

Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico

2



Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico

2



Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Geociências: desenvolvimento científico, tecnológico e econômico 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Luis Ricardo Fernandes da Costa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G342 Geociências: desenvolvimento científico, tecnológico e econômico 2 / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0743-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.430220411>

1. Geociências. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da (Organizador). II. Título.

CDD 550

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

É com muito prazer que apresentamos a obra “Geociências: Desenvolvimento científico, tecnológico e econômico 2”, que apresenta uma série de doze artigos com diferentes propostas de análise espacial, com ênfase em estudos aplicados ou de cunho metodológico.

A obra é composta por trabalhos voltados para as geociências e que abordam diferentes perspectivas, desde análises voltadas para a dinâmica das geociências, passando pela importância dos estudos de impacto ambiental em áreas urbanas, além de estudos em bacias de sedimentação, mineração e impactos de inundações em diferentes ambientes.

Como destaque, cabe ressaltar a aplicabilidade em diferentes contextos e realidades no país. Diante dos desafios e atual conjuntura da ciência brasileira, a presente obra é uma possibilidade e esforço de divulgação de trabalhos com diferentes abordagens e perspectivas de análise nas esferas das geociências.

Convidamos a todos os leitores a percorrer pelo sumário e conferir o novo volume para essa coleção, com possibilidades de expansão e disseminação nos próximos trabalhos da área.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A PERSPECTIVE FOR GEOSCIENCE EDUCATION TO IMPROVE THE FUTURE OF HUMANITY

Guilherme O. Estrella

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204111>

CAPÍTULO 2..... 12

ALTERAÇÕES GEOMÓRFICAS COSTEIRAS ENTRE ANCHIETA E GUARAPARI, NO ESPÍRITO SANTO, APÓS IMPLANTAÇÃO DO E UBUOS DA COSTA DE ANCHIETA A ABRANGE TRECHO QUE VAI DE ANCHIETA AT SITIVOS DESTESTERMINAL PORTUÁRIO DE UBÚ DA SAMARCO MINERAÇÃO

Roberto José Hezer Moreira Vervloet

Pablo Merlo Prata

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204112>

CAPÍTULO 3..... 40

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ESTABILIZAÇÃO MECÂNICA FÍSICO-GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS DA FORMAÇÃO CABO PARA APLICAÇÃO EM OBRAS DE ENGENHARIA

Eduardo Jorge Nunes Cavalcanti

Anderson José da Silva

Cecília Maria Mota Silva Lins

Samuel França Amorim

Eduardo Antonio Maia Lins

Túlio Pedrosa de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204113>

CAPÍTULO 4..... 52

CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO MOXOTÓ, COMO INDICADOR DE AUMENTO NA EMISSÃO DE CO₂ NUM AMBIENTE DE SEMIÁRIDO

Sávio Barbosa dos Santos

Ailton Feitosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204114>

CAPÍTULO 5..... 67

CONJUNTURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES DO GRUPO BALSAS NA PROVÍNCIA PARNAÍBA

Cláudio José da Silva de Sousa

Laura Martins Mendes

Paula Fernanda Massetti de Lima

Maria Eduarda da Silva Martins

Karina Suzana Feitosa Pinheiro

Daniel de Lima Nascimento Sório

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204115>

CAPÍTULO 6..... 77

CURSO DE EXTENSÃO NA ÁREA DE MINERAÇÃO: O CASO DA COMUNIDADE QUILOMBOLA SUMIDOURO (QUEIMADA NOVA-PI)

Messias José Ramos Neto
Naedja Vasconcelos Pontes
Flávia Bastos Freitas
Wladmir José Gomes Florêncio
Francielson Da Silva Barbosa
Ijan de Carvalho Silva
James Elemieverson Carvalho Oliveira
Alexandre Souza Rodrigues
Vinicius Igor Albuquerque Batista de Araújo
João Paulo Araújo Pitombeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204116>

CAPÍTULO 7..... 87

ESTUDO DE LIQUEFAÇÃO EM PILHAS DE REJEITO: ELABORAÇÃO DE UM MODELO FÍSICO REDUZIDO PARA ILUSTRAÇÃO DO FENÔMENO

Luísa de Andrade Araújo
Rafael Mendonça Carvalhais
Renata Pereira Gomes
Rodrigo Augusto Rodrigues Alves
Sofia Martins Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204117>

CAPÍTULO 8..... 99

USO DAS FERRAMENTAS DO QGIS NA COMPILAÇÃO E VISUALIZAÇÃO ESPACIAL DE DADOS DO MERCADO IMOBILIÁRIO

Bruno Pereira Correia
Daniella Rodrigues Tavares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204118>

CAPÍTULO 9..... 111

EXPLOSÃO E FRAGMENTAÇÃO DA ROCHA DURANTE IMPACTO EM EVENTO DE QUEDA DE BLOCOS – O CASO BANQUETE / RJ

Paulo Pinheiro Castanheira Neto
Armando Prestes de Menezes Filho
Rogério Luiz Feijó

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204119>

CAPÍTULO 10..... 122

INFLUÊNCIA DE ONDAS SÍSMICAS GERADAS POR DESMONTES DE ROCHA EM BARRAGEM DE MINERAÇÃO

Sebastião Longino. Silva
Márcio Fernandes Leão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.43022041110>

CAPÍTULO 11	131
UM BREVE HISTÓRICO DE EPISÓDIOS DE INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS NA ÁREA CENTRAL DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO E AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE DRENAGEM URBANA	
Fernanda Figueiredo Braga	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.43022041111	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	144
ÍNDICE REMISSIVO.....	145

INFLUÊNCIA DE ONDAS SÍSMICAS GERADAS POR DESMONTES DE ROCHA EM BARRAGEM DE MINERAÇÃO

Data de aceite: 01/11/2022

Sebastião Longino. Silva

Pós-graduando, Instituto Minere, Belo Horizonte, Brasil

Márcio Fernandes Leão

Orientador, IBMEC-BH, Belo Horizonte, Brasil

RESUMO: Embora quase todo o território brasileiro esteja localizado em áreas com baixa sismicidade, obras importantes que de alguma forma podem afetar vidas humanas, melhorias e / ou meio ambiente, precisam determinar qual é a ameaça sísmica de sua área de localização, como uma forma de projetar estruturas capazes de suportar as tensões impostas pelas vibrações causadas pelos terremotos. O presente trabalho tem como objetivo verificar a influência das vibrações no desmonte a explosivos próximo a uma comunidade. Inicialmente, os dados foram coletados em uma mineradora por meio de monitoramento em diferentes pontos. Em seguida, os acelerogramas produzidos foram analisados a fim de avaliar o impacto das exigências atuais das normas brasileiras em vigor para esse fim, considerando as condições geológicas e geotécnicas do local em questão. Espera-se que os resultados ajudem na estabilidade das estruturas existentes em regiões de clima tropical, como o Brasil, ou seja, em regiões consideradas de baixa sismicidade e com poucos estudos relacionados ao assunto. Assim, este artigo pretende contribuir secundariamente com estudos de risco sísmico não só em barragens,

como também em outras estruturas mineiras, de forma a prevenir catástrofes derivadas desta natureza.

PALAVRAS-CHAVE: Desmonte, barragem, sismografia.

INFLUENCE OF SEISMIC WAVES GENERATED BY ROCK DISASSEMBLY IN MINING DAM

ABSTRACT: Although almost the entire Brazilian territory is located in areas with low seismicity, important works that can somehow affect human lives, improvements and/or the environment, need to determine what is the seismic threat of their location area, as a way of projecting structures capable of withstanding the stresses imposed by vibrations caused by earthquakes. The present work aims to verify the influence of vibrations on blasting explosives close to a community. Initially, data were collected at a mining company through monitoring at different points. Then, the accelerograms produced were analyzed in order to assess the impact of the current requirements of the Brazilian standards in force for this purpose, considering the geological and geotechnical conditions of the location in question. It is expected that the results will help in the stability of existing structures in regions with a tropical climate, such as Brazil, that is, in regions considered to have low seismicity and with few studies related to the subject. Thus, this article intends to contribute secondarily with seismic risk studies not only in dams, but also in other mining structures, in order to prevent catastrophes arising from this nature.

KEYWORDS: Disassembly, dam, seismography.

1 | INTRODUÇÃO

Em atividades de desmonte do maciço rochoso pelo uso de explosivos, busca relacionar a tensão de ruptura por tração com a tensão induzida de compressão no maciço rochoso. Para que seja desencadeada a fragmentação, desprendimento ou mesmo o desmonte, é fundamental que a tensão de ruptura da rocha seja vencida. O processo de detonação, a partir de uma carga explosiva no interior de um furo previamente aberto, induz alterações em determinado volume do maciço adjacente a esse furo. A compreensão do mecanismo de ruptura da rocha permite, pelo seu conhecimento, potenciar o efeito da ação do explosivo e simultaneamente ajustar os parâmetros do diagrama de fogo ao objetivo granulométrico adequado à execução da obra (Silva, 2014). A existência de uma onda de choque de elevada temperatura, associada à expansão dos gases da explosão libertados a elevadas pressões, cria no maciço rochoso um campo de tensões que vão originar o fraturamento ou aproveitar outras descontinuidades já existentes para o enfraquecer provocando o seu desmonte (Esteves, 1993). A ruptura ocorre no maciço rochoso quando a tensão induzida pela onda de choque e pela expansão de gases ultrapassa inicialmente a resistência à compressão, provocando por pulverização o aumento do diâmetro do furo e induzindo a criação de fendas. Posteriormente, ultrapassando a resistência à tração da rocha, provoca a sua ruptura e fragmentação (López Jimeno et al., 1991; 1995; Gomes et al., 2008).

O presente trabalho teve por objetivo verificar a influência de vibrações de desmontes a explosivos próximo a estruturas, que podem ser prédios residenciais/ industriais ou estruturas particulares, como barragem de água ou rejeitos. Barragens são caracterizadas como elementos estruturais, construídas de maneira transversal à direção de escoamento de um curso d'água, criando-se um reservatório artificial de acumulação de água ou rejeitos de mineração. As informações obtidas são discutidas a partir de norma brasileira e internacional. O caso em estudo contempla a área de extração de gnaiss para fabricação de brita da Empresa de Mineração Estrela Ltda, localizada no bairro Tribobó em São Gonçalo – RJ, a 33 quilômetros do centro da cidade do Rio de Janeiro. Essa área está inserida em um núcleo urbano organizado onde existe toda infraestrutura necessária às habitações, conforme apresentado na figura 1.



Figura 1. Localização da área em estudo.

2 | METODOLOGIA

• Monitoramento Sismográfico

Ao longo dos anos 2017 e 2018 foram realizadas 11 medições sismográficas de desmontes a explosivos na área em estudo. Os desmontes foram executados em frentes de lavra distintas e efetuado a captação das ondas sísmicas em pontos distintos no entorno da mineração próximos a comunidade Tribobó. Esses monitoramentos estão identificados como eventos de desmontes (E1D) e eventos de monitoramentos (E1M) relacionados na tabela 1.

Dados dos Monitoramentos						
Data	Ponto do Desmonte			Ponto de Monitoramento		
	Evento	Latitude	Longitude	Evento	Latitude	Longitude
10/07/2017	E1D	22°51'43,70"	42°59'02,10"	E1M	22°51'45,20"	42°59'20,80"
26/09/2017	E2D	22°51'43,70"	42°59'02,10"	E2M	22°51'45,20"	42°59'20,80"
01/11/2017	E3D	22°51'41,20"	42°59'10,60"	E3M	22°52'01,00"	42°59'25,90"
07/12/2017	E4D	22°51'43,70"	42°59'14,60"	E4M	22°52'07,20"	42°59'04,80"
20/12/2017	E5D	22°51'41,90"	42°59'13,20"	E5M	22°52'11,90"	42°59'19,70"
03/01/2018	E6D	22°51'47,40"	42°59'09,20"	E6M	22°51'59,30"	42°59'21,10"
20/02/2018	E7D	22°51'42,30"	42°59'03,10"	E7M	22°52'07,60"	42°59'04,20"
09/03/2018	E8D	22°51'43,30"	42°59'08,40"	E8M	22°51'56,30"	42°59'31,50"
13/04/2018	E9D	22°51'47,10"	42°59'14,80"	E9M	22°52'01,90"	42°59'06,40"

18/05/2018	E10D	22°51'49,90"	42°59'15,20"	E10M	22°51'51,70"	42°59'25,70"
04/12/2018	E11D	22°51'42,50"	42°59'07,30"	E11M	22°52'06,40"	42°59'05,90"

Tabela 1. Identificação dos eventos.

Nos desmontes, foram utilizadas cargas de emulsão explosiva distribuídas nos furos conforme plano de fogo específico e padronizado da mineradora, mantendo carga por espera entre 60 e 125 Kg e tempo entre esperas de 9 a 25 milissegundos.

O monitoramento da vibração e da pressão acústica geradas na operação de desmonte de rocha, com a utilização de explosivos e acessórios, realizado no empreendimento, foi efetuado com a utilização de sismógrafo de engenharia, modelo 3.000EZ+ da marca Geosonics (figura 2), possuindo as seguintes características: equipamento digital, com corpo receptor que capta, processa e registra os sinais recebidos, contendo um geofone externo com três canais de registro sísmicos dispostos tri-ortogonalmente; e um microfone para registro de sobrepressão atmosférica. O seu transdutor de velocidade tem resposta de frequência de 4 Hz a 125 Hz e realiza medição de intensidade de velocidade de vibração de partícula no intervalo de 0,5 a 100 mm/s.



Figura 2. Posicionamento do sismógrafo nos monitoramentos.

Para cada evento, foram gerados pelo equipamento, relatórios para atender às normas DIN 4150 (figura 3) e ABNT NBR 9653- 2018 (figura 4).

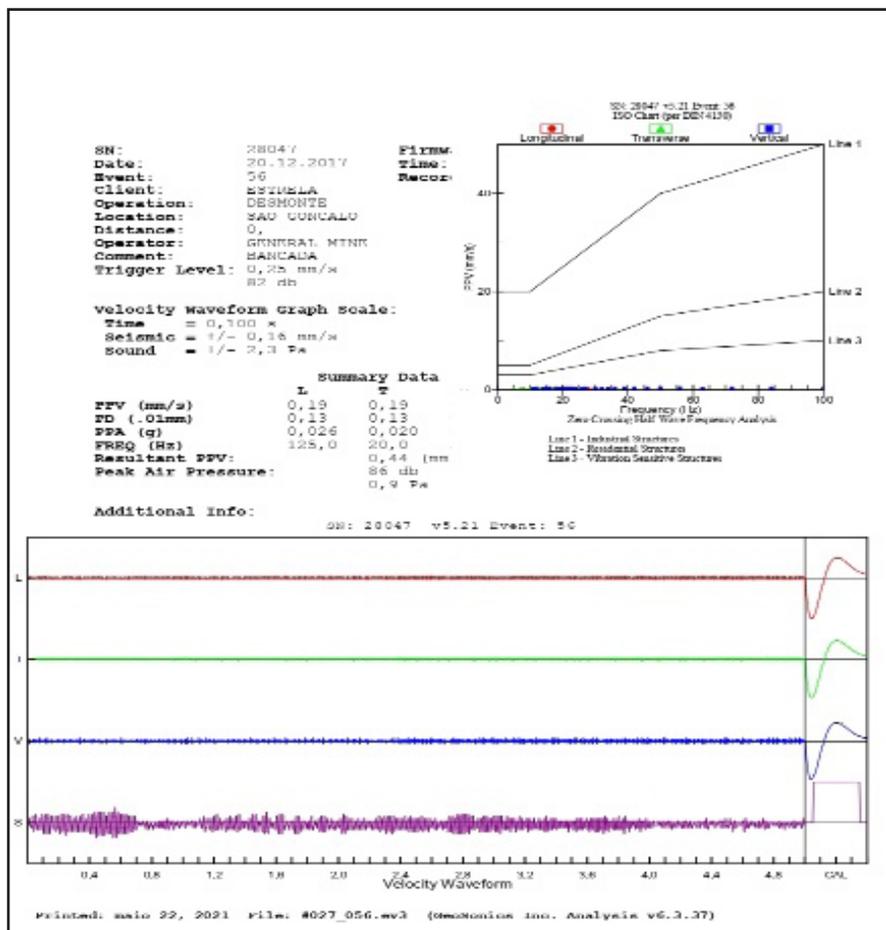


Figura 3. Sismograma conforme DIN 4150.

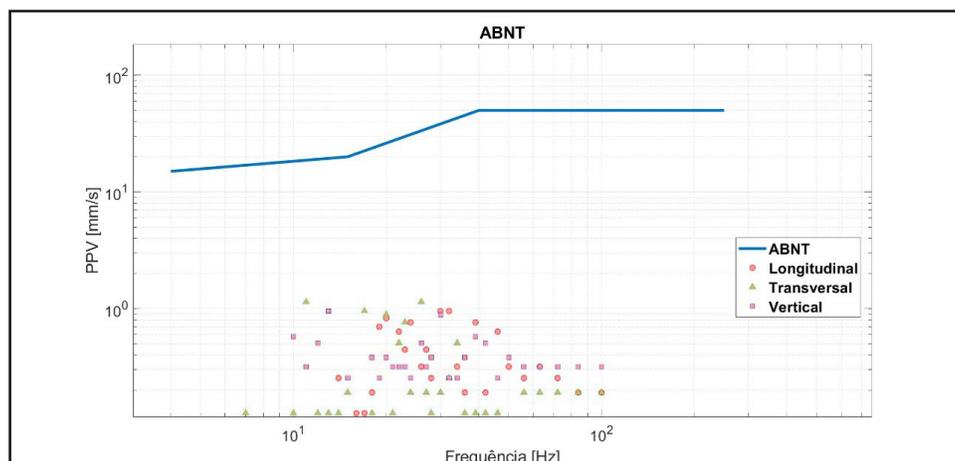


Figura 4. Sismograma conforme ABNT NBR 9653.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para análise e interpretação, os dados compilados dos relatórios foram dispostos na tabela 2 e tabela 3.

Resultados dos Monitoramentos Sismográficos						
Data do evento	10/07/2017	26/09/2017	01/11/2017	07/12/2017	20/12/2017	03/01/2018
Hora da medição	12:45	12:34	13:37	12:09	12:45	13:14
Local da detonação (Datum WGS84) Latitude	22° 51' 43,7"	22° 51' 43,3"	22° 51' 41,2"	22° 51' 43,7"	22° 51' 41,9"	22° 51' 47,4"
Longitude	42° 59' 02,1"	42° 59' 08,4"	42° 59' 10,6"	42° 59' 14,6"	42° 59' 13,2"	42° 59' 09,2"
Ponto de monitoramento (Datum WGS84) Latitude	22° 51' 45,2"	22° 51' 45,2"	22° 52' 01,0"	22° 52' 07,2"	22° 52' 11,9"	22° 51' 59,3"
Longitude	42° 59' 20,8"	42° 59' 20,8"	42° 59' 25,9"	42° 59' 04,8"	42° 59' 19,7"	42° 59' 21,1"
Distância entre monitoramento e detonação (m)	648,39	532,63	744,00	775,00	935,00	503,00
Valor de pico da velocidade de partícula em L (mm/s)	0,64	2,67	0,25	0,19	0,19	0,95
Valor d e pico da velocidade de partícula em T (mm/s)	0,70	1,52	0,19	0,19	0,19	1,14
Valor de pico da velocidade de partícula em V (mm/s)	0,57	3,05	0,32	0,32	0,38	0,95
Valor de pico da aceleração de partícula em L (g)	0,026	0,059	0,033	0,026	0,026	0,033
Valor de pico da aceleração de partícula em T (g)	0,020	0,039	0,020	0,026	0,020	0,026
Valor de pico da aceleração de partícula em V (g)	0,046	0,091	0,039	0,039	0,046	0,039
Valor de Pico do deslocamento de partícula em L (.01mm)	0,93	1,84	0,15	0,17	0,13	0,72
Valor de Pico do deslocamento de partícula em T (.01mm)	0,83	0,97	0,20	0,08	0,13	0,97
Valor de Pico do deslocamento de partícula em V (.01mm)	0,44	1,94	0,20	0,23	0,25	0,79
Valor da frequência associada ao pico da veloc. em L (Hz)	16,7	25,0	62,5	55,6	125,0	31,3
Valor da frequência associada ao pico da veloc. em T (Hz)	18,5	31,3	35,7	21,7	20,0	10,4
Valor da frequência associada ao pico da veloc. em V (Hz)	17,9	26,3	55,6	55,6	55,6	12,8
Resultante de pico da veloc. de vibração de partícula(mm/s)	0,89	3,24	0,38	0,38	0,44	1,33
Pressão acústica linear (dB(L))	119,00	129,00	101,00	84,00	86,00	125,00

Tabela 2. Compilação de dados dos desmontes julho/2017 a janeiro/2018.

Resultados dos Monitoramentos Sismográficos					
Data do evento	20/02/2018	09/03/2018	13/04/2018	18/05/2018	04/12/2018
Hora da medição	13:14	12:10	12:11	11:59	12:05
Local da detonação (Datum WGS84) Latitude	22° 51' 42,3"	22° 51' 43,3"	22° 51' 47,1"	22° 51' 49,9"	22° 51' 42,5"
Longitude	42° 59' 03,1"	42° 59' 08,4"	42° 59' 14,8"	42° 59' 15,2"	42° 59' 07,3"
Ponto de monitoramento (Datum WGS84) Latitude	22° 52' 07,6"	22° 51' 56,3"	22° 52' 01,9"	22° 51' 51,7"	22° 52' 06,2"
Longitude	42° 59' 04,2"	42° 59' 31,5"	42° 59' 06,4"	42° 59' 25,7"	42° 59' 05,9"
Distância entre monitoramento e detonação (m)	776,00	772,00	515,00	303,00	739,00
Valor de pico da velocidade de partícula em L (mm/s)	0,57	0,76	0,64	0,25	1,14
Valor de pico da velocidade de partícula em T (mm/s)	0,51	0,83	0,57	0,19	1,14
Valor de pico da velocidade de partícula em V (mm/s)	0,44	0,51	0,76	0,32	0,76
Valor de pico da aceleração de partícula em L (g)	0,026	0,046	0,104	0,033	0,039
Valor de pico da aceleração de partícula em T (g)	0,020	0,052	0,104	0,026	0,052
Valor de pico da aceleração de partícula em V (g)	0,390	0,039	0,124	0,039	0,046
Valor de Pico do deslocamento de partícula em L (.01mm)	0,46	0,72	0,17	0,13	1,09
Valor de Pico do deslocamento de partícula em T (.01mm)	0,46	0,52	0,24	0,20	1,08
Valor de Pico do deslocamento de partícula em V (.01mm)	0,30	0,43	0,19	0,19	0,76
Valor da frequência associada ao pico da veloc. em L (Hz)	22,7	23,8	250	250	35,7
Valor da frequência associada ao pico da veloc. em T(Hz)	20,8	19,2	250	55,6	20,8
Valor da frequência associada ao pico da veloc. em V (Hz)	20	55,6	250	55,6	15,6
Resultante de pico da veloc. de vibração de partícula(mm/s)	0,76	1,14	1,14	0,44	1,52
Pressão acústica linear (dB(L))	111,00	127,00	86,00	100,00	113,00

Tabela 3. Compilação de dados dos desmontes de fevereiro/2018 a dezembro/2018.

Deve-se considerar que os riscos de ocorrência de danos induzidos por vibrações no terreno devem ser avaliados levando-se em consideração a magnitude e frequência de vibração de partícula. A energia liberada pela detonação de explosivos, transmitida ao maciço e não absorvida na fragmentação e lançamento de sua parcela sujeita ao desmonte provoca perturbações que manifestam pela movimentação de suas partículas em torno de sua posição de equilíbrio. Essa movimentação de partículas é transmitida àquelas situadas em seu entorno sucessivamente, causando a propagação da onda no maciço. Manifesta-se como ondas compressivas às quais seguem ondas secundárias ou cisalhantes; a interação em interfaces com o ar gera ondas sísmicas. A propagação das ondas sísmicas é afetada na intensidade pela energia liberada na fonte, distância percorrida característica do meio, tipo de onda, frequência, ângulo de incidência, com interfaces entre meios distintos, e descontinuidades existentes. Vibrações são decorrentes das respostas do maciço às perturbações e quantificadas através do deslocamento, aceleração e velocidade da partícula.

Analisando os resultados obtidos nos monitoramentos e comparando com valores previstos nas normas ABNT NBR 9653 - 2018 e DIN 4150, conclui-se que os desmontes realizados na Pedreira, com os planos de fogo aplicados, não geram velocidades de pico de vibração de partícula que possam causar danos a quaisquer tipos de estrutura dentro da área destacada na Figura 1.

Observa-se que os valores de resultante de pico obtidas nos 11 eventos (tabela 2), variaram de 0,38mm/s com frequência de 62,5 Hz a 3,24mm/s com frequência de 31,3 Hz. Sendo que todos estão abaixo dos valores indicados para referência, linha 3 conforme a norma DIN 4150, que é a faixa de estruturas mais sensível a vibrações e abaixo também da norma brasileira, vide figuras 3 e 4.

É importante ressaltar que a norma nacional não faz referência ao tipo de estrutura monitorada, como a norma alemã, que antes da definição dos valores máximos de vibração de partícula, dividem e classificam os tipos de estruturas sendo mais conservadora quanto a magnitude da velocidade de pico de partícula e frequência.

4 | CONCLUSÕES

Nos eventos monitorados os valores de velocidade de pico de partícula estão dentro da faixa de frequência estabelecida pela NBR-9653 e DIN 4150, portanto, considera-se, que não existe a possibilidade de ocorrência de danos às estruturas que venham a ser construídas dentro da área em destaque. Assim, é possível agregar o conhecimento internacional acerca das vibrações em estruturas internacionais às práticas brasileiras.

AGRADECIMENTOS

Ao Rafael Halfeld, eng. da Empresa de Mineração Estrela pela disponibilização dos

dados; ao meu orientador Prof Márcio Leão, pelas orientações e correções deste trabalho; Aos meus filhos que me ajudaram nessa tarefa e especialmente a minha saudosa esposa Eneida, que sempre me incentivou.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Norma técnicas. NBR 9653. Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. 2018. Rio de Janeiro, RJ, 16 p..

Deustsche Norm DIN 4150 3 Structural vibration in buildings – effects on structures. 1986

Esteves J.M., 1993. Controlo de vibrações provocadas por explosões na indústria da construção. LNEC, Lisboa. 108 pp.

Gomes L., Galiza A. & Vieira A., 2008. Desmonte de Maciços Rochosos I - Versão 2007/2008. ISEP, Porto, pp. 167. (Texto não publicado).

López Jimeno, C., López Jimeno, E., Manglano Alonso, S., Toledo Santos, J.M., 1991. Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto. Cartografía Madrid, S.A., pp. 139-162.

López Jimeno C., López Jimeno E. & Carcedo F.J.A., 1995. Drilling and blasting of rocks. A.A. Balkema, Taylor & Francis Group, Rotterdam, 400 pp.

Silva, D.J.M. Cartografia de zonamento geotécnico no apoio ao planeamento e valorização da exploração do georrecurso: o caso do maciço rochoso da Curviã (Joane). ISEP, 133pp., 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aprendizagem 77, 79, 82, 83, 85

Avaliação de imóveis 99, 100, 110

B

Bacia hidrográfica 52, 55, 56, 57

Banco de dados 56, 57, 68, 99, 101, 102, 105, 107

Barragem 87, 88, 90, 98, 122, 123

C

Capacitação 77, 81, 83, 84

D

Desmonte 122, 123, 124, 125, 129, 130, 134

DNOCS 56

Drenagem urbana 131, 134, 139, 140, 141

E

Economic 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11

EMBRAPA 54, 56, 65, 66

Emissão de CO₂ 52, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 64

Ensino 77, 78, 79, 85, 121

Equilíbrio estático 12, 35, 36

Estabilidade de maciços 87

Estabilização Físico-Granulométrica 41

Explosão das rochas 111

F

Fibras de polipropileno 40, 41, 42, 43, 44, 46, 50, 51

Formação cabo 40, 42, 43

Fragmentação de rochas 111

G

Geology 1, 7, 8, 9, 10, 38, 39

Grupo balsas 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76

H

Human 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 65, 86, 122

I

Inundações 2, 131, 132, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141

L

Liquefação 87, 88, 91, 93, 94, 96, 97, 98

M

Mecânica das rochas 111

Melhoramento mecânico 41, 50

Morfodinâmica 12, 13, 14, 24, 33, 37, 38

N

Nature 2, 5, 122

P

Percolação de água 111, 114

Pó de pedra 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50

Potencial hidrogeológico 67, 68, 69

Província Parnaíba 67, 68, 69, 71, 72, 76

Q

Queda de blocos 111, 117

R

Rejeito 87, 88, 91, 92, 94, 97, 98

S

Semiárido 52, 55, 56, 64, 66

Sismografia 122

Sistema de informação geográfica 67, 99, 100

Social behavior 4

T

Teresina 86, 99, 101, 102, 110

Terminal portuário 12, 14, 22, 27, 33, 34, 35, 39

Transporte sedimentar 12, 27

U

Uso do solo 53, 68

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico

2



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico

2

