



HEITOR MIRANDA CAVAGLIERI E SILVA

**MODELO PREDITIVO DA TAXA DE PERFURAÇÃO DOS MINÉRIOS DO
COMPLEXO ITABIRA**

Itabira, MG

2022

HEITOR MIRANDA CAVAGLIERI E SILVA

**MODELO PREDITIVO DA TAXA DE PERFURAÇÃO DOS MINÉRIOS DO
COMPLEXO ITABIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista em Lavra de Minas a Céu Aberto

Área de concentração: Lavra de Minas

Orientador: Dr. Carlos Enrique Arroyo Ortiz

Itabira, MG

2022

Título: MODELO PREDITIVO DA TAXA DE PERFURAÇÃO DOS MINÉRIOS DO COMPLEXO ITABIRA.

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.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação(CIP)

S58m

Silva, Heitor Miranda Cavaglieri e
Modelo preditivo da taxa de perfuração dos minérios do Complexo Itabira. Heitor Miranda Cavaglieri e Silva... [et al.] - Ouro Preto, MG: ITV, 2022.

51 p.: il.

Monografia (Especialização latu sensu) - Instituto Tecnológico Vale, 2022.

Orientador: Carlos Enrique Arroyo Ortiz

1. Taxa de Penetração. 2. Regressão Linear. 3. Krigagem Ordinária. I. Ortiz, Carlos Enrique Arroyo. II. Título.

CDD.23. ed. 622.23

Heitor Miranda Cavaglieri e Silva

**MODELO PREDITIVO DA TAXA DE PERFURAÇÃO DOS MINÉRIOS DO
COMPLEXO ITABIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista *lato sensu* em [Lavra de Minas a Céu Aberto].

Orientador: Prof. D.Sc. Carlos Enrique Arroyo Ortiz

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em 29 de novembro de 2022 pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. D.Sc. Carlos Enrique Arroyo Ortiz
Orientador – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

Prof. Ph.D. Vidal Félix Navarro Torres
Membro interno – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Prof. D.Sc. Juan Manuel Girao Sotomayo
Membro interno – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Os Signatários declaram e concordam que a assinatura será efetuada em formato eletrônico. Os Signatários reconhecem a veracidade, autenticidade, integridade, validade e eficácia deste Documento e seus termos, nos termos do art. 219 do Código Civil, em formato eletrônico e/ou assinado pelas Partes por meio de certificados eletrônicos, ainda que sejam certificados eletrônicos não emitidos pela ICP-Brasil, nos termos do art. 10, § 2º, da Medida Provisória nº 2.200-2, de 24 de agosto de 2001 (“MP nº 2.200-2”).



PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

O documento acima foi proposto para assinatura digital na plataforma Portal de Assinaturas Vale. Para verificar as assinaturas clique no link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/3FF3-E60E-5AB7-F2C6> ou vá até o site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br:443> e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido. The above document was proposed for digital signature on the platform Portal de Assinaturas Vale . To check the signatures click on the link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/3FF3-E60E-5AB7-F2C6> or go to the Website <https://vale.portaldeassinaturas.com.br:443> and use the code below to verify that this document is valid.

Código para verificação: 3FF3-E60E-5AB7-F2C6



Hash do Documento

96103AFD32F42E95234464AA6BABB8391082775DAB520B6DD30A0780FAF3B79C

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 03/03/2023 é(são) :

- Carlos Enrique Arroyo Ortiz (Signatário) - em 28/02/2023 16:09 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: carroyo@ufop.edu.br

Evidências

Client Timestamp Tue Feb 28 2023 16:09:36 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -14.235004 Longitude: -51.92528 Accuracy: 1680437.4097111663

IP 200.239.184.98

Hash Evidências:

9D903E35B67587DB09A989E846CCB0C94535F06BDED3A0FC6147989A9129B8A5

- Vidal Félix Navarro Torres (Signatário) - 275.950.565-00 em 28/02/2023 13:56 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: vidal.torres@itv.org

Evidências

Client Timestamp Tue Feb 28 2023 13:57:32 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -19.8307734 Longitude: -43.8470361 Accuracy: 13.362

IP 189.80.142.82

Hash Evidências:

BF03C62B70D8C5D815DA0D2CAEDB0BC2B1E337C54F0E18D4BB380C75B6335ECD

- Juan Manuel Girao Sotomayo (Signatário) - em 28/02/2023 13:11 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: juan.sotomayor@itv.org

Evidências

Client Timestamp Tue Feb 28 2023 13:11:37 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -19.8307268 Longitude: -43.8470134 Accuracy: 14.858

IP 189.80.142.82

Hash Evidências:

E44DA5A662BCA1E20795CAF5FF6FE99B4E97C47F971579A07BC448DA47766EB4



AGRADECIMENTOS

Agradeço à Vale, por enxergar em mim um potencial agregador de valor, custeando e incentivando minha participação nesta especialização.

Ao meu orientador, Carlos Enrique Arroyo Ortiz, por aceitar minhas ideias, confiar no meu trabalho e guiar esta produção até a sua aprovação.

Aos colegas de trabalho, especialmente, Romulo Cruz, Matheus Feitosa, Ademar Lopes e Gleisson Rafael, pelas discussões e sugestões que muito enriqueceram esta produção.

Aos colegas de curso pelo auxílio e companheirismo ao longo das disciplinas, especialmente Célio Peixoto e Luis Gustavo Silva.

E, principalmente, à minha esposa Yngrid e aos meus filhos Bernardo e Aurora, minha amada família que me norteia, oferece suporte e incentiva em todos os desafios.

“Se você quer os acertos, esteja preparado para os erros.”

(Carl Yastrzemski)

RESUMO

A crescente competitividade do mercado internacional e volatilização dos preços das commodities exige que as empresas de mineração sejam cada vez mais eficientes para se manterem competitivas. Dentre as atividades que envolvem a lavra, a perfuração e desmonte figura como uma importante peça, garantindo a disponibilidade de material fragmentado para o carregamento. A recente aquisição de perfuratrizes autônomas no complexo Itabira viabilizou a geração de uma base de dados georreferenciada contendo os dados operacionais de cada furo executado em campo. Dentre estes dados, destaca-se a taxa de penetração, principal indicador para a programação de perfuração considerando disponibilidade programada para o equipamento. Atualmente este indicador é obtido para as programações de perfuração através de valores tabelados em função da distribuição granulométrica do material a ser perfurado. O presente trabalho tem como objetivo buscar entre um modelo de regressão linear e uma estimativa via krigagem ordinária, um modelo que traga uma melhor previsibilidade em relação ao método atual. Para tal, revisou-se a bibliografia quanto à geologia local estudada, e à tentativas de diversos autores em prever a taxa de penetração utilizando de variáveis geotécnicas e modelos variográficos. Foi definida a área do Pico de Conceição como foco do estudo e o litotipo itabirito compacto, por apresentarem a maior abundância de movimentação em relação às demais áreas e materiais do complexo. Após uma validação da base de dados de perfuração, testou-se a existência de correlação entre a taxa de penetração e as variáveis de teor e granulometria investigadas pela geologia local, o que não se confirmou, inviabilizando a geração de um modelo de regressão linear adequado. Porém foi obtido um variograma omnidirecional com um bom ajuste, indicando que, ignorando a não aditividade da variável taxa de penetração, pode-se obter uma boa previsão da taxa a que será executada nas próximas regiões a serem perfuradas. Uma estimativa via krigagem ordinária foi realizada e a reconciliação entre a taxa prevista e executada no banco 845 da região do estudo apresentou uma diferença relativa menor que 1.5%, mostrando um bom resultado do método de predição.

Palavras-chave: Taxa de Penetração. Regressão Linear. Krigagem Ordinária.

Fase da Cadeia: Mina.