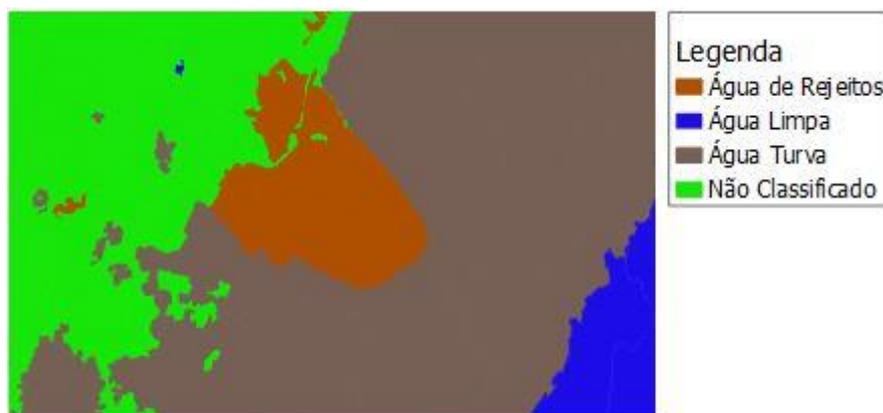


FIGURA 1. Imagem classificada quarenta e um dias após rompimento da barragem.
Fonte: Autores, (2018)

Posteriormente no *software* QGIS foi calculado a área do Oceano Atlântico compreendida desde a foz do Rio Doce, que foi atingida pela lama de rejeitos de minério. A área foi de 16,0344 quilômetros quadrados.

De acordo com o resultado da matriz confusão verificou que foram confundidas amostras do tipo água turva com amostras de água limpa e também com as amostras da classe de não classificados. Também houve confusão entre água de lama com as amostras da classe de não classificados e por último na categoria de água limpa teve confusão com água turva e com as amostras da classe de não classificados. Neste trabalho a exatidão global foi de 97,0674% e o índice kappa obtido como resultado foi de 0,8506 o que é um resultado excelente de acordo com Fonseca (2000), pois indica que a classificação está de acordo com os dados de referência que são as amostras coletadas.

5. CONCLUSÕES

Após a classificação foi possível mensurar a área atingida em 16,0344 quilômetros quadrados. Diante dos resultados obtidos também constatou que o algoritmo LMT apresentou um bom desempenho na classificação dos tipos de águas, obtendo como exatidão global o valor de 97,0674% e índice kappa de 0,8506.

REFERÊNCIAS

BAATZ, M. and Schape, A. (2000) **Multiresolution Segmentation: An Optimization Approach for High Quality Multi-Scale Image Segmentation**. In: Strobl, J., Blaschke, T. and Griesbner, G., Eds., *Angewandte Geographische Informations-Verarbeitung, XII*, Wichmann Verlag, Karlsruhe, Germany, 12-23.

BARROS, Erika de Oliveira; PAMBOUKIAN, Sergio Vicente Denser. **Análise do desastre em Mariana através da classificação supervisionada de imagens de sensoriamento remoto**. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, São Paulo, v. 17, n. 1, p.08-26, 2017. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rmec/article/view/10513/7066?fbclid=IwAR3pMxrMf_pE8PbPYtsPjNvGcVPKTQyT12-K3MVx8AfBE9DU4YvhNyRx1ro>. Acesso em: 06 dez. 2018

BRANCO, Marina; PONSO, Fabio. **Maior desastre ambiental do Brasil, Tragédia de Mariana deixou 19 mortos**. 2016. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/em-destaque/maior-desastre-ambiental-do-brasil-tragedia-de-mariana-deixou-19-mortos-20208009>>. Acesso em: 06 dez. 2018.

DEFINIENS. **Definiens Developer 7: Reference Book**. Munique: Definiens AG, 2007. 197 p. Versão do documento: 7.0.2.936.

ECOGNITION. **Definiens Developer 7: Reference Book**. 2007. Published by Definiens AG. Disponível em: <http://www.irfanakar.com/gis_remote_sensing_files/eCognition%20Definiens/Definiens%20Developer%207.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2018.

FRIZZARINI, C.; LAURETTO, M. S. **Proposta de um algoritmo para indução de árvores de classificação para dados desbalanceados**. Anais do X Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, p. 728, 2013.

Fonseca, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.

GAIAD, N.P. et al. **Uso e cobertura da terra apoiados em algoritmos baseados em aprendizado de máquina: o caso de Mariana – MG**. Enciclopédia Biosfera, v.14, n.25, p.1211-1220, 2017.

Niels, L.; Mark, H.; Eibe, F. **Logistic model trees**. *Mach. Learn* 2005, 95, 161–205.