

USO DE ESPOLETA ELETRÔNICA PARA OTIMIZAR O DESMONTE DE ROCHAS COM EXPLOSIVOS E MITIGAR OS IMPACTOS DE VIZINHANÇA

Julio Cesar de Pontes¹; Paulo Henrique Morais do Nascimento²; Valdenildo Pedro da Silva³; Vera Lúcia Antunes de Lima⁴

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN; pontesblaster@gmail.com
²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN; p.h_morais@yahoo.com.br
³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN; valdenildo.silva@ifrn.edu.br
⁴Universidade Federal de Campina Grande; antuneslima@gmail.com

Resumo do artigo: A atividade de desmonte de rocha é o principal elo da cadeia produtiva da atividade mineraria, e influi nas etapas de carregamento, transporte do minério, beneficiamento e controle ambiental. Novas tecnologias têm sido desenvolvidas visando adequações no plano de fogo, objetivando melhores resultados tanto econômicos quanto ambientais. Neste trabalho analisamos o uso de espoleta eletrônica no desmonte de rochas com explosivos como agente mitigador nos níveis de ruídos e vibrações nas vizinhanças da Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda. Foram realizadas pesquisas exploratórias e de levantamento de dados visando a otimização do processo de desmonte com a redução dos níveis de vibração, operacionalização mais segura, melhor adequação do sistema de temporização da sequência de detonação e melhor fragmentação de rochas. Os resultados mostraram-se satisfatórios e além dos ganhos na redução dos níveis de ruído, também foram constatadas melhorias nas condições de segurança da população do entorno.

Palavras-Chave: ruídos, vibrações, linha silenciosa, linha eletrônica, desmonte.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a exploração de maciços rochosos com uso de explosivos provoca inevitáveis impactos ambientais e desconforto para as populações que residem em seu entorno.

Dallora Neto (2004) destaca que os principais efeitos ambientais se fazem sentir através do ultralancamento de fragmentos, ruídos e da geração de vibrações no terreno, da sobrepressão atmosférica, da emissão de materiais particulados (poeira) na atmosfera, e do aumento dos níveis de ruído. Segundo Chamié (2010), esses problemas podem ser reduzidos a um nível aceitável pela comunidade se a lavra for executada de modo a preservar as condições de saúde, segurança e bem-estar da população afetada, adotando-se técnicas modernas na exploração e pelo monitoramento

continuado dos parâmetros ambientais envolvidos, mantendo-os dentro dos limites estabelecidos pelos organismos governamentais fiscalizadores e em conformidade com a NBR 9653 que dispõe sobre os parâmetros de vibrações com uso de explosivos.

Os sistemas de iniciação surgiram em função da necessidade de se controlar a detonação das cargas principais. Atualmente, essa necessidade é maior em virtude da busca de tecnologias que viabilizem a melhoria da fragmentação, a sequência e direção da iniciação e, conseqüentemente, do movimento e lançamento dos blocos, minimizando os impactos ambientais, tais como vibração e ultralanchamentos.

Em Bernado (2004), há registros de que ao longo das últimas décadas, os acessórios de detonação que tem como principal função controlar e iniciar a massa explosiva agregou novas tecnologias com o objetivo de melhorar seu desempenho. Como os intervalos de tempo dos iniciadores eram irregulares e proporcionavam pouco ou nenhum controle da iniciação, tornou-se necessário desenvolver métodos mais seguros. Já as informações encontradas em Neto (2006), mostra que houve tentativa de melhorar a segurança quanto aos meios de detonação no desmonte de rochas com explosivos, e foram desenvolvidos vários sistemas de iniciação semelhante ao estopim. Assim, inicialmente utilizou-se o iniciador pirotécnico que constitui a espoleta simples e posteriormente esse iniciador foi aperfeiçoado através da mudança de sua carga explosiva que sem ser foco de estudo, auxiliou na mitigação de impactos ambientais como ruídos e vibrações (BONATES *et al.*, 2004).

Segundo Djordjevic (1997), entende-se por Pico de Velocidade de partícula o índice de maior valor absoluto do sinal de velocidade que o corpo atinge no lançamento. A frequência é o inverso do período da onda dominante onde está localizado o pico, se entendendo por tempo o instante em relação ao gatilho em que ocorreu o pico, assim o pico de aceleração é o maior valor absoluto da derivada do sinal de velocidade. O pico de deslocamento é maior valor absoluto da integral do sinal de velocidade.

Ainda em Djordjevic (1997), a frequência é um indicativo importante sobre a transferência de energia, em que quanto maior a frequência, menor a transferência de energia, assim como o tempo que indica qual foi o momento mais crítico do desmonte em consonância com a aceleração, que permite interpretações relevantes para estabilidade do terreno, mas que não se aplica aos impactos do desmonte, permitindo interpretações pertinentes a outras fontes de vibrações quando associada ao deslocamento de partícula, sendo essas registradas acima de 100 Hz.

Com o avanço e surgimento de novas tecnologias, novas técnicas foram criadas para adequar o plano de fogo e melhores os resultados econômicos e socioambientais no desmonte de rochas com explosivos. Neste sentido, o presente trabalho analisou o uso da espoleta eletrônica como agente de otimização no desmonte de rochas com explosivos, sendo responsável pela mitigação de impactos de vizinhança causados pela atividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho, por ser de caráter exploratório, conduzido metodologicamente a partir de estudos de campo e registro icnográfico. Tais atividades foram realizadas na Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda., empresa esta que utiliza material explosivo no processo de desmonte de rochas. A referida empresa se encontra localizada bem próxima a zona urbana de Caicó-RN como ilustra a Figura 1.

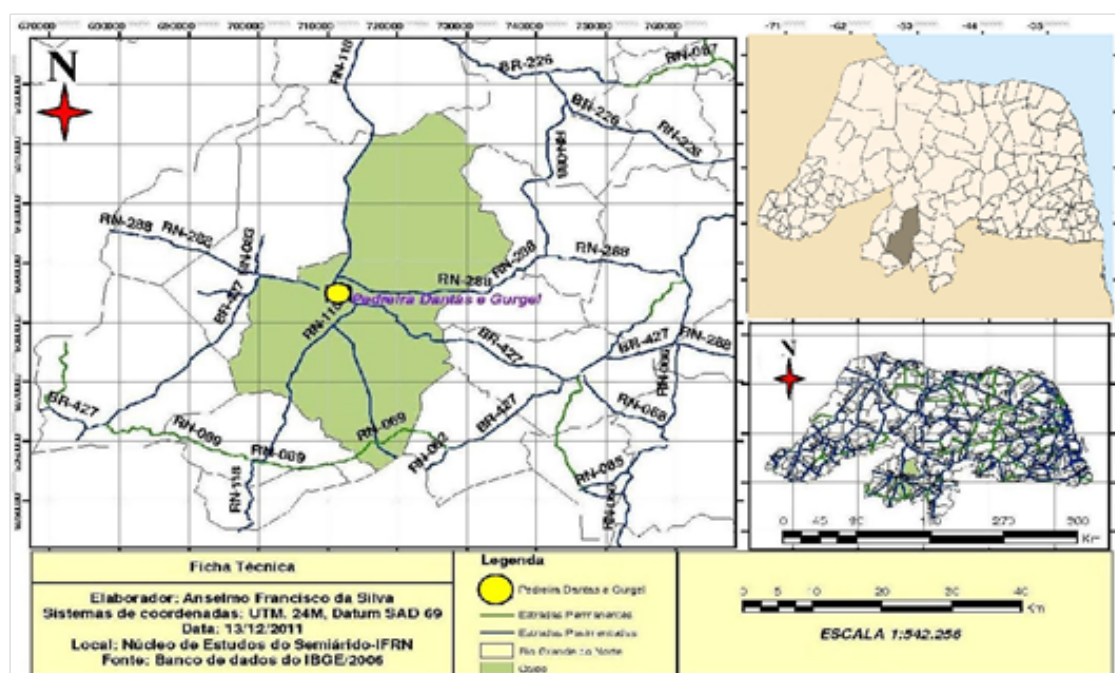


Figura 1. Mapa de localização da Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda.

O município de Caicó (coordenadas: 06°27'28,8" de latitude sul e 37°05'52,8" de longitude oeste), está encravado na mesorregião Central Potiguar e na microrregião Seridó Ocidental,

limitando-se com os municípios de Jucurutú, Florânia, São João do Sabugá, Ouro Branco, Jardim do Seridó, São José do Seridó, Cruzeta, Timbaúba dos Batistas, São Fernando, Serra Negra do Norte, e com o Estado da Paraíba, abrangendo uma área de 1.215 km². O presente município encontra-se distante cerca de 292 km da capital Natal, sendo seu acesso, a partir de Natal, efetuado através das rodovias: BR-226, BR-427 e RN-228 (IBGE, 2010).

A Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda – objeto de estudo, é uma empresa privada que detém uma área requerida junto ao DNPM, de 30,00 hectares. A empresa explora recursos naturais a seis anos no mercado da mineração, extraíndo e beneficiando rochas graníticas, participando diretamente no mercado da construção civil. A escolha da referida empresa como foco de estudos se deu pelo fato da mesma fazer uso de explosivos para desmontar o maciço rochoso e por estar a menos de 1 km de distância da zona urbana, causando assim impactos de vizinhança.



Figura 2. Talude remanescente da Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda desmontado com uso de espoleta eletrônica.

O registro do processo produtivo e avaliação dos impactos ambientais com vistas a operacionalização mais segura, melhor adequação do sistema de temporização da sequência de detonação redução, melhor fragmentação de rochas e menor nível de vibração, fazendo uso de registros icnográficos

O planejamento e desmonte da bancada do granito é feito obedecendo a metodologia a seguir:

- delimitação da bancada a ser desmontada;
- levantamento de dados topográfico;
- construção da malha de perfuração;
- abertura de furos com perfuratriz pneumática com diâmetro de 3” e com profundidade variando entre 6 à 9 m, 1,7 m de afastamento, 3 m de espaçamento;
- análise de desvio de malha e perfuração com softwares da Dinacon Soluções em Desmontes e Sistex v.2.0.3, em que pode ser visualizado na Figura 4;
- o plano de fogo proposto, inclui todos elementos necessários para maximizar o desmorte, tais como: razão de carga, carga de coluna, carga de fundo, tampão, tempo por espera, sequência de iniciação, temporização das espoletas eletrônicas, conforme o planejamento do desmorte.

Os detalhes da análise de medição de vibrações e ruídos realizados com auxílio do software Sistex v.2.0.3 pode ser melhor entendido na Figura 3.

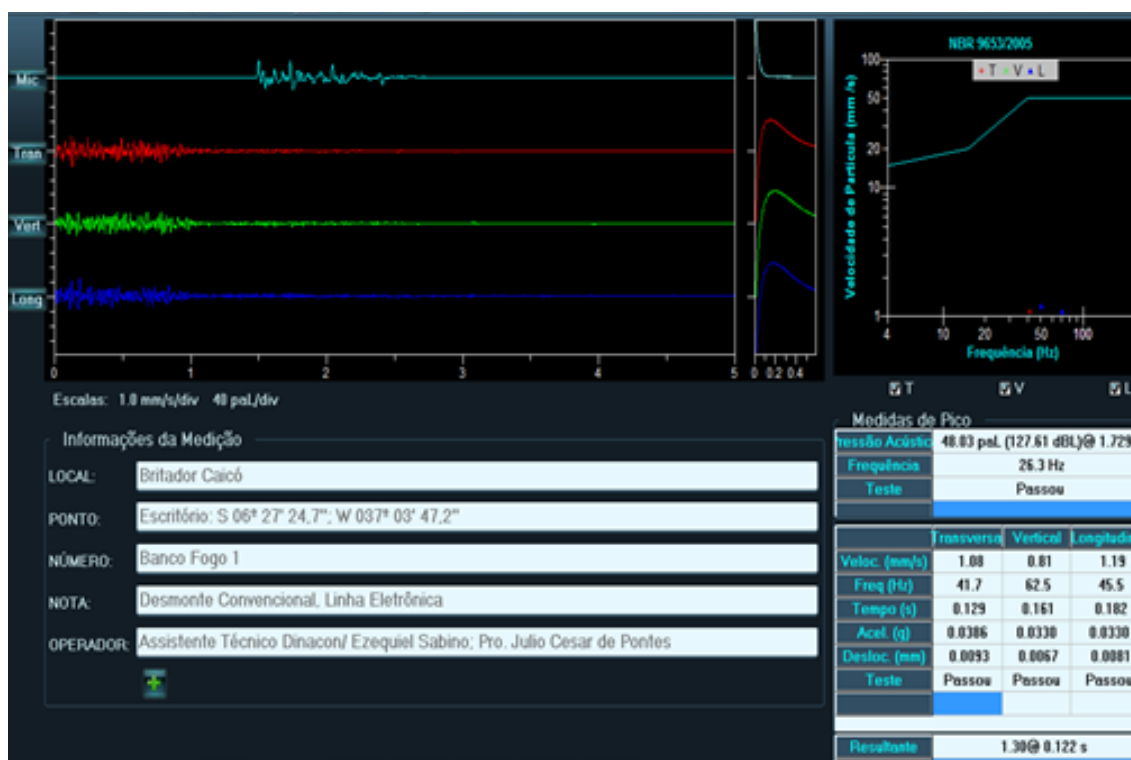


Figura 3. Detalhe do Software Sistex v.2.0.3 usado pela Dinacon para examinar as interferências e perturbações de pressão acústica e vibrações.

O layout para o desmorte da bancada pode ser melhor compreendido a partir da visualização da Figura 4 “a, b, c, d, e”.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 4. Abertura de furos com perfuratriz (a), material explosivo granular a ser colocados nos furos (b), explosiva brinel e buster para a detonação (c), bláster preenchendo os furos com explosivo granular (d), malha de cabos e amarrações para iniciar a detonação (e).

Antes de terem sido carregados os furos com material explosivo, foram realizadas as medições das profundidades com a trena métrica, coletando profundidades reais dos mesmos e observando se houve obstrução. Posteriormente, foi verificada a inclinação da bancada com o inclinômetro, que através de uma sonda (sensor) analisou o desvio da perfuração nos eixos (x,y,z) e transferiu para o registrador (SDF). Os dados colhidos pelo registrador do inclinômetro foram baixados e analisados pelo Software SDF.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os iniciadores eletrônicos têm uma influência significativa na eficiência do desmonte. Entre os parâmetros de avaliação para se diagnosticar a eficiência das espoletas eletrônicas, pode-se destacar: diminuição dos impactos ambientais; menores danos causados ao talude remanescente; menor custos e efeitos sobre as operações subseqüentes de carregamento e transporte.

O uso de espoletas eletrônicas permite maior flexibilidade na escolha dos tempos e maior segurança que o sistema pirotécnico devido sua precisão e a vasta janela de tempos programáveis de 0 a 8.000 ms. Estas características permite adequar o plano de fogo para diversas situações.

A operação pode ser interrompida mesmo após ser iniciada a contagem do tempo. Os programas que simulam as operações de desmonte permitem a programação dos devidos retardos e, assim, observá-los em diferentes velocidades. Isto é feito com o objetivo de prever possíveis correções ou alterações na sequencia da detonação previamente escolhida, como também verificar erros de projeto. Com isso, mitigam-se os perigos quanto ao manuseio de material explosivo, assim como também, preservar a segurança dos trabalhadores, uma vez que o sistema de detonação é realizado eletronicamente com controle de tempo e de possíveis erros de operacionalização.

A espoleta eletrônica além de fomentar uma melhor fragmentação da rocha em virtude do controle de tempo sobre as explosões e, conseqüentemente, sobre a liberação de grandes energias, ela mitiga os impactos de vizinhança, tais como: abalos sísmicos de grande intensidade (vibrações) e reduz a poluição sonora (ruídos).

A espoleta eletrônica tem se configurado numa das mais promissoras tecnologias para o desmonte de rochas com explosivos em virtude tanto de sua operacionalidade, quanto pela segurança e controle sobre todo o processo de detonação. Quando comparada a outras tecnologias, a exemplo a espoleta não elétrica, pode-se verificar muitos benefícios advindos da espoleta eletrônica, a saber: operacionalização, otimização dos resultados do desmonte de rochas, baixa frequência gerado pelo limite de Velocidade de Pico da Partícula - VPP (ABNT 9653/2005).

Os resultados de vibrações evidenciados na Tabela 1 são mensurados pela determinação dos valores máximos para as três componentes da VPP e de Frequência de vibração obtidos nos eixos longitudinal (L), vertical (V) e transversal (T) com unidade de medidas determinadas em mm/s,

assim como os resultados de sobre pressão acústica, constam de registros abaixo do limite superior permitido na Norma Brasileira ABNT- NBR 9653/2005 nos pontos monitorados.

Tabela 1. Limites de intensidade das frequências de ruídos.

FREQUÊNCIA	LIMITE DE VPP	PRESSÃO ACÚSTICA
4 Hz até 15 Hz	Iniciando em 15 mm/s até 20 mm/s	134 dB
15 Hz até 40 Hz	Iniciando em 20 mm/s até 50 mm/s	
Acima de 40 Hz	50 mm/s	

Os valores de frequência de ruídos analisados pelo Software Sistex v2.03, apresentaram valores da sobre pressão acústica da ordem de 125,67 dB no uso de linha silenciosa. O resultado da sobre pressão acústica com uso de linha de eletrônica mostrou valores da ordem de 121,65 dB. Embora ambas as técnicas apresentem resultados que se enquadrem nos limites de pressão acústica sugerida pela ABNT, o uso de linha eletrônica produz menor desconforto de vibrações acústicas.

Na Tabela 2, se podem analisar os valores expressos na coluna de linha silenciosa, que representam as vibrações oriundas da detonação com uso de espoleta não elétrica e na coluna de linha eletrônica estão expressos os valores das vibrações geradas pela detonação realizada com espoleta eletrônica.

Tabela 2. Análise de sismografia da espoleta eletrônica x espoleta não elétrica.

VIBRAÇÃO	LINHA SILENCIOSA	LINHA ELETRÔNICA
T (mm/s)	1,01	1,05
V (mm/s)	1,19	0,86
L (mm/s)	1,51	0,9
Resultante (mm/s)	1,23	0,93

Embora os valores de vibrações observados no desmorte com uso de linha silenciosa tenham obtidos valores nos limites sugeridos pelas NBR 9653/2005, pode-se perceber que os valores de vibrações obtidos no desmorte com utilização de linha eletrônica são inferiores aos de linha silenciosa. Dessa maneira, observa-se que as detonações que fazem uso de linha silenciosa geram maiores desconforto a população do entorno comparada aos resultados obtidos com linha eletrônica.

CONCLUSÕES

Os resultados examinados neste estudo permitiram avaliar o impacto ambiental, quanto ao desconforto de ruído e vibrações com uso de linha silenciosa e eletrônica na etapa de detonação com explosivos, permitindo apontar o método que gera menor impacto ambiental.

Os dados de ruídos sugerem que a detonação realizada com linha eletrônica possuem características melhores para uso com explosivos, uma vez que os níveis de sobrepressão acústica chega ser até 3,2% dB menor comparados aos níveis de sobrepressão acústica quando usado linha silenciosa.

Com relação aos níveis de vibrações registrados nos eixos transversal, vertical e longitudinal, a detonação com linha eletrônica mostrou resultados mais satisfatórios quanto comparados aos valores de vibrações na detonação realizada com linha silenciosa. A linha eletrônica chega gerar aproximadamente 24% menos vibrações que a linha silenciosa durante a detonação.

Sobre essa perspectiva, quando as detonações forem realizadas em áreas urbanas, vizinhança ou controlada, sugere-se o uso de linha eletrônica (espoleta eletrônica) como fator mitigador de ruídos e vibrações.

REFERÊNCIAS

BERNADO, P. A. M. **Impactos ambientais do uso de explosivos na escavação de rochas, com ênfase nas Vibrações.** 2004. 385f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas)–Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2004.

chamié, p.m.b., Contexto **histórico, sob o enfoque urbanístico, da formulação e legalidade do estudo de impactos de vizinhança.** 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo. São Paulo, 2010.

DALLORA NETO, C. **Análise das vibrações resultantes do desmonte de rocha em mineração de calcário e agilito posicionada junto á área urbana de Limeira (SP) e sua aplicação para minimização de impactos ambientais: 2004.** 82 f. Dissertação (Mestrado em Geociência e Ciências Exatas)– Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2004.

DJORDJEVIC, N. **Mnimizing the enviromental impacto f blast vibration.** Mining Engineering, abril, f. 57-61, 1997.

_____. IBGE, 2010, disponível em: www.ibge.gov.br



NETO, T, L, A. **Problemas gerados pela extração de rochas e propostas para mitigação do impacto sonoro.** 2006. 200f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)–Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

O texto deverá ser elaborado em formato Word na versão 2007 ou inferior, tamanho A-4, margens superior/esquerda 3,0 cm e inferior/direita 2,0 cm. Deve ser empregada fonte TIMES NEW ROMAN, corpo 12, justificado e espaçamento 1,5.

Título: letras maiúsculas, negrito, centralizado e regular, fonte TIME NEW ROMAN tamanho 14. Deixar 1 linha em branco após o título.

Autores: inserir o(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es), apenas as iniciais em maiúsculas, centralizado e regular, fonte TIMES NEW ROMAN tamanho 12. Deixar 1 linha em branco após a indicação de autoria do trabalho.

Afiliação autores: inserir nome completo da instituição de origem, centralizado e itálico, fonte TIMES NEW ROMAN tamanho 10, seguido do e-mail. Deixar 1 linha em branco após a indicação da afiliação.

O Artigo deverá conter Introdução (justificativa implícita e objetivos), Metodologia, Resultados e Discussão (podendo inserir tabelas, gráficos ou figuras), Conclusões e Referências Bibliográficas (As citações das referências no texto devem seguir as normas de ABNT).