

TANÍRIA THAIS LOURENÇO FERREIRA

**AVALIAÇÃO DAS VIBRAÇÕES DO DESMONTE DE ROCHAS COM
EXPLOSIVOS FACE AS BARRAGENS NO COMPLEXO FERRÍFERO DE
CARAJÁS, PA**

Parauapebas - PA

2022

TANÍRIA THAIS LOURENÇO FERREIRA

**AVALIAÇÃO DAS VIBRAÇÕES DO DESMONTE DE ROCHAS COM
EXPLOSIVOS FACE AS BARRAGENS NO COMPLEXO FERRÍFERO DE
CARAJÁS, PA.**

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 a Céu Aberto

Orientador (a): Prof. PhD. Vidal Félix Navarro Torres

Parauapebas - PA

2022

Título: AVALIAÇÃO DAS VIBRAÇÕES DO DESMONTE DE ROCHAS COM EXPLOSIVOS FACE AS BARRAGENS NO COMPLEXO FERRÍFERO DE CARAJÁS, PA.

Classificação: (x) Confidencial () Restrita () 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)

F441a

Ferreira, Taníria Thais Lourenço

Avaliação das vibrações do desmonte de rochas com explosivos face as barragens no complexo ferrífero de Carajás, PA. Taníria Thais Lourenço Ferreira... [et al.] - Ouro Preto, MG: ITV, 2022.

61 p.: il.

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

Orientador: Vidal Felix Navarro Torres

1. Perfuração Desmonte de Rochas. 2. Vibrações. 3. Lei de Atenuação. 4. Segurança de Barragens. I. Torres, Vidal Felix Navarro. II. Título.

CDD.23. ed. 622.23

Tanília Thais Lourenço Ferreira

**AVALIAÇÃO DAS VIBRAÇÕES DO DESMONTE DE ROCHAS COM
EXPLOSIVOS FACE AS BARRAGENS NO COMPLEXO FERRÍFERO DE
CARAJÁS, PA**

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. Vidal Félix Navarro Torres

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em 28 de novembro de 2022 pela banca examinadora constituída pelos professores:

Vidal Félix Navarro Torres
Orientador – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Enrique Munaretti
Membro externo – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Valdir Costa e Silva
Membro externo – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

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/C9D3-994E-3573-3A9D> 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/C9D3-994E-3573-3A9D> 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: C9D3-994E-3573-3A9D



Hash do Documento

DE73218618E21EDAFBD07F36C451A082F6B7CFD6BD0740D98B8EBA89DD0AF800

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 15/03/2023 é(são) :

Valdir Costa e Silva (Signatário) - em 09/03/2023 16:38 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: valdircostasilva@hotmail.com

Evidências

Client Timestamp Thu Mar 09 2023 16:38:25 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -12.99431681115356 Longitude: -38.52664788960834 Accuracy: 99

IP 186.203.157.178

Hash Evidências:

847E42D20432477A84468789CCF170A3BD81DB485F162FA7122B6D56BDB42B8C

Vidal Félix Navarro Torres (Signatário) - 275.950.565-00 em 07/03/2023 14:31 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

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

Evidências

Client Timestamp Tue Mar 07 2023 14:32:42 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -19.8307687 Longitude: -43.8470257 Accuracy: 13.082

IP 189.80.142.82

Hash Evidências:

613D12C2FD37F2924638DBCA9756A8EDD766DCF57A0392CCA48ACEA0FC9B7358

Enrique Munaretti (Signatário) - em 03/03/2023 12:39 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: enrique@nitro-rs.com.br

Evidências

Client Timestamp Fri Mar 03 2023 12:39:34 GMT-0300 (Brasilia Standard Time)

Geolocation Location not shared by user.

IP 179.219.49.21

Hash Evidências:

7EB061E9D296734CB001C86FF9ED527CC6E4B6159BB0D3A08804512EBC06D716



RESUMO

O desmonte de rochas é uma das principais etapas no processo de lavra. Em sua maior parte, é realizado através do uso de explosivos, prática reconhecida como a melhor opção para rochas que, devido às suas características, não podem ser escavadas mecanicamente. O processo do desmonte pode ser visualizado como um balanço de energia. Apenas 15 a 20% é utilizada para fragmentação, o restante da energia é perdida, sendo em torno de 40% em vibração e sobrepressão (CHOUDHARY et al., 2014). À medida que a vibração passa através de estruturas, induz vibrações nas mesmas, podendo induzir a ressonância em estruturas com frequências compatíveis à frequência das vibrações. Para o caso de vibrações de desmonte de rochas, os dados registrados e, utilizando técnicas estatísticas e computacionais, permitirão determinar a lei de propagação das vibrações para o tipo de terreno existente entre a cava e a estrutura de interesse, possibilitando calcular a carga explosiva máxima a detonar por retardo, ou espera, conhecida como CME, condicionado pela velocidade de vibração admissível relacionadas com a estabilidade de barragens. Buscou-se, através dessa pesquisa, caracterizar o comportamento dinâmico das rochas na zona da lavra e estruturas geotécnicas, a partir das vibrações induzidas pelo desmonte de rochas, com destaque para barragens de minério de ferro das operações do Complexo Ferrífero de Carajás, localizadas no estado do Pará, intensificando a atuação ativa através do uso de tecnologias e estudos e aprimorando os controles operacionais no escopo da gestão de segurança das barragens. O presente teste encontra-se nas atividades para estudo e classificação de potencial de alcance das vibrações em áreas de influência de estruturas sensíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Desmonte de rochas. Vibrações. Lei de atenuação. Segurança de barragens.

Fase da Cadeia: Mina

ABSTRACT

Rock blasting is one of the main steps in the mining process. For the most part, it is carried out through the use of explosives, a practice recognized as the best option for rocks that, due to their characteristics, cannot be mechanically excavated. The blasting process can be visualized as an energy balance. Only 15 to 20% is used for fragmentation, and the rest of the energy is lost, around 40% in vibration and overpressure (CHOUDHARY et al., 2014). As the vibration passes through structures, it induces vibrations in them and can induce resonance in structures with frequencies compatible with the frequency of the vibrations. In the case of rock blast vibrations, the recorded data and, using statistical and computational techniques, will make it possible to determine the vibration propagation law for the type of terrain existing between the pit and the structure of interest, making it possible to calculate the maximum explosive charge to detonate by delay, or wait, known as CME, conditioned by the allowable vibration velocity related to the stability of dams. Through this research, we sought to characterize the dynamic behavior of rocks in the mining area and geotechnical structures, based on vibrations induced by rock blasting, with emphasis on iron ore dams from the Carajás Iron Complex operations, located in the state of Pará, intensifying active action through the use of technologies and studies and improving operational controls in the scope of dam safety management. The present test is in the activities for the study and classification of the potential range of vibrations in areas of influence of sensitive structures.

KEYWORDS: Rock blasting; Vibrations; Attenuation Law; Dam safety.