

# Comentários sobre o Desmonte de Rochas com Explosivos

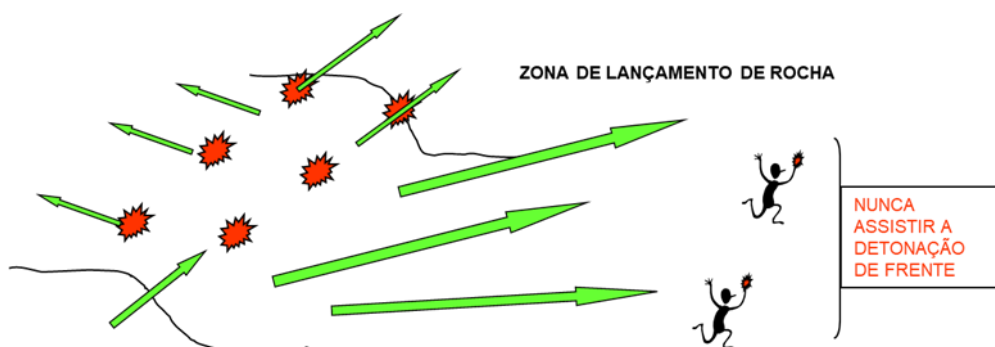
## Ultrançamento

Por Bruno Pimentel.

Olá meus amigos, espero que estejam todos bem, para que possamos iniciar mais um artigo da nossa newsletter, onde fazemos uma serie de comentários sobre temas importantes relacionados ao desmonte de rochas com explosivos, e se ainda não se inscreveu, convidamos que o faça no link abaixo, e também não deixe de conferir os artigos anteriores que já escrevemos.

<https://www.linkedin.com/newsletters/desmonte-de-rocha-c-explosivo-6941709482355748864/>

Assim que sem demoras, como comentamos no nosso artigo passado, hoje faremos alguns comentários sobre um tema de destaque, que de certa forma está atrelado ao conceito de cerco de área, assim como está diretamente relacionado a segurança da realização das nossas detonações, que é o **Ultrançamento**, também conhecido pelo nome em inglês como **Flyrock**.



Nós comentamos no artigo passado, que de uma análise realizada dos acidentes que ocorreram nos EUA, relacionados a atividade de desmonte de rochas com explosivos em um período de 12 anos, 37% deles estavam ligados diretamente a temas referentes ao cerco de área, e além disso, outros 30% foram relacionados a eventos classificados como ultrançamento, e isso faz com que os ultrançamentos sejam um dos temas mais preocupantes na realização de detonações a céu aberto.

Por isso no final do artigo passado, nós falamos um pouco sobre o conceito do que é ultrançamento, pois primeiramente precisamos entender que temos duas situações de risco distintas, relacionadas ao lançamento do material detonado, e que apesar das duas representarem riscos a operação, aquelas classificadas como ultrançamento podem ter um raio de influência muito maior.

Como comentamos no artigo passado, nós classificamos as duas principais situações de risco relacionadas ao lançamento do material detonado, em “lançamento excessivo” e em “ultrançamento”.



O lançamento excessivo, consiste em um evento quando uma detonação lança o material a uma distância muito maior do que o previsto, ou seja, quando utilizamos os conceitos de limites do cerco de área, podemos dizer que o lançamento excessivo ocorre, quando o material da detonação é lançado além dos limites de influência da detonação, normalmente atingindo a área de segurança, que é a área onde consideramos que existe uma mínima probabilidade que fragmentos sejam lançados, e por isso muitas operações entendem essas áreas como seguras, sendo de prática comum deixar equipamentos, diminuindo assim a distância de locomoção dos mesmos.



Normalmente o conceito de lançamento excessivo está relacionado as situações onde a detonação completa tem um lançamento maior do que o previsto, e isso pode ocasionar que uma grande quantidade de material atinja a área de segurança, ou que a maioria do material fique na zona intermediária, e apenas uma pequena quantidade de material atinja a área de segurança.

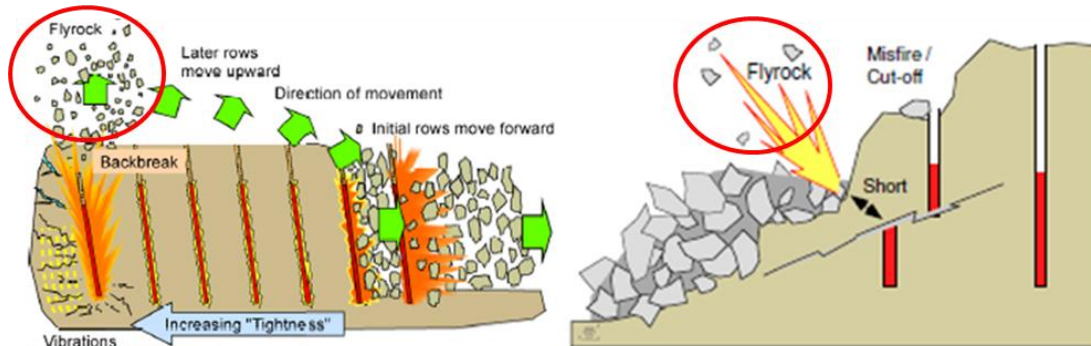
Em um lançamento excessivo podemos ter um evento de dano ou não. Por exemplo, podemos ter uma situação onde o previsto era a detonação lançar material a uma distancia de 100 metros, e tivemos um lançamento superior a 200 metros, e com isso, mesmo que nada seja impactado, teremos um evento de lançamento excessivo, que precisa ser analisado, pois caso a situação possa se repetir, deveríamos reavaliar os critérios utilizados para definição dos limites do nosso cerco de área, como comentamos no artigo passado. Essa situação também vai gerar impactos a operação de escavação do material, que antes teria que escavar o material numa área de 100 metros, e agora precisará escavar uma área de 200 metros ou mais.

Também podemos ter um lançamento excessivo, onde fragmentos cheguem à área de segurança, e atinjam equipamentos ou instalações que estão nessa área, causando danos materiais. Assim podemos dizer que os possíveis danos relacionados a eventos de lançamento excessivo estão relacionados apenas a danos operacionais (tempo e custo) e a danos materiais, não relacionados a pessoas, pois todas as pessoas deveriam estar após a área de segurança, que é onde deve ser estabelecido os limites do cerco de área, como vimos no artigo passado.



Normalmente situações de lançamento excessivos são geradas por falhas no dimensionamento ou na execução do plano de fogo, e representam uma situação de falha geral de uma detonação, e quando elas ocorrem, normalmente temos o lançamento de uma grande quantidade de material além do previsto e o risco de termos danos operacionais e matérias, mas podemos dizer que todo o evento estará contido dentro dos limites do cerco de área.

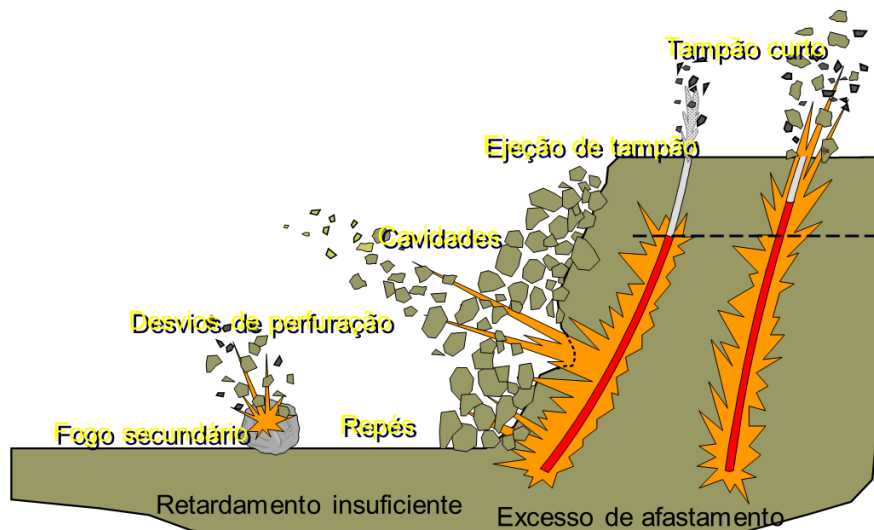
Por um outro lado, nós temos os ultralançamentos, onde normalmente independente do lançamento do material da detonação, seja ele excessivo ou não, temos o evento onde um ou alguns fragmentos são lançados além dos limites do cerco de área, e essa seria a principal diferença conceitual entre os dois eventos, pois normalmente só consideramos ultralançamento quando passamos os limites do cerco de área.



Aqui abrimos apenas um parêntese, pois alguns ainda podem fazer uma diferenciação pelo tipo de evento, onde nos eventos onde temos o lançamento de todo o material da nossa detonação, bem acima do previsto, seria classificado como um lançamento excessivo, quer ultrapasse o cerco de área ou não, e nas situações onde temos apenas uma ocorrência pontual, que lança um ou mais fragmentos a grandes distâncias, como um evento de ultralançamento.

Normalmente, essa diferença conceitual deixa algumas situações ou zonas nebulosas, onde temos principalmente dois extremos, onde os conceitos se confundem um pouco, que é quando temos um lançamento onde apenas poucos, ou até mesmo apenas 1 fragmento, e ele atinge algum equipamento na área de segurança, ou seja dentro do cerco de área, e nesse caso, alguns podem considerar que foi um ultralançamento, pois foi uma situação pontual, mesmo não ultrapassando o cerco de área, ou temos o extremo inverso, que é bem mais raro, e normalmente está atrelado não apenas a falhas na detonação, mas também no dimensionamento do cerco de área, que é quando uma grande quantidade de material é lançado além do cerco de área, e assim teríamos uma situação conjunta, onde o lançamento excessivo, seria todo ele um ultralançamento. Mas para efeito conceitual e de um melhor entendimento, vamos deixar esses extremos de lado, pois no fim, os termos que utilizamos não fazem muita diferença, pois as causas são muito mais importantes de serem analisadas.

Assim que precisamos ter claro que hoje o nosso foco é sobre os eventos de ultralançamentos, e que eles podem ser originados de um lançamento excessivo, onde todo o material é lançado a grandes distâncias, e assim alguns fragmentos podem ser lançados a distâncias ainda maiores, ultrapassando os limites do nosso cerco de área, se tornando eventos de ultralançamentos, mas além dessa situação, e que normalmente é o caso mais comum, e por isso será o nosso foco principal, os ultralançamentos ocorrem por situações pontuais, normalmente relacionados ao escape prematuro dos gases, que encontram fragmentos no seu caminho e lançam eles a grandes distâncias. Assim que podemos dizer, que os eventos de ultralançamentos, não dependem de situações de lançamento excessivo, e que podemos ter detonações com lançamento de material bem controlado, mas por uma condição particular, muitas vezes até desconhecida, podemos ter um evento de ultralançamento.



Também é importante entendermos que podemos utilizar várias técnicas conhecidas como “desmonte controlado”, para limitar o lançamento do material da nossa detonação, e isso vai nos ajudar a controlar o risco de lançamento excessivo e da mesma forma como podemos utilizar para redimensionar os limites de segurança do nosso cerco de área, mas é importante entendermos, que apesar das práticas empregadas diminuir o risco de ultralanchamentos, devido aos controles extras, esses controles não garantem uma proteção 100% efetiva contra os ultralanchamentos, pois eles podem ocorrer de forma totalmente independente do movimento da detonação, e por isso normalmente dizemos que não existem técnicas específicas para controle do ultralanchamento, e que a prevenção, através da identificação de situações de risco, é a melhor forma de estabelecer critérios para cada detonação.

Quando vamos dar uma revisada na literatura, veremos que existem várias formas utilizadas para definir os ultralanchamentos...

*... desculpe, mas parei de escrever aqui, pois parece incrível essas coincidências, mas hoje é sábado, são 9:15 da manhã do dia 18 de junho de 2022, e enquanto escrevo acabei de receber a seguinte mensagem em um grupo do WhatsApp:*

*Infelizmente mais uma fatalidade envolvendo profissionais da nossa área*



E isso nos faz realmente acreditar na criticidade do tema, que infelizmente é na maioria das vezes relacionadas a eventos incontroláveis, mas fico pensando se as pessoas tivessem sido melhores treinadas ou mais atentas, poderiam ter identificados a causa e talvez tomado alguma medida preventiva... 🤔 🤔 🤔...

Depois dessa reflexão, vamos voltar ao tema, onde estávamos falando que na literatura vamos encontrar diversas definições para o termo “ultralaçamento”:

- *Arremesso de fragmentos de rocha decorrente do desmonte com uso de explosivos a distâncias maiores do que área de segurança, podendo resultar em lesões humanas, mortes e danos estruturais.*
- *Considera-se como ultra lançamento quando fragmentos oriundos da detonação são arremessados a uma grande distância da área de lançamento normal da pilha de material detonado.*
- *O ultra lançamento acontece quando parte do material detonado sai fora da área de influência descontroladamente.*
- *Qualquer fragmento da detonação que vai onde não deveria.*
- *Ultra lançamento é toda rocha que é lançada fora do cerco de área.*
- *Fragmento de rocha projetado em diferentes direções além das distancias esperadas e desejadas do desmonte, devido a erro de desenho e/ou sua aplicação e/ou presença de*





evento que impacta além dos limites de segurança da nossa detonação, e assim pode causar danos incontroláveis.

Nas operações de subsolo, devido ao confinamento e limitação do espaço pela própria natureza da operação, não temos eventos de ultralancamento, e o máximo que podemos ter seria os lançamentos excessivos dentro das galerias, que podem em algum momento causar danos a estruturas e instalações, como dutos de ventilação, estações de bombeamento, redes elétricas ou hidráulicas, ou a qualquer coisa que esteja numa distância considerada segura, mas que um lançamento fora do normal pode lançar um ou mais fragmentos que cheguem a causar danos a elas.

É muito importante termos o controle da nossa detonação, garantindo as melhores condições possíveis para que esse tipo de evento não ocorra. Pois quando ocorrem, as chances de gerar grandes acidentes e impactos são muito grandes, pois eles fogem da área de controle que é o nosso cerco de área, assim que as possibilidades de danos são incontroláveis.

E realmente precisamos entender, que essa é uma das principais características dos eventos de ultralancamentos, que suas consequências são incontroláveis, e quer seja questão de sorte ou de probabilidade, o fragmento, que pode ser um ou vários, e de diversos tamanhos, podem cair numa área sem nada, ou pode cair num escritório, ou escola, ou em qualquer outro lugar, cujo potencial de gerar vítimas e dano é muito alto.

É importante reconhecermos, que no desmonte de rochas, nós não controlamos o explosivo, e por isso grande parte da sua energia é desperdiçada, gerando efeitos indesejados, e na verdade o que fazemos é tentar direcionar a energia do explosivo para que ele atue de forma mais intensa nos nossos objetivos, e assim evitando ao máximo que a sua energia gere efeitos indesejados, que podem causar danos, como é o caso dos ultralancamentos, ou mesmo das vibrações, e demais efeitos indesejados que podem ser gerados.

Assim que mesmo acreditando que os ultralancamentos consomem menos que 1% da energia explosiva, utilizada no processo de detonação, seus efeitos são de natureza muito grave, principalmente quando comparamos com outros efeitos, inclusive as vibrações, porque além de não terem limites de segurança, eles podem gerar grandes danos diretos e imediatos.

Quando comparamos os ultralancamentos com outros possíveis impactos, como as vibrações ou onda aérea, que são os mais comuns, a principal diferença é com os limites de tolerância, pois pequenas vibrações ou ondas aéreas, mesmo sendo efeitos indesejados, não vão causar impactos, mas mesmo um pequeno fragmento lançado além do cerco de área, já apresenta um grande potencial de risco.

Por exemplo, é importante destacarmos que a norma brasileira indica um limite aceitável para as vibrações, e que são aceitos como limites de segurança do risco, onde se estivermos dentro desses valores, acredita-se que o risco está controlado, mas para os ultralancamentos, não existem limites, e como falamos, a norma indica que “não devemos ter eventos de ultralancamentos”, pois mesmo um pequeno evento não pode ser controlado.

Tabela 3 – Limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência

Faixa de frequência <sup>a</sup>	Limite de velocidade de vibração de partícula de pico
4 Hz a 15 Hz	Iniciando em 15 mm/s, aumenta linearmente até 20 mm/s
15 Hz a 40 Hz	Acima de 20 mm/s, aumenta linearmente até 50 mm/s
Acima de 40 Hz	50 mm/s

<sup>a</sup> Para valores de frequência abaixo de 4 Hz, deve ser utilizado como limite o critério de deslocamento de partícula de pico de no máximo 0,6 mm (de zero a pico).  
 NOTA 1 Hz corresponde a uma oscilação por segundo.

**Limites de intensidade para Pressão Acústica**

ITENS	Pressão acústica
NORMA ABNTNBR 9653	134 dB

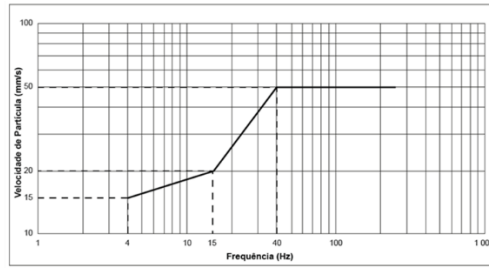
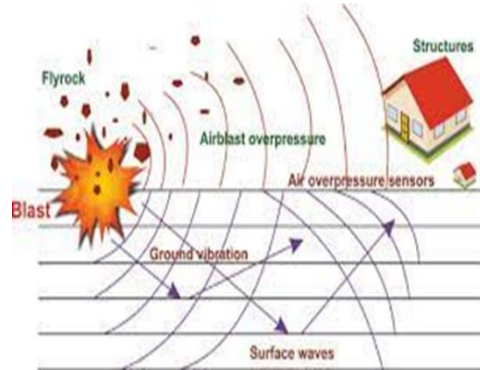


Figura 3 – Representação gráfica dos limites de velocidade de vibração de partícula de pico por faixas de frequência

Por isso que sempre que vamos avaliar o tema de ultralançamentos, precisamos refletir que para esse tipo de evento não existe risco aceitável, pois nós não temos como controlar o nível de dano, a final, não podemos garantir aonde o fragmento vai cair.

Por exemplo, ainda comparando com as vibrações, se passarmos um pouco do limite estabelecido, podemos quebrar uma janela, rachar uma parede ou apenas causar um desconforto nas pessoas, enquanto que se um fragmento for além do cerco de área, por menor que seja, podemos ter uma situação semelhante a que mencionamos antes, que uma pessoa morreu, sentado no banco do passageiro de um carro.



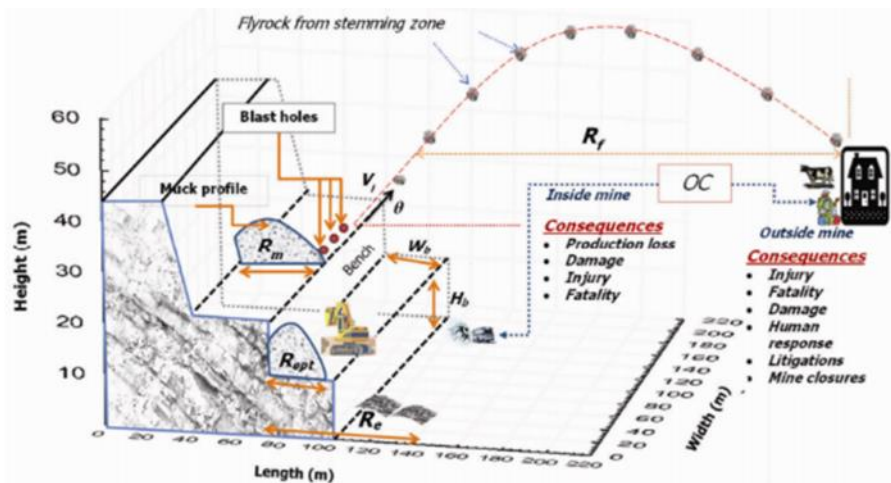
Então, para dar continuidade ao tema, e não delongar o assunto mais que o necessário, deixamos aqui apenas alguns pontos que precisam estar claros, relativos aos ultralançamentos, para logo passarmos para um ponto mais efetivo falando sobre os mecanismos e causas dos ultralançamentos:

- Os ultralançamentos são um dos eventos mais incontroláveis que temos no desmonte de rocha, e podem ser gerados com apenas uma pequena quantidade da energia da detonação;
- Nós podemos estimar o comportamento do lançamento normal do material detonado, mas não os ultralançamentos;
- As técnicas de controle de lançamento, ajudam a minimizar a ocorrência de ultralançamentos, mas mesmo assim podemos ter eventos pontuais, que podem ocorrer mesmo em desmontes controlados;
- Os ultralançamentos não estão diretamente relacionados com a quantidade de carga da detonação, e sim com o escape da energia (gases), assim que mesmo detonações com baixa razões de carga, podem provocar ultralançamentos;
- Normalmente os ultralançamentos são causados por situações pontuais, que podem ser preexistentes, e não identificadas, ou também podem ser causadas durante qualquer uma das fases de preparo do desmonte, tais como dimensionamento da malha, perfuração, carregamento, escolha dos retardos e outros;
- Não existem formas mágicas de controlar os ultralançamentos, e a melhor forma é a prevenção, garantindo uma avaliação efetiva para a identificação de situações críticas, boas práticas operacionais, controles de qualidade em todas as fases (desde o desenho até a realização da detonação), e boas praticas de cerco de área.



Deixando um pouco as teorias e reflexões do lado, precisamos entender que os eventos de ultralanchamentos podem ocorrer por diversos fatores, que vão desde características intrínsecas, como características da rocha ou da geometria da detonação, assim como por características do desenho e execução de cada detonação, como parâmetros do plano de fogo ou erros operacionais da execução do mesmo.

Esses fatores muitas vezes são difíceis de prevê, principalmente por causa da incerteza associada as diversas variáveis inerentes ao processo de desmonte, assim como as diversas relações entre elas. Por isso, para tentar simplificar o entendimento, precisamos lembrar que esses mecanismos geradores dos ultralanchamentos podem ser divididos em fatores controláveis e incontrolláveis.



**Figure 1.** Description of throw, excessive throw and flyrock.  $H_b$ , Bench height;  $W_b$ , Bench width;  $R_e$ , Excess throw;  $R_f$ , Flyrock distance;  $R_{opt}$ , Optimum throw for loading efficiency;  $V_e$ , Exit or maximum velocity of flyrock;  $\theta$ , Launch angle of flyrock and OC, Objects of concern.

Os fatores incontrolláveis são os intrínsecos ao processo, como a geologia da rocha, condições naturais e geometria do corpo de rocha a ser detonado. Esses fatores não podem ser modificados para o desmonte, ou seja, são características ou condições fixas que não podem ser alteradas na elaboração do plano de fogo, e que alguns deles podem ser inclusive desconhecidos, como por exemplo a existência de uma cavidade interna ou uma rede de fraturas abertas e comunicadas.

Por outro lado, temos os fatores controláveis, que são os que podem sofrer alguma interferência devido a decisões humanas, como configurações de carregamento, desenho de perfuração, execução operacional, etc. Ainda nos fatores controláveis eles podem se dividir em fatores de desenho/planejamento (exemplo configurações de carga, sequenciamento, etc), que são aqueles que podem ser dimensionados previamente, e em fatores operacionais, que são os determinados durante a operação de carregamento e detonação.

Vale ressaltar, que ainda podemos considerar alguns parâmetros do plano de fogo como fatores incontrolláveis de desenho, como é o caso por exemplo de operações que tem apenas um tamanho de diâmetro disponível, e assim não podemos escolher qual o melhor diâmetro para nossa detonação, e o que precisamos fazer, é adaptar as outras variáveis a essa condição, para que possamos ter um equilíbrio no nosso desenho, pois é esse equilíbrio entre as variáveis quem vai garantir melhores condições e controles sobre a detonação.

Ainda lembrando a análise dos acidentes nos EUA, onde se identificou que 30% foi devido aos ultralancamentos, ainda se identificou os principais fatores relacionados aos acidentes analisados:

- Razão de carga excessiva – carregamento ou perfuração incorreta
- Sequência de iniciação incorreta
- Afastamento insuficiente
- Tampão insuficiente
- Anomalias nas características geológicas ou geomecânicas da rocha

Nessa análise, podemos observar que os 4 primeiros fatores são exemplos de fatores controláveis, pois nós podemos determinar a quantidade de explosivo que utilizamos, a sequência de detonação, assim como o afastamento e o tampão do nosso plano de fogo, e da mesma forma, que temos o controle sobre a execução desses parâmetros, e apenas o último fator, está relacionado com um fator incontrolável, que talvez pudesse ser controlado, caso pudessemos identificar a situação antes da realização da detonação.

Existem inúmeros fatores que podem ser fontes geradoras de eventos de ultralancamento, mas podemos dizer que além dos identificados nas análises dos acidentes mencionados, temos uma série de outros, que são muito importantes de serem avaliados em cada detonação:

- Condições naturais
- Geologia da rocha
- Afastamento inadequado
- Sobrequebra (Overbreak)
- Perfuração inadequada
- Condições da face livre
- Furos obstruídos
- Material de forro
- Tampão inadequado
- Dimensionamento de carga
- Malha
- Concentração excessiva de carga
- Sequenciamento inadequado
- Falta de confinamento da energia
- Escape de gases
- Desmonte secundário
- Etc.

Continua no próximo artigo: Ultralancamentos (Parte 2)



Os temas parecem que se estendem a media que vamos escrevendo, assim que achamos melhor encerrar por aqui, se não o conteúdo fica muito longo, e o objetivo é que seja de uma boa leitura para ser refletido ao longo da semana, assim que conteúdo demais pode terminar atrapalhando.

Vamos seguir com a continuação desse tema no próximo artigo, onde vamos tentar focar na parte mais pratica, aproveitando apenas para detalhar um pouco a maioria desses fatores, como uma forma de despertar a atenção de todos para esse tema, que muitas vezes parece ser muito pontual, mas como vimos, é uma das principais causas de acidentes e mortes na realização de detonações.

Por favor comentem e compartilhem, para que tenhamos detonações cada vez mais seguras e de qualidade!!

Sugiram temas que acreditam que precisam ser melhor abordados, lembrando que o nosso objetivo é divulgar o conhecimento.

A Blasting Treinamentos deseja ajudar você a moldar o mundo com segurança e qualidade.

Agradecemos aos alunos dos nossos cursos, pois no fim são eles que patrocinam esses conteúdos.

Cursos de Desmonte de Rochas com Explosivos:

Português -> <https://lnkd.in/d5eivncS>

English -> <https://lnkd.in/dsrq7PGm>

[www.blastingtreinamentos.com.br](http://www.blastingtreinamentos.com.br)

blastingtreinamentos@gmail.com