

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS E DE PETRÓLEO

PMI-500 Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas

MAPA DE RUÍDO NA PEDREIRA ITAPISERRA

Aluno: Michiel Wichers Schrage

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Médici de Eston

2001

TF-2001
Sch 69m
1425180

M2001k

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700005488

RESUMO:

Este trabalho visa descrever o ruído encontrado em uma pedreira, tanto em relação aos equipamentos empregados quanto à distribuição espacial do ruído.

Para descrever o nível de ruído de equipamentos típicos encontrados em uma pedreira, como britador primário, britador secundário, peneiras vibratórias, pás carregadoras, perfuratriz pneumática, compressor para perfuratriz e caminhões fora de estrada, é necessário definir diversos parâmetros como o nível médio de ruído, valores máximos e mínimos e distribuições percentuais dos níveis de ruído. São apresentados gráficos para a variação do ruído com o tempo e sua comparação com o nível médio de ruído.

Para caracterizar a distribuição espacial do ruído foi elaborado um mapa com curvas de isoruído, discriminando por meio de cores as diferentes zonas de ruído, podendo-se observar a atenuação dos níveis de ruído com a distância.

AGRADECIMENTOS:

Gostaria de expressar meus agradecimentos ao Engenheiro Osni de Mello, engenheiro da Pedreira Itapiserra, por permitir a realização das medições e pela pronta ajuda durante sua realização; ao engenheiro Ciro Terêncio Russomano Ricciardi, da Prominer Projetos S/C Ltda., que forneceu todos os equipamentos utilizados durante as medições, além dos valiosos conselhos que balizaram a realização deste trabalho; ao professor Sérgio Médici de Eston, orientador na realização deste trabalho.

ÍNDICE:

1. INTRODUÇÃO:	1
2. OBJETIVOS:	2
3. CONCEITO DE RUÍDO:	3
4. NORMA UTILIZADA:	6
5. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:	7
6. DESCRIÇÃO DA PEDREIRA ITAPISERRA:	8
7. METODOLOGIA:	9
7.1. Escolha dos pontos de amostragem:	9
7.2. Procedimentos para medição:	10
7.3. Procedimentos para tratamento dos dados:	11
8. APRESENTAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS:	12
8.1 Medições de ruído de equipamentos específicos:	12
8.1.1 Britador Primário:	13
8.1.2 Britador Secundário:	14
8.1.3 Ciclo de Carregamento Caminhão - Pá Carregadora:	15
8.1.4 Peneira vibratória:	16
8.1.5 Descarga de caminhão no britador primário:	17
8.1.6 Perfuratriz pneumática:	18
8.1.7 Compressor de ar para perfuratriz:	19
8.1.8 Outros equipamentos:	20
8.2 Mapa de ruído:	21
9. ANÁLISE DOS DADOS:	22
10. CONCLUSÕES:	25
11. BIBLIOGRAFIA:	26
12. ANEXOS:	27

LISTA DE TABELAS:

TABELA 4.1 – Nível de critério de avaliação para ambientes externos	6
TABELA 8.1.1 – Níveis de ruído junto ao britador primário	13
TABELA 8.1.2 – Níveis de ruído junto ao britador secundário.....	14
TABELA 8.1.3 – Níveis de ruído junto a pá carregadora.....	15
TABELA 8.1.4 – Níveis de ruído junto à peneira vibratória	16
TABELA 8.1.5 – Níveis de ruído na descarga de caminhão no britador primário	17
TABELA 8.1.6 – Níveis de ruído junto à perfuratriz pneumática.....	18
TABELA 8.1.7 – Níveis de ruído junto ao compressor de ar	19
TABELA 8.1.8 – Nível de ruído equivalente dos equipamentos medidos	20
TABELA 9.1 – Níveis de ruído teóricos para 5 m e 200 m de distância.....	23

LISTA DE GRÁFICOS:

GRÁFICO 8.1.1 – Variação do nível e ruído proveniente do britador primário.....	13
GRÁFICO 8.1.2 – Variação do nível de ruído proveniente do britador secundário ...	14
GRÁFICO 8.1.3 – Variação do nível de ruído proveniente da pá carregadora.....	15
GRÁFICO 8.1.4 – Variação do nível de ruído proveniente da peneira vibratória	16
GRÁFICO 8.1.5 – Variação do nível de ruído proveniente do britador primário e Caminhão.....	17
GRÁFICO 8.1.6 – Variação do nível de ruído proveniente da perfuratriz pneumática.....	18
GRÁFICO 8.1.7 – Variação do nível de ruído proveniente do compressor de ar.....	19

LISTA DE FOTOS:

FOTO 8.1.1 – Britador primário.....	13
FOTO 8.1.2 – Britador secundário	14
FOTO 8.1.3 – Ciclo de carregamento caminhão – pá carregadora.....	15
FOTO 8.1.4 – Peneira vibratória	16
FOTO 8.1.5 – Descarga de caminhão no britador primário	17
FOTO 8.1.6 – Perfuratriz pneumática.....	18
FOTO 8.1.7 – Compressor de ar.....	19

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES:

dB(A): decibels, medidos com o filtro de frequências A

$L_{\text{máx}}$: Nível máximo de ruído registrado durante o período de medição, em dB(A)

$L_{\text{mín}}$: Nível mínimo de ruído registrado durante o período de medição, em dB(A)

$L_{\text{maior ocorr}}$: Nível de ruído de maior ocorrência durante o período de medição, em dB(A)

L_{Aeq} : Nível de ruído equivalente, em dB(A)

L_{99} , L_{95} , L_{90} , L_{50} e L_{10} : Níveis de ruído superados em 99%, 95%, 90%, 50% e 10%, respectivamente.

1. INTRODUÇÃO:

Devido ao uso destinado à pedra britada, que é o da construção civil, a maior demanda do produto das pedreiras se concentra nos centros urbanos. A região metropolitana de São Paulo e seu entorno apresentam diversas jazidas de granito, muitas delas atualmente sendo lavradas. Pedreiras mais distantes dos centros consumidores tornam-se freqüentemente inviáveis devido ao aumento do custo do frete, já que concorrem com as pedreiras situadas praticamente dentro da região metropolitana de São Paulo.

O elevado crescimento populacional dos centros urbanos provocou o aumento das áreas urbanizadas, causando uma crescente aproximação das pedreiras às moradias.

A crescente preocupação com a preservação do meio ambiente e com o bem estar social vem sendo acompanhado pelos órgãos regulamentadores e fiscalizadores, como a SMA (Secretaria do Meio Ambiente) e a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) no estado de São Paulo.

A mineração é, em geral, vista com antipatia por parte da população devido ao impacto visual que provoca. Reclamações dos moradores vizinhos a pedreiras com relação a ruído, poeira ou vibrações são freqüentes. Embora muitas vezes essas reclamações não tenham procedência, pois são, a bem da verdade, devidas a essa antipatia dos moradores em relação às pedreiras, principalmente devido aos elevados taludes em rocha, que realçam a impressão de desmatamento.

Entretanto fica claro que o conforto acústico das regiões de entorno às pedreiras deve ser uma preocupação constante.

Essas razões motivaram este estudo da distribuição do ruído pela área de uma pedreira, assim como os níveis de ruído típicos emitidos por cada um dos equipamentos mais comuns e ruidosos encontrados em pedreiras, como britadores, caminhões, pás carregadoras e perfuratrizes.

2. OBJETIVOS:

Avaliar a distribuição do ruído na área pertencente à Pedreira Itapiserra e seu entorno. Estudar também o ruído emitido por equipamentos típicos de uma pedreira, como britadores, caminhões, peneiras vibratórias, pás carregadoras e perfuratrizes.

As medições de ruído em pontos distribuídos por toda a área da pedreira serão representados em um mapa e para representar as diferentes zonas de ruído serão elaboradas curvas de isoruído.

Para os equipamentos típicos de uma pedreira foram feitas medições individuais de ruído, sendo os valores obtidos representados na forma de tabelas e gráficos.

Sendo a Pedreira Itapiserra uma pedreira moderna e de grande porte, as medições de ruído nela executadas podem servir de indicador para pedreiras similares.

3. CONCEITO DE RUÍDO:

O ruído pode ser definido quantitativamente a partir de três de seus componentes básicos: a frequência, a pressão e a intensidade. Qualitativamente o ruído é definido como sendo um som indesejável.

O ouvido humano é sensível aos sons compreendidos entre as frequências de 16 a 16000 Hz, comumente. Entretanto as frequências que variam de 1000 a 8000 Hz são as mais audíveis.

Decibelímetros são equipamentos específicos para medir os níveis de ruído ambiente, sendo dotados de filtros eletrônicos de frequência do tipo A, B, C ou D. O filtro tipo A é aquele que simula melhor o ouvido humano, enfatizando os níveis de ruído compreendidos nas faixas de frequência mais audíveis.

Para a existência de som, é necessário que haja variação de pressão, razão pela qual o som não se propaga no vácuo. O ouvido humano capta as variações de pressão compreendidas entre 20 μPa e 20 Pa. Variações de pressão acima de 20 Pa, limiar da dor, podem causar danos permanentes ao ouvido. O nível de pressão, expresso em dB (decibels), é obtido a partir da seguinte expressão:

$$L_p = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2 \quad (3.1)$$

Onde: L_p : Nível de pressão sonora em dB.

P_1 : Pressão medida, em Pa.

P_0 : Valor de referência (20 μPa)

A intensidade do som representa a quantidade de energia transmitida pela onda sonora durante um determinado intervalo de tempo para uma determinada área, sendo obtida através da seguinte expressão:

$$L_I = 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right)^2 \quad (3.2)$$

Onde: L_I : Nível de intensidade sonora em dB.

I_1 : Intensidade acústica, em W/m^2

I_0 : Intensidade de referência. Para propagação do som no ar, $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

O ruído medido com o intuito de avaliar o conforto acústico de um determinado ambiente é expresso em dB(A), que significa o nível de ruído em decibels medidos através do filtro de frequência A.

As medições de ruído podem ser realizadas segundo três tipos de resposta do decibelímetro: Rápida, lenta ou impulsiva.

- Rápida (ou Fast): Utilizada para a medição de níveis de ruído que não oscilam muito rapidamente. É o modo de medição mais comumente utilizado, adequando-se a ruídos contínuos ou para determinação dos extremos de ruídos intermitentes.
- Lenta (ou Slow): Utilizada para medição de níveis de ruído que oscilam muito rapidamente. Facilita a leitura em decibelímetros analógicos, diminuindo a velocidade de oscilação do ponteiro.
- Impulsiva: Utilizada para medição de ruídos impulsivos, ou seja, que sofrem grandes e rápidas oscilações, como é o caso de detonações ou ruídos de impacto. Para esse tipo de ruído não é utilizado filtro de frequência.

A fim de caracterizar o ruído de um determinado ambiente submetido a diferentes níveis de ruído, com variação de forma aleatória no tempo, determina-se o nível de ruído equivalente, L_{eq} . Para a determinação o nível de ruído equivalente em dB(A) faz-se uso da seguinte equação, sugerida pela ABNT, norma NBR 10151:

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (3.3)$$

Onde: L_{Aeq} : Nível de ruído equivalente, em dB(A);

n: Número de leituras de L_i realizadas, em intervalos de tempo regulares.

L_i : Nível de pressão sonora lido, em dB(A), com o decibelímetro em resposta fast.

Com a finalidade de avaliar a distribuição dos níveis de ruído durante um determinado intervalo de medição, pode-se calcular o valor de L_x . Esse valor representa o nível de ruído superado em X% do tempo. Por exemplo, $L_{90} = 93$ dB(A), significa que 90% dos níveis de ruído medidos a intervalos de tempo regulares estiveram acima de 93 dB(A).

Outra forma de avaliar a distribuição dos níveis de ruído é quantificar a percentagem do tempo durante o qual o ambiente ficou exposto a um determinado nível de ruído.

Outros valores que auxiliam na determinação do ruído são o $L_{\max}$ e $L_{\min}$, que significam respectivamente, o maior e o menor nível de ruído observado durante todo o período de medição. $L_{\text{maior ocorrência}}$ é o nível de ruído mais freqüente durante todo o período de medição.

Podem ser realizadas medições de ruído contínuas ou instantâneas. Em medições de ruído contínuas, são armazenados os valores dos níveis de ruído medidos em intervalos de tempo regulares durante um determinado período de tempo. A partir desses valores calcula-se o nível de ruído equivalente (L_{Aeq}), e também os outros parâmetros, como o $L_{\max}$, $L_{\min}$, $L_{\text{maior ocorrência}}$, etc.

Em medições instantâneas de ruído, aguarda-se a estabilização do nível de ruído, obtendo-se assim o valor de $L_{\text{maior ocorrência}}$.

Alguns decibelímetros digitais, como o que foi utilizado para as medições apresentadas neste trabalho, armazenam os valores dos níveis de ruído em intervalos de tempo pré-definidos em memória eletrônica, sendo possível intervalos de tempo inferiores àqueles possíveis em decibelímetros analógicos, para os quais o operador precisa anotar os valores.

4. NORMA UTILIZADA:

NBR 10151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade.

Esta norma define os procedimentos a serem seguidos para efetuar as medições, assim como os parâmetros a serem seguidos, os critérios de correção a serem adotados em casos especiais e os limites para níveis de ruído de acordo com o tipo região, conforme mostra a TABELA 4.1:

TABELA 4.1 – Nível de critério de avaliação para ambientes externos

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40 dB(A)	35 dB(A)
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou escolas	50 dB(A)	45 dB(A)
Área mista, predominantemente residencial	55 dB(A)	50 dB(A)
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60 dB(A)	55 dB(A)
Área mista, com vocação recreacional	65 dB(A)	55 dB(A)
Área predominantemente industrial	70 dB(A)	60 dB(A)

As medições realizadas para este trabalho seguiram as instruções apresentadas nesta norma.

5. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

- Decibelímetro:
 - Modelo: Cel 460
 - Classe 2
 - Número de série: 107748
 - Certificado de aferição: N° 411/2000 de 13/11/2000
 - Aferidor: J.Brasil Comércio e Representações Ltda.
- Calibrador
 - Modelo: Cel 282
 - Classe 2
 - Número de série: 2/10718121
 - Certificado de aferição: N° 756/2001 de 16/07/2001
 - Aferidor: Total Safety
- Software: Cel SoudTrack-dB10 Versão 1.2
- Tripé de 1,2 m de altura para fixação do decibelímetro
- GPS Garmin

6. DESCRIÇÃO DA PEDREIRA ITAPISERRA:

A Pedreira Itapiserra localiza-se em Itapequerica da Serra, cidade vizinha a São Paulo. O entorno da pedreira possui poucas residências, mas nota-se o avanço da urbanização para as proximidades do empreendimento.

Embora a distância do limite da propriedade da pedreira às áreas emissoras de ruído, que são as áreas de beneficiamento e a de lavra, seja suficiente para a atenuação dos níveis de ruído determinados pela norma ABNT, o beneficiamento se situa em um vale, confinando o ruído na área de beneficiamento. A pedreira é também cercada por vegetação arbórea, implicando em um isolamento acústico da pedreira em relação ao ambiente externo.

A disposição dos britadores, peneiras, pilhas de pedra britada, pátio de carregamento, assim como localização da cava podem ser observados no mapa em anexo.

A Pedreira Itapiserra possui dois britadores primários situados lado a lado. Entretanto, devido ao programa de racionamento de energia implantado pelo governo, apenas um britador é mantido em operação.

Os trabalhadores que atuam na área de beneficiamento e lavra fazem uso e protetores auriculares, além dos demais equipamentos de segurança requeridos.

A Pedreira Itapiserra realiza o monitoramento contínuo dos níveis de ruído na área do empreendimento e seu entorno.

7. METODOLOGIA:

7.1. Escolha dos pontos de amostragem:

Medição contínua de ruído:

Para caracterizar o ruído emitido por equipamentos típicos utilizados em uma pedreira, foram escolhidos para medição de ruído contínuo pontos distantes poucos metros dos seguintes equipamentos:

- Britador primário;
- Britador secundário;
- Peneira após o britador quaternário;
- Pá carregadora em operação de carregamento de caminhão para transporte rodoviário;
- Perfuratriz pneumática;
- Compressor para a perfuratriz pneumática.

Medição instantânea de ruído:

Para avaliar a distribuição do ruído ao longo da área da pedreira, foram escolhidos para medições instantâneas de ruído pontos espalhados de forma a cobrir a maior parte da área do empreendimento. Houve uma maior densidade de pontos junto à área de beneficiamento, onde estão situados também os principais focos emissores de ruído.

A escolha dos pontos de medição foi feita da seguinte forma: Primeiramente foram efetuadas medições distantes poucos metros das fontes de ruído. Posteriormente eram escolhidos pontos de forma a caracterizar o atenuamento do ruído com o afastamento das fontes emissoras. Para registrar os níveis de ruído das áreas de entorno ao empreendimento, foram escolhidos também pontos mais afastados das áreas de lavra e beneficiamento.

A disposição dos pontos e os valores obtidos podem ser observados no MAPA 01 apresentado neste trabalho.

7.2. Procedimentos para medição:

Medição contínua de ruído:

Para a medição de ruído contínuo, fixou-se o decibelímetro a um tripé de 1,20 m de altura, conforme preconiza a NBR 10151.

O decibelímetro foi programado para realizar as medições em modo FAST, utilizando o filtro de frequências A. A faixa de medição selecionada foi de 30 a 100 dB(A), e o intervalo entre as medições foi de 1 s.

Antes da realização de cada medição, o decibelímetro era calibrado. Para isso utilizou-se o calibrador acústico próprio do decibelímetro, que fornece um nível de ruído conhecido.

O período de duração das medições variou conforme o equipamento a ser medido. Foi escolhido um período de medição maior para equipamentos com maior variação nos níveis de ruído, como o britador primário (10 min), e menores para equipamentos como o britador secundário (5 min), que possuía uma alimentação constante e, portanto, pouca variação de ruído. Para a medição do nível de ruído de um ciclo de operação de carregamento de caminhão por pá carregadora, a medição era finalizada quando o carregamento terminava (2 min).

A distância entre o decibelímetro e o equipamento foi de 5 m quando possível. Por questões de segurança ou impedimento físico por vezes era necessária outra distância de medição.

Após cada medição contínua de ruído tomou-se uma foto para permitir a visualização do posicionamento do decibelímetro em relação ao equipamento medido.

Medição instantânea de ruído:

Para medição instantânea de ruído, o decibelímetro foi programado, de forma semelhante à medição contínua, para modo FAST com filtro de frequências A e faixa de alcance 30 a 100 dB(A). A cada 30 min de medições o decibelímetro era calibrado.

A medição era interrompida quando o valor do nível de ruído equivalente (L_{Aeq}) atingia um valor estável, conforme observável no visor do decibelímetro, o que levava de 10 a 20 s.

Para permitir o posicionamento do ponto na planta, tomou-se a posição do ponto de medição através de um GPS com margem de erro de até 10 m aliado a um croqui para uma melhor localização.

7.3. Procedimentos para tratamento dos dados:

Medições contínuas de ruído:

Os dados coletados e armazenados na memória do decibelímetro foram transferidos para PC por meio de seu software, através do qual foram obtidos os valores de L_{Aeq} , L_{99} , L_{95} , L_{90} , L_{50} e L_{10} , além das percentagens de tempo da medição acima dos níveis de 70, 80, 85, 90 e 100 dB(A).

Por meio de planilha eletrônica foi possível calcular o valor do L_{Aeq} acumulado a cada intervalo de tempo e criar um gráfico apresentando o nível de ruído instantâneo (L_i) e o nível de ruído equivalente (L_{Aeq}). Por meio de classificação dos dados e criação de um histograma de frequência de níveis de ruído, obteve-se os valores de $L_{máx}$, $L_{mín}$, e $L_{maior\ ocorr}$.

Medições instantâneas de ruído:

Os valores dos níveis equivalentes de ruído e a posição em coordenadas UTM, anotados em prancheta, foram posicionados em mapa por meio de Auto-Cad, sendo posteriormente criadas curvas de isoruído por meio de interpolações em software.

8. APRESENTAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS:

8.1 Medições de ruído de equipamentos específicos:

Estão apresentados a seguir os resultados das medições contínuas de ruído, na seguinte seqüência:

- 8.1.1 Britador primário;
- 8.1.2 Britador secundário;
- 8.1.3 Ciclo de carregamento caminhão – pá carregadora;
- 8.1.4 Peneira vibratória;
- 8.1.5 Descarga de caminhão no britador primário;
- 8.1.6 Perfuratriz pneumática;
- 8.1.7 Compressor de ar para perfuratriz.

Os resultados das medições de ruído realizadas para cada um desses equipamentos estão apresentados a seguir nas TABELAS 8.1.1 a 8.1.7. As variações dos níveis de ruído com o tempo estão representados nos GRÁFICOS 8.1.1 a 8.1.7. Uma visão do posicionamento do decibelímetro em relação ao equipamento medido pode ser obtida nas FOTOS 8.1.1 a 8.1.7.

8.1.1 Britador Primário:

TABELA 8.1.1 – Níveis de ruído junto ao britador primário

Britador primário – FAÇO 120 X 90		
Data: 02/10/2001	% dos valores acima de:	%tempo sob ruído maior ou igual a:
Horário: 14:35 às 14:45		
Distância: 5m	L ₉₉ : 81,0 dB(A)	70 dB(A): 100 %
Desnível: 0 m	L ₉₅ : 83,0 dB(A)	80dB(A): 99,82 %
L _{aeq} : 88 dB(A)	L ₉₀ : 84,0 dB(A)	85 dB(A): 85,72 %
L _{máx} : 92,3 dB(A)	L ₅₀ : 87,5 dB(A)	90 dB(A): 11,09 %
L _{mín} : 80,6 dB(A)	L ₁₀ : 90,0 dB(A)	100 dB(A): 0,00 %
L _{maior ocorr} : 88 dB(A)		

GRÁFICO 8.1.1 – Variação do nível de ruído proveniente do britador primário

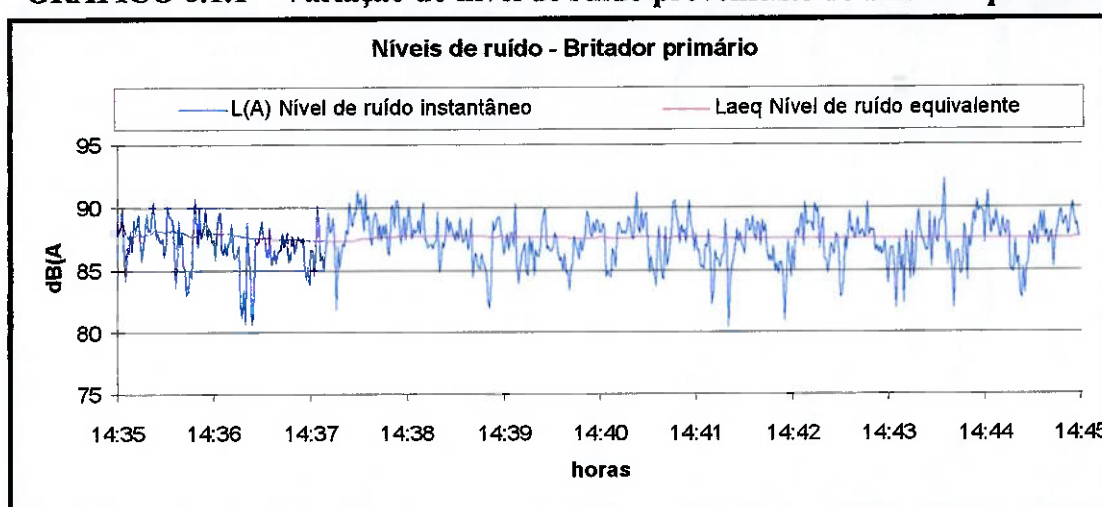
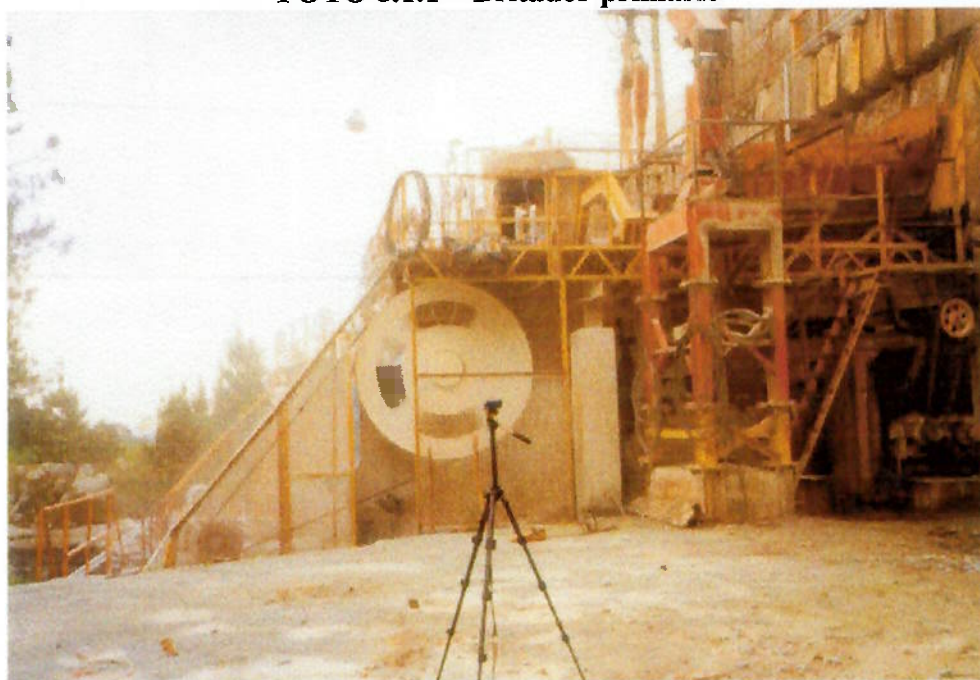


FOTO 8.1.1 – Britador primário



8.1.2 Britador Secundário:

TABELA 8.1.2 – Níveis de ruído junto ao britador secundário

Britador secundário – FAÇO 54000		
Data: 02/10/2001	% dos valores acima de:	%tempo sob ruído maior ou igual a:
Horário: 15:05 às 14:10	L₉₉: 90,5 dB(A)	70 dB(A): 100 %
Distância: 5m	L₉₅: 91,5 dB(A)	80dB(A): 100 %
Desnível: 0 m	L₉₀: 92,0 dB(A)	85 dB(A): 100 %
L_{aeq}: 94 dB(A)	L₅₀: 93,5 dB(A)	90 dB(A): 99,57 %
L_{máx}: 96,2 dB(A)	L₁₀: 95,0 dB(A)	100 dB(A): 0,00 %
L_{mín}: 90,3 dB(A)		
L_{maior ocorr}: 94 dB(A)		

GRÁFICO 8.1.2 – Variação do nível de ruído proveniente do britador secundário

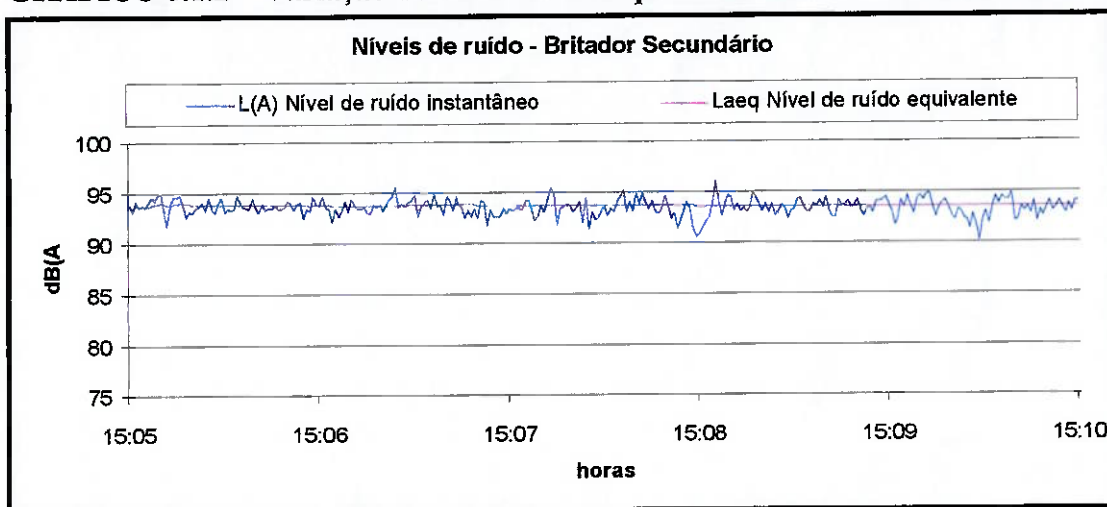
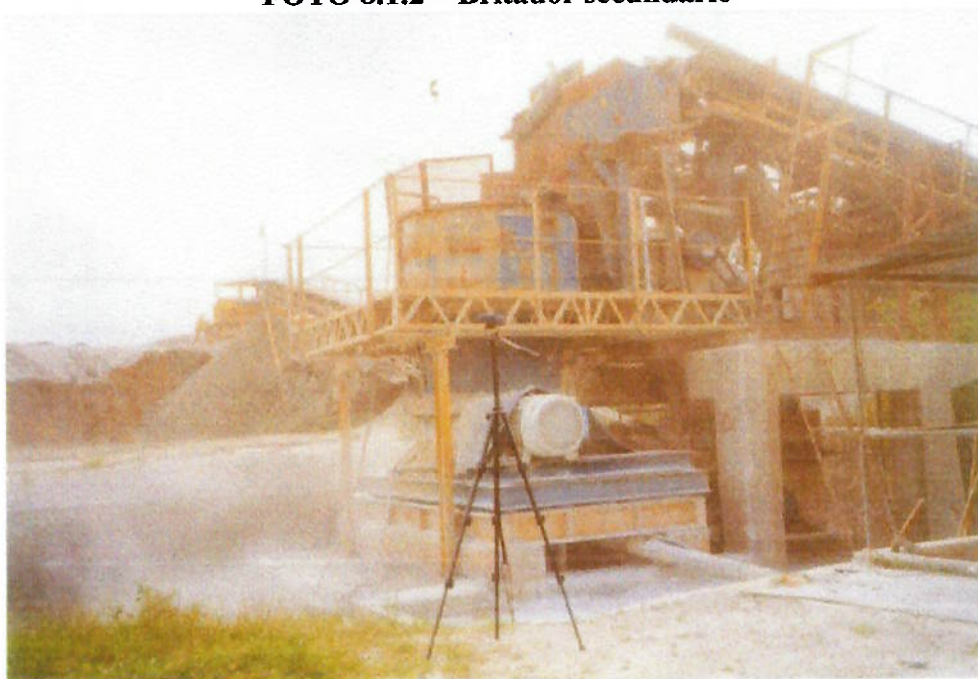


FOTO 8.1.2 – Britador secundário



8.1.3 Ciclo de Carregamento Caminhão - Pá Carregadora:

TABELA 8.1.3 – Níveis de ruído junto à pá carregadora

Ciclo de carregamento caminhão – pá carregadora CAT966R		
Data: 02/10/2001	% dos valores acima de:	%tempo sob ruído maior ou igual a:
Horário: 15:37 às 15:39		
Distância: 5m	L₉₉: 74,5 dB(A)	70 dB(A): 100 %
Desnível: 0 m	L₉₅: 76,5 dB(A)	80dB(A): 76,50 %
L_{aeq}: 85 dB(A)	L₉₀: 77,0 dB(A)	85 dB(A): 23,12 %
L_{máx}: 90,9 dB(A)	L₅₀: 82,5 dB(A)	90 dB(A): 2,49 %
L_{min}: 74,7 dB(A)	L₁₀: 86,0 dB(A)	100 dB(A): 0,39 %
L_{maior ocorr}: 83 dB(A)		

GRÁFICO 8.1.3 – Variação do nível de ruído proveniente da pá carregadora

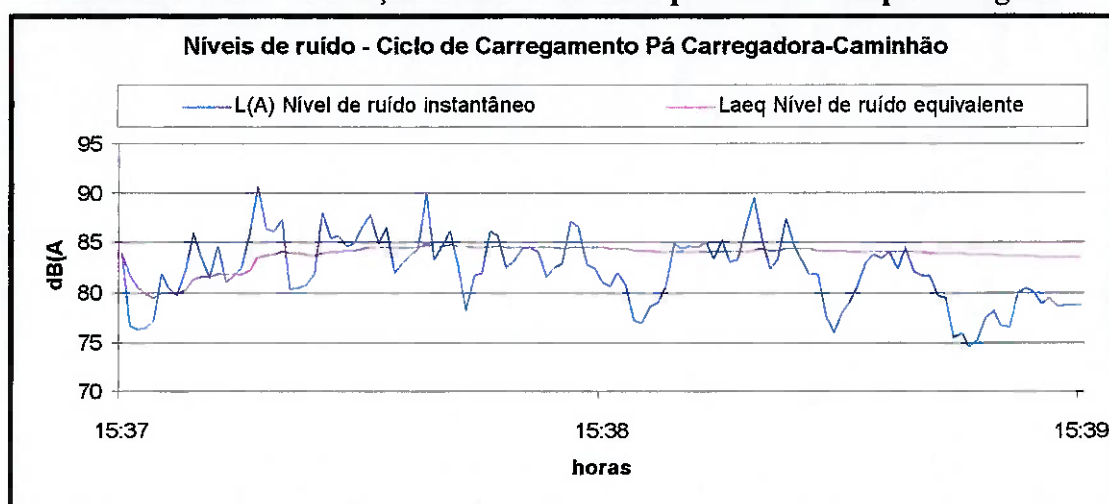


FOTO 8.1.3 – Ciclo de carregamento caminhão – pá carregadora



8.1.4 Peneira vibratória:

TABELA 8.1.4 – Níveis de ruído junto à peneira vibratória

Peneira – FAÇO 5020		
Data: 03/10/2001	% dos valores acima de:	%tempo sob ruído maior ou igual a:
Horário: 12:55 às 13:00		
Distância: 5m	L ₉₉ : 77,5 dB(A)	70 dB(A): 100 %
Desnível: 5 m	L ₉₅ : 77,5 dB(A)	80dB(A): 0,13 %
L _{aeq} : 78 dB(A)	L ₉₀ : 77,5 dB(A)	85 dB(A): 0,00 %
L _{máx} : 79,5 dB(A)	L ₅₀ : 78,0 dB(A)	90 dB(A): 0,00 %
L _{mín} : 77,4 dB(A)	L ₁₀ : 78,5 dB(A)	100 dB(A): 0,00 %
L _{maior ocorr} : 78 dB(A)		

GRÁFICO 8.1.4 – Variação do nível de ruído proveniente da peneira vibratória

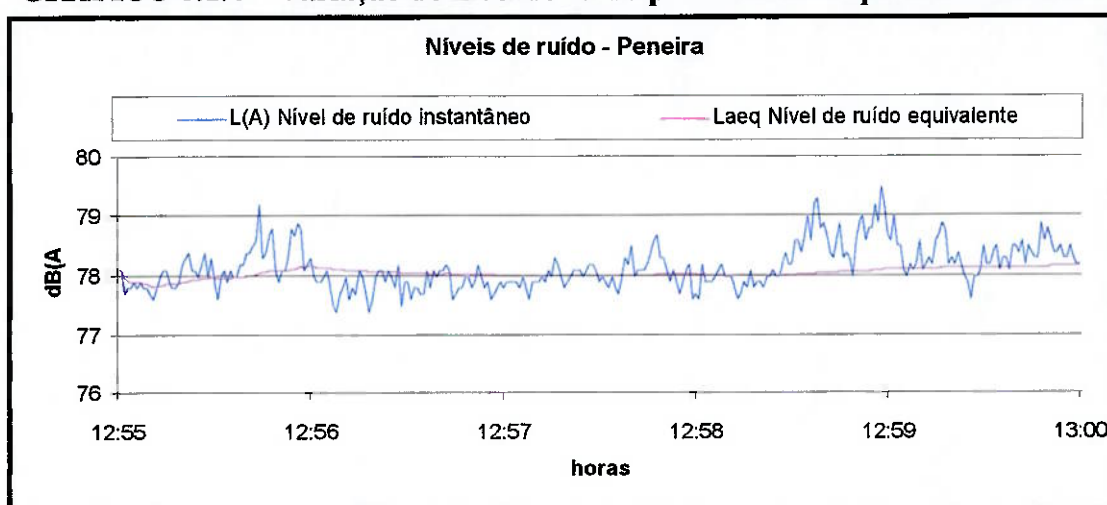


FOTO 8.1.4 – Peneira vibratória



8.1.5 Descarga de caminhão no britador primário:

TABELA 8.1.5 – Níveis de ruído na descarga de caminhão no britador primário

Descarga de caminhão (Random RK425) no britador primário (Faço 120 x 90)		
Data: 03/10/2001	% dos valores acima de:	%tempo sob ruído maior ou igual a:
Horário: 15:31 às 15:36		
Distância: 5m	L₉₉: 65,0 dB(A)	70 dB(A): 43,68 %
Desnível: 0 m	L₉₅: 65,5 dB(A)	80dB(A): 7,20 %
L_{aeq}: 76 dB(A)	L₉₀: 65,5 dB(A)	85 dB(A): 3,10 %
L_{máx}: 92,4 dB(A)	L₅₀: 69,0 dB(A)	90 dB(A): 0,64 %
L_{mín}: 64,9 dB(A)	L₁₀: 77,5 dB(A)	100 dB(A): 0,00 %
L_{maior ocorr}: 70 dB(A)		

GRÁFICO 8.1.5 – Variação do nível de ruído proveniente do britador primário e caminhão

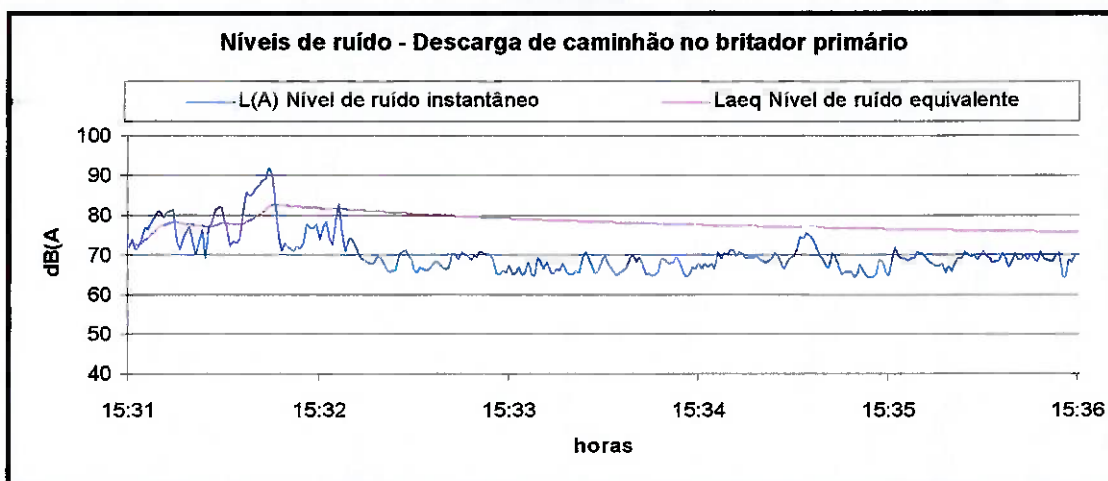


FOTO 8.1.5 – Descarga de caminhão no britador primário



8.1.6 Perfuratriz pneumática:

TABELA 8.1.6 – Níveis de ruído junto à perfuratriz pneumática

Perfuratriz – Atlas Copco Rock 601		
Data: 05/10/2001	% dos valores acima de:	%tempo sob ruído maior ou igual a:
Horário: 14:33 às 14:38		
Distância: 5m	L ₉₉ : 85,0 dB(A)	70 dB(A): 100,00 %
Desnível: 0 m	L ₉₅ : 86,5 dB(A)	80dB(A): 99,94 %
L _{aeq} : 97 dB(A)	L ₉₀ : 93,5 dB(A)	85 dB(A): 99,45 %
L _{máx} : 99,3 dB(A)	L ₅₀ : 97,5 dB(A)	90 dB(A): 92,89 %
L _{mín} : 83,8 dB(A)	L ₁₀ : 98,0 dB(A)	100 dB(A): 0,00 %
L _{maior ocorr} : 98 dB(A)		

GRÁFICO 8.1.6 – Variação do nível de ruído proveniente da perfuratriz pneumática

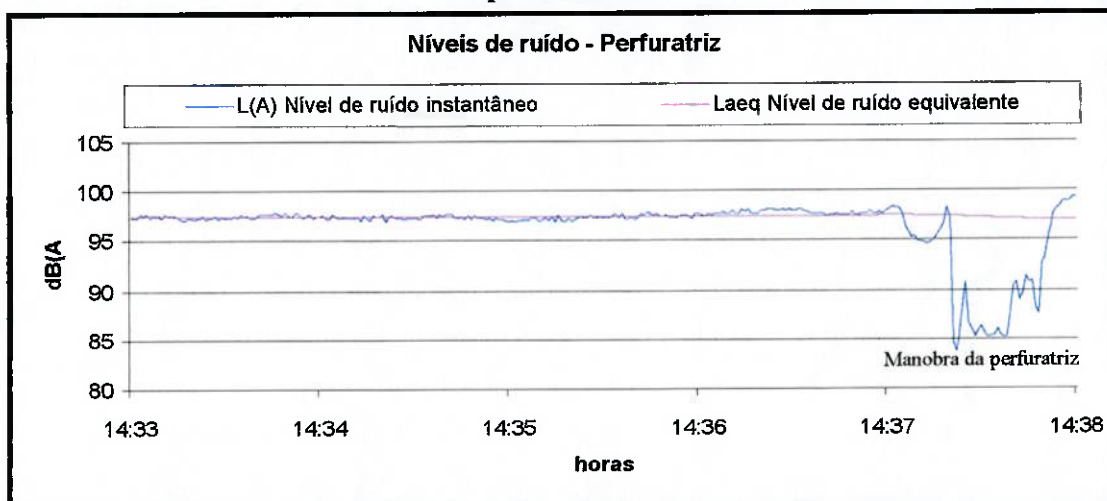


FOTO 8.1.6 – Perfuratriz pneumática



8.1.7 Compressor de ar para perfuratriz:

TABELA 8.1.7 – Níveis de ruído junto ao compressor de ar

Compressor – Atlas Copco XA420		
Data: 05/10/2001	% dos valores acima de:	%tempo sob ruído maior ou igual a:
Horário: 14:46 às 14:51		
Distância: 2 m	L₉₉: 92,0 dB(A)	70 dB(A): 100,00 %
Desnível: 0 m	L₉₅: 92,5 dB(A)	80dB(A): 100,00 %
Laeq: 94 dB(A)	L₉₀: 92,5 dB(A)	85 dB(A): 100,00 %
L_{máx}: 96,1 dB(A)	L₅₀: 93,5 dB(A)	90 dB(A): 100,00 %
L_{mín}: 92,2 dB(A)	L₁₀: 95,5 dB(A)	100 dB(A): 0,00 %
L_{maior ocorr}: 93 dB(A)		

GRÁFICO 8.1.7 – Variação do nível de ruído proveniente do compressor de ar

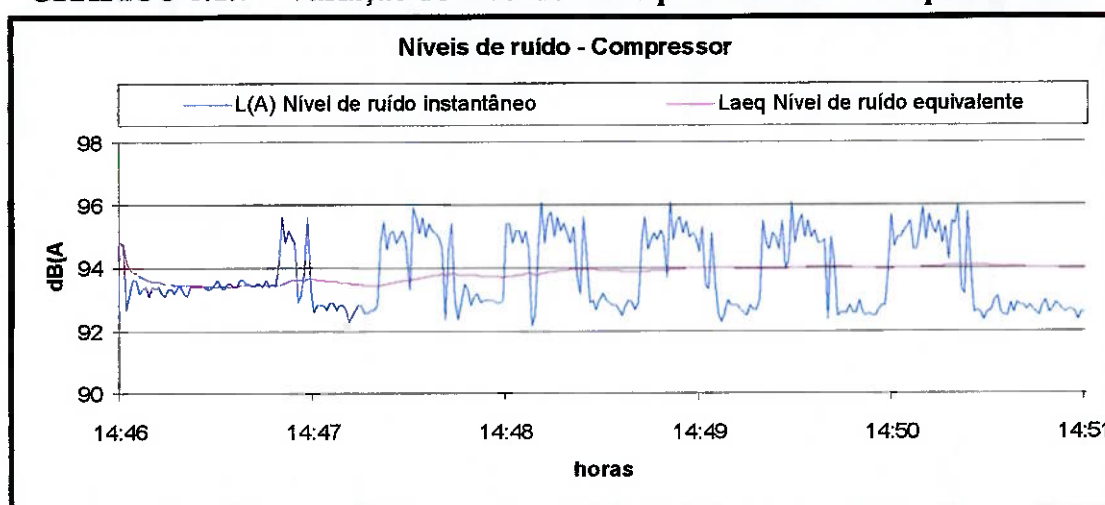


FOTO 8.1.7 – Compressor de ar



8.1.8 Outros equipamentos:

Além das medições apresentadas acima, foram também efetuadas medições de outros equipamentos de forma instantânea. A TABELA 8.1.8 a seguir apresenta um resumo destes dados.

TABELA 8.1.8 – Nível de ruído equivalente dos equipamentos medidos

Equipamento	Modelo	Distância* (m)	$L_{(A)eq}$ dB(A)
Britador primário	Faço 120 x 90	5	88
Britador secundário	Faço 54000	5	94
Pá carregadora	CAT 966R	5	85
Pá carregadora	CAT 950	5	84
Peneira	Faço 5020	7	78
Perfuratriz	Atlas Copco Rock 601	5	97
Compressor	Atlas Copco XA420	2	94
Peneira+ britador	Faço 5020 + Faço 120RB	3	96
Afiador de bits (motor pneumático)		10	99
Perfuratriz manual	---	7	94
Caminhão + Pá carregadora	Random RK425 + Liebherr 974	15	83
Caminhão vazio descendo	Random RK425	7	85
Caminhão carregado subindo	Random RK425	5	92
Caminhão de estrada	Mercedes	3	79

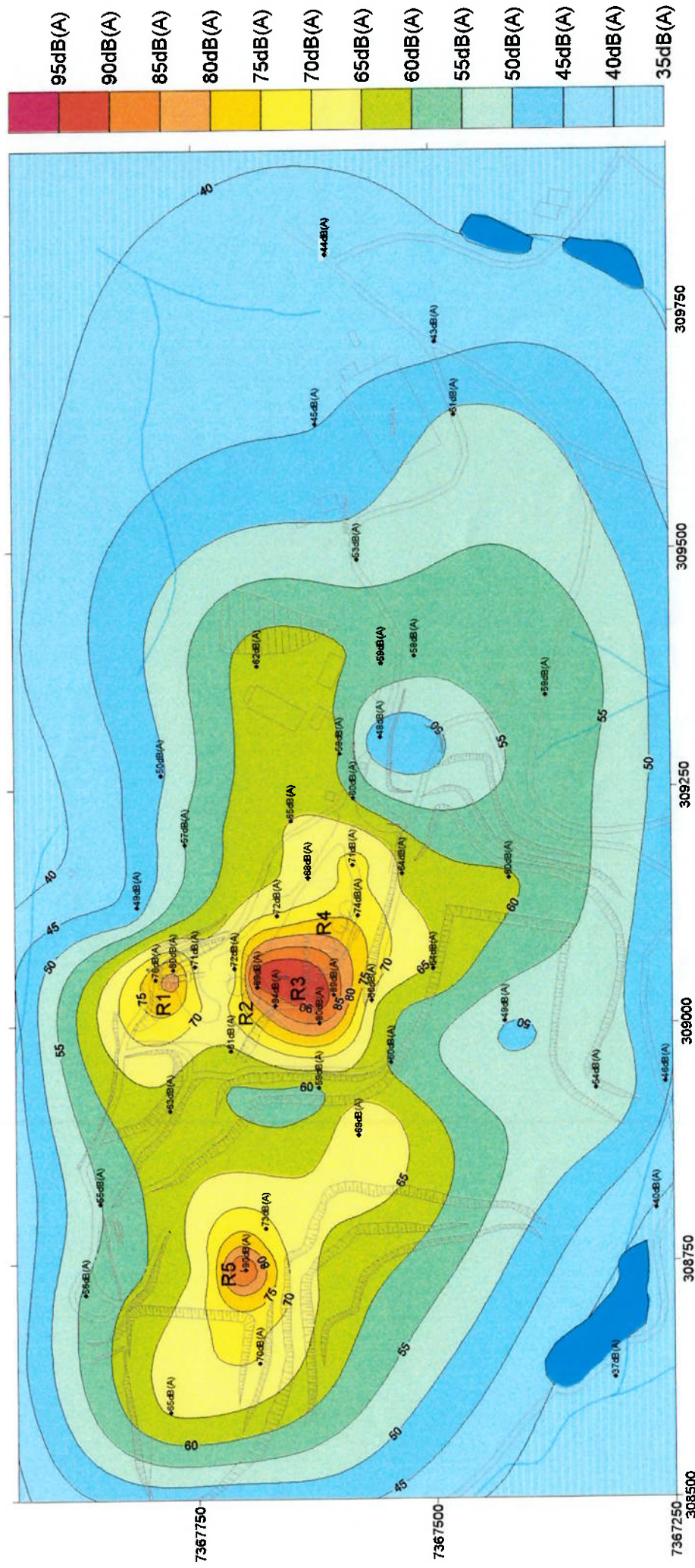
*: Distância do equipamento ao decibelímetro.

Em decorrência da queda de energia por problemas na linha de transmissão, foi possível medir o ruído de fundo na área de beneficiamento, que foi de 37 dB(A).

Os níveis instantâneos de ruído medidos ao longo da área da pedreira estão apresentados no MAPA 01. As diferentes cores indicam, de forma estimada, a distribuição dos níveis de ruído ao longo da propriedade.

Pedreira Itapiserra

Distribuição Espacial do Ruído



Data das medições: 02, 03 e 05 de outubro de 2001

Fontes de ruído

- R1: Britador primário
- R2: Britador secundário
- R3: Britadores 3° e 4° e peneiramento
- R4: Carregamento dos caminhões
- R5: Perfuratriz

MAPA 01

9. ANÁLISE DOS DADOS:

Para uma melhor comparação entre os níveis de ruído gerados pelos diversos equipamentos, foi feita uma estimativa dos níveis de ruído para uma distância de 5 m e de 200 m entre o decibelímetro e o equipamento emissor.

Utilizou-se para essa estimativa a expressão 9.1 proposta feita pela CETESB (1980):

$$L_2 = L_1 - 20 \log \frac{d_2}{d_1} \quad (9.1)$$

Onde: L_1 : nível de ruído medido, apresentado na TABELA 8.1.8;

L_2 : Nível de ruído teórico, calculado para a distância desejada;

d_1 : Distância entre o decibelímetro e a fonte de ruído;

d_2 : Distância para a qual se deseja avaliar o nível de ruído.

Para verificar a validade dessa equação, foram feitas medições a 10 m e a 50 m de distância do afiador de bits.

O ruído medido a 10 m de distância do equipamento foi de 99,4 dB(A). A equação fornece um nível de ruído teórico de 85,4 dB(A) para 50 m de distância. O nível de ruído medido foi de 85,9 dB(A) para 50 m de distância. Verifica-se que o nível de ruído teórico foi estimado corretamente, sendo o muito pequeno. Vale lembrar que essa equação não considera as atenuações devidas a vegetação e topografia nem outras fontes de ruído.

A partir dos valores da TABELA 8.1.8 e da equação 9.1, foi possível obter os valores teóricos do ruído esperado para 5 m e 200 m de distância do equipamento emissor do ruído ao decibelímetro, sendo os valores obtidos apresentados da TABELA 9.1.

TABELA 9.1 – Níveis de ruído teóricos para 5 m e 200 m de distância

Distância (decibelímetro ao equipamento):		5 m	200 m
Equipamento	Modelo	$L_{(A)eq}$ dB(A)	$L_{(A)eq}$ dB(A)
Britador primário	Faço 120 x 90	88	56
Britador secundário	Faço 54000	94	62
Pá carregadora	CAT 966R	85	53
Pá carregadora	CAT 950	84	52
Peneira	Faço 5020	81	49
Perfuratriz	Atlas Copco Rock 601	97	65
Compressor	Atlas Copco XA420	86	54
Peneira+ britador	Faço 5020 + Faço 120RB	92	60
Afiador de bits (motor pneumático)		105	73
Perfuratriz manual	---	97	65
Caminhão + Pá carregadora	Random RK425 + Liebherr 974	93	61
Caminhão vazio descendo	Random RK425	88	56
Caminhão carregado subindo	Random RK425	92	60
Caminhão de estrada	Mercedes	75	43

Para uma estimativa do ruído individual de cada equipamento a 200 m de distância, pode-se considerar uma atenuação de 25 dB(A). Esse valor foi estimado devido às fontes de ruído (área de beneficiamento e lavra) estarem confinados em um vale, decorrente do relevo da região e também devido aos taludes de lavra. A Pedreira Itapisserra é cercada por vegetação alta, sendo a atenuação dos níveis de ruído com a distância ainda superior a esse valor estimado próximo ao limite da propriedade.

Verificou-se no britador secundário níveis de ruído superiores aos observados no britador primário, devido a ser um britador giroscópico, com frequência de impactos superior ao britador primário.

Nota-se que as perfuratrizes, tanto a manual como a semi-automática, são importantes fontes de ruído, constituindo, juntamente com a região de britagem, os dois principais focos de ruído de uma pedreira.

Os caminhões fora de estrada, embora apresentem também elevados níveis de ruído, não concentram sua emissão em pontos fixos. É importante notar que em apenas pequena parte do tempo os caminhões estão em rampas ascendentes e carregados, condição na qual emitem os maiores níveis de ruído. Em uma boa percentagem do tempo estão se locomovendo descarregados ou estão parados.

Como curiosidade foi medido o ruído do afiador de bits, que apresentou um elevado nível de ruído devido a seu motor pneumático, que era alimentado com o mesmo compressor da perfuratriz, desenvolvendo elevadas rotações por minuto. Entretanto esse equipamento é operado apenas durante alguns poucos minutos por turno.

10. CONCLUSÕES:

Neste trabalho foi possível apresentar os níveis de ruído de equipamentos típicos de uma pedreira.

Os resultados das medições revelaram, conforme esperado, que os britadores são importantes fontes de ruído em pedreiras. Entretanto, como pode ser observado no mapa de ruído, a perfuratriz é também um considerável foco emissor de ruído. É possível verificar como apenas uma pequena área da pedreira é atingida pelo ruído proveniente das frentes de lavra e da área de beneficiamento.

Nas áreas de entorno à propriedade os níveis de ruído permanecem na faixa de 40 dB(A), indicando a não interferência das atividades da Pedreira Itapiserra no conforto acústico da região.

Devido à maior frequência de impactos do britador secundário, do tipo girosférico, este apresentou níveis de ruído superiores aos do britador primário. Com a pilha pulmão situada após o britador primário, nota-se no gráfico de ruído do britador secundário uma elevada homogeneidade dos níveis medidos.

Os caminhões fora de estrada apresentaram um nível médio de ruído de 88 dB(A) descendo vazios para a área de lavra, e um nível de ruído de 92 dB(A) subindo carregados, o que representa uma diferença de aproximadamente 4dB(A) em média. Vale lembrar que um incremento de 3 dB(A) representa o dobro de intensidade sonora (devido a escala logarítmica), sendo portanto considerável a diferença de ruído emitido por um caminhão nessas duas diferentes situações. Entretanto, em uma considerável parcela de tempo os caminhões estão descarregados ou parados para carregamento ou descarregamento.

11. BIBLIOGRAFIA:

ESTON, S.M.; SANTOS A. C.; IRAMINA W. S. **Some considerations on noise in the mining industry.** São Paulo, Balkema, 1996.

MASSACCI, G.; DENTONI V.; CAMBONI A. **Acoustic warning signals and design of restricted working areas in noisy environment.** Cagliari (IT), Balkema, 2000.

SANTOS, A. C. M. **Ruído nas atividades mineradoras,** Tese de doutorado apresentado ao Departamento de Engenharia de Minas - EPUSP, São Paulo, 1998.

ABNT. **NBR 10151 Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento,** 2000.

ANEXOS:



Certificado de Calibração

Nº: 411 / 2000

Data desta calibração: 13/11/00

1- CLIENTE / EQUIPAMENTO

Nome / Razão Social: PROMINER PROJETO S/C LTDA
Endereço: RUA DOS OTONIS, 191 - VL. MARIANA - SÃO PAULO - SP

Equipamento: Audiodosímetro
Fabricante: CEL
Modelo: 460

Classe: 2
Número de Série: 107748
Patrimônio:

2- DADOS SOBRE A CALIBRAÇÃO

Procedimento: PC-5001 J. Brasil - Departamento Técnico

Este procedimento tem por objetivo confrontar a resposta do audiodosímetro com a característica em frequência estabelecida na Norma ANSI S1.25 de 1991 (Specification for Personal Noise Dosimeter). São efetuadas duas baterias de testes, uma para a ponderação A e outra para a ponderação C, considerando-se as tolerâncias determinadas na Tabela 1 da Norma para a classe, na faixa de frequências de 20 Hz a 10 kHz. Adicionalmente, é realizado um ensaio para a verificação do integrador. Para tanto se considera o resultado do Lavg de dois períodos consecutivos de 5 minutos, aplicando-se dois níveis conhecidos. Confronta-se o resultado com o valor esperado (calculado).

Referências/Rastreabilidade: Gerador de funções e contador, marca Tenma, modelo 72-380, série 9263086, certificado na RBC;
Cronômetro digital marca Sper Scientific, modelo 810029, série 015460;
Osciloscópio, marca Tenma, modelo 72-720, série 2005276, certificado na RBC
Medidor e Calibrador marca Cel, Classe 1, modelos 275 e 284/2, certificados no INMETRO.

Condições ambientais: Temperatura: 26 °C Umidade Relativa: 67 %

3- RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO

Nível de Referência: 125,0 dB (1 kHz)

Frequência Nominal (Hz)	Valor Indicado "A" Referência Curva A (dB)	Resultado	Valor Indicado "C" Referência Curva C (dB)	Resultado	Tolerância (Limite Superior da Norma: dB)	Tolerância (Limite Inferior da Norma: dB)	Erro de Indicação: Curva A	Erro de Indicação: Curva C
20	-49,4	A	-6,8	A	3,0	-3,0	1,1	-0,6
25	-44,7	A	-4,9	A	3,0	-3,0	0,0	-0,5
31,5	-39,6	A	-3,4	A	3,0	-3,0	-0,2	-0,4
40	-34,9	A	-2,3	A	2,0	-2,0	-0,3	-0,3
50	-30,5	A	-1,5	A	2,0	-2,0	-0,3	-0,2
63	-26,5	A	-1,0	A	2,0	-2,0	-0,3	-0,2
80	-23,0	A	-0,6	A	2,0	-2,0	-0,5	-0,1
100	-19,5	A	-0,4	A	1,5	-1,5	-0,4	-0,1
125	-16,3	A	-0,2	A	1,5	-1,5	-0,2	0,0
160	-13,4	A	-0,1	A	1,5	-1,5	0,0	0,0
200	-10,9	A	0,0	A	1,5	-1,5	0,0	0,0
250	-8,6	A	0,0	A	1,5	-1,5	0,0	0,0
315	-6,6	A	0,0	A	1,5	-1,5	0,0	0,0
400	-4,8	A	0,0	A	1,5	-1,5	0,0	0,0
500	-3,3	A	0,0	A	1,5	-1,5	-0,1	0,0
630	-1,9	A	0,0	A	1,5	-1,5	0,0	0,0
800	-0,8	A	0,0	A	1,5	-1,5	0,0	0,0
1000	0,0	A	0,0	A	1,5	-1,5	0,0	0,0
1250	0,7	A	0,1	A	1,5	-1,5	0,1	0,1
1600	1,1	A	0,1	A	2,0	-2,0	0,1	0,2
2000	1,4	A	0,0	A	2,0	-2,0	0,2	0,2
2500	1,5	A	-0,1	A	2,5	-2,5	0,2	0,2
3150	1,4	A	-0,3	A	2,5	-2,5	0,2	0,2
4000	1,0	A	-0,8	A	3,0	-3,0	0,0	0,0
5000	0,2	A	-1,7	A	3,5	-3,5	-0,3	-0,4
6300	-0,6	A	-2,4	A	4,5	-4,5	-0,5	-0,4
8000	-1,1	A	-3,0	A	5,0	-5,0	0,0	0,0
10000	-2,5	A	-4,4	A	5,0	-∞	0,0	0,0

Incerteza de medição: 0,5 dB

A = Aprovado R = Reprovado I = Indeterminado

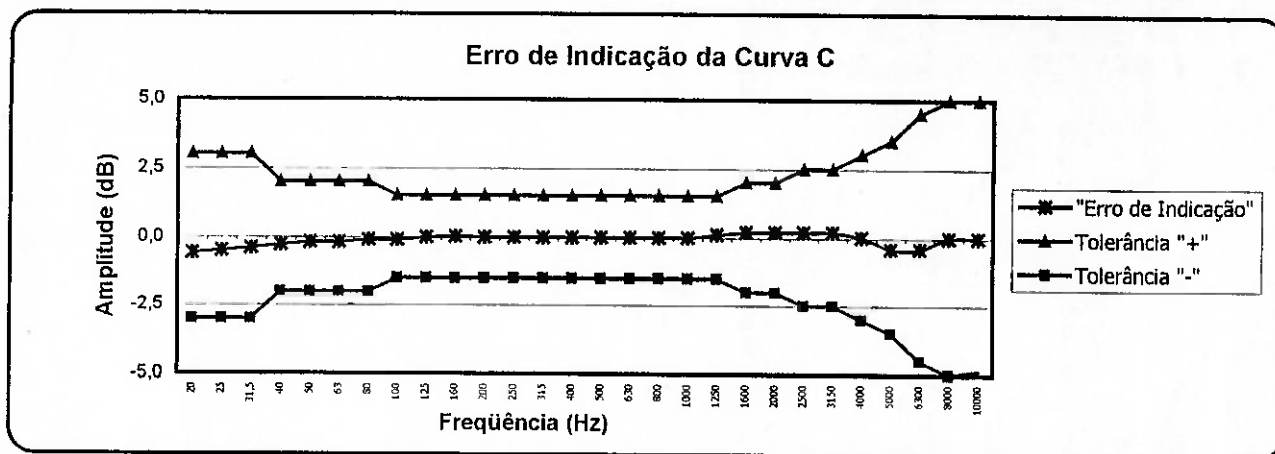
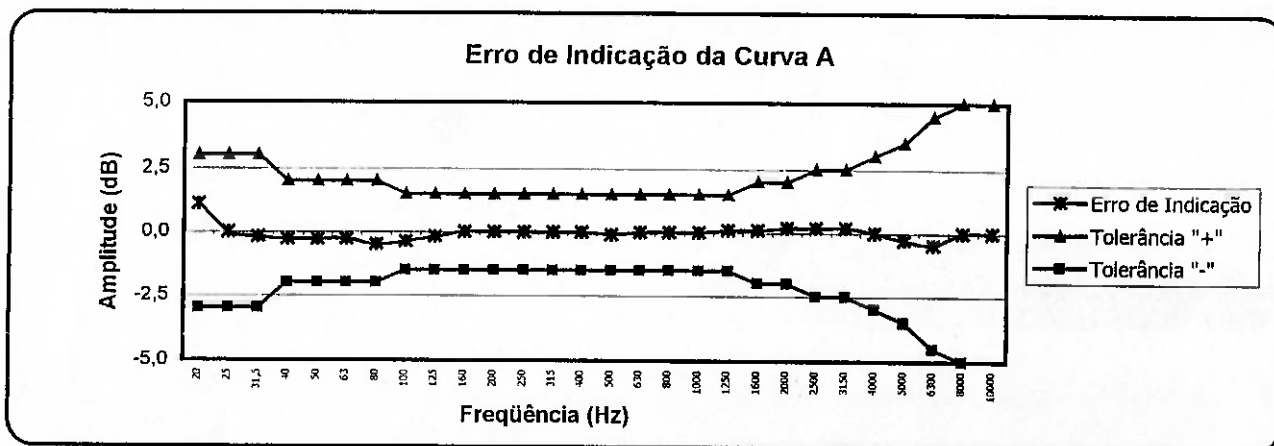
Observações:

Este certificado é válido apenas para o equipamento descrito no primeiro item. Não se estende para outros (ainda que similares). A reprodução deste certificado só poderá ser feita em sua integralidade e mediante prévia autorização da J. Brasil.

Pág. 1/2

J. BRASIL Comércio e Representações Ltda.

Rua Gonçalves Dias, 134 - Belém - CEP 03019-050 - São Paulo - SP - Brasil - Tel. PABX (011) 6096-6560 - Fax: 6096-6533
Home Page: <http://www.jbrasil.com.br> - e-mail: jbrasil@jbrasil.com.br



Verificação do Integrador:

Mediante este ensaio consegue-se verificar o integrador do audiodosímetro.

São observados os resultados de Lavg, %Dose e %Dose Projetado para 8 horas (P%Dose). Depois são comparados com os valores esperados para cada parâmetro em cada ensaio. Utiliza-se como estímulo um tom puro de 1000 Hz.

Parâmetro	Unid.	Estímulo	Valor esperado com $Q = 5$	Tolerância (*)	Valor indicado	Resultado
Lavg (F)	dB	101,0 dB - 5 min < 70 dB - 5 min	96,0	0,2	96,1	Aprovado
%Dose	%	101,0 dB - 5 min	9,6	0,3	9,6	Aprovado
P%Dose	%	101,0 dB - 5 min	920	28	913	Aprovado

(*) As tolerâncias definidas para o Integrador não são normativas mas derivadas da Incerteza da última casa do nível de estímulo (+/- 0,1 dB) + erro de +/- 3 seg em 5 min

Responsável pela Calibração: WANDER WESLEY PINGHERO

Responsável do Departamento: ENRIQUE BONDARENCO

J. ENRIQUE BONDARENCO
Dpto. Técnico

Pág. 2/2

J. BRASIL Comércio e Representações Ltda.

Rua Gonçalves Dias, 134 - Belém - CEP 03019-050 - São Paulo - SP - Brasil - Tel. PABX (011) 6096-6560 - Fax: 6096-6533
Home Page: <http://www.jbrasil.com.br> - e-mail: jbrasil@jbrasil.com.br

**TOTAL
SAFETY**

Certificado de Calibração

Nº: 756 / 2001**Data desta calibração: 16/07/01**

1- CLIENTE / EQUIPAMENTO

Nome / Razão Social: Prominer Projetos S/C Ltda.
Endereço: Rua dos Otonis, 191- Vila Clementino -Cep:04025-000- São Paulo - SP

Equipamento: Calibrador Acústico
Fabricante: Cel
Modelo: 282

Classe: 2
Número de Série: 2/10718121
Patrimônio:

2- DADOS SOBRE A CALIBRAÇÃO

Procedimento: PC-5002 Total Safety® - Departamento Técnico
Neste procedimento, o nível do calibrador acústico é comparado com um Padrão Laboratorial Classe 0 calibrado pelo DANAK.
A frequência do sinal é verificada com um contador calibrado e certificado na RBC. Os resultados da frequência e do nível são confrontados com as tolerâncias estabelecidas na Norma IEC 60942 - 1997 (Electroacoustics Sound Calibrators)

Referências/Rastreabilidade: Gerador de funções e contador, marca Tenma, modelo 72-380, série 9263086, certificado RBC;
Pistonphone Bruel & Kjaer, (padrão laboratorial), modelo 4228, série 2281292, certificado DANAK

Condições ambientais: Temp.: 17 °C Pressão Bar: 932 hPa Umid.Relativa: 75 %

3- RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO

Parâmetro	Valor Nominal (N) ou Especificado (E)	Valor Medido	Tolerância para a Classe	Incerteza
Amplitude	N 114,0 dB	113,8 dB	+/- 0,5 dB	0,7 dB
Frequência	N 1000 Hz	1000 Hz	+/- 4 %	1 Hz

TOTAL SAFETY LTDA**Wander Wesley Pinheiro**
Responsável pela Calibração / Departamento Técnico**TOTAL SAFETY LTDA****J. Enrique Bondarenco**
Responsável do Departamento Técnico

Observações:

Este certificado é válido apenas para o equipamento descrito no primeiro item. Não se estende para outros (ainda que similares)
A reprodução deste certificado só poderá ser feita em sua integralidade e mediante prévia autorização da Total Safety®.

Pág. 1/1