



PROD. TEC. ITV. MI- N0033/2023

DOI:10.29223/PROD.TEC.ITV.MI.2023.33.Pereira

RELATÓRIO TÉCNICO ITV MI

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE LITOLOGIAS/ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS EM DEPÓSITOS IOCG USANDO MACHINE LEARNING

Relatório Final do Projeto Tecnologias Espectrais e Inteligência Artificial nas
Atividades de Mineração

Luiz Antonio Pereira¹

Daiane Münch¹

Juliana Araújo²

Rogério Caron²

Rosa Elvira Correa Pabón¹

Ouro Preto

Minas Gerais, Brasil

Dezembro/2023

Título: Desenvolvimento de um sistema de identificação automática de litologias/alterações hidrotermais em depósitos IOGC usando machine learning	
PROD. TEC. ITV MI – N0033/2023	Revisão 01
Classificação: () Confidencial () Restrita (x) Uso Interno () Pública	

Informações Confidenciais - Informações estratégicas para o Instituto e sua Mantenedora. Seu manuseio é restrito a usuários previamente autorizados pelo Gestor da Informação.

Informações Restritas - Informação cujo conhecimento, manuseio e controle de acesso devem estar limitados a um grupo restrito de empregados que necessitam utilizá-la para exercer suas atividades profissionais.

Informações de Uso Interno - São informações destinadas à utilização interna por empregados e prestadores de serviço.

Informações Públicas - Informações que podem ser distribuídas ao público externo, o que, usualmente, é feito através dos canais corporativos apropriados.

Nota de capa:

Vale S.A.

Citar como: PEREIRA, Luiz Antonio *et al.* **Desenvolvimento de um sistema de identificação automática de litologias/alterações hidrotermais em depósitos IOGC usando machine learning.** Ouro Preto: ITV, 2023. (Relatório Técnico – N0033/2023).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P492d	Pereira, Luiz Antonio Desenvolvimento de um sistema de identificação automática de litologias/alterações hidrotermais em depósitos IOGC usando machine learning. Luiz Antonio Pereira... [et al.] - Ouro Preto, MG: ITV, 2023. 67 p.: il. Relatório Técnico (Instituto Tecnológico Vale) – 2023 PROD.TEC.ITV.MI – N0033/2023 DOI 10.29223/PROD.TEC.ITV.MI.2023.33.Pereira 1. Depósitos IOGC. 2. Minério de Cobre. 3. Aprendizado de Máquina. 4. Clusterização. I. Munch, Daiane. II. Araújo, Juliana. III. Caron, Rogério. IV. Pabón, Rosa Elvira Correa. V. Título. CDD.23. ed. 515.43
-------	---

RESUMO EXECUTIVO

O objetivo deste projeto foi classificar zonas de alteração hidrotermal e mineralização no alvo Barão por meio de técnicas de aprendizado de máquina. Foram utilizados dados geoquímicos provenientes dos furos de sondagem, aplicando-se técnicas de pré-processamento, análise, redução de dimensionalidade e clusterização desses dados. Os resultados obtidos comprovam que essa metodologia pode ser utilizada para a classificação das diferentes alterações hidrotermais e zonas mineralizadas em cobre. O algoritmo utilizado, além de promover o aumento da produtividade, reduz a subjetividade na interpretação dos dados por um especialista. Este trabalho representa uma alternativa para a classificação e interpretações manuais dos dados, da forma como é atualmente executada pela Vale.

RESUMO

A região da Província Mineral de Carajás hospeda importantes depósitos de minério de cobre da classe IOCG no Brasil. Esses depósitos se formaram através de múltiplos eventos hidrotermais e de mineralização sobrepostos. Compreender essas alterações hidrotermais em escala de depósito é fundamental para a classificação das zonas mineralizadas e a vetorização de novos alvos de exploração. Atualmente, na Vale, essa interpretação é realizada por um profissional especialista utilizando dados geoquímicos obtidos diretamente dos furos de sondagem. Entretanto, esse processo é dispendioso e requer precisão humana. A utilização de técnicas de aprendizado de máquina para essa classificação é uma abordagem promissora para o aumento da produtividade. Dentro deste contexto, este trabalho empregou algoritmos de aprendizado de máquina na classificação não supervisionada de sistemas hidrotermais em um sistema mineral do tipo IOCG. Para isto, foram utilizados dados geoquímicos de rocha total obtidos por meio dos furos de sondagem executados no alvo de interesse. Foram aplicadas técnicas de pré-processamento, análise, redução de dimensionalidade e clusterização de dados. Os resultados mostram que a metodologia proposta pode ser utilizada para classificar as alterações hidrotermais de um alvo de cobre utilizando apenas dados geoquímicos. Além disso, o algoritmo pode melhorar a classificação geoquímica atual fornecida pela Vale, diminuindo a subjetividade na interpretação dos dados.

Palavras-chave: Depósitos IOCG. Minério de Cobre. Aprendizado de Máquina. Clusterização.

ABSTRACT

The Carajás Mineral Province region hosts important IOCG-class copper ore deposits in Brazil. Multiple superimposed hydrothermal and mineralization events formed these deposits. Understanding these hydrothermal alterations on a deposit scale is fundamental for classifying mineralized zones and vectoring new exploration targets. At Vale, a specialist professional currently carries out this interpretation using geochemical data obtained directly from boreholes. However, this process is expensive and requires human precision. Using machine learning techniques for this classification is a promising approach for increasing productivity. This work employed machine learning algorithms in the unsupervised classification of hydrothermal systems in an IOCG-type mineral system. We used whole-rock geochemical data from boreholes drilled in the target of interest. Data pre-processing, analysis, dimensionality reduction, and clustering techniques were applied. The results show that the proposed methodology can be used to classify the hydrothermal alterations of a copper target using only geochemical data. In addition, the algorithm can improve the current geochemical classification provided by Vale, reducing subjectivity in

data interpretation.

Keywords: IOCG deposits. Copper Ore. Machine Learning. Clustering.