

Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico

2



Atena
Editora
Ano 2022

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

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

Data de aceite: 01/11/2022

Paulo Pinheiro Castanheira Neto

Professor, UERJ, Rio de Janeiro, Brasil

Armando Prestes de Menezes Filho

Professor, UERJ, Rio de Janeiro, Brasil

Rogério Luiz Feijó

Professor, UERJ, Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO: O presente trabalho aborda evento de queda de blocos em Banquete, estado do Rio de Janeiro. Este caso consiste na queda de um grande bloco de rocha, massa estimada em 250 ton, que explodiu no instante do impacto sobre tálus arborizado, resultando na fragmentação da rocha em dimensões aleatórias e com trajetórias variadas, com atingimento de uma residência afastada 444m do talude de ocorrência por um fragmento de 2Kg da rocha. A análise do fenômeno consistiu no interessante processo de obtenção exata do perfil do talude, através da utilização do programa MeshLab, traduzindo graficamente a nuvem de pontos fornecida pela imagem captada por um drone, seguida de adaptações necessárias para possibilitar ajustes finos no Autocad 2019 e análise final do processo de queda pelo programa RocFall 6.0. Durante a investigação, constatou-se presença de bloco preteritamente quedado, que não explodiu após impacto com o tálus. A metodologia da pesquisa demonstrou que o tálus arborizado amorteceu o impacto do primeiro bloco e, conseqüentemente, apontou-o como principal

agente catalizador da explosão do evento em análise, oferecendo dureza, ângulo de impacto e geometria imprescindíveis para a explosão tão devastadora. Energias semelhantes acumuladas na queda se desdobraram diferentemente nas restituições pós impacto em cada caso.

PALAVRAS-CHAVE: Mecânica das Rochas, Percolação de Água, Queda de Blocos, Fragmentação de Rochas, Explosão das Rochas.

ABSTRACT: The present work addresses a rock fall event in Banquete, state of Rio de Janeiro. This case consists of the fall of a large block of rock, mass estimated at 250 tons, which exploded at the instant of impact on wooded talus, resulting in the fragmentation of the rock in random dimensions and with varied trajectories, with achievement of a residence 444m away from the occurrence slope by a fragment of 2Kg of the rock. The analysis of the phenomenon consisted of the interesting process of accurate obtaining the slope profile, through the use of the MeshLab program, graphically translating the point cloud provided by the image captured by a drone, followed by adaptations necessary for enable fine adjustments in AutoCAD 2019 and final analysis of the fall process by the RocFall 6.0 program. During the investigation, it was found to be the presence of a preterely falling block, which did not explode after impact with the talus. The research methodology showed that the wooded talus dampened the impact of the first block and consequently pointed it as the main catalyst agent of the explosion of the event under analysis, offering hardness, angle of impact and geometry essential for such a devastating explosion. Similar

energies accumulated in the fall unfolded differently in post-impact restitution in each case.

KEYWORDS: Rock Mechanics, Water Percolation, Rock Falls, Rock Fragmentation, Rock Blasting.

1 | INTRODUÇÃO

Em Abril de 2018 uma denúncia reportada à SUBPERD – Secretaria de Prevenção e Erradicação de Riscos e Desastres do Governo do Estado do Rio de Janeiro - relatava a ocorrência de uma “chuva de pedras” durante a madrugada no Distrito de Banquete, Município de Bom Jardim.

Uma equipe de profissionais foi enviada ao local e a análise preliminar indicou evento de natureza Geológica-Geotécnica rara, sendo que investigações seguintes realizadas definiram como fonte da referida “chuva de pedras” uma queda de bloco ocorrida em um talude rochoso das proximidades.

O que chamou atenção nesta análise foi o fato de o referido talude distar aproximadamente 444m do ponto de impacto na casa mais prejudicada, atingida por um fragmento de 2Kg que caiu sobre a cobertura da cozinha.

O presente artigo busca confirmar a possibilidade do referido fragmento cumprir trajetória tão longa, originário da queda de bloco em análise e as condições para tanto.

2 | AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO EVENTO

2.1 Localização

Banquete é um Distrito do Município de Bom Jardim-RJ, com população estimada pelo IBGE de 27.269 habitantes, região serrana com altitude média de 574m e distante aproximadamente 20 Km de Nova Friburgo.

O evento do presente estudo ocorreu na região do maciço rochoso denominado popularmente por Pedra do Elefante, com coordenadas 759861E / 7546042S – Datum WGS84 23K, nas proximidades do Condomínio Santa Thereza.

2.2 Aspectos Geológico/Geotécnicos da Região

O CPRM - Serviço Geológico do Brasil, classifica a litologia do maciço como Hornblenda-biotita granitóide de granulação grossa e composição expandida de tonalítica a granítica, composição cálcio-alcálica (N_{2s}), extensão da composição rochosa do Planalto da Serra dos Órgãos com configuração serrana.

Hornblendas são minerais comuns em Rochas Ígneas e Metamórficas como os granitos, em que sua coloração escurece e a translucidez diminui a medida que o Minério de Ferro aumenta. Têm dureza entre 5 e 6 na escala de Mohs, o que significa dizer que dificilmente pode ser arranhada por material compatível com a dureza de uma liga de aço,

sendo menos dura que o quartzo, com peso específico entre 2700 e 3400 Kg/m³.

A geomorfologia da região, segundo o CPRM é definida como planalto residual, caracterizando-se como região de altas declividades e amplitudes sujeitas a ocorrência de processos de massa tais como deslizamentos, quedas e rolamentos de blocos e fluxos de detritos, principalmente nos períodos de chuvas intensas.

No local da ocorrência do evento, observa-se uma região de topografia acidentada, constituída por um corpo de tálus densamente arborizado em toda extensão do pé de um grande e imponente maciço rochoso, sendo que o corpo de tálus eleva-se aproximadamente 130m acima do Condomínio Santa Thereza e o maciço 180m acima deste tálus.

Percebem-se no maciço muitas descontinuidades, formação de lascas rochosas de várias espessuras, originadas por fraturas tectônicas, juntas de alívio e fadiga de rocha por variação térmica, além de ocorrência de surgência de água proveniente de processos de infiltração e percolação.

A menor distância entre o maciço e o condomínio é 350m, considerando-se o menor raio de alcance, já que o condomínio se encontra posicionado diagonalmente em relação a face do talude, possibilitando trajetórias com ângulos e raios distintos atingir o condomínio. Como maior distância estima-se 450m.

O processo dinâmico de evolução do maciço causou a formação da espessa camada de tálus, em atividade, devido a queda de lascas rochosas de espessuras e volumes variados, atingindo dimensões métricas.

2.3 Aspectos Climáticos da Região

A região se caracteriza por clima tropical mesotérmico úmido, considerável volume de chuvas no verão e inverno mais seco, com pluviosidade média anual de 1536mm. A temperatura média é 20,1 °C, atingindo médias de 18°C no inverno e 27°C no verão. Existe uma diferença de 248 mm entre a precipitação do mês mais seco e do mês mais chuvoso, conforme a Figura 28. Ao longo do ano as temperaturas médias variam 6,6 °C.

2.4 Aspectos Sociais/Segurança Pública

Em 2015 foi entregue à população o condomínio Granja Santa Thereza, construído pelo Governo do Estado do Rio, como parte das ações de reconstrução da Região Serrana atingida em 2011 por evento pluviométrico catastrófico que deixou centenas de desabrigados em função de deslizamento de terra avassalador.

A escolha da área de Banquete foi precedida de uma avaliação geológica/geotécnica elaborada pelo DRM/RJ, a qual delimitou a área de interesse e determinou algumas recomendações que foram seguidas para a execução do condomínio, porém não havia indicação de risco geológico/geotécnico.

2.5 Descrição do Fenômeno

A formação de lascas e blocos individualizados no maciço rochoso, decorrentes de

fraturas tectônicas, alívio de tensão e fadiga da rocha (variação térmica), condicionam o deslizamento e queda destas lascas como um processo natural que faz parte da evolução do relevo.

O laudo técnico apresentado pela equipe de vistoria indica o desprendimento e queda de uma lasca rochosa de 200T a 300T, a partir de uma altura maior que 100m com contribuição da morforlogia da face rochosa (sã, lisa, sub-vertical), associada a existência de quebra do relevo a cerca de 10 m a jusante da lasca (passando de 90° para em torno de 60°), propiciando ao seu movimento um efeito “tobogã”, rotacionando seu eixo e deslizando sua parte mais esbelta praticamente perpendicular ao maciço. O impacto extremamente energético se deu com suas duas maiores dimensões paralelas à superfície (similar a um mergulho de barriga em uma piscina) sobre outro bloco de rocha, já deslizado em épocas pretéritas, com uma energia muito grande.

As Figura 1, 2 e 3 apresentam a perspectiva geral da área, descontinuidades presentes na face do maciço, identificando intemperismo e percolação de água e o platô de devastação resultante, respectivamente.



Figura 1 - Perspectiva geral da área e o local exato da queda do fragmento de rocha que causou dano a residência. (Relatório Inspeção SUBPERD, 2018)



Figura 2 - Detalhe da formação das lascas no processo de evolução natural do relevo e local exato do remanescente do maciço após o desprendimento do bloco de rocha. (Relatório Inspeção SUBPERD, 2018)



Figura 3 - Área remanescente no local do impacto da lasca com o bloco já existente na base do talude rochoso e detalhamento da fragmentação do bloco (Relatório Inspeção SUBPERD, 2018)

A Figura 4 descreve a linha de explicação sugerida para o fenômeno.

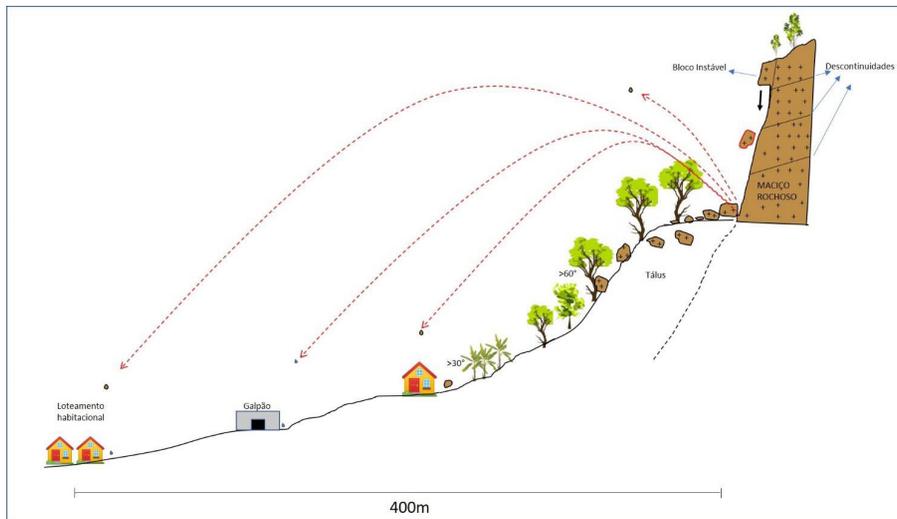


Figura 4 - Croquis esquemático da situação. (Relatório Inspeção SUBPERD, 2018)

2.6 Modelagem dos Perfis de Queda para Análise no RocFall

A fim de se obter uma conclusão confiável, buscou-se o perfil exato do talude, o que foi possível através de muita pesquisa, empirismo e ajustes desde a leitura da nuvem de pontos fornecida pela imagem captada pelo drone através do programa MeshLab, passando pela conversão de arquivos, ajuste de curvas no AutoCad 2019 e inúmeras rodadas de análise no RocFall v6.

Constatou-se que a distância entre o pé do talude e o ponto de impacto no telhado era de 444m, resultando em distância horizontal de 430m e duas seções de análise foram escolhidas, uma sobre o platô de devastação, sem matacão e a outra sobre o matacão pré existente.

Duas seções de análise foram escolhidas, a primeira sobre o platô de devastação após a explosão, sem matacão e a segunda sobre o matacão pré existente, conforme Figura 5.

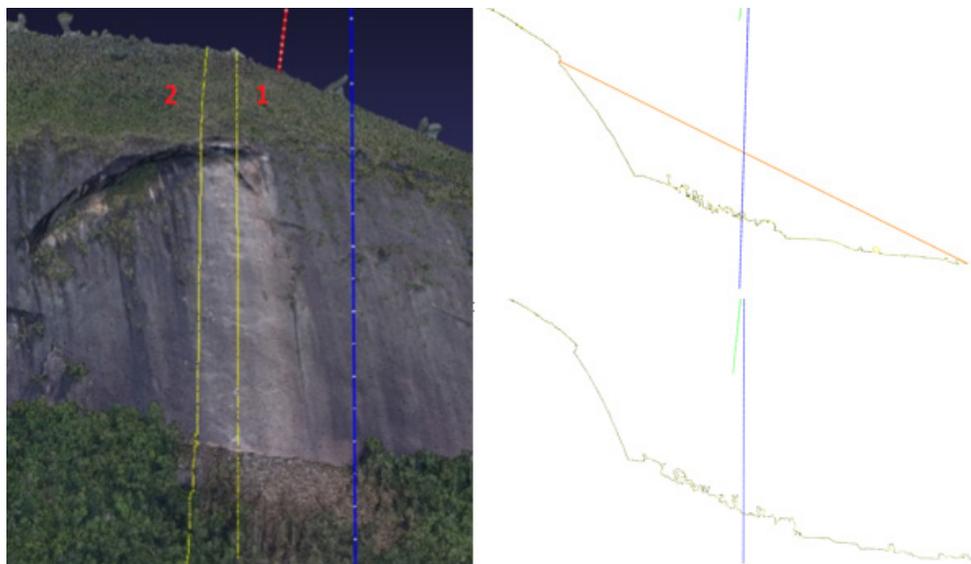


Figura 5 – Seções selecionadas à esquerda e perfis resultantes do programa MeshLab à direita: Acima seção sem matacão pré existente e abaixo com matacão. (Relatório Inspeção SUBPERD, 2018)

3 I A ANÁLISE DO FENÔMENO ATRAVÉS DO ROCFALL V.6

O programa RocFall não avalia a fragmentação do bloco, o que representou uma limitação, que foi contornada através da divisão do evento em duas etapas, a queda de blocos, propriamente dita e o lançamento do fragmento de 2Kg a partir do ponto de impacto.

3.1 A 1ª Etapa - A queda do bloco

A fim de melhor compreender o evento, buscou-se alterar as condições de contorno nas duas seções propostas, primeiramente considerou-se a seção sem matacão, alterando a superfície de impacto entre Tálus, Floresta e Floresta seguida de rocha.

Dentre outras análises, o programa RocFall fornece Energia Cinética Total; Energia Translacional Total e Energia Rotacional Total.

O mesmo trabalho foi desenvolvido através da seção com matacão, porém durante a pesquisa, percebeu-se que a maioria dos blocos caíam antes da posição do matacão pré existente e uma análise minuciosa das imagens auxiliou a comprovação de que o matacão existente foi arrastado após o impacto, o que pode ser observado na Figura 6.



Figura 6 – Lastro de arraste do matacão após o impacto. Detalhe da quina superior do tardez.
(Castanheira Neto, 2019)

Para resolver estas inconsistências, uma nova seção foi elaborada, recuando o matacão. Outras questões importantes eram variar a seção dos blocos e analisar as velocidades do bloco no impacto e após o impacto, considerando componentes rotacional e translacional, o que objetivou os seguintes critérios para modelagem.

O perfil sem matacão foi rodado com bloco de seção elipsoidal e superfícies de impacto compostas por rocha, tálus e floresta seguida de rocha.

O perfil com matacão foi rodado com bloco de seção elipsoidal e superfícies de impacto tálus antes e depois do matacão e floresta antes e depois do matacão; depois seções quadrada e circular contra superfície de impacto floresta antes e depois do matacão.

Essa mesma análise foi realizada com o perfil com o matacão recuado, reduzindo a distância do mesmo para a face do talude. Em valores comparativos foi reduzido o comprimento do matacão propriamente dito.

Os resultados de energia cinética para o perfil sem matacão, ou seja, com impacto diretamente sobre o platô composto tálus arborizado seguido de rocha indicaram uma queda de 95% na Energia Cinética Total Máxima na restituição.

No caso do platô com matacão, observou-se um acréscimo de 23% na Energia Cinética Total Máxima na restituição.

No caso do platô com matacão recuado, o acréscimo na Energia Cinética Total Máxima na restituição foi de 7,3%.

A variação dos perfis e condições de impacto garantiu um acréscimo mínimo de 12,3% na Energia Cinética Total após a restituição, chegando a 28% no caso mais expressivo.

Os gráficos de Energia Cinética Total estão esboçados na Figura 7 e demonstram o evidente ganho relativo de energia total na restituição quando se considera a presença do matacão.

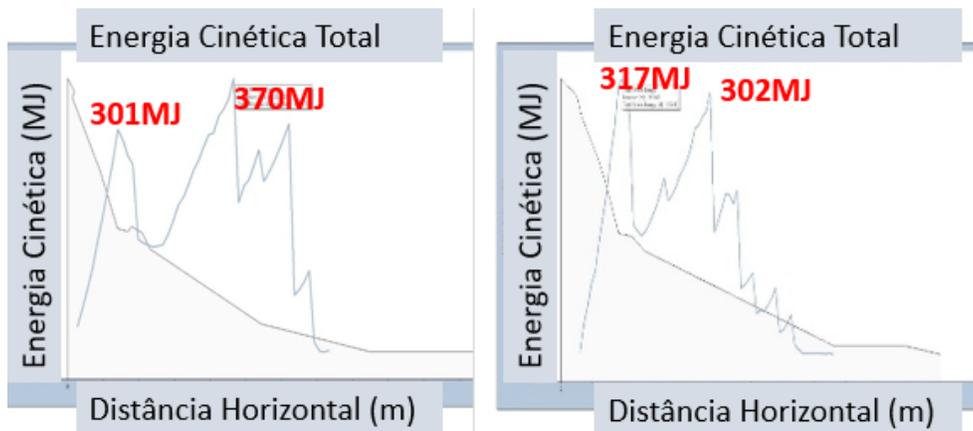


Figura 7: Gráficos Energia Cinética Total com matacão e platô sem matacão, superfície tálus arborizado com rocha na ponta. O Evidente ganho de Energia na Restituição. (Castanheira Neto, 2019)

A proposta de recuar o matacão, não causou aumento de energia na restituição em função de que, ao ser recuado, diminuiu-se a altura de queda e perde-se componente de energia potencial, além da alteração da componente do ângulo de impacto, o que pode ser percebido nas análises da variação da velocidade de rotação entre o impacto e o pico na restituição em cada modelo.

Segundo De Blasio (2011), a energia de 100J/Kg é suficiente para fragmentar um bloco de rochas em pedaços e para energias muito maiores, da ordem de MJ, o bloco de origem se desintegra numa quantidade imensa e indeterminada de blocos, incluindo material pulverulento.

Considerando o valor 300.996,00KJ, ou 301MJ, para um bloco de 250ton, resulta a relação 1.203,98 J/KG no momento de impacto.

Considerando apenas a resposta do programa, referente ao choque de bloco com 301MJ de intensidade, observa-se que se enquadra perfeitamente na teoria proposta por De Blasio (2011).

Conclui-se, neste experimento, entretanto, que apenas a energia envolvida no impacto não é suficiente para fragmentar o bloco, haja vista existir um bloco preteritamente quedado que não sofreu explosão ou fragmentação a nível pulverulento.

Se ocorre o ganho de energia adicional após impacto nessas proporções, em função da presença da rocha com sua dureza e inclinação, mais favorável é para o fenômeno do *Rock Blasting*.

3.2 A 2ª Etapa – O Lançamento do Fragmento

Desenvolveu-se um modelo mais preciso a jusante para esta etapa, de forma a indicar de forma mais precisa a posição do condomínio e confirmar a possibilidade de atingimento do fragmento. Apesar de ter resultado em menor energia na restituição, utilizaremos a

posição de lançamento como a do matacão recuado, haja vista termos indícios claros de que o mesmo foi arrastado após o impacto.

A primeira hipótese testada foi a resultante de um bloco elíptico chocando-se com o matacão recuado e sendo lançado da posição 79,00 com velocidade translacional de impacto 48,83m/s e rotacional após impacto 9,20rad/s.

A fim de se encontrar o maior alcance do bloco, variou-se o ângulo considerando desde componente horizontal pura até componente vertical pura, a fim de encontrar o maior alcance do bloco. As componentes horizontal e vertical se tornam 42,29 m/s e 24,42 m/s, sendo o melhor ângulo de lançamento 30° com o eixo horizontal. Nessas condições, o fragmento atinge o telhado após primeiro impacto e posterior salto.

Experimentou-se aumentar a velocidade de impacto e a velocidade rotacional em 7,5%, que é a mesma relação das energias 323MJ/301MJ, obtidas na modelagem do matacão recuado. A velocidade translacional passa para 52,49m/s e a velocidade rotacional para 9,89 rad/s. As componentes horizontal e vertical da velocidade translacional passam a ser, respectivamente, 45,45 e 26,25m/s com a mesma angulação de 30° com a horizontal. Nesta configuração, a residência foi atingida diretamente no ponto estudado, conforme Figura 8.

4 | CONCLUSÕES

O artigo confirma a possibilidade do fragmento de 2Kg proveniente da fragmentação do bloco quedado atingir a distância sugerida de 440m, porém necessita que algumas condições e fatores estejam ajustados.

A constatação de que a energia envolvida na queda de grandes blocos não é o único fator preponderante para a fragmentação e explosão do bloco no impacto, o *Rock Blasting*, é a principal conclusão deste artigo.

Pode-se comparar dois casos envolvendo energias de impacto semelhantes e suficientes para a fragmentação e pulverização do bloco, conforme proposto por De Blasio (2011), com resultados diferentes, o que se pode relacionar a dois fatores principais: Dureza das superfícies de contato e Ângulo de impacto.

Neste caso específico deve-se também considerar como fator preponderante a quina superior no tardo do matacão pré existente, concentrando as tensões resultantes do impacto em uma área limitada do bloco em queda, resultando em quebra da seção menos profunda do bloco esbelto e disseminando a fragmentação e pulverização através das trincas, juntas e pontos de fraquezas existentes. A abrupta elevação da energia rotacional logo após o impacto, podendo até quadruplicar o valor, contribui imensamente para o caos interno, resultando em separação das ligações já fragilizadas e lançamento dos fragmentos em sentidos aleatórios.

AGRADECIMENTOS

AUERJ, pelo ensino público de qualidade. A meus orientadores, Professores Armando Prestes de Menezes Filho e Rogério Luiz Feijó, pelos conhecimentos compartilhados. À Professora Ana Cristina Sieira, pelas sempre importantes ponderações.

REFERÊNCIAS

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: < URL: <https://www.cprm.gov.br>>. 2019

CASTANHEIRA NETO, P. P.. Análise de evento de queda de bloco seguido de explosão da rocha no distrito de Banquete, Bom Jardim – RJ. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 154p., 2019.

DE BLASIO, F. V.; Introduction to the Physics of Landslides. Lecture Notes. Springer Science, 408p., 2011

SEOBRAS / SUBPERD. Relatório Técnico do Acidente em Banquete, Bom Jardim. Rio de Janeiro, 2018.

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

