



**RELATÓRIO  
R6A**

**TESTES DE AVALIAÇÃO DO  
BOULDER BUSTER**

**PARA UTILIZAÇÃO NO FOGO SECUNDÁRIO  
EM PEDREIRAS, CONSTRUÇÃO CIVIL  
MINERAÇÃO DE GRANITO  
ORNAMENTAL  
E OUTROS**

**RIO DE JANEIRO**

**DEZEMBRO 2010**



## SUMÁRIO

1.- INTRODUÇÃO

2.- OS TESTES

3.- VIBRAÇÕES

4.- CONCLUSÕES DO TESTES

5.- INFORMAÇÕES DE CARÁTER GERAL

6.- ANEXOS

## 1.- INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas da Mineração, especialmente em Pedreiras, é o **Fogo Secundário**, o qual não se justifica como um modo operacional permanente, já que é extremamente Perigoso e Caro. Ele decorre da falta de Técnica e conhecimento da utilização correta de explosivos. Um **“Plano de fogo”** deve levar em consideração uma determinada fragmentação, a qual irá alimentar o Transporte, Britador Primário sem provocar o engasgamento, que é outra operação Perigosa e Cara. É possível afirmar que o valor arrecadado com a Brita proveniente do Fogacho não seja capaz de cobrir os custos de Perfuração e detonação do fogacho.

O presente Estudo tem por finalidade principal conhecer o comportamento do **Boulder Buster**, na sua aplicação como uma forma de quebrar matacões, substituindo o Fogo Secundário e em outras aplicações, principalmente perto de residências, construções etc. Neste estudo serão analisadas o comportamento das Vibrações, deslocamentos das ondas de choque, deslocamento de ar, lançamento de fragmentos e ruído.

O que é o **Boulder Buster**? E qual é seu princípio ativo para obter uma fragmentação de uma Rocha? O **“Rimfire”** de 10 g é o que seria denominando iniciador, é um Cartucho com uma espoleta que é acionado por impacto e por simpatia, aciona o **“Booster”** de 15g. O furo que será utilizado é preenchido com água ou Gel.

A detonação do **“Rimfire” “Booster”** junto com a **Água** ou **Gel** libera um poderoso **pulso hidrostático** no interior da rocha provocando a sua fragmentação,

- Perfura-se um orifício adequado na rocha,
- Enche-se o orifício com **água ou gel**

O **Boulder Buster** libera um poderoso pulso de pressão na coluna de **água/gel** ao disparar o **Cartucho “Rimfire”**. Pelo orifício, a água que não pode ser comprimida, transfere o **pulso hidrostático** para a superfície interior do orifício causando a quebra da Rocha.

A operação poderá usar um cartucho “Rimfire”, com 10 gramas de explosivo e poderá usar como complemento para matacões maiores, um ou mais cartuchos “Booster” com 15 gramas de explosivo, que são introduzidos no Furo utilizando o sistema disparador.

**Conforme o Certificado de Registro – CR nº 66659** válido até 30/06/2012 do **Ministério de defesa do Exército Brasileiro – Comando Militar do Leste, 1º Região Militar, Região Marechal Hermes da Fonseca.**

Define como Munição (Cartucho) para arma de uso industrial e as suas partes **“Rimfire Cartridge”** de 10 gramas e **Booster Cartridge** de que podem ser cartucho **Booster 15 gramas** ou **Cartucho Super Booster 30 gramas** dependendo da necessidade e os Equipamentos acessórios.



Conforme declarado no Certificado de Registro, este produto está sujeito a “Legislação pertinente do Regulamento para Fiscalização de Produtos Controlados” – (R- 105) do Ministério do Exército – Comando Militar do Leste – Comando da 4º RM / 4º DE.

Sem nenhuma dúvida o **Boulder Buster** é um **Produto Controlado, Título II do R-105**. Devendo ser observadas e respeitadas todas as **Normas do R-105**.

O **Boulder Buster** está sujeito a Fiscalização e licenciamento da Secretaria de Segurança Pública – Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro, Divisão de Fiscalização de armas e explosivos sob **Licença n°245-I/2**, PARA IMPORTAR, COMERCIALIZAR E ARMAZENAR os Produtos Controlados Relacionados no CR- 66659, valido ate 31/03/2011.

## **2.- OS TESTES**

Os testes foram realizados, nas Instalações da Pedreira **ESAM – Empresa Santo Antônio de Mineração Ltda.** em Nova Iguaçu, local onde ficam os paíóis nos quais o Boulder Buster está sendo armazenado.

Coordenadas 22° 46’ 16,5” Sul e 43° 29’ 43,7” Oeste

Velocidade do Vento 1,0 m/s

Temperatura 34,0 °C

Tipo de Rocha: Granito Gneiss

**No dia 29/11/2010 , compareceram:**

**Sr. Paulo de Tarso: Gerente da ESAM**

**Sr. Vinícius Barochelo: Representante da Boulder Buster**

**Sr. Alberto Alberto de Oliveira Rabelo – Operador - Monitoramento da Geoprime Eng. de Minas Mario Ortega – Consultor Especialista em Explosivos da Ekomine.**

Foi utilizado um martelete acionado por ar comprimido.

O presente Teste teve por objetivo principal verificar a viabilidade de sua aplicação substituindo os **Fogachos**, altamente perigosos, caros e que oferecem alto grau de impacto ambiental, sonoro e deslocamento de ar, e vibrações, etc.

A **Geoprime** compareceu ao local com objetivo de Monitorar utilizando o **Sismógrafo de Engenharia da Geosonic com n° de Série 8819**.

O Sismógrafo tem a seguinte configuração:

Sensor de ativação: Geofone ou microfone

Método de Registro: Contínuo

Janela Temporal para Registro: 5 S

Trigger Source – Geo: 0,44 mm/s

Trigger Source – Mic: 112 dB(L)



### Primeiro Matakão

As dimensões do matakão são:

$$2,20 \text{ m} \times 1,80 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} = 5,94 \text{ m}^3$$

Distância do Monitoramento = 15 m

Sendo utilizado um Iniciador “Rimfire” de 10 g e um “Booster” de 15 g

#### **Resultado:**

Quebrou o matakão em vários pedaços, não houve lançamento de fragmentos, o Sismógrafo não acusou absolutamente nada, ou seja, o resultado ficou **abaixo do limite mínimo de Registro do Sismógrafo**, apesar da pequena distância do monitoramento, tanto para sensibilização do microfone e do Geofone.

### Segundo Matakão

As dimensões do matakão são:

$$1,60 \text{ m} \times 1,20 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} = 1,15 \text{ m}^3$$

Distância do Monitoramento = 7 m

Sendo utilizado um Iniciador “Rimfire” de 10 g e um “Booster” de 15 g

#### **Resultado:**

Quebrou o matakão em vários pedaços, não houve lançamento de fragmentos, o Sismógrafo, não acusou absolutamente nada, ou seja, o resultado ficou **abaixo do limite mínimo de Registro do Sismógrafo**, apesar da pequena distância do monitoramento, tanto para sensibilização do microfone e do Geofone.

### Terceiro Matakão

As dimensões do matakão são:

$$1,55 \text{ m} \times 0,90 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} = 1,4 \text{ m}^3$$

Distância do Monitoramento = 4 m

Sendo utilizado um Iniciador “Rimfire” de 10 g e um “Booster” de 15 g

#### **Resultado:**

Quebrou o matakão em vários pedaços, não houve lançamento de fragmentos, o Sismógrafo, não acusou absolutamente nada, ou seja, o resultado ficou **abaixo do limite mínimo de Registro do Sismógrafo**, apesar da pequena distância do monitoramento, tanto para sensibilização do microfone e quanto do Geofone.



### Quarto Matakão

As dimensões do matakão são:

$$1,65 \text{ m} \times 1,20 \text{ m} \times 0,70 \text{ m} = 1,39 \text{ m}^3$$

Distância do Monitoramento = 4 m

Sendo utilizado um Iniciador “**Rimfire**” de 10 g e um “**Booster**” de 15 g

**Resultado:** cancelado

### Quinto Matakão

As dimensões do matakão são:

$$2,40 \text{ m} \times 3,95 \text{ m} \times 1,70 \text{ m} = 16,12 \text{ m}^3$$

Distância do Monitoramento = 14,6 m

Nesta experiência, se estudou a possibilidade de cortar grandes pedaços de granitos para fins de lavra ornamental, como por exemplo Granitos, Mármore.

Na Largura de 2,40 m foram realizados 5 furos, espaçados de 0,50 m devidamente alinhados, e no furo central foi utilizado um Iniciador “**Rimfire**” de 10 g e dois “**Booster**” de 15 g, os restantes dos furos foram preenchidos com água.

**Resultado:** quebrou o matakão seguindo o alinhamento, não houve lançamento de fragmentos, o Sismógrafo, acusou:

Pressão acústica linear dB(L) = 120, ABNT recomenda no NBR-9653/2005 máximo de 134 dB(L)

Velocidade de Vibração de Partícula 1,71 mm/s ABNT recomenda na NBR 9653/2005 de 15 a 50 mm/s.

### Considerações gerais:

*A título de comparação, o consumo de explosivo de uma maneira geral para os fogachos é de 100 g/m<sup>3</sup>*

### Matakão n°1

O Fogacho Consumiria **594 g** de explosivo, pelo Boulder Buster utilizou, “**Rimfire**” de 10 g mais 15 g do “**Booster**” **totalizando 25 g ou 0,042 g/m<sup>3</sup>.**

### Matacão n°2

O Fogacho Consumiria **115 g** de explosivo, pelo “Boulder Buster” utilizou “**Rimfire**” de 10 g mais 15 g do “**Booster**” **totalizando 25 g ou 0.21g/m3**

### Matacão n°3

O Fogacho Consumiria 140 g de explosivo, pelo Boulder Buster utilizou “**Rimfire**” de 10 g mais 15 g do “**Booster**” **totalizando 25 g ou 0,178g/m3**

### Matacão n°4

O Fogacho Consumiria 139 g de explosivo, pelo Boulder Buster utilizou “**Rimfire**” de 10 g mais 15 g do “**Booster**” **Fogo CANCELADO.**

### Matacão n°5

Consumiria **1.612 g** de explosivo, pelo Boulder Buster utilizou “**Rimfire**” de 10 g mais DOIS CARTUCHOS 15 g do “**Booster**” **totalizando 40g ou 0,0155 g/m3**

### A Razão de Carga – Rc:

É a Relação de Gramas de explosivo por metro cúbico de rocha a ser detonada. Para a Rocha “in situ” os valores utilizados variam de 195 a 300 gr/m<sup>3</sup>, e para o fogacho de 60 a 120 gr/m<sup>3</sup>. Considerando a Rc, para o fogacho como sendo 100 g/m<sup>3</sup>, se tem o seguinte:

**No caso do matacão n°1:** O consumo seria com explosivo comum 594 g e foi de: 25 g com Boulder buster.

**No caso do matacão n°2:** O consumo seria com explosivo comum 115 g e foi de 25g com Boulder buster.

**No caso do matacão n°3:** O consumo seria com explosivo comum 140 g e foi de 25 g com Boulder buster.

**No caso do matacão n°4:** CANCELADO.

**No caso do matacão n°5:** O consumo seria com explosivo comum 1.612 g e foi de 40g com Boulder buster.

### 3.- VIBRAÇÕES

Muitas variáveis influenciam o comportamento de uma detonação. Se a rocha é “in situ”, se a Rocha é solta, se a rocha é muito dura ou não, se o explosivo é de alta ou baixa velocidade. Todas estas variáveis serão analisadas pelo Engenheiro especialista em explosivos e deverá planejar as detonações obedecendo a um “Plano de Fogo” de

modo a manter a integridade das construções próximas à detonação, além de otimizar a fragmentação. Na tabela a seguir, é possível ter uma idéia do efeito de uma detonação em função da Velocidade de oscilação da onda (V), quantidade de explosivo, (Q), distância das construções (m), Amplitude da Onda (A) e frequência (f).

Esta Velocidade determina a extensão dos danos que a onda causa:

(V) mm/s	Efeitos em Prédios Comuns
30	Queda de rebouco solto
50	Queda de rebouco firme
70	Rachaduras não visíveis
100	Rachaduras leves
150	Rachaduras
225	Rachaduras grandes
300	Queda de pedras em túneis

Apenas no matacão nº5 se registra a Velocidade Resultante como sendo 1,71 mm/s, o que evidentemente não iria causar nenhum dano a qualquer estrutura existente. De acordo com a NBR – ABNT 9653, confirma como sendo aceitável a Velocidade de Vibração da Partícula de pico variando de 15 a 50 mm/s.

Com relação à Pressão Acústica linear o valor se encontra dentro da Faixa recomendada pela ABNT, NBR9653/2005 que é de 134 dB(L) e o resultado da detonação do matacão nº5 foi de 120 dB(l).

Tanto a Velocidade da Vibração como a Pressão Acústica Linear foram medidas a uma distância de 14,6 m. e como resultado, não apresentam nenhuma periculosidade para as construções existente.





#### **4.- CONCLUSÕES DOS TESTES**

**Os testes comprovaram a eficiência do Sistema “Boulder Buster”.**

- Baixo Custo no consumo de explosivos.**
- Operação extremamente segura, se comparado com o Fogacho convencional.**
- Detonações próximas a estruturas não oferecem risco de danos.**
- Lançamento de fragmentos, totalmente reduzida.**
- Ruídos, totalmente reduzidos.**
- Velocidades de vibração de ondas, muito abaixo do mínimo.**

**É possível concluir que o Boulder Buster é um processo extremamente seguro e eficiente para a Detonação Secundária.**

**Os benefícios para a Comunidade, Funcionários e o Meio Ambiente, são extraordinários.**



## **5.- INFORMAÇÕES DE CARATER GERAL**

O Regulamento para Fiscalização de Produtos Controlados – (R- 105) do Ministério do Exército – Comando Militar do Leste – Comando da 4º RM / 4º DE.

Este regulamento conhecido com R-105 é o que irá nortear a Importação, Transporte e Comercialização do “BOULDER BUSTER” .

A sua Aplicação/Usó será de Responsabilidade, da Mineração, Pedreira, Construtora, etc. as quais estarão sujeitas ao mesmo R-105.

Sem nenhuma dúvida o **Boulder Buster** é um **Produto Controlado, Título II do R-105.**

### **Capítulo I**

#### **Art. 8º**

A Classificação de um Produto Controlado pelo Ministério do Exército tem por premissa básica a existência de poder de destruição ou outra propriedade de risco que indique a necessidade de que o uso seja restrito a pessoas físicas ou jurídicas legalmente habilitadas, capacitadas Técnica, Moral e Psicologicamente, de modo a garantir a Segurança da Sociedade e do País.

#### **Art 9º**

As atividades de fabricação, utilização, importação, exportação, desembarço alfandegário, tráfego e **Comércio de Produtos Controlados devem obedecer as seguintes exigências:**

**I .-** Fabricação .....

**II.-** Para a Utilização .....

**III .-** Para a importação, o Registro no Ministério do Exército mediante a emissão de Título de Registro – TR ou Certificado de Registro – CR e da Licença Prévia de Importação pelo Certificado Internacional de Importação – CII

**IV .-** Para a exportação .....

**V .-** Para o desembarço alfandegário será executado por Agente da Fiscalização Militar do Ministério do Exército.

**VI** .- Para o Tráfego, autorização prévia por meio de “Guia de Tráfego” ou Porte de Trafego, conforme o caso.

**VII** .- Para o Comércio, o Registro no Ministério do Exército mediante a emissão do CR.

*Parágrafo único Deverão ser atendidas, ainda no Transporte de produtos controlados, as exigências estabelecidas pelo Ministério da Aeronáutica para o transporte Aéreo, estabelecidas pelo Ministério da Marinha para o Transporte marítimo, e as exigências do Ministério dos Transportes para o Transporte Terrestre.*

### **PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS – PPRA**

Baseia-se nos termos da Norma Regulamentadora – NR 09 da Lei nº 6514 de 22/12/77 e Portaria nº3.214 de 08/06/78, sendo obrigatório por Lei instituído a partir de 29/12/94 pela Portaria nº25 de 29/12/94.

Sendo o objetivo a preservação da saúde e integridade física dos trabalhadores.

#### **Ruído**

Os Limites toleráveis segundo as normas vigentes são de 85 dB(A) para ruído contínuo para 8 horas de trabalho e de 120 dB (C) para ruído de impacto, no entanto para efeito do PPRA recomenda-se que para todos os níveis de ruído que ultrapasse 80 dB(A) sejam tomadas providências para neutralização. Necessária a utilização de EPI's.

**A BOULDER BUSTER recomenda, que os funcionários antes de operar este sistema, sejam treinados, de forma a evitar qualquer tipo de acidente.**

ABNT NBR 9653 – 2005

ABNT /NB 1036 de 30/09/2005

“Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas”

**Objetivo:** Esta Norma fixa a metodologia para reduzir os riscos inerentes ao desmonte de rocha com uso de explosivos em minerações, estabelecendo parâmetros a um grau compatível com a tecnologia disponível, para a segurança das populações vizinhas, referindo-se a danos estruturais e procedimentos recomendados quanto ao conforto ambiental.



## 6.- ANEXOS

Relatório Sismográfico de Geoprime

ART – CREA do Geólogo João Antonio Orado Silva – CREA – RJ 90104107/D  
ART – CREA do Engenheiro de Minas Mario A. Ortega – CREA 7547/D-  
MG/RJ.

Conforme o Certificado de Registro – CR nº 66659 válido até 30/06/2012 do  
Ministério de defesa do Exército Brasileiro – Comando Militar do Leste, 1º  
Região Militar, Região Marechal Hermes da Fonseca.

Licenciamento da Secretaria de Segurança Pública – Polícia Civil do Estado do  
Rio de Janeiro, Divisão de Fiscalização de armas e explosivos sob **Licença  
nº245-I/2**, PARA IMPORTAR, COMERCIALIZAR E ARMAZENAR os  
Produtos Controlados Relacionados no CR- 66659, valido até 31/03/2011.

**Mario Ortega**  
**Eng. de Minas**

**Tel: (35) 3335 1555 / 8848 8701/ 9142 5545**

**CREA 7547/D-RJ**

**Rua Cel. Gabriel Carneiro 187 –Centro**  
**37430-000 Conceição do Rio verde – MG**

**e-mail: [marioortega@ekomine.com](mailto:marioortega@ekomine.com)**

**[www.Ekomine.com](http://www.Ekomine.com).**