

PRODUÇÃO TÉCNICA ITV MI

DESMONTE COM CONTROLE DE VIBRAÇÕES NA LAVRA DA MINA DE VIGA

Relatório de Consultoria

Vidal Félix Navarro Torres, ITV
Fabiano Veloso Ferreira, ITV
Diego Cardoso, Vale
Leandro Silveira, Vale
Rodrigo Gomes Louzada, Vale

Santa Luzia / MG
Novembro / 2020

Título: Desmonte com controle de vibrações na lavra da mina de viga	
PROD. TEC. ITV MI – N0038/2020	Revisão
Classificação: () Confidencial (X) Restrita () Uso Interno () Pública	01

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)

<p>T963d</p> <p>Torres, Vidal Félix Navarro Desmonte com controle de vibrações na lavra da Mina de Viga / Vidal Félix Navarro Torres ...[et al.] – Ouro Preto, MG: ITV, 2020.</p> <p>54 p.: il.</p> <p>1. Desmonte de Rochas. 2. Ondas Sísmicas. 3. Vibrações. 4. Aceleração. 5. Deslocamento. I. Ferreira, Fabiano Veloso. II. Cardoso, Diego. III. Silveira, Leandro. IV. Louzada, Rodrigo Gomes. V. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD.23. ed. 622.23</p>

Bibliotecária responsável: Nisa Gonçalves / CRB 2 – 525

RESUMO EXECUTIVO

O objetivo do estudo é contribuir com o entendimento do comportamento dinâmico do maciço rochoso local devido às ondas sísmicas induzidas pelo desmonte de rochas com explosivos na mina de Viga, a sua influência na infraestrutura da empresa CSN existente no lado Leste-Sul e Dique do Bichento IIIA localizada no lado Noroeste.

RESUMO

A metodologia aplicada ao estudo compreende a caracterização do comportamento das ondas sísmicas entre da mina e os locais alvo mediante uma sistemática medição de vibrações, aceleração e deslocamento picos nos pontos previamente definidos na fase de planejamento para em seguida realizar uma análise e interpretação da propagação das ondas vibratórias, validar com os dados medidos, comparar com padrões de vibrações nacionais e internacionais e finalmente desenvolver uma tecnologia própria para realizar desmonte de rochas com explosivos com proteção das estruturas e incomodidade humana relacionadas com a empresa CSN. Os resultados mostram uma grande assertividade nas previsões dos elementos vibratórios o que garante a doção de tecnologias de desmonte apresentadas, contribuindo a uma lavra com desmonte que inclui controle de vibrações na mina de Viga.

Palavras-chave: Desmonte de rochas. Ondas sísmicas. Vibrações. Aceleração. Deslocamento.

ABSTRACT

The methodology applied to the study comprises the behavior characterization of the seismic waves between the mine and the target sites by means of a systematic measurement of vibrations, acceleration and displacement peaks at the points previously defined in the planning phase to then carry out an analysis and interpretation of the vibrating waves propagation, validate with the measured data, compare with national and international vibration patterns and finally develop its own technology to dismantle rocks with explosives with protection of structures and human discomfort related to the company CSN. The results show a great assertiveness in the predictions of the vibratory elements, which guarantees the adoption of the dismantling technologies presented, contributing to a dismantling mine that includes vibration control in the Viga mine.

Keywords: Blasting. Seismic waves. Vibrations. Acceleration. Displacement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Histórico dos trabalhos de desmonte com controle de vibrações ITV.....	11
Figura 2 – Metodologia utilizada nos trabalhos do ITV-MI para trabalhos de controle de vibrações.....	13
Figura 3 – Localização relativa da mina Viga, escritórios e barramentos da CSN e os limites do município de Congonhas – MG.....	14
Figura 4 – Geologia local da mina Viga.....	15
Figura 5 – Secções de estudo geológico da minha Viga.....	16
Figura 6 – Seção 7 - Geologia mina Viga SE-NW.....	16
Figura 7 – Sismógrafo Micromate da Instantel e especificações gerais	18
Figura 8 – Alocação de sismógrafos e detonações monitoradas	20
Figura 9 – Dispersão geral de dados PVS x Distância.....	21
Figura 10 – Histograma das frequências associadas às vibrações induzidas pelas detonações na mina Viga.....	21
Figura 11 – Gráfico PVSxDxQ obtido via LabFit® para a campanha de monitoramento na mina Viga, sentido CSN.....	23
Figura 12 – Gráfico PVSxDxQ obtido via LabFit® para a campanha de monitoramento na mina Viga, sentido Dique do Bichento IIIA (pilha norte).....	23
Figura 13 – Propagação das ondas vibratórias em direção a CSN para carga máxima de 65 kg por espera	26
Figura 14 – Propagação das ondas vibratórias em direção do Dique do Bichento IIIA para carga máxima de 65 kg por espera.....	27
Figura 15 – Comportamento da carga máxima admissível em função da distância para a proteção das instalações de CSN	31

Figura 16 – Comportamento da carga máxima admissível em função da distância para a proteção do Dique do Bichento IIIA.....	32
Figura 17 – Maciço de proteção e área crítica para desmonte com uso de air deck com referência ao limite da cava.....	33
Figura 18 – Plano de fogo controlado com air deck intermédio	34
Figura 19 – Distância entre o limite da cava da mina de Viga e o Barramento	36
Figura 20 – Avaliação da situação do incomodidade da população da comunidade de Congonhas com o nível vibratório causado pelos desmonte na mina de Viga	37
Figura 21 - Plano de fogo desmonte: L4_202_012_R00 realizado em 01/11/2019.....	44
Figura 22 - Monitoramento dia 28/08/2020 - 6D – 1215.....	45
Figura 23 - Monitoramento dia 16/09/2020 - 5C – 1205.....	45
Figura 24 - Monitoramento dia 18/09/2020 – 7A – 1209	45
Figura 25 - Monitoramento dia 22/09/2020 - 5C – 1204.....	46
Figura 26 - Monitoramento dia 25/09/2020 – 5C – 1209	46
Figura 27 - Monitoramento dia 29/09/2020 – 4B – 1156	46
Figura 28 - Monitoramento dia 02/10/2020 - 5C – 1204.....	47
Figura 29 - Monitoramento dia 09/10/2020 - 5B -1216	47
Figura 30 - Monitoramento dia 13/10/2020 – 5C – 1298	48
Figura 31 - Monitoramento dia 26/08/2020 – 4B – 1192	48
Figura 32 - Exemplo de relatório de sismografia para o ponto 28.08_6 localizado na área administrativa da CSN.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros dos desmontes monitorados	19
Tabela 2 – Parâmetros empíricos típicos para diferentes litologias.....	24
Tabela 3 – Leis de atenuação de vibrações das velocidades pico de partículas PPVs.....	25
Tabela 4 – Limites de velocidade pico de partícula para vibrações em edificações segundo a norma NBR:9653.....	27
Tabela 5 – Valores limite recomendados para a velocidade de vibração (pico) em mm/s, norma NP 2074:2015.....	28
Tabela 6 - Limites máximos de vibração originadas de detonações para conforto humano...	29
Tabela 7 - Limites máximos de pressão acústica originadas de detonações, para conforto humano, segundo.	29
Tabela 8 – Cargas máximas por espera e nível de vibrações atingidas	32
Tabela 9 – Elementos geométricos e distribuição da carga explosiva e air deck na zona crítica A2.....	34
Tabela 10 - Valores de profundidade média, diâmetro, quantidade de furos, afastamento, espaçamento, tampão e CME dos desmontes com utilização de detonação eletrônica.	44
Tabela 11 - Dados pós-processamento de vibrações	49
Tabela 12 - Dados pós-processamento de vibrações (aceleração, deslocamento de partícula e pressão acústica)	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVOS GERAIS	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	12
3 METODOLOGIA	12
3.1 MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.2 DESCRIÇÃO DA MINA VIGA.....	14
3.3 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMECÂNICA LOCAL.....	15
3.4 MEDIÇÕES DOS PARÂMETROS SÍSMICOS <i>IN SITU</i>	17
4 CARACTERIZAÇÃO DAS PROPAGAÇÃO DAS ONDAS VIBRATÓRIAS	20
4.1 RESULTADOS GERAIS DE VIBRAÇÕES E FREQUÊNCIAS	20
4.2 LEI DE ATENUAÇÃO DE VIBRAÇÕES	22
5 CARACTERIZAÇÃO DA PROPAGAÇÃO DAS ONDAS VIBRATÓRIAS	26
6 DETERMINAÇÃO DA CARGA MÁXIMA POR ESPERA	27
6.1 PADRÕES DE ESTRUTURAS FÍSICAS E DE INCOMODIDADE HUMANA	27
6.2 CARGA MÁXIMA ADMISSÍVEL POR ESPERA.....	30
7 DESMONTE CONTROLADO PARA PROTEÇÃO DAS INSTALAÇÕES DA CSN 32	
7.1 MACIÇO DE PROTEÇÃO, A1, ENTRE A CAVA FINAL E AS INSTALAÇÕES DA CSN....	33
7.2 DESMONTE CONTROLADO NA LAVRA DO LIMITE DA CAVA E ATÉ 30M, A2, NO SENTIDO DAS FRENTE DE LAVRA.....	34

7.3 DESMONTE CONTROLADO EM ÁREAS DEPOIS DE 30M, A3, NO SENTIDO DAS FRENTE DE LAVRA	35
7.4 DESMONTE COM CONTROLE DE VIBRAÇÕES PARA PROTEÇÃO DO DIQUE DO BICHENTO IIIA	35
8 ESTIMATIVA RELIMINAR DO NÍVEL VIBRATÓRIO NO BARRAMENTO SUDESTE E COMUNIDADE DE CONGONHAS	36
9 CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE A - DADOS DE PLANOS DE FOGO	43
APÊNDICE B - FOTOS DE PONTOS DE MONITORAMENTO	45
APÊNDICE C - DADOS PÓS-PROCESSADOS DO MONITORAMENTO	49
APÊNDICE D - RELATÓRIO DE SISMOGRAFIA	54