

CONSIDERAÇÕES SOBRE RECLAMAÇÕES RELACIONADAS ÀS VIBRAÇÕES GERADAS POR DESMONTE DE ROCHAS

[\[ver artigo online\]](#)

Paulo Couceiro¹

RESUMO: Em tempos de uma crescente consciência socioambiental, o dever ético-moral de eliminar quaisquer dúvidas a respeito das responsabilidades da indústria mineral, frente aos efeitos adversos gerados por sua atividade, como a geração de vibrações, é um pré-requisito para a sua continuidade sustentável. A abertura de canais de comunicação transparentes e acessíveis às comunidades vizinhas permitem a promoção de ações de mitigação ambiental e informação. Entretanto, embora se observe uma crescente evolução quanto à realização de programas de conscientização e monitoramento sismográfico, uma importante parcela das reclamações, provenientes de detonações que estão dentro dos limites estabelecidos pelas normativas vigentes, continuam a existir. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo revisar os principais conceitos envolvidos nas reclamações relacionadas com a geração de vibrações por desmontes de rocha, assim como discutir os resultados provenientes de um estudo de caso sobre as reclamações impetradas contra uma mina de ouro na Nova Zelândia.

Palavras-chave: *Vibrações; reclamações; desmonte de rochas.*

ON THE COMPLAINTS RELATED TO ROCK BLAST-INDUCED GROUND VIBRATIONS

ABSTRACT: In times of growing socio-environmental awareness, the ethical-moral duty to eliminate any doubts about the responsibilities of the mining industry in view of the adverse effects generated by its activity, such as the generation of ground vibrations, is a prerequisite for its sustainable continuity. Transparent and accessible communication channels to neighboring communities allows the promotion of environmental mitigation programs and information actions. However, although there is a growing evolution regarding the implementation awareness and seismographic monitoring programs, a significant portion of the complaints, coming from rock blast-induced vibrations within the legal limits, continue to exist. Therefore, the present work aims to review the main concepts involved in claims related to rock blast-induced vibrations, as well as to discuss the results from complains against a gold mine in New Zealand.

Keywords: *Vibration; complains; rock blasting.*

¹ Doutor em Engenharia de Minas e Geo-recursos pela Universidade do Porto. E-mail: paulocouceiro@gmail.com



INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado por um crescimento populacional e urbano sem precedentes na história da civilização. Uma explosão exponencial que viria revolucionar toda uma cadeia de produção de bens e serviços – na qual se encontra as atividades de exploração mineral e infraestruturas –, uma dinâmica social e espacial caracterizada pelo modo de vida urbano que ainda vivenciamos nos dias de hoje.

É evidente que este supercrescimento propiciou uma importante sobrecarga social e urbana, observando-se, entre outras coisas, uma forte expansão dos centros urbanos para zonas cada vez mais próximas aos empreendimentos de exploração mineral e grandes obras de infraestrutura. Entretanto, não se pode subjugar a responsabilidade técnica dos projetos de exploração mineral e de infraestrutura ao problema da superpopulação, mas certamente o seu crescimento exponencial contribuiu significativamente para uma escalada nos conflitos entre ambas as partes: indústria e população.

Uma vez próxima à essas atividades, a sociedade se encontra exposta a uma série de impactos ambientais adversos, tais como agentes poluidores de aquíferos, geração de pó, ruído, entre outros como as vibrações geradas por desmonte de rochas com explosivos, todas presentes em atividades relacionadas com a mineração e obras de infraestrutura. As vibrações apresentam implicações importantíssimas na convivência entre a comunidade e a mineração, sendo foco de importantes reclamações ao longo da vida útil destas atividades.

Por tanto, diante de um contexto de contínuo comprometimento entre indústria e comunidade, faz-se necessário a revisão dos principais conceitos envolvidos nos conflitos gerados por reclamações relacionadas aos desmontes de rochas, especificamente sobre as vibrações terrestres.

Finalmente, o caso da Mina de Ouro e Prata de Newmont Waihi Gold, localizado na Nova Zelândia, é apresentado como exemplo de um delicado panorama socioambiental.

1 AS NORMATIVAS COMO MEDIADORAS DE CONFLITOS

Como decorrência do incremento das demandas interpostas contra atividades que envolviam desmontes de rochas com uso de explosivos, em 1930, a U. S. Bureau of Mines (USBM), dos Estados Unidos da América, organização líder e pioneira no estudo e pesquisa dos efeitos das vibrações nas estruturas, começou uma série de investigações para entender o fenômeno sísmico associado às detonações de cargas explosivas em empreendimentos mineiros. Naquela época, o fenômeno vibratório não era do todo conhecido, e a instrumentação precária. Como conclusão de uma década de estudos sistemáticos, Thoenen & Windes (1942) publicaram o Boletim 442, que traziam as primeiras recomendações de segurança para o controle dos níveis das vibrações, baseados na aceleração de pico de partícula.

Entretanto, duas décadas mais tarde, Duvall & Fogelson (1962), numa tentativa de melhorar os critérios de segurança para os níveis de vibrações, propuseram a velocidade de pico de partícula como critério limite pela primeira vez, adotando os valores de 2,0 in/s ou 50,8 mm/s. Sem embargo, no transcurso da década de 70, mesmo com a adoção dos limites propostos por aqueles autores, muitas reclamações continuavam chegando aos gabinetes das autoridades americanas, motivando, assim, uma segunda série de estudos que cominariam em uma extraordinária melhora no entendimento dos fenômenos sísmicos associados à resposta estrutural e danos causados aos mesmos devidas às vibrações geradas pelas detonações de cargas explosivas.

Não obstante, ainda que Medearis (1976) tenha reportado a importância das frequências dominantes do terreno e o tipo de estrutura excitada em conjunto às velocidades de pico de partícula, não foi antes de 1980 que Sisking et al.

(1980), ao publicar dois importantes sumários através da USBM, um sobre onda aérea, RI 8485, e outra sobre recomendações para vibrações baseadas nas frequências, RI 8507, expõe de forma definitiva o interessante umbral que se define entre o incremento potencial dos danos associados aos rangos de baixa frequência e seus efeitos sobre as amplificações sofridas pelas estruturas, que logo viria a ser amplamente aceito na comunidade científica.

Em paralelo aos avanços conseguidos nos Estados Unidos, a partir da década de 70, comitês especiais de standardização técnica, como as promovidas pela *International Standards Organization* (ISO) e outras entidades, trabalharam nas primeiras versões dos critérios adotados no continente Europeu. Em 1974, na França, a A.F.T.E.S (*Association Française des Travaux en Souterrain*) sugere como critério de prevenção uma normativa que já incluía o efeito das baixas frequências e tipos de estruturas como critério de avaliação. Um ano depois, na Alemanha, se estabelece como critério a DIN 4150, que também admitia limites de vibrações associadas às diferentes frequências em função da tipologia das estruturas, todas bastante restritivas. Sisking (2000) expõe que a DIN 4150 se baseava mais na ideia da minimização da percepção e das queixas provenientes das vibrações do que nos critérios de danos estruturais.

A NBR 9653, primeira normativa Brasileira dedicada à avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas, foi publicada em 1986 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na qual estabelecia um valor máximo de velocidade de pico de partícula de 15 mm/s independente da tipologia da estrutura e das frequências dominantes do evento sísmico. A atualização da NBR 9653 para a inclusão dos efeitos das frequências dominantes nos limites de vibrações admissíveis só veria à luz em 2005, mais de 30 anos depois da publicação de sua primeira versão.

Todos estes esforços, ao longo dos últimos 80 anos, tiveram um papel decisivo para uma sólida educação, assim como um sistema de fiscalização, das atividades de extração mineral e obras de infraestruturas com o uso de explosivos. Entretanto, ainda que a existência de normativas não evitem a ocorrência de possíveis conflitos entre indústria e comunidade, essas traçam os limites legais para uma atividade responsável, assegurando a integridade estrutural de edifícios próximos às atividades que envolvem desmontes de rochas com explosivos.

2 CLASSES DE RECLAMAÇÕES E SEUS TRATAMENTOS

A indústria mineira contemporânea tem o dever ético-social de eliminar qualquer tipo de dúvida a respeito de sua responsabilidade e transparência frente aos efeitos adversos gerados por sua atividade, provendo-se de soluções científicas e canais de comunicação acessíveis à comunidade, através das quais promove ações de mitigação ambiental e programas de conscientização eficientes contra os problemas e reclamações apresentadas pela sociedade em que está inserida. Em muitos países, como no caso da Austrália e Nova Zelândia, por exemplo, a indústria mineira é obrigada manter aberta uma linha de comunicação a fim de publicar periodicamente os controles e ações tomadas frente às reclamações recebidas, identificando o tipo, origem do evento, responsáveis e o seu tratamento adequado. Bacci et al. (2003a, 2003b) sintetiza que os conflitos podem ser minimizados através de programas de ações transparentes, ajudando a comunidade a entender a importância das atividades de extração mineral e conviver com elas de forma menos problemática.

Diante de uma diversidade de razões que poderiam motivar a interposição de reclamações devida às vibrações geradas por desmontes de rocha por explosivos, se constata que a maioria delas evidenciam a preocupação ou medo dos residentes frente à probabilidade de que suas casas sofram algum dano

(White & Robinson, 1995). Inevitavelmente, a resposta estrutural de uma residência devido às vibrações ocasionará distintos graus de mal-estar subjetivo em seus residentes. Essa reação ou percepção subjetiva é tão importante quanto os danos estruturais propriamente ditos.

Çubukçu et al. (2012), em suas investigações referentes as reclamações interpostas pela comunidade residencial de Cebeci, em Istambul, Turquia, frente às atividades de um complexo de pedreiras, puderam categorizar as reclamações referentes às vibrações em três grupos distintos, e que no presente texto se nomeia em graus ou classes de reclamações, como podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação das reclamações mais comuns provenientes de vibrações geradas por desmonte de rocha por explosivos.

Grau ou Classe	
I	Incômodo; receio ou falta de conhecimento sobre os fenômenos sísmicos.
II	Causa reais comprovadas ou supostas de danos estruturais
III	Intenções maliciosas ou de má fé

Segundo Çubukçu et al. (2012), as reclamações de classe I, relacionadas ao medo, receio ou falta de conhecimento, são as que apresentam maiores incidências, evidenciando a importância e necessidade da realização de campanhas de conscientização nas comunidades vizinhas às atividades de mineração e obras de infraestrutura. As reclamações de classe II, que reportam danos reais – sejam comprovadamente derivadas das detonações ou não –, por outro lado, são as que normalmente apresentam menor incidência. Entretanto, o mais perturbador, são indubitavelmente aquelas reclamações de classe III, que apresentam intenções maliciosas ou de má fé, com o fim de obter indenizações ilícitas.

2.1 Reclamações de Classe I

As reclamações de classe I estão intimamente relacionadas à percepção humana das vibrações, manifestando-se em forma de incômodo, intolerância ou medo de que tal fenômeno infrinja dano à propriedade. Existem muitos fatores como a idade, saúde, tolerância limite, educação, entre outros, que contribuem direta ou indiretamente para a determinação do nível de resposta humana às vibrações. Com base nesses parâmetros, Dhar et al. (1993) publicaram uma escala da resposta humana às vibrações geradas por desmontes de rocha com o uso de explosivos, categorizando-as em três estágios distintos, como apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Resposta humana às velocidades de pico de partícula (Dhar et al., 1993)

Resposta	Velocidade de Partícula
Perceptível	0,5 mm/s
Problemático	5,0 mm/s
Severo	15,0 mm/s

Ainda que se trate de uma medida subjetiva, conclusões estatísticas apontadas por Sisking et al. (1980) demonstram que para velocidades de pico de partícula de 12 mm/s, resultantes de detonações típicas, seriam toleradas por 95% das pessoas que as sentissem. Por outro lado, outros autores como White & Robinson (1995) apontam que os níveis de tolerância à percepção das vibrações para a maioria dos indivíduos se encontram normalmente ao redor de 1,5 mm/s, podendo ainda, ser tão baixo quanto 0,55 mm/s.

Comparativamente, os níveis de vibrações associados aos danos estruturais são significativamente superiores aos níveis de percepção humanos.

Uma das conclusões de Sisking et al. (1980), quanto a reação de residentes presentes em suas casas durante uma detonação, foi a de que para uma vibração de 12 mm/s, poder-se-iam registrar entre 15 a 30% de reclamações, devido ao medo de que suas propriedades sofressem danos.

Não obstante, no Reino Unido, a maioria das autoridades de planificação mineira estabeleceram limites de velocidade de pico de partícula entre 2,5 e 12,5 mm/s numa tentativa de diminuir a quantidade de reclamações recebidas. Entretanto, apenas 25% das autoridades que estabeleceram estes limites observaram uma queda significativa nas reclamações. Após análise, observou-se que 75% desses limites foram fixados em no máximo 6,0 mm/s, e como a média dos valores registrados nesse período foi ainda menor, chegou-se à conclusão de que o nível crítico de vibração para que haja reclamações no Reino Unido é provavelmente ao redor de 6,0 mm/s. Em outras regiões, entretanto, velocidades de pico de partícula de 6,0 mm/s foram classificadas como desconfortáveis, ainda sendo registradas reclamações em velocidades inferiores a 5,0 mm/s (Kemmann-Lane, 1988).

Tabela 3. Zoneamento do efeito sísmico (Modificado de Valente & Barbosa, 2003).

Raio	Características
0 - 800 m	Impossibilita a ocupação urbana – alta intensidade de barulho, tremores e rachaduras nas construções.
800 - 1600 m	Não há informação
1600 – 2400 m	Mais de 75% da população sentem os eventos sísmicos, variando a intensidade de alto a médio.
2400 – 3200 m	Eventos sísmicos sentidos por mais de 40% da população.
3200 – 4000 m	Os tremores sentidos pela população foram verificados em menos de 30% dos casos.
4000 – 4800 m	Apesar de menos de 21% da população sentirem os tremores

4800 – 6000 m Alguns moradores desconhecem a existência das pedreiras nesta zona, pois os tremores não são sentidos.

Nota. Foi omitida da tabela a incidência de rachaduras por falta de dados que corroborasse as vibrações como seus agentes causadores.

Valente & Barbosa (2003) apresentaram um interessante trabalho no entorno residencial das pedreiras Itaporoca e Rio Branco, localizados em Feira de Santana, Bahia, Brasil, sobre o estado estrutural de 115 residências e perfil socioeconômico de seus residentes. Foi constatado que a maioria dos residentes se assentou nos arredores posteriormente às atividades de extração mineral, motivados principalmente pela falta de planificação urbana e baixa renda, que contribuiu para a construção de imóveis com materiais de má qualidade e sem seguir as recomendações técnicas de construção vigentes.

Constatou-se que 66,7% das 115 residências avaliadas durante a pesquisa apresentavam algum tipo de rachadura, observando-se, ademais, uma maior incidência para aquelas mais próximas das pedreiras (Valente & Barbosa, 2003). Sem embargo, a grande maioria dessas rachaduras provavelmente são resultados de eventos ou causas naturais, como mudanças de humidade, temperatura e vento, combinadas ao uso de materiais de má qualidade. As vibrações geradas pelas detonações, por outro lado, têm provavelmente um papel coadjuvante na análise, influenciando talvez as residências registradas nos primeiros 3-4 km. Por outro lado, as conclusões apresentadas na Tabela 3 sobre o efeito da percepção da população com respeito às vibrações e onda aérea são mais notórias neste trabalho.

2.1.1 Efeito Psicológico das Vibrações

Uma consequência de elevada importância e seriedade, derivada da problemática das vibrações, é o comprometimento da saúde psicológica de uma pessoa ou grupo social que, quando submetido ao medo e/ou falta de informação, combinadas com as condições do entorno local-social, contribuem a um dano a saúde mental muitas vezes irreparável.

Encontram-se diversos exemplos de impactos psicológicos associados às atividades de desmonte de rocha por explosivos. Como observado no caso da região de Marmara, em Istanbul, que devido à presença de um complexo de pedreiras localizados próxima às zonas urbanizadas, têm contribuído para elevar os níveis de tensão devido aos problemas gerados pelas vibrações. Tal cenário tem despertado uma grande preocupação nas autoridades Turcas, pois as constantes vibrações causadas pelas detonações têm causado constante pânico e medo – um dano irreparável à saúde mental da população local –, uma vez que, por habitarem em uma zona de alta atividade sísmica, vivem em um estado de alerta e medo constante, devido à possibilidade que ocorra um grande terremoto a qualquer momento (Çubukçu et al. 2012).

Por outro lado, Kraemer (2011) expõe a problemática dos quilombolas do Morro alto, no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil, onde residentes da região, ademais de relatarem casos de danos estruturais como vidros trincados ou quebrados, rachaduras em suas casas e animais assustados, tiveram suas rotinas fortemente alteradas devido às detonações. O medo – alertado pelo soar da sirene de aviso de detonação – faz os moradores saírem de suas casas devido à preocupação de que suas casas sejam danificadas, observando-se que até mesmo o comportamento canino é afetado pelos toques das sirenes de alerta, passando a se comportar em um estado irrequieto.

As empresas de mineração e obras de infraestruturas devem ser conscientes dos impactos sócio-psicológicos que determinadas atividades podem gerar nas comunidades vizinhas aos seus empreendimentos, e adotar

medidas socioeducativas para mitigá-las. O estado emocional resultante da consciência de perigo ou ameaça do desconhecido, real ou imaginário, se combate com informação, responsabilidade técnica e socioambiental das empresas.

2.2 Reclamações de Classe II

Nos casos relacionados às reclamações de Classe II, em que se reportam danos estruturais, a avaliação se baseia em três tipos de danos dependendo de sua intensidade ou gravidade. Sisking et al. (1980) definem os tipos de danos como limiar, menores e maiores, tal como apresentado na Tabela 4.

Os casos de danos estruturais comprovados são graves; implica em dano a propriedade de outrem, existindo assim, pois, a necessidade de reparações econômicas. A incidência de reclamações que envolvem danos estruturais varia, entre outras coisas, de acordo com a distância das comunidades urbanas e configuração das detonações.

Os contornos dos limites de danos estabelecidos por Sisking et al. (1980) na RI 8507 são dependentes da frequência. Como os danos são potencializados em rangos de baixa frequência, os limites de velocidade de pico de partícula são conseqüentemente mais baixos nessa região. Dowding (1985), por sua vez, afirma que histórias temporais que apresentam frequências dominantes radicalmente distintas podem promover danos a mesma estrutura em diferentes velocidades de pico de partícula. Esse fenômeno se deve ao fato de que as maiores amplificações sofridas pelas estruturas se dão quando as frequências dominantes do movimento do terreno são próximas às frequências naturais das estruturas.

Tabela 4. Classificação dos tipos de danos estruturais (Sisking et al, 1980).

Tipo de Dano	Definição
Limiar do Dano	Desprendimento de parte da pintura, pequenas rachaduras ou pequenas fissuras em gesso e nas juntas entre elementos de construção; aumento das rachaduras anteriores às vibrações.
Danos menores	Desprendimento e queda de reboco, rachaduras na alvenaria em torno de aberturas próximas as divisórias, com até 3,0 milímetros de espessura, queda de argamassa solta.
Danos maiores	Rachaduras com vários milímetros de espessura nas paredes, enfraquecimento estrutural, vidros quebrados, queda de alvenaria e comprometimento da capacidade de suporte de carga.

A origem dos danos estruturais – como as rachaduras e seu movimento natural – pode derivar de múltiplas origens (Dowding, 1985) e não somente das vibrações infringidas pelas detonações. Os fenômenos sísmicos provenientes dos desmontes de rocha com explosivos são mais mediáticos que os eventos derivados de causas naturais, o que certamente contribui para que as detonações sejam consideradas as primeiras responsáveis de toda sorte de danos estruturais, o que nem sempre se corresponde com a realidade. As origens mais comuns para as rachaduras são: (i) expansão térmica; (ii) sobrecarga estrutural; (iii) mudanças químicas no material estrutural; (iv) encolhimento ou inchaço das madeiras; (v) fadiga estrutural; e (vi) recalque da fundação. Deve-se dispor de perícia e cautela ao analisar os danos sofridos por uma residência a fim de identificar a provável participação das vibrações geradas por detonações de cargas explosivas.

2.3 Reclamações de Classe III

As reclamações de Classe III – aquelas relacionadas às intenções maliciosas ou de má-fé frente à reparação de danos estruturais não relacionados às vibrações geradas pelas detonações, em casos em que o demandante é abertamente conhecedor da não relação de caso – é, talvez, a mais delicada entre os tipos de reclamações. Normalmente, cabe o ônus da prova aos empreendimentos responsáveis por promover os distúrbios ambientais na região (pedreiras, minas ou obras de infraestruturas) ou às seguradoras, em caso de que a reclamação por reparação de danos siga por esta via.

Por definição, segundo o dicionário Houaiss, má-fé é a disposição de espírito que inspira e alimenta ação maldosa, conscientemente praticada.

Há que diferenciar, entretanto, aqueles que por falta de conhecimento e informação associam os danos estruturais ou cosméticos de suas residências aos eventos sísmicos gerados pelas detonações. Por outro lado, um mau relacionamento entre a comunidade e os empreendimentos mineiros ou de infraestrutura, associados à falta de um efetivo programa de comunicação social, podem dificultar a gestão da relação socioambiental frente às atividades de detonações. Segundo Bender (2006), residentes que manifestadamente são contra as atividades de detonação em sua vizinhança, quando ignorados, tendem a realizar reclamações infundadas com o objetivo de comprometer o bem-estar entre os empreendimentos e os residentes.

Nos EUA, onde, segundo a *National Association of Insurance Commissioners* (1998), 83% das residências contam com algum tipo de seguro contra sinistros, é comum que as seguradoras avaliem o custo do reparo do dano reportado versus o custo de uma possível luta judicial. Bender (2006) afirma que normalmente as seguradoras recorrem à solução mais econômica, o que em muitos casos coincide com a reparação do dano mesmo que a causa não seja comprovadamente derivada das vibrações geradas pelas detonações.

Tal decisão abre um precedente que favorece a petição de indenizações por outras partes (Bender, 2006).

É importante, portanto, que antes do início dos trabalhos de desmonte de rochas por explosivos, se realize uma séria inspeção em todas as residências dentro da área de influência das detonações. Desta forma, é possível estabelecer o estado estrutural e cosmético das residências e edificações para confrontá-los com possíveis denúncias de danos. Por outro lado, todas as detonações realizadas devem estar exaustivamente documentadas, o que incluem completos planos de fogo – nos quais se devem realizar estimativas e simulações dos resultados e efeitos esperados, como os níveis de vibrações, por exemplo –, relatórios de fogo, formulários de carga e informes de controles sismográficos realizados na zona de influência das detonações.

Registrar as vibrações e sobre-pressões atmosféricas com sismógrafos devidamente calibrados é fundamental para provar falsas reclamações de dano estrutural ou cosmético (Bender, 2006).

3 O CASO DA MINA DE OURO E PRATA DE NEWMONT WAIHI GOLD, NOVA ZELÂNDIA

Em operação desde 1988, a mina a céu aberto Martha, operada por Newmont Waihi Gold, é única na Nova Zelândia. Sua situação geográfica particular – localizada em uma próspera e densamente urbanizada área – expõe o difícil e delicado panorama socioambiental que se manifesta entre as atividades da mina e seus efeitos na comunidade. Diante de tal cenário, fez-se imperativo o estabelecimento de restrições e condições especiais de operação, principalmente daqueles referentes aos efeitos adversos gerados pelas atividades de mineração, como são as vibrações de terreno e ondas aéreas, particulado, contaminação sonora, entre outras.

Para o caso particular das vibrações, a mina dispõe de seis pontos de monitoramento permanentes, os quais são usados para realizar os controles sismográficos frente aos limites adotados e aprovados pelo Conselho Distrital de Hauraki. Os limites de vibrações gerados pelas detonações se baseiam em que 95% dos eventos resultantes, medidos e comparados historicamente em um período de 12 meses, não ultrapassem 5,0 mm/s e, em nenhum caso, exceda a 10 mm/s. Outro controle foi a adoção de janelas de detonação, as quais somente permitem detonações durante o dia, de segunda a sexta-feira de 10:00h às 15:00h e sábados, das 10:00h às 12:00h. Pretende-se, com essas medidas, minimizar o grau de reclamações recebidas, provenientes das vibrações geradas pelas detonações.

Foram analisados os registros das reclamações publicadas pelo Conselho Distrital de Hauraki, para um período de nove anos, devidos às atividades de mineração desenvolvidas pela mina Martha. Observou-se um total de 1579 reclamações, interpostas entre julho de 2005 e junho de 2014, apresentando, pois, uma média de 1,02 reclamações por detonação. Os resultados são apresentados na Figura 1.

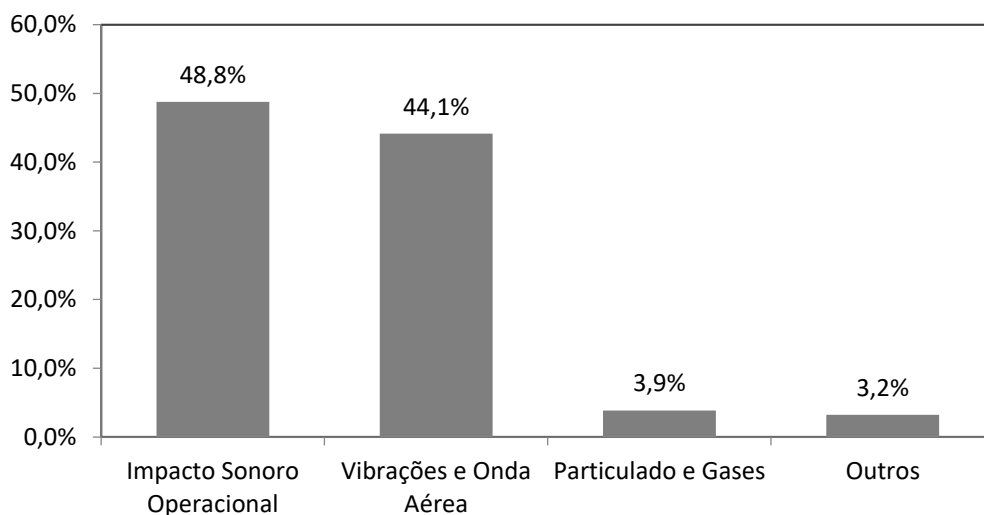


Figura 1. Incidências de reclamações por grupos. Os fenômenos sísmicos representam 44,1% do total de reclamações. Mina Martha, Nova Zelândia.

Dessas reclamações, 44,1% foram relacionadas aos fenômenos sísmicos provenientes de desmontes de rochas – sejam vibrações (92%) e sobrepressões atmosféricas (8%) – somando um montante de 697 reclamações. Entretanto, o índice de reclamações de Classe II interpostas, relatando algum tipo de dano estrutural associado às vibrações, foi de 8,2%, somando um total de 57 queixas. Todas as reclamações de Classe II são cuidadosamente inspecionadas pela mina, através de empresas de consultoria estrutural, que periodicamente realizam inspeções nas residências vizinhas a mina a fim de constatar alguma relação de causa-efeito com as vibrações produzidas pelas detonações. Uma vez realizada a inspeção, uma cópia de toda a documentação é entregue ao residente para avaliação. Se constatada dano estrutural devido às vibrações derivadas das atividades de detonação, uma reparação econômica é realizada pela mina, a fim de encerrar o caso.

Adicionalmente, pode-se observar no histórico de reclamações apresentados na Figura 2, que a relação entre detonações realizadas e reclamações recebidas devido aos fenômenos sísmicos se manteve relativamente constante até finais de 2011, excetuando julho de 2006, com média de uma reclamação a cada 3,6 detonações, acentuando-se fortemente a partir de 2012, no qual manteve um número de reclamações superior ao número de detonações por todo o ano, com média de uma reclamação para cada detonação realizada.

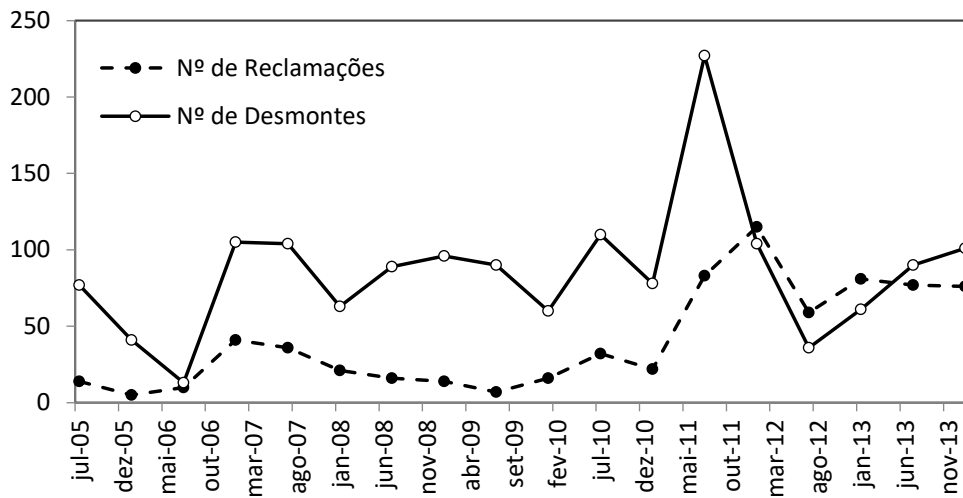


Figura 2. Histórico de reclamações relacionadas às vibrações e ondas aéreas impetradas pela comunidade de Waihi comparadas com as quantidades de detonações. Mina a céu aberto Martha, Nova Zelândia.

CONCLUSÕES

Uma análise dos principais aspectos relacionados às reclamações envolvendo as vibrações geradas por detonações de cargas explosivas, proveniente de atividades industriais como a mineração ou a escavação de rochas, foi realizada. A existência de reclamações é um indício socioambiental de que essas atividades estão em conflito com as comunidades vizinhas. Essas reclamações podem ser categorizadas em três grupos distintos em função da intensidade vibratória atuantes sobre as estruturas e seu efeito quanto à percepção humana. Por outro lado, a disponibilidade de normativas que regulam os níveis de vibrações gerados por detonações de cargas explosivas, permite a aplicação de mecanismos mediadores de potenciais conflitos entre os distintos atores do problema, uma vez que estabelece limites seguros de trabalho.

Embora se observe uma crescente evolução a respeito do conhecimento dos fenômenos que governam as vibrações, técnicas de mitigação, resposta e dano estrutural, entre outros, os moldes das regulamentações adotadas em diversos países têm deslocado seu foco do critério de “dano estrutural” para um mecanismo de controle ainda mais restritivo e subjetivo, a do “mínimo incômodo”, uma vez que ainda se observa uma importante quantidade de reclamações provenientes de detonações que estão dentro dos limites estabelecidos pelas normativas vigentes. Essa tendência é observada no estudo de caso apresentado, referente às atividades de extração mineral da Mina Martha, localizada na Nova Zelândia. No período de 9 anos analisados, observou-se a incidência de 44,1% de reclamações relacionadas aos fenômenos sísmicos gerados por desmontes de rochas, das quais 91,8% se referiam a reclamações de classe I, ou seja, quando há incômodo, intolerância ou medo.

Portanto, as atividades industriais que requerem o uso de explosivos, tais como a mineração ou a escavação de rochas, devem se adaptar a umas condições de convivência socioambiental sustentável, adotando programas de informação e transparência, que permitam o contínuo e responsável desenvolvimento de suas atividades e uma saudável relação com as comunidades vizinhas.

REFERÊNCIAS

BACCI, D. de la C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M.; IRAMINA, W. S. **Principais normas e recomendações existentes para o controle de vibrações provocadas pelo uso de explosivos em áreas urbanas – Parte I.** REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 56, n.2, p.131-137, 2003.

BACCI, D. de la C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M.; IRAMINA, W. S. **Principais normas e recomendações existentes para o controle de vibrações provocadas pelo uso de explosivos em áreas urbanas – Parte II.** REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, v.56, n.1, p.51-57, 2003.

BENDER, W. L. **Understanding Blast Vibration and Airblast, Their Causes and Their Damage Potential.** Workshops of the Golden West Chapter of the International Society of Explosives Engineers, 2006.

ÇUBUKÇU, A.; KAYA, E.; OZYARAL, O. **The Complaints About Cebeci Quarries That Have Been Notified to Istanbul Metropolitan Municipality.** In: International Multidisciplinary Scientific Geoconference, 12, 2012. Bulgaria. Proceedings [...]. Albena: SGEM, 2012.

DHAR, B. B.; PAL ROY, P.; & SINGH, R. B. **Optimum blasting for Indian geomining conditions – suggestive standard and guidelines.** India: CMRI Publication, 1993.

DOWDING, C. H. **Blast Vibration Monitoring and Control.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985.

DUVALL, W.I. & FOGELSON, D. E. **Review of Criteria for Estimating Damage to Residences from Blasting Vibration.** U.S. Bureau of Mines RI 5968, 1962.

KEMMANN-LANE, T. **Northumberland County Council Appeal by British Coal Corporation**. Report to the Secretary of State for the Environment regarding Linton Opencast Workings, 1988.

KRAEMER, M. F. E. **Detonação da paisagem e conflitos socioambientais no território quilombola de Morro Alto, Rio Grande do Sul, Brasil**. Sociedad Hoy, v.21, p. 55-66, 2011.

MEDEARIS, K. **The Development of Rational Damage Criteria for Low-Rise Structures Subjected to Blasting Vibrations**. A Report to National Crushed Stone Association. Washington. DC., 1976.

MEDEARIS, K. **The Development of Rational Damage Criteria for Low-rise Structures Subjected to Blasting Vibrations**. Report to the National Crushed Stone Association, Washington, D.C., 1976.

SISKIND, D. E., STACHURA, V. J., STAGG, M. S. & KOPP, J. W. **Structure Response and Damage Produced by Airblast from Surface Mining**. Bureau of Mines Report of Investigations, RI 8485, 1980.

SISKIND, D. E., STAGG, M. S., KOPP, J. W., & DOWDING, C. H. **Structure Response and Damage Produced by Ground Vibration from Surface Mine Blasting**. Bureau of Mines Report of Investigations, RI 8507, 1980.

SISKIND, D. E. **Vibrations from blasting**. Cleveland: International Society of Explosives, 2000.

THOENEN, J. R.; WINDES, S. L. **Seismic Effects of Quarry Blasting**. Bulletin 442. U.S. Bureau of Mines. USA, 1942.

VALENTE, A. M. & BARBOSA, L. M. **A Vulnerabilidade de Uso ao Redor das Pedreiras Mecanizadas em Feira de Santana, BA: Um Modelo.** In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 10, 2003. Rio de Janeiro. Livro de Resumos [...]. Rio de Janeiro: UERJ, 2003

WHITE, T.E. & ROBINSON, P. **The use of explosives in quarrying.** United Kingdom: The Institute of Quarrying, Nottingham, 1995.