

FELIPE SOUDKI SAAD

ANÁLISE E CONTROLE DE RUÍDOS EM PEDREIRAS

São Paulo

2008

FELIPE SOUDKI SAAD

ANÁLISE E CONTROLE DE RUÍDOS EM PEDREIRAS

**Trabalho de Formatura em
Engenharia de Minas do curso de
graduação de Engenharia de Minas
e de Petróleo da Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo**

**Orientador: Prof. Dr. Sérgio Médici
de Eston**

São Paulo

2008

EPMI

TF-2008

Sa 11 cv

lyno 1733573

M2008d

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700004234

FICHA CATALOGRÁFICA

Saad, Felipe Soudki

Análise e controle de ruídos em pedreiras da grande São Paulo / F.S. Saad. -- São Paulo, 2008.

p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo.

1. Ruído urbano 2. Exposição ocupacional 3. Medidas de proteção coletiva I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo II. t.

Dedico a Deus, meus pais, irmãos e à criatura que mais amo no mundo.

Agradecimentos

Agradeço à Deus, que me deu saúde e força para concluir meu curso e este Trabalho.

Aos meus pais que me deram total apoio em toda a vida.

Aos meus irmãos pelo auxílio na revisão e edição do Trabalho.

Aos meus chefes e aos funcionários dos locais de medição.

Aos colegas de turma que me auxiliaram.

Aos professores Sérgio e Sánchez pelo auxílio e idéias fornecidas no desenvolvimento.

Ao Michel que me ajudou sempre que precisei.

Resumo

Este trabalho consiste em estudos sobre o ruído presente em unidades de extração e tratamento de minérios. Mais especificamente o ruído proveniente de pedreiras inseridas próximas às comunidades habitadas.

A questão do impacto sonoro causado por uma instalação industrial será avaliada sob dois aspectos: primeiro o impacto sobre a vizinhança do ruído produzido pela unidade industrial e segundo o ruído ocupacional, ao qual todo o funcionário, de qualquer tipo de indústria está exposto.

Para o primeiro estudo serão analisadas as diferenças dos ruídos medidos em pontos da comunidade antes e depois de algumas melhorias na instalação industrial.

Em seguida serão analisados os ruídos aos quais os funcionários da empresa estão submetidos, sendo primeiro calculado o ruído e a dose aos quais o operário estaria submetido caso estivesse sem nenhum tipo de proteção e em seguida com o protetor que ele usa, sendo, caso excedido os parâmetros determinados pelas Normas, propostas melhorias na circunstância de trabalho.

Palavras-chave: ruído, barreiras sonoras, ruído ocupacional, ruído ambiental, Normas.

Abstract

This work consists of studies about the noise on units of mineral extraction and processing. More specifically the noise from quarries near to communities inhabited.

The question of sound impact caused by an industrial site will be evaluated under two aspects: first, the impact on the neighborhood of noise produced from the industrial site and second, the occupational noise, to which every worker from any kind of industry is exposed.

Differences in noises measured in spots of the communities before and after some improvements on the industrial site will be analyzed for the first study.

Then, noises to which the workers of the company are exposed will be analyzed, firstly, by calculating the noise and dose that the worker is exposed if he was not wearing any type of protection followed by if he was wearing hearing protector. In case of exceeding the parameters determined by the standards, improvements in the working circumstances will be proposed.

Keywords: noise, sound barrier, occupational noise, environmental noise, standards.

Sumário

1	Introdução	8
2	Objetivos.....	9
3	Materiais e Métodos Utilizados.....	10
4	Revisão bibliográfica.....	12
4.1	Propriedades do Som	12
4.2	Ruído.....	12
4.3	Pressão, Potência e Intensidade.....	12
4.4	Soma e Subtração de Fontes Sonoras	14
4.5	Diferentes respostas do ouvido humano ao ruído	14
4.6	Tipos de Respostas Fornecidas pelo Decibelímetro	15
4.7	Mecanismos de Geração e Propagação de Ruído	15
4.8	Controle do Ruído.....	15
4.8.1	Controle do Ruído na Fonte.....	15
4.8.2	Controle do Ruído na Trajetória de Transmissão	16
4.8.3	Controle do Ruído no Receptor	17
4.9	Normas	18
4.9.1	Norma de Higiene Ocupacional.....	18
4.9.2	Norma Regulamentadora	20
4.10	Efeitos nocivos da exposição prolongada ao ruído	21
5	Apresentação de dados	23
5.1	Apresentação das Empresas.....	23
5.1.1	Ruído Ambiental	23
5.1.2	Ruído Ocupacional.....	25
5.2	Situações Estudadas	26
5.2.1	Ruído Ambiental - Controle de ruídos e comparação com medidas de controle	26
5.2.2	Ruídos ocupacionais	26
5.2.3	Ruído Ambiental – Controle de ruídos e comparação com benfeitorias	26
5.2.4	Ruídos ocupacionais	27
5.3	Análise dos Resultados Obtidos	28
5.3.1	Ruído Ambiental – Controle de ruídos e comparação com benfeitorias	28
5.3.2	Ruídos ocupacionais	33

6	Discussão	34
6.1	Ruído Ambiental	34
6.2	Ruído Ocupacional	34
7	Conclusões	35
7.1	Ruído Ambiental	35
7.2	Ruído Ocupacional	35

1 Introdução

A questão do ruído é de fundamental importância nos dias atuais. Isto se deve primeiro ao fato de o ruído ser proveniente dos mais diversos tipos de atividades desenvolvidas pelo Homem e também pelas variadas formas às quais o ruído interfere na vida humana, da fauna e da flora.

Como a construção civil vem crescendo nos últimos anos, a mineração de agregados também vem aumentando. Devido ao baixo valor agregado associado aos agregados do concreto, sua distância de transporte não deve exceder os 50 km, uma vez que o custo do frete representa boa parte do custo final deste Bem Mineral.

Desta forma, o ruído ambiental ocasionado pelas diversas formas de extração mineral e o impacto de seus ruídos sobre as comunidades de seus entornos torna-se de fundamental importância para os Órgãos Governamentais, Empresas e Comunidades.

Outra questão de fundamental importância na questão do ruído é o ruído ocupacional, ao qual um funcionário está submetido, isto é de fundamental importância pelo fato de os ruídos causarem insalubridade em todas as pessoas.

2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo a análise dos problemas de ruído ambiental e ocupacional em duas pedreiras e a análise da eficácia de medidas adotadas pelas empresas para reduzir a exposição ocupacional e para controlar as transmissões das ondas sonoras.

3 Materiais e Métodos Utilizados

Serão feitos dois estudos separados da questão do ruído: o primeiro referente à eficácia e ao impacto (sobre o ruído externo à empresa) de medidas de controle e outras modificações feitas na instalação de britagem; e o segundo, em outra empresa, sobre os ruídos ocupacionais aos quais alguns funcionários estão expostos.

O primeiro estudo consistirá no levantamento de medições efetuadas dos níveis de ruído e a análise comparativa destas com as medidas de controle adotadas pela empresa e sugestão de métodos que possam reduzir o impacto sonoro sobre a comunidade do entorno do empreendimento.

O segundo estudo consiste na medição do ruído ocupacional, verificação de compatibilidade com os Limites de Tolerância e sugestão de métodos que possam reduzir o ruído ou o impacto causado por este.

Todas as medições de ruídos foram efetuadas com o decibelímetro digital modelo DEC-420 da marca Instrutherm que é apresentado na Figura 1, sendo antes da execução deste trabalho efetuada a confirmação, via especialista, que ele estava suficientemente aferido e, após esta, ele foi calibrado junto à Instrutemp Instrumentos de Medição Ltda., sendo o Certificado de Calibração apresentado no Anexo I.



Figura 1

Tanto as tabelas de ruídos medidos quanto os gráficos gerados neste estudo foram feitas e analisadas utilizando-se o software de computador Microsoft Excel.

4 Revisão bibliográfica

4.1 Propriedades do Som

O som pode ser interpretado como uma alteração mecânica produzida por vibrações das moléculas de um meio, que pode ser sólido, líquido ou gasoso. Assim, o som é considerado como uma onda mecânica que pode ser plana, mas é, na maioria das vezes, uma onda esférica, ou seja, que se propaga simultaneamente em todas as direções.

Por ser uma onda mecânica, o som apresenta características ondulatórias, como frequência, período, comprimento de onda, velocidade e amplitude. As ondas sonoras esféricas apresentam uma propriedade importante, a redução linear da amplitude do som com o aumento do raio da “esfera sonora”.

Vale ressaltar que a audição humana compreende a faixa de frequências entre 20 e 20.000 Hz.

4.2 Ruído

O termo ruído é considerado pela literatura como sendo todo o som indesejado, que não apresenta nenhum tipo de benefício. Desta forma, o conceito de ruído é subjetivo: para uma pessoa quer dormir, uma música, por melhor que seja sua qualidade, é considerada ruído, enquanto que para um engenheiro responsável por uma obra, o som gerado pelas diversas máquinas presentes nesta é algo desejável, não sendo considerado ruído.

4.3 Pressão, Potência e Intensidade

Conforme foi explicado anteriormente, a onda sonora consiste em moléculas de um meio vibrando, assim sendo, tais moléculas exercem uma pressão neste meio e esta é denominada pressão sonora.

O nível de pressão sonora L_p é determinado através da seguinte expressão:

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

onde P_0 é a pressão de referência de 20 μPa (valor mínimo de pressão cujo ouvido humano consegue detectar), P a pressão exercida pela vibração em Pa e L_p o nível de pressão sonora em dB.

Outra forma de analisar a onda sonora é através da potência sonora da fonte de ruído: toda e qualquer fonte de ruído emite uma quantidade de energia sonora, a razão entre esta quantidade de energia e o tempo decorrido para emissão desta é a potência sonora da fonte.

O nível de potência sonora L_W é determinado através da seguinte expressão:

$$L_W = 10 \log \left(\frac{W}{W_0} \right)$$

onde W_0 é a potência de referência que vale 10^{-12} W, W a potência exercida pela vibração em W e L_W o nível de potência sonora em dB (deciBel ou décimo de Bel).

Há ainda uma terceira forma de se interpretar a onda sonora: pela Intensidade I que é definida como a potência por unidade de área perpendicular à direção de propagação da onda.

O nível de Intensidade sonora L_I é determinado através da seguinte expressão:

$$L_I = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

onde I_0 é a intensidade de referência que vale (no ar) 10^{-12} W/m², I a intensidade acústica e L_I o nível de intensidade sonora em dB.

Por fim, é importante ressaltar a diferença de cada uma das três formas de avaliação de ruído, sendo a pressão utilizada para avaliar-se o receptor do som, a potência quando o alvo de estudo é o emissor da onda sonora e a intensidade quando o meio pelo qual o som se propaga, ou seja, sua transmissão está em estudo.

Nota 1: qualquer outro tipo de escala também pode ser avaliada em Bel/Béis ou algum múltiplo deste, basta, para tanto, possuir um valor de referência (nos casos acima são P_0 , W_0 e I_0), efetuar a divisão do valor de interesse pelo valor de referência e aplicar ao resultado a função logarítmica, para obter-se o resultado em Bel ou multiplicá-lo por 10 e obter-se em decibel.

Nota 2: a escala logarítmica apresenta duas propriedades interessantes, a primeira é o acréscimo de 3 unidade ao dB quando o ruído tem sua intensidade duplicada e a segunda é o dobro da medida em dB quando o ruído é multiplicado por 10 vezes.

4.4 Soma e Subtração de Fontes Sonoras

Conforme visto anteriormente, a intensidade sonora é avaliada por um múltiplo do logaritmo da razão de um valor variável por uma constante conforme a equação

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2.$$

Dessa forma, se for considerada a ação simultânea de duas fontes sonoras, $L_1 = 10 \log \left(\frac{p_1}{p_0} \right)^2$ e $L_2 = 10 \log \left(\frac{p_2}{p_0} \right)^2$, utilizando-se as relações logarítmicas obtém-se $L_{1+2} = 10 \log \left(\frac{p_1^2 + p_2^2}{p_0^2} \right)$.

Analogamente é possível calcular o ruído de uma fonte sonora a partir do ruído simultâneo desta e de outra fonte e do valor do ruído da última. Este é um método para se “descontar” o valor do ruído de fundo e assim obter o que seria, teoricamente, o ruído proveniente exclusivamente da fonte sonora que está em estudo. Acima foi dito que isto é um cálculo que teoricamente forneceria o ruído de uma ou várias fontes que estão sendo estudadas, contudo, como as medidas de tal parâmetro dependem de circunstâncias climáticas, posição exata do decibelímetro, direção do vento, posição relativa do equipamento em relação ao operador, etc. as medições nunca fornecerão efetivamente os ruídos de fundo e de fundo somado às fontes sonoras verdadeiros.

A equação matemática que representa o processo físico descrito acima é apresentada a seguir, $L_2 = 10 \log (10^{L_{1+2}/10} - 10^{L_1/10})$, e sendo L_{1+2} o ruído medido com o equipamento em operação e L_1 o ruído de fundo (com tal equipamento desligado), pode-se calcular o ruído proveniente exclusivamente do equipamento L_2 .

É importante ressaltar que tais equacionamentos podem facilmente ser deduzidos para n fontes, bastando aplicar algumas das propriedades dos logaritmos.

4.5 Diferentes respostas do ouvido humano ao ruído

O ouvido humano responde diferentemente aos diversos níveis de ruído, assim sendo, qualquer análise de ruído, assim como qualquer medidor deste parâmetro, faz-se necessária a caracterização do tipo de resposta que está sendo avaliado, sendo as duas formas de diferenciação de ruído denominadas como dB(A) e dB(C).

4.6 Tipos de Respostas Fornecidas pelo Decibelímetro

O decibelímetro pode efetuar a medição do ruído de três formas distintas: a primeira é a lenta ("slow" em inglês) que é utilizada para medição de ruídos que oscilam mais e na mensuração do ruído ocupacional; a segunda é a rápida, recomendada para medições de níveis de ruído que oscilam mais lentamente e para a mensuração do efeito de barreiras físicas sobre os ruídos; e a terceira é a impulsiva que envolve ruídos de grandes e rápidas oscilações, com duração do ruído de pico menor que 1 segundo e diferença maior que este tempo entre os picos de ruído.

4.7 Mecanismos de Geração e Propagação de Ruído

Basicamente são três princípios que governam a emissão de sons indesejáveis e/ou desagradáveis em máquinas e outros equipamentos de uso industrial: a elasticidade dos materiais (principalmente os materiais metálicos), forças de impacto de esforços cíclicos e sons ocasionados por fluidos em movimento (GERGES, 2000).

4.8 Controle do Ruído

Conforme foi analisado anteriormente, qualquer onda sonora é fundamentada na existência de três parâmetros: a geração de ruído (caracterizada pela potência), a propagação do mesmo (mensurada pela intensidade) e a recepção dele (avaliada pela pressão sonora).

Desta forma, existem três classes de maneiras de reduzir o impacto sonoro sobre pessoas ou comunidades, cada uma baseada nos três parâmetros acima citados que regem a questão do som e do ruído (BISTAFA, 2006).

4.8.1 Controle do Ruído na Fonte

Para o controle do ruído na fonte sonora, é necessário primeiro que se identifique a potencial fonte de ruído e depois o controle do movimento dos elementos de máquinas, dos fluidos e o controle da irradiação sonora (BISTAFA, 2006).

O controle dos diversos movimentos dos elementos de máquina envolve o aprimoramento e controle de movimentos circulares, lineares de impacto redundante e de impacto sem utilidade.

O controle do movimento de fluidos consiste em se controlar as transferências energéticas de fluidos para fluidos, de fluido para sólidos e de sólidos para fluidos.

Por fim, o controle dos elementos de máquinas que envolvem todos os elementos de máquinas, em especial, devido ao maior nível de ruído que produzem, engrenagens, mancais, bielas, virabrequins e correias de transmissão (BISTAFA, 2006).

4.8.2 Controle do Ruído na Trajetória de Transmissão

Talvez a forma mais importante na questão do controle do ruído ambiental (e até mesmo ocupacional) é a que é efetuada na Trajetória de Transmissão deste. Esta forma acaba sendo a mais praticada principalmente porque normalmente o ruído permanece em segundo plano durante as fases de projeto. Assim, acabar esta forma de controle acaba sendo uma forma “corretiva” da questão (GERGES, 2000).

As principais práticas para se efetuar o controle de ruído na sua trajetória de transmissão são: aumentar a distância entre a fonte e o receptor, utilizar silenciadores em linhas de transmissão de fluidos, segregar áreas barulhentas utilizando-se partições, forrar as superfícies dos recintos com materiais que absorvem o som e enclausurar máquinas total ou parcialmente, utilizar barreiras sonoras e biombo (BISTAFA, 2006).

De todas as práticas acima mencionadas, merecem maiores destaques as duas formas de enclausuramento, uma vez que estas são as mais praticadas na Indústria e na Engenharia Acústica e também formam o embasamento de um dos estudos apresentados neste Trabalho.

Ao se enclausurar um equipamento devem ser levados em consideração os seguintes fatores: a necessidade da existência de janelas de inspeção, o acesso ao equipamento e a ventilação à qual este requer. Os principais cuidados que devem ser tomados ao se enclausurar um equipamento são referentes à fissuras nas clausuras, isolar as vibrações e evitar a ressonância na mesma (BISTAFA, 2006).

Vale ressaltar que quanto mais próxima a clausura estiver do equipamento a ser enclausurado, menor o consumo de material isolante e, portanto, menores os custos, contudo os parâmetros acima citados devem, imprescindivelmente, fazer parte do projeto de clausura.

A grande maioria dos enclausuramentos têm eficácia positiva nos valores dos ruídos no exterior da clausura, contudo, no interior da clausura, estes valores usualmente são maiores do que os existentes antes desta medida, isto se deve principalmente ao fato de o som refletir na clausura, assim, no interior desta o som chega ao receptor ou a um ponto aleatório do espaço por duas maneiras: diretamente pela fonte e reflexa das clausuras e do piso (GERGES, 2000).

4.8.3 Controle do Ruído no Receptor

O controle de ruído no receptor é a última forma de atenuação do impacto das ondas sonoras, sendo efetuado em funcionários submetidos a elevados índices de ruído por meio dos Protetores Auriculares que são divididos em dois grupos: protetores externos e internos.

O protetor externo, popularmente conhecido como “Tipo concha”, apresenta como principais vantagens: a menor variabilidade de atenuação entre diferentes usuários, a facilidade de poderem ser visualizados a longas distâncias (facilitando a fiscalização e controle), a dificuldade de perda do equipamento (pode ser fixado no capacete) e a menor irritabilidade do conduto auditivo externo. Apesar disso, apresenta a desvantagem de poder interferir na utilização de óculos de proteção (BISTAFA, 2006).

Os protetores internos, popularmente chamados de “Tipo tampão”, subdividem-se em duas classes: moldáveis que se moldam ao formato do conduto auditivo de cada um e moldados que possuem formato e dimensões pré-definidas. As principais vantagens que este tipo de Protetor Auricular apresenta são: a facilidade de transporte, sua maior conveniência de uso em locais confinados, e o maior conforto propiciado em áreas de trabalho quentes e úmidas.

Todos os Protetores Auriculares produzidos atenuam diferentes quantidades de ruídos para as diferentes frequências sonoras, assim sendo, para cada modelo, cada fabricante fornece uma tabela de atenuação do som em dB em função da frequência do som produzido.

Contudo o som que chega ao ouvido do funcionário é composto por diversas frequências que ocorrem simultaneamente, assim, o correto seria, com o espectro das frequências que chegam ao sistema auditivo do operador, fazer o desconto do valor de ruído para cada uma das frequências, e obter-se assim o ruído efetivo ao qual o funcionário está submetido.

Como isto não é prático e é fisicamente complicado de se fazer, medir e calcular, é convencional entre os fabricantes destes Equipamentos de Proteção Individual o fornecimento, além das diversas atenuações para diferentes frequências, de um único valor de atenuação que é o valor atenuado pelo EPI em bandas de oitava. Este número é o NRR (noise reduction rating em inglês) ou classe de redução de ruído.

Assim sendo, para fins práticos, o nível de ruído que um operador efetivamente se submete é nível de ruído que chega ao seu ouvido subtraído do valor de NRR.

É importante ressaltar que todos os valores de atenuação são determinados sob circunstâncias adequadas e idealizadas em laboratório que não se apresentam em atividades de campo, assim, são recomendados fatores de segurança para cada uma das atenuações dos diferentes tipos de Protetores Auriculares.

Outro fato que altera o ruído ao qual um funcionário é submetido é a porcentagem de tempo que efetivamente o funcionário usa o Protetor. Isto altera tanto o Nível Médio de ruído quanto a Dose aos quais o usuário efetivamente é exposto.

Uma medida que muitas vezes é utilizada na prática é a utilização simultânea dos dois tipos de Protetores Auriculares, como é de se esperar, a atenuação de ambos juntos para cada frequência é diferente da soma algébrica das atenuações de cada um analisado separadamente para tal frequência. Contudo, para todas as frequências estudadas, a atenuação de ambos juntos é, no mínimo, 5 dB superior às atenuações de cada um dos Protetores operando individualmente (BISTAFA, 2006).

É importante ressaltar que, por mais tecnologia e estudos que sejam aplicados no desenvolvimento de qualquer tipo de protetor auricular, existe o limite físico de atenuação, sonora cuja principal causa é a transmissão desta forma de energia pelos ossos da região auricular, o que “curto-circuita” o Protetor Auricular.

4.9 Normas

Em todo o estado de São Paulo, a medição e interpretação de ruídos devem seguir três parâmetros de referência: níveis e limites estabelecidos pela CETESB para cada caso (aplicados aos ruídos externos ao empreendimento), a Norma Regulamentadora Nº 15 – Anexo Nº 1 que estabelece os Limites de Tolerância para diferentes níveis de ruído e a Norma de Higiene Ocupacional 01 que estabelece regras para medição e averiguação dos níveis de ruído.

4.9.1 Norma de Higiene Ocupacional

No começo da década de 1980, surgiram Normas de Higiene do Trabalho que sofreram diversas modificações, incluindo em seu nome, sendo atualmente conhecidas por Normas de Higiene Ocupacional elaboradas pelo FUNDACENTRO.

A NHO01 estabelece parâmetros e critérios para a avaliação dos diversos tipos de ruídos ocupacionais (contínuo, intermitente e de impacto), não avaliando, contudo, o conforto acústico. A Norma estabelece que o ruído pode ser avaliado utilizando-se tanto medidores integradores (de uso pessoal ou portados pelo avaliador) e medidores de leitura instantânea (utilizados neste estudo).

A Norma estabelece que, antes de se efetuar as medições, deve-se verificar a carga da bateria do equipamento, verificar a integralidade eletromecânica, a coerência das respostas fornecidas pelo instrumento, ajustar o parâmetro de medição e efetuar a calibração.

Para a utilização de medidor de leitura instantânea, a Norma estabelece que, após a calibração e verificação acima citadas, deve-se posicionar o equipamento na zona de medição (evitando que haja interferência do mesmo sobre os parâmetros medidos) e cronometrar o tempo transcorrido durante a medição. A seguir a Norma estabelece que os valores obtidos devem ser arredondados para o múltiplo de 0,5 mais próximo e também é definida a fórmula para o cálculo do Nível Médio da Exposição do Trabalhador no período de tempo amostrado.

Para se calcular o Nível Médio da exposição do trabalhador NM, utiliza-se a seguinte expressão: $NM = 10 \log \left[\frac{1}{n} (n_1 \times 10^{0,1 \times NPS_1} + n_2 \times 10^{0,1 \times NPS_2} + \dots + n_n \times 10^{0,1 \times NPS_n}) \right]$, onde n é o número total de leituras efetuadas, NPS_i o i-ésimo nível de pressão sonora que é maior ou igual a 80 dB(A) e n_i o número de leituras obtidas para o nível de pressão NPS_i .

A Norma afirma que, caso a medição cumpra um período representativo da exposição do trabalhador, o NM é equivalente ao Nível de Exposição NE.

A Norma estabelece como limite para exposição diária para ruídos contínuos ou intermitentes (ou seja, Dose de 100%) o período de 8 horas ao nível de 85 dB(A), com incremento de duplicação de dose $q = 3$ dB, ou seja, para um acréscimo de 3 dB, o tempo de exposição se reduz pela metade. A Norma fornece a fórmula para determinação da dose dada por $D = \frac{T_E}{480} \times 100 \times 2^{\left(\frac{NE-85}{3}\right)}$, onde T_E é o tempo de duração, em minutos, da jornada de trabalho.

Resumindo, com os valores de NE, o $NE_{ALMOÇO}$ e o tempo aos quais o funcionário fica exposto a cada um deles, determina-se por extrapolação o Nível de Exposição Normalizado NEN e a dose de ruído (também estabelecida pela Norma), a Norma indica qual medida de controle deve ser tomada.

A Norma, por fim, recomenda que o relatório final de medições contenha os seguintes itens (todos contidos neste trabalho): introdução e objetivos do estudo, critério de avaliação, equipamento utilizado na medição, metodologia da avaliação, descrição das condições de trabalho, dados obtidos e interpretação dos resultados.

4.9.2 Norma Regulamentadora

Ao final da década de 1970 o Ministério do Trabalho e Emprego aprovou as Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho. As mais diversas classes trabalhistas e atividades são englobadas pelas Normas, sendo atividades e operações insalubres regulamentadas pela NR-15.

Conforme dito acima, esta Norma regulamenta todas as atividades de trabalho insalubres: atividades com ruído, exposição ao calor, condições hiperbáricas, radiações (ionizantes ou não), vibrações, frio, umidade, poeiras minerais, agentes químicos e biológicos.

Tal Norma possui 14 Anexos que regulamentam os aspectos acima mencionados, sendo o Anexo N° 1 referente aos Limites de Tolerância para ruídos contínuos e o Anexo N° 2 referente aos Limites para ruídos de impacto. Como em todos os tópicos deste Trabalho somente são analisados ruídos contínuos, o Anexo N° 1 será detalhado a seguir.

O Anexo, assim como a NHO determina que as medições sejam efetuadas com o decibelímetro ajustado para respostas lentas (SLOW) e em circuito de compensação "A". O cálculo da Dose é feito da mesma forma que na NHO, contudo aqui o fator de duplicação de dose (q) vale 5 dB, isto é, se para um dado ruído r o tempo máximo admissível de exposição é t , para o ruído $r + 5$ o tempo máximo admissível será $t/2$, ao contrário da NHO que define como 3 dB o fator de duplicação de dose. Como $q \neq 3$ dB que é o acréscimo de ruído que duas fontes idênticas apresentam em relação ao ruído de cada uma delas separado, o valor do Nível Médio difere do L_{Eq} .

A NR estabelece que, o nível médio de ruído L_{avg} seja calculado pela seguinte expressão:

$$L_{avg} = 85 + 16,61 \log \left[\frac{D}{100} \times \frac{480}{t_F} \right]$$

Sendo D a dose à qual o funcionário é submetido, e t_F o tempo, em minutos ao qual o funcionário está exposto.

A Norma regulamenta o tempo máximo de exposição associado à cada nível de ruído.

Nível de Ruído dB (A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 horas e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

4.10 Efeitos nocivos da exposição prolongada ao ruído

Ao contrário do que a maioria das pessoas acredita, a exposição prolongada a ruídos elevados causa impactos não somente ao homem como também em animais e até mesmo em vegetais e plantas.

No homem, os efeitos podem ser de dois tipos: agudos (ou temporários) e crônicos (ou permanentes). A principal diferença entre as duas classes de problemas é que a primeira envolve problemas que perduram por um período relativamente curto de tempo, como um dia ou uma semana, enquanto a segunda é referente a problemas que perduram até o final da vida do indivíduo.

Como principais efeitos agudos, citam-se: “zumbidos” temporários, perda temporária da audição, problemas de estresse, insônia, irritabilidade, instabilidade emocional, impotência sexual, redução da libido, etc. Já como problemas crônicos, os principais são: perda permanente (total ou parcial) de audição, dificuldades de compreensão, calvice, etc.

Sobre a fauna os problemas são também os mais diversos e abrangem boa parte dos problemas que afetam o homem, além disso, foi constatado que muitos animais possuem, devido ao ruído, dificuldades de adaptação em cativeiros das grandes cidades. Além disto, algumas aves apresentam problemas de postura e de produtividade ocasionadas pelas vibrações sonoras de aviões. O ruído ainda influencia na proliferação de pragas urbanas como ratos e baratas que é tanto maior quanto maiores forem os níveis de ruídos.

Por fim, o ruído também causa impactos sobre a flora, sendo os principais: a redução do crescimento normal das plantas, o aumento da perda de água das mesmas, e a alteração das atividades fisiológicas dos vegetais.

5 Apresentação de dados

5.1 Apresentação das Empresas

5.1.1 Ruído Ambiental

Há mais de 30 anos a Polimix Concreto Ltda. produz e entrega concreto para diferentes tipos de obras. Espalhadas por 21 estados brasileiros, atualmente possui mais de 150 filiais de concreto que têm capacidade para produzir 4 milhões de m³ de concreto por ano.

Entre outros empreendimentos, incluindo minas de calcáreo, usinas de álcool, a Polimix possui duas unidades de produção de agregados de concreto, sendo uma localizada em Duque de Caxias – RJ, com produção mensal em torno de 70.000 t de pedra britada, e a outra em Santana de Parnaíba – SP que será apresentada a seguir.

A unidade que foram feitos os estudos fica localizada na fronteira dos municípios de Santana de Parnaíba e Barueri, as atividades da unidade iniciaram em 1965 pela Constran Construções e Comércio S.A.

A unidade de Santana de Parnaíba foi adquirida em contrato particular de empréstimo em dezembro de 2001 junto à Constran. Depois da aquisição algumas mudanças foram implantadas e a produção da empresa cresceu significativamente, sendo que atualmente a unidade produz em média 140.000 t de pedra britada/mês, valor que é bem próximo da média mensal de vendas da unidade, sendo que a maior parte destas vendas tenta suprir as diversas concreteiras que a empresa tem dentro da Grande São Paulo.

Os principais produtos da empresa são agregados de granito classificados, de acordo com a granulometria, como: rachãozinho, rachão gabião, bica graduada, pedrisco, pedras 1, 2, 3 e 4 e também o pó de pedra que vem, nos últimos anos, consagrando-se como importante substituto da areia na produção de concreto.

Devido à presença da empresa na região, desenvolveu-se ali um comércio com a finalidade de suprir às necessidades desta unidade e, junto com este comércio, pessoas passaram a morar no entorno da empresa. Desta forma, assim como a maioria das Pedreiras da Grande São Paulo, esta unidade causa um impacto significativo sobre os moradores e frequentadores da região, sendo as maiores reclamações relativas ao fluxo de carretas, vibrações (causadas por desmontes de rocha), poeira (gerada durante o desmonte e a cominuição da rocha) e ruído (oriundo principalmente da unidade de britagem, também influenciado pela oficina mecânica, caminhões, pás carregadoras e perfuração da rocha).

Devido aos transtornos causados para a comunidade, ainda na década de 90 (sob comando da Constran), foi acordado que seria construída uma nova unidade de britagem, sendo esta mais distante dos moradores do bairro do Engenho Novo (Barueri). Até meados de julho de 2008 a Nova Britagem estará em funcionamento, sendo que sua interferência será menor junto à comunidade, uma vez que a expedição será feita diretamente pela Estrada dos Romeiros e, por ser mais distante da comunidade, causará menor impacto nesta tanto na questão dos ruídos quanto das poeiras. Tal unidade terá capacidade nominal de cerca de 500.000 t de pedra britada/mês a um custo significativamente menor que o da britagem antiga, se tornando a maior britagem de agregados de concreto de toda a América Latina.

De acordo com a empresa Petrus Consultoria Geológica Ltda., a reserva de granito é de aproximadamente 99 Mt, que são suficientes para 40 anos de produção, caso efetivamente se concretizem as produções desejadas.

A Figura 2, capturada via satélite, apresenta a britagem atual destacada em vermelho, as futuras britagem e rebritagem em azul e um traço roxo, que serve como referência de escala e, em campo, equivale a aproximadamente 400 m.



Figura 2

5.1.1.1 Equipamentos da Unidade

Os equipamentos pertencentes à empresa são dos mais diversos, os principais são os seguintes: duas pás carregadoras Caterpillar 950 que trabalham apenas na expedição de produtos finais e, junto com correias transportadoras, carregam os caminhões e os britadores que são a seguir apresentados.

Para a britagem primária, existem dois britadores de mandíbulas de um eixo, um 13x12 da Sandvik e um 150x120 da Faço. Após esta etapa tem-se uma pilha pulmão que tem como principal função a regulação de vazão, dada a maior produção horária que os britadores primários têm e seu baixo rendimento operacional em comparação com as etapas que os sucedem.

O material é retomado da pilha por correias transportadoras que podem alimentar dois circuitos distintos que trabalham em paralelo, sendo que ambos possuem como britadores secundários, britadores giratórios e como terciários, cônicos.

Os materiais de granulometria maior que o pedrisco podem ser retornados para dois britadores, um cônico e um VSI para serem rebritados, aumentando assim a quantidade de pó de pedra, pedra 1 e pedrisco, que são os produtos de maior demanda atual pelo mercado de construção civil.

A unidade contém 10 peneiras vibratórias que também serão estudadas particularmente.

Para a alimentação dos britadores e peneiras, são utilizados alimentadores de sapata, vibratórios e do tipo “vai-e-vem”, além de cerca de 50 correias transportadoras.

Embora pertença a uma empresa terceirizada, o carregamento e transporte interno e o decapeamento de solo utilizam equipamentos pesados que geram ruídos. Para tanto são utilizadas 3 pás carregadoras CAT 980 (2 operando e 1 em stand-by), 5 caminhões RK430, 2 caminhões RK425 para a transporte do granito e para o decapeamento de terra, 1 escavadora CAT 330B e 4 caminhões Scania P420 8x4. Também sob responsabilidade da empresa terceirizada há um caminhão pipa responsável pela umectação das pistas internas e externas à pedreira.

5.1.2 Ruído Ocupacional

O estudo do ruído ocupacional foi medido em outra pedreira que não será identificada, contudo ela também se localiza na Grande São Paulo.

5.2 Situações Estudadas

5.2.1 Ruído Ambiental - Controle de ruídos e comparação com medidas de controle

De junho a novembro de 2007 a medição de ruídos foi feita mensalmente em dois pontos externos à empresa e, a partir de janeiro de 2008 as medições passaram a ser feitas em quatro pontos, sendo dois destes os mesmos que foram medidos em 2007. As medições são feitas preferencialmente com toda a instalação em funcionamento e aproximadamente no mesmo horário.

Já foram feitas medidas em três dos quatro pontos com a instalação completamente parada, ou seja, o ruído de fundo é conhecido e é desprezível se comparado com o ruído da instalação.

Quase todos os britadores já foram enclausurados e são conhecidas as datas em que cada enclausuramento foi feito, ou seja, com estes dados cronológicos e os ruídos datados, será possível determinar quanto que cada benfeitoria afetou no ruído externo à empresa nos pontos de medição.

5.2.2 Ruídos ocupacionais

Os ruídos ocupacionais, determinados a partir do tempo de exposição e do nível de ruído aos quais os seguintes funcionários estão submetidos: o do britador primário, da cabine de controle, o da perfuratriz pneumática e do escritório.

5.2.3 Ruído Ambiental – Controle de ruídos e comparação com benfeitorias

A partir de junho de 2007 passou a ser feita a medição mensal de ruídos em dois pontos no entorno do empreendimento minero, sendo o primeiro em frente da portaria (Avenida Constran, nº 132 – Ponto 1) e o outro ao final da mesma via (Rua Otaviano Pizza, nº 507 – Ponto 2).

Para cada medição posiciona-se o decibelímetro no local de medição, liga-se ele (para resposta rápida - FAST), espera-se cerca de um minuto para estabilização do equipamento, e permanece-se observando os valores que aparecem no visor, registrando-se o menor e o maior valor obtidos, descartando-se, obviamente, valores enviesados e não representativos, como, por exemplo, picos de ruído causados por cães latindo, carros passando na rua, pessoas conversando, etc.

Todas as medições são feitas com a instalação rodando a plena carga, exceção feita durante períodos longos de manutenção corretiva, como, por exemplo, um britador que fica 1

mês completo sem funcionar. As medições são feitas, preferencialmente, em horários similares, contudo nem sempre isto é possível de ser colocado em prática.

Tais medições foram efetuadas até novembro de 2007, não constando medições, devido à problemas técnicos do decibelímetro, em dezembro do mesmo ano.

A partir de janeiro de 2008 foram efetuadas todas as medições mensais, contudo além dos dois pontos anteriores, foram acrescentados dois novos pontos: na Rua Major Alves Fontes, nº 584 – Ponto 3 e na Rua Constantinopla, S/N – Ponto 4, em frente a uma escola de Ensino Infantil.

Em 2008, a fim de se determinar o ruído efetivamente provocado pela instalação, mediu-se o ruído de fundo, contudo, como os valores de ruído mensal são baixos (e muito influenciados pela presença da escola), não foi efetuada tal medida no último ponto de mensuração.

A Figura 2, apresentada anteriormente, destaca os pontos de amostragem 1, 2, 3 e 4 representados, respectivamente, pelas cores amarela, laranja, azul e vermelha.

Por fim, o Apêndice I apresenta as medições mensais, assim como os ruídos de fundo nos pontos de amostragem.

5.2.4 Ruídos ocupacionais

O ruído ocupacional é avaliado através do Nível Médio, contudo, o decibelímetro utilizado durante o desenvolvimento deste trabalho somente avalia ruídos instantâneos, ou seja, não mede tal parâmetro, então, seguindo a NHO01 citada acima, efetuou-se a medição instantânea de ruído (em dB(A) e resposta lenta - SLOW) a cada 15 segundos durante uma hora que é apresentada em tabelas ajustadas, para cada um dos quatro funcionários, nos anexos I a IV.

Como o aparelho não pode ser inserido dentro da região auricular do operador e a medição do ruído deve ser feita o mais próximo possível desta área, optou-se por fazer a medição “acompanhando” os funcionários, ou seja, para operadores que se deslocam frequentemente, o decibelímetro foi sempre mantido a uma distância inferior a 15 cm do ouvido do operador.

As medições foram efetuadas em dias e horários representativos da jornada de trabalho destes funcionários, isto significa que foram dias “normais” de trabalho que podem ser considerados como sendo os de maior (ou única) ocorrência nas rotinas deles.

Assim, calculou-se o NE ao qual cada operador está submetido por uma hora, extrapolou-se o turno o valor para um turno de oito horas e uma hora de almoço ($NE_{ALMOÇO}$), pode-se obter o NEN e a dose diária ao qual os funcionários estão expostos.

Ao fim, compara-se este valor (considerando-se o efeito dos protetores auriculares utilizados) com os Limites de Tolerância e verifica-se a adequação, ou não (propondo alternativas corretivas), da situação do trabalhador.

Este estudo foi feito para: o operador do britador primário, o operador da cabine de controle, o operador da perfuratriz e os funcionários da expedição, apresentados, respectivamente, nos Apêndices II, III, IV e V (cada apêndice apresenta a tabela de valores medidos arredondados pra o múltiplo de 0,5 mais próximo, as tabelas de frequências seguindo a NHO e a NR e os histogramas percentuais e absolutos utilizados para cada Norma). O apêndice VI apresenta a mesma medição, efetuada da mesma forma, para o refeitório, onde estes funcionários fazem uma parte da hora de almoço. Observação: os apêndices V e VI, por terem poucos valores e todos abaixo dos 80 dB(A), não apresentam histogramas.

5.3 Análise dos Resultados Obtidos

5.3.1 Ruído Ambiental – Controle de ruídos e comparação com benfeitorias

Aqui é apresentada a cronologia de benfeitorias e, a seguir, os gráficos de ruídos mínimo e máximo, que auxiliam para evidenciar quais as benfeitorias que surtiram maior efeito sobre o ruído externo.

Ano	Mês	Benfeitorias
2007	Julho	Enclausuramento dos dois britadores primários e emborrachamento da tela da Peneira Vibratória PV-1
2008	Maio	Enclausuramento do britador VSI
2008	Junho	Enclausuramento do britador secundário S-4000 e deslocamento do britador 489
2008	Julho	Enclausuramento do britador secundário S-4800
2008	Agosto	Enclausuramento do britador 489
2008	Outubro	Enclausuramento parcial do britador 120RAS e implementação de barreira vegetal próximo ao Ponto 2 de medição
2008	Novembro	Fechamento de aberturas presentes junto ao piso do enclausuramento do britador 489

Com estes dados, é possível concluir a influência de praticamente todas as benfeitorias feitas na instalação de britagem.

Como era de se esperar, uma vez que a potência sonora emitida pelo britador primário é muito grande, há uma grande influência do enclausuramento do britador primário com tapumes de madeira sobre o ruído externo máximo (1 e 2 dB, respectivamente) nos pontos 1 e 2 de amostragem. A seguir a foto de tal benfeitoria é apresentada.

O enclausuramento do britador VSI também implicou em reduções dos níveis de ruído nos quatro pontos de ruído verificadas no mês de maio de 2008, contudo, em junho, embora tenha sido enclausurado um britador secundário, devido ao deslocamento do britador cônico 489, os níveis de ruído aumentaram ligeiramente neste período. Em julho, embora tenha sido enclausurado o outro britador secundário (apresentado na Figura 3), não houve queda significativa dos valores mensurados, pelo contrário, alguns deles sofreram ligeiro aumento, possivelmente causados por circunstâncias climáticas, como aumento do vento na hora da medição ou ruídos provenientes de outras fontes, que não a instalação de britagem.



Figura 3

O enclausuramento do britador 489 reduz ligeiramente os “gapes” dos ruídos medidos, além de reduzir o ruído máximo em um ponto.

Em novembro foram colocadas, dentro da empresa, próximo ao ponto 2, algumas mudas de eucalipto, como na imagem a seguir. Embora uma fileira única de eucaliptos reduza o ruído, esta redução não é muito significativa, contudo, esta possui um efeito psicológico sobre os moradores da região, que, ao ver tais vegetais, não só têm a impressão de que há um isolamento acústico mais eficaz, como também percebem a consciência ecológica que a empresa possui. A figura 4 apresenta a implementação da barreira vegetal.



Figura 4

A seguir os gráficos 1, 2, 3 e 4, representando, respectivamente, os pontos de medição 1, 2, 3 e 4, dos índices sonoros amostrados nos quatro pontos. O eixo x representa o tempo decorrido e o eixo y é o índice de ruído em dB(A).

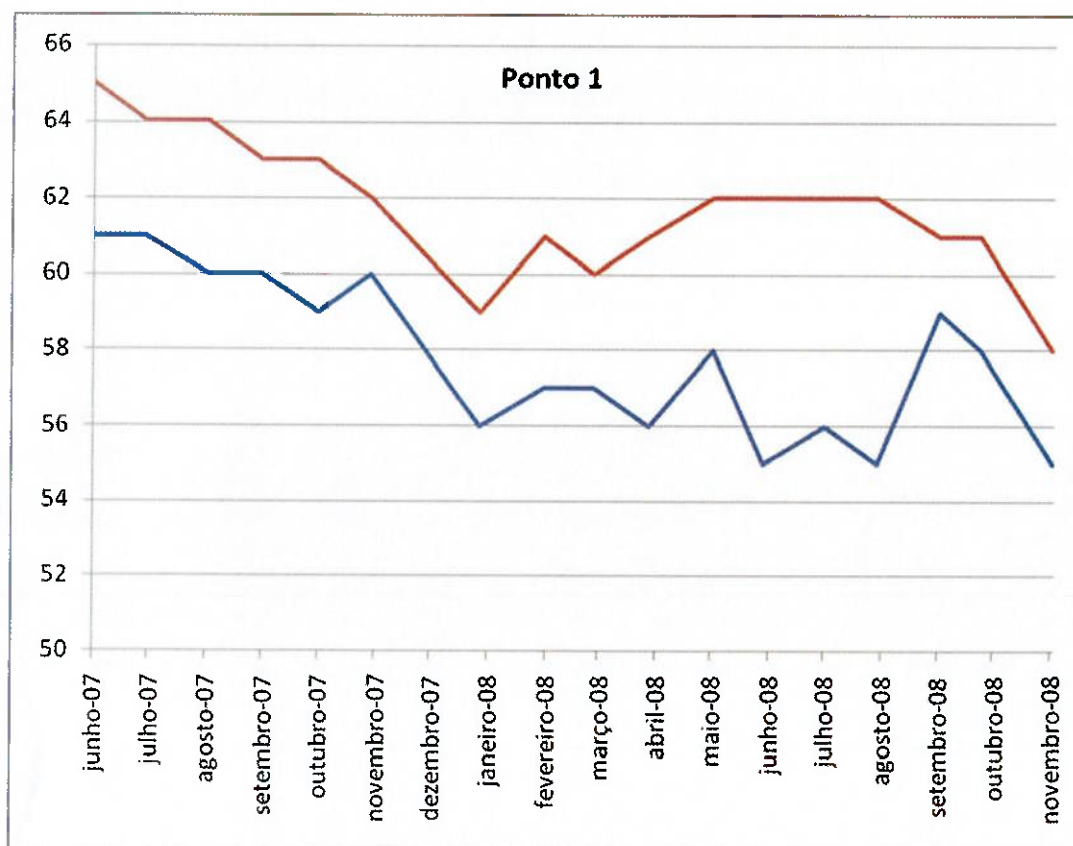


Gráfico 1

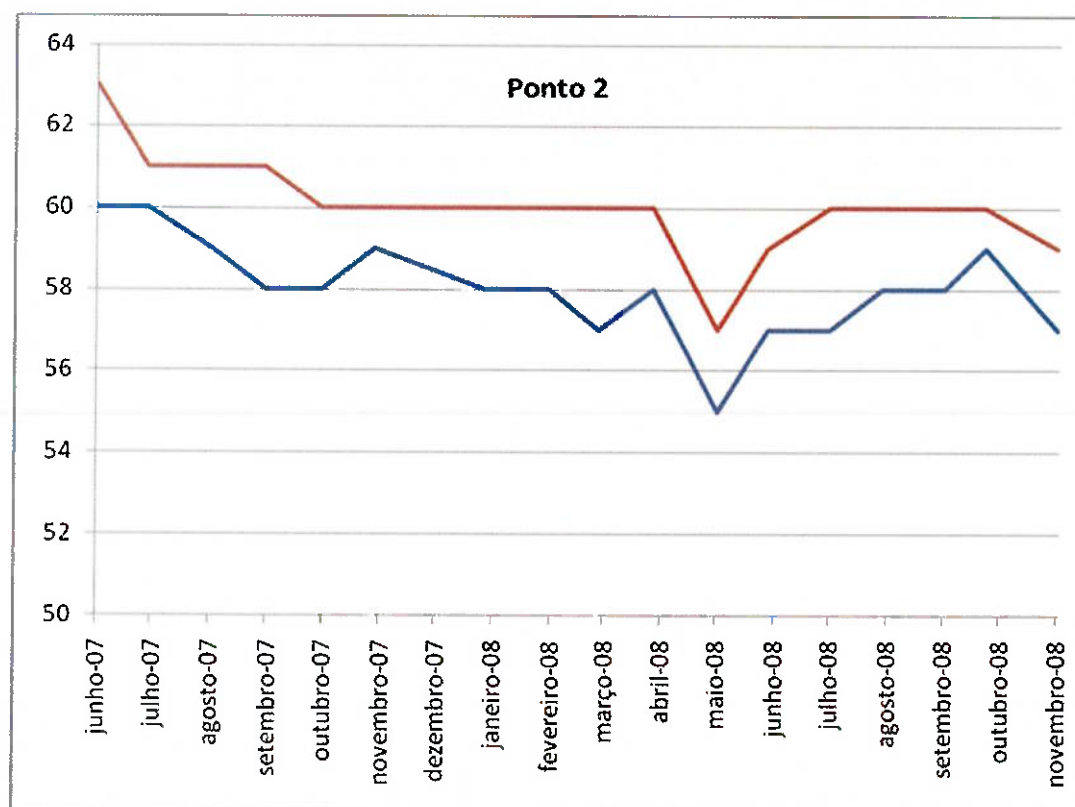


Gráfico 2

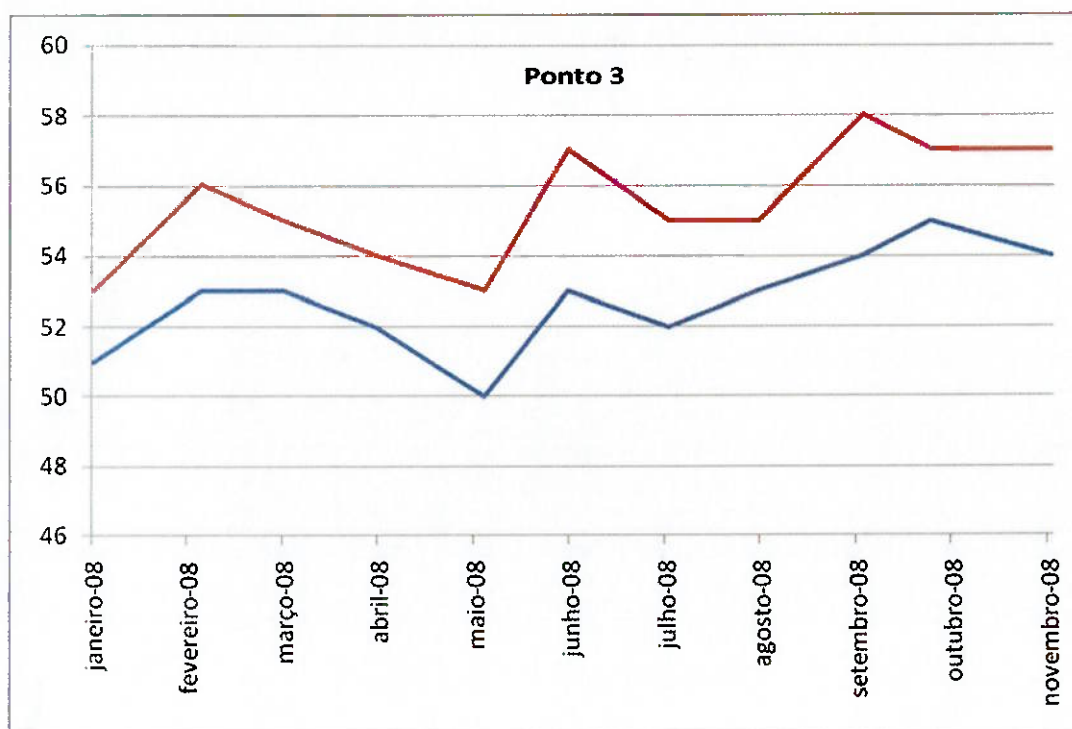


Gráfico 3

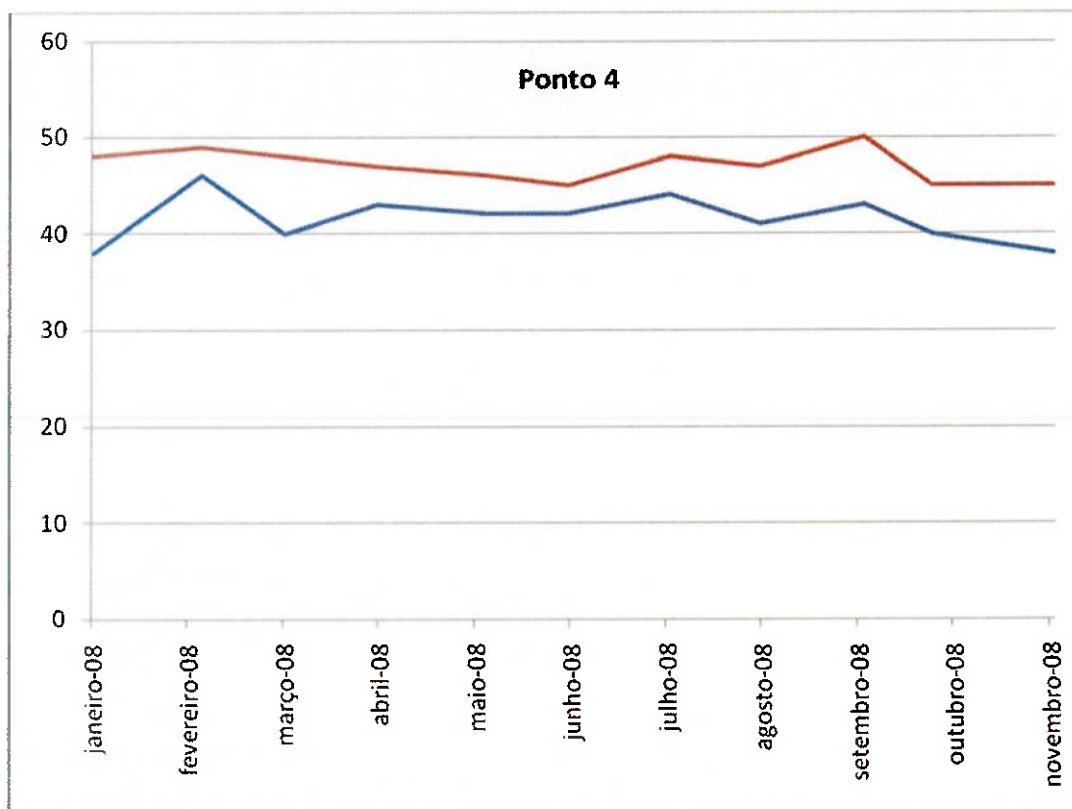


Gráfico 4

5.3.2 Ruídos ocupacionais

A seguir são apresentados os resultados de todas as medições e cálculos dos ruídos ocupacionais.

Inicia-se esta etapa pela definição de que cada um dos funcionários analisados possui uma jornada de trabalho de 8 horas, com 1 hora de almoço, sendo que desta, 20 minutos eles ficam dentro do refeitório e 40 minutos descansando e conversando em áreas tranquilas que são, normalmente variadas.

Assim sendo, pelo local de descanso acima mencionado ser variado, o valor adotado para o ruído durante este período foi o valor de duas pessoas conversando em tom “normal”, ou seja, nem muito alto e nem muito baixo, equivalentes a 60 dB(A). Para o terço final do horário de almoço foram amostrados 10 pontos a cada 15 segundos, o que resultou na tabela e no histograma apresentados abaixo. Embora durante o horário de almoço, obviamente, nenhum funcionário utilize Protetores Auriculares, em nenhum instante amostrado ou adotado o valor de ruído excedeu os 80 dB(A), o que faz com que o período de almoço não afete a Dose diária de nenhum dos funcionários avaliados.

5.3.2.1 Cabine

Para o operador da cabine, apenas alguns valores ultrapassam os 80 dB(A), desta forma, com a utilização do EPI, sua Dose é 0.

5.3.2.2 Expedição

Para a expedição, contanto, apenas três valores excedem os 80 dB(A), como os funcionários da expedição não utilizam Protetores, é possível calcular o NM = 65,9 dB(A) e a Dose para tais funcionários vale 0.

5.3.2.3 Perfuratriz

Com base nas tabelas corrigidas e com a fórmula exposta anteriormente, obteve-se, na ausência do PA, NM = NE = NEN = 108,6 dB(A) que, pela fórmula do cálculo da Dose fornece D = 23.000%, com a utilização dos dois EPI's, sendo o de concha retendo 19 dB(A) e o plug retendo mais 5 dB(A), o NM passa a valer 84,6 dB(A), com Dose 0,0%. Seguindo a Literatura, deve-se adotar um Fator de Segurança (devido às circunstâncias do trabalho em campo) de 0,75 para o Protetor do “Tipo Concha”, resultando em 90,6 dB(A) de NM e Dose de 230%.

O mesmo cálculo foi feito sob os parâmetros da NR-15, obtendo-se, na ausência do PA, Dose = 2.078% que, pela fórmula exposta acima, $L_{avg} = 106,9$ dB(A) e, com a utilização

dos dois EPI's, L_{avg} vale $82,9 = 83 \text{ dB(A)}$ e a Dose $0,0\%$. Com FS, L_{avg} vale $88,9 = 89 \text{ dB(A)}$ e a Dose de 178% .

5.3.2.4 Britador Primário

Com base nas tabelas corrigidas e com a fórmula exposta anteriormente, obteve-se, na ausência do PA, $NM = NE = NEN = 96,7 \text{ dB(A)}$ que, pela fórmula do cálculo da Dose fornece $D = 1.495\%$, com a utilização dos EPI de plug, retendo 13 dB(A) , o NM passa a valer $83,7 \text{ dB(A)}$, com Dose $74,2\%$. Seguindo a Literatura, deve-se adotar um Fator de Segurança (devido às circunstâncias do trabalho em campo) de $0,3$ para o Protetor do “Tipo Plug”, resultando em $92,8 \text{ dB(A)}$ de NM e Dose de 607% .

Contudo, o Protetor Auricular dos operadores do Britador Primário estão sendo substituídos por Protetores do Tipo Concha que retém 15 dB(A) , assim, o NM passa a ser $81,7 \text{ dB(A)}$ e a Dose de 47% , com o Fator de Segurança, o NM vale $85,5 \text{ dB(A)}$ e a Dose de 111% .

Analisando pela NR-15, a Dose vale $D = 457\%$ que equivale a um L_{avg} de 96 dB(A) , com EPI, o L_{avg} passa a valer 83 dB(A) e a Dose $0,0\%$. Com FS, o NM vale $92,1 = 92 \text{ dB(A)}$ e a Dose 267% . Com o novo PA, NM vale 81 dB(A) e a Dose de $0,0\%$, com FS, NM vale $84,8 = 85 \text{ dB(A)}$ e a Dose de 100% .

6 Discussão

6.1 Ruído Ambiental

Os resultados deste estudo foram condizentes com o esperado, sendo que o ruído, obteve, normalmente, decréscimos, especialmente quando houveram melhorias na instalação de britagem.

6.2 Ruído Ocupacional

No estudo do ruído ocupacional, é importante destacar que: nenhuma das duas atividades de maior nível de ruído permite a não utilização de nenhum EPI, ambas, considerando a eficiência total dos PAs, estão dentro dos limites de tolerância, contudo, por estarem acima de 50% da dose, a NHO01 e a NR-9, regulamentam que alguma ação corretiva deve ser tomada, por exemplo, revezamento de funções, substituição de EPIs, etc. e, finalmente, o que é numericamente esperado, os valores das doses com Pas para as duas Normas são valores relativamente próximos, embora sejam mais brandos para a NR-15 e mais rigorosos para a NHO01.

7 Conclusões

7.1 Ruído Ambiental

A partir de tudo o que foi exposto anteriormente, é possível concluir que as medidas de controle aplicadas à instalação de britagem têm efeito positivo no ruído externo ao empreendimento.

O melhor e portanto de maior eficiência foi o isolamento acústico dos britadores primários, empiricamente, isto já é esperado, uma vez que, é perceptível que o nível de ruído de tal equipamento é muito superior aos demais equipamentos. Além disso, as reclamações da comunidade do entorno do empreendimento são mais freqüentes nos instantes em que ao menos um dos britadores primários estão ligados.

Apesar do maior impacto dos britadores primários, todas as medidas adotadas foram benéficas para o ruído externo, o que permite concluir que os isolamentos acústicos, por mais simples que pareçam, são sempre necessários e importantes numa instalação industrial.

7.2 Ruído Ocupacional

A partir dos dados acima analisados, conclui-se que é impraticável a não utilização de qualquer tipo de Protetor Auricular e, com a utilização destes, considerando sua máxima eficiência, a situação dos funcionários está adequada, sendo contudo, inadequada se considerar-se a ineficiência do Equipamento de Proteção Individual.

Além disso, é possível concluir que os níveis de Nível Médio e de Dose foram maiores para a NHO se comparados com os valores da NR, isto é, inclusive, devido ao nível mínimo de corte utilizado nos cálculos que vale 80 para aquela e 85 dB(A) para esta.

Referências

Livros, Teses e Trabalhos de Conclusão de Curso

SCHRAGE, M. W. **Mapa de Ruído na Pedreira Itapiserra**, Trabalho de Formatura apresentado ao Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo – EPUSP, São Paulo, 2001

SCHRAGE, M. W. **Mapa de Ruído como Ferramenta de Diagnóstico do Conforto Acústico da Comunidade**, Tese de mestrado apresentado ao Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo – EPUSP, São Paulo, 2005

SANTOS, A. C. M. **Ruído nas atividades mineradoras**, Tese de doutorado apresentada ao Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo – EPUSP, São Paulo, 1998

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

GERGES, S. N. Y. **Ruído - Fundamentos e Controle**, São Paulo: NR Editora, 2000. 676 p.

BISTAFÁ, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**, São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 368 p.

HOME PAGES

POLUIÇÃO SONORA. EFEITOS NA SAÚDE, TRABALHO, PLANTAS E ANIMAIS. Conceitos, impactos e curiosidades sobre o assunto. Disponível em: <<http://www.microdig.com.br/poluicaosonora/>>. Acesso em 21 de set. 2008.

MINISTÉRIOS DO TRABALHO E EMPREGO. Brasília. Normas, leis, dados e estatísticas. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/>>. Acesso em 19 de out. 2008.

Apêndices

Apêndice I – Planilha de medição mensal de ruído externo

Medição mensal de ruído

Data Programada:	Av. Constran, 132				Rua Otaviano Pizza, 507				Rua Major Alves Fontes, 584				Rua Constantinopla, S/N			
	Data realizada:	Hora:	Resultado: Mínimo	Máximo	Data realizada:	Hora:	Resultado: Mínimo	Máximo	Data realizada:	Hora:	Resultado: Mínimo	Máximo	Data realizada:	Hora:	Resultado: Mínimo	Máximo
Junho 2007	29/6/2008	14:30	61	65	29/6/2008	14:45	60	63	-	-	-	-	-	-	-	-
Julho 2007	27/7/2008	09:55	61	64	27/7/2008	10:15	60	61	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto 2007	30/8/2008	13:00	60	64	30/8/2008	13:20	59	61	-	-	-	-	-	-	-	-
Setembro 2007	28/9/2008	10:05	60	63	28/9/2008	10:20	58	61	-	-	-	-	-	-	-	-
Outubro 2007	29/10/2008	08:50	59	63	29/10/2008	09:00	58	60	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembro 2007	26/11/2008	11:20	60	62	26/11/2008	11:30	59	60	-	-	-	-	-	-	-	-
Dezembro 2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Janeiro 2008	24/1/2008	08:35	56	59	24/1/2008	08:40	58	60	24/1/2008	08:45	51	53	24/1/2008	09:00	38	48
Fevereiro 2008	28/2/2008	10:10	57	61	28/2/2008	10:15	58	60	28/2/2008	10:20	53	56	28/2/2008	10:30	46	49
Março 2008	26/3/2008	09:20	57	60	26/3/2008	09:30	57	60	26/3/2008	09:45	53	55	26/3/2008	10:05	40	48
Abril 2008	25/4/2008	08:50	56	61	25/4/2008	09:00	58	60	25/4/2008	09:10	52	54	25/4/2008	09:30	43	47
Maio 2008	30/5/2008	10:40	58	62	30/5/2008	10:50	55	57	30/5/2008	11:00	50	53	30/5/2008	11:20	42	46
Junho 2008	26/6/2008	15:00	55	62	26/6/2008	15:10	57	59	26/6/2008	15:20	53	57	26/6/2008	15:35	42	45
Julho 2008	29/7/2008	08:50	56	62	29/7/2008	09:05	57	60	29/7/2008	09:30	52	55	29/7/2008	09:50	44	48
Agosto 2008	27/8/2008	14:30	55	62	27/8/2008	14:45	58	60	27/8/2008	15:10	53	55	27/8/2008	15:30	41	47
Setembro 2008	24/9/2008	08:10	59	61	24/9/2008	08:20	58	60	24/9/2008	08:35	54	58	24/9/2008	08:55	43	50
Outubro 2008	22/10/2008	10:30	58	61	22/10/2008	10:55	59	60	22/10/2008	11:10	55	57	22/10/2008	11:25	40	45
Novembro 2008	26/11/2008	12:00	55	58	26/11/2008	12:10	57	59	26/11/2008	12:25	54	57	26/11/2008	12:40	38	45

Observações: Medições efetuadas com instalação rodando a plena carga; resultados em dB(A)

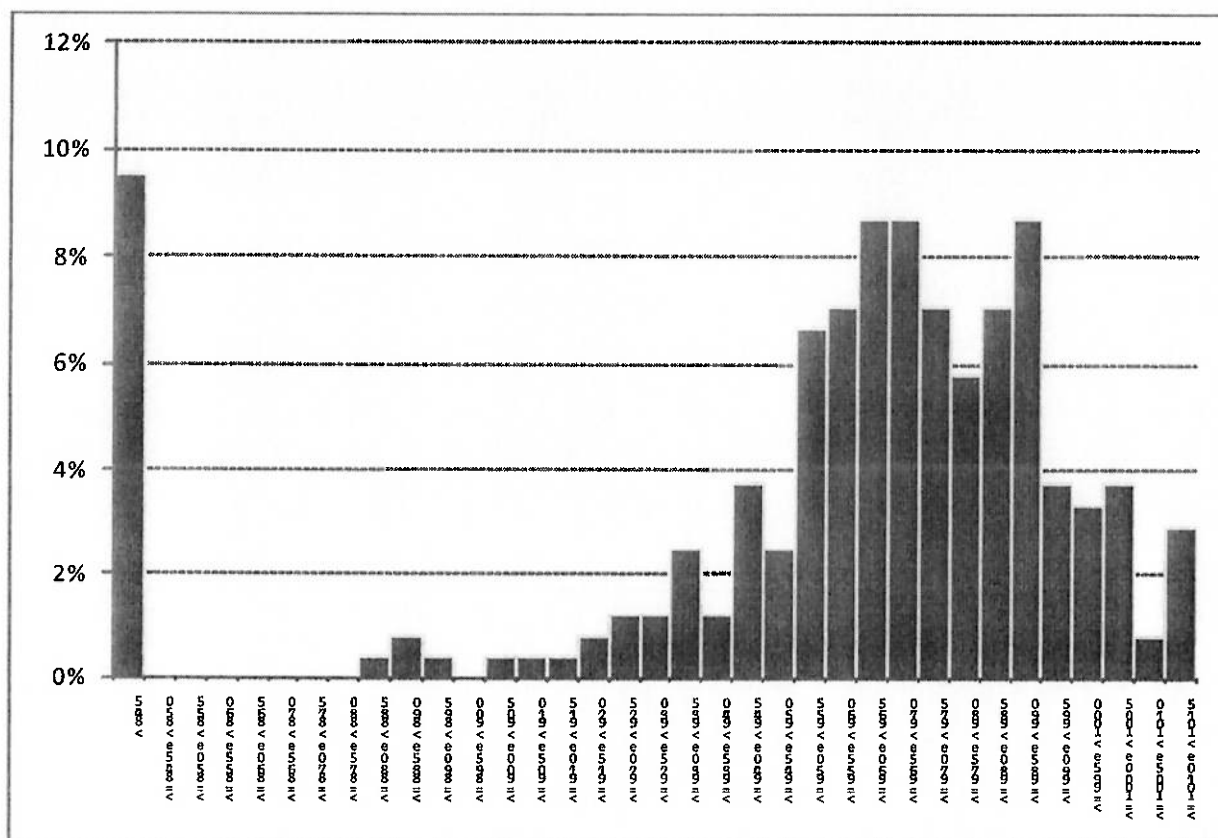
Apêndice II – Planilha de medição de ruído ocupacional (britador primário – 18/11/08)

Minuto	Segundo			
	0	15	30	45
0	96,0	101,0	98,5	99,5
1	98,5	97,5	96,5	100,0
2	99,0	98,5	95,5	97,5
3	97,0	96,0	100,5	95,0
4	96,0	97,0	96,0	95,5
5	98,0	97,0	96,0	96,5
6	96,0	95,0	95,5	98,0
7	94,0	96,0	95,0	95,5
8	96,5	94,0	93,0	98,0
9	96,0	98,5	97,5	95,0
10	95,5	94,5	94,5	96,5
11	96,0	100,5	93,5	96,0
12	76,0	74,0	73,5	77,0
13	74,5	77,5	78,5	80,0
14	78,5	79,0	75,5	77,5
15	76,5	76,0	100,0	98,0
16	98,5	94,0	96,5	97,5
17	95,5	95,0	95,0	96,5
18	97,0	96,5	97,5	76,5
19	76,5	75,5	75,5	75,5
20	76,5	76,5	75,5	98,0
21	98,0	98,0	97,0	96,0
22	98,5	97,0	96,5	95,0
23	100,0	96,5	98,5	91,5
24	88,5	90,0	92,0	93,0
25	92,5	93,5	91,5	93,0
26	96,0	94,0	95,5	92,0
27	93,0	92,5	94,0	95,0
28	94,5	93,0	88,0	96,0
29	98,5	73,5	96,5	99,5
30	100,0	98,0	100,0	99,5

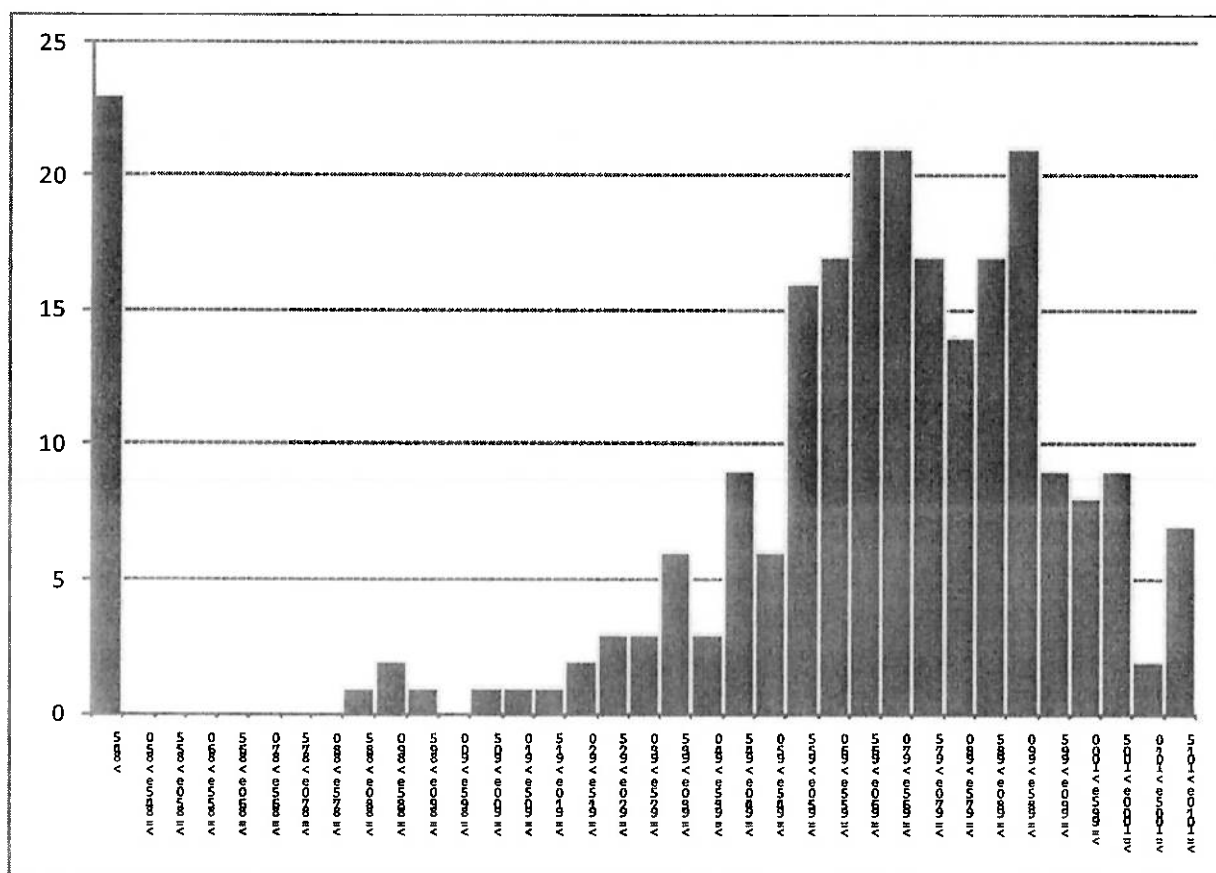
31	95,0	98,5	96,0	95,5
32	98,0	95,5	97,0	97,0
33	96,0	98,0	98,5	101,0
34	100,0	96,0	97,0	99,5
35	96,0	97,0	98,5	98,5
36	94,5	97,5	97,5	96,0
37	99,5	96,5	101,0	99,5
38	95,5	95,0	94,5	96,0
39	96,5	97,0	99,0	95,0
40	98,5	98,5	98,5	94,0
41	98,0	97,5	97,0	96,0
42	95,0	95,5	94,0	91,0
43	95,5	95,0	96,5	95,5
44	94,0	92,5	99,0	97,5
45	100,0	98,5	101,0	95,0
46	95,5	95,0	93,5	94,0
47	97,0	94,5	95,0	98,0
48	97,0	98,0	97,5	96,5
49	96,5	95,5	98,5	97,5
50	97,0	96,5	98,5	96,5
51	88,5	89,0	90,5	92,0
52	97,5	98,5	96,5	99,0
53	96,5	97,0	97,5	98,0
54	96,5	97,5	98,0	99,0
55	96,5	95,5	99,0	98,0
56	100,0	101,0	93,0	96,0
57	101,0	99,0	101,0	99,0
58	100,0	98,5	99,5	98,0
59	97,0	95,5	99,5	98,5
60	99,0			

NHO		
dB (A)	Frequência	Percentual
< 80,0	22	9,13%
80,0	1	0,41%
80,5	0	0,00%
81,0	0	0,00%
81,5	0	0,00%
82,0	0	0,00%
82,5	0	0,00%
83,0	0	0,00%
83,5	0	0,00%
84,0	0	0,00%
84,5	0	0,00%
85,0	0	0,00%
85,5	0	0,00%
86,0	0	0,00%
86,5	0	0,00%
87,0	0	0,00%
87,5	0	0,00%
88,0	1	0,41%
88,5	2	0,83%
89,0	1	0,41%
89,5	0	0,00%
90,0	1	0,41%
90,5	1	0,41%
91,0	1	0,41%
91,5	2	0,83%
92,0	3	1,24%
92,5	3	1,24%
93,0	6	2,49%
93,5	3	1,24%
94,0	9	3,73%
94,5	6	2,49%
95,0	16	6,64%
95,5	17	7,05%
96,0	21	8,71%
96,5	21	8,71%
97,0	17	7,05%
97,5	14	5,81%
98,0	17	7,05%
98,5	21	8,71%
99,0	9	3,73%
99,5	8	3,32%
100,0	9	3,73%
100,5	2	0,83%
101,0	7	2,90%

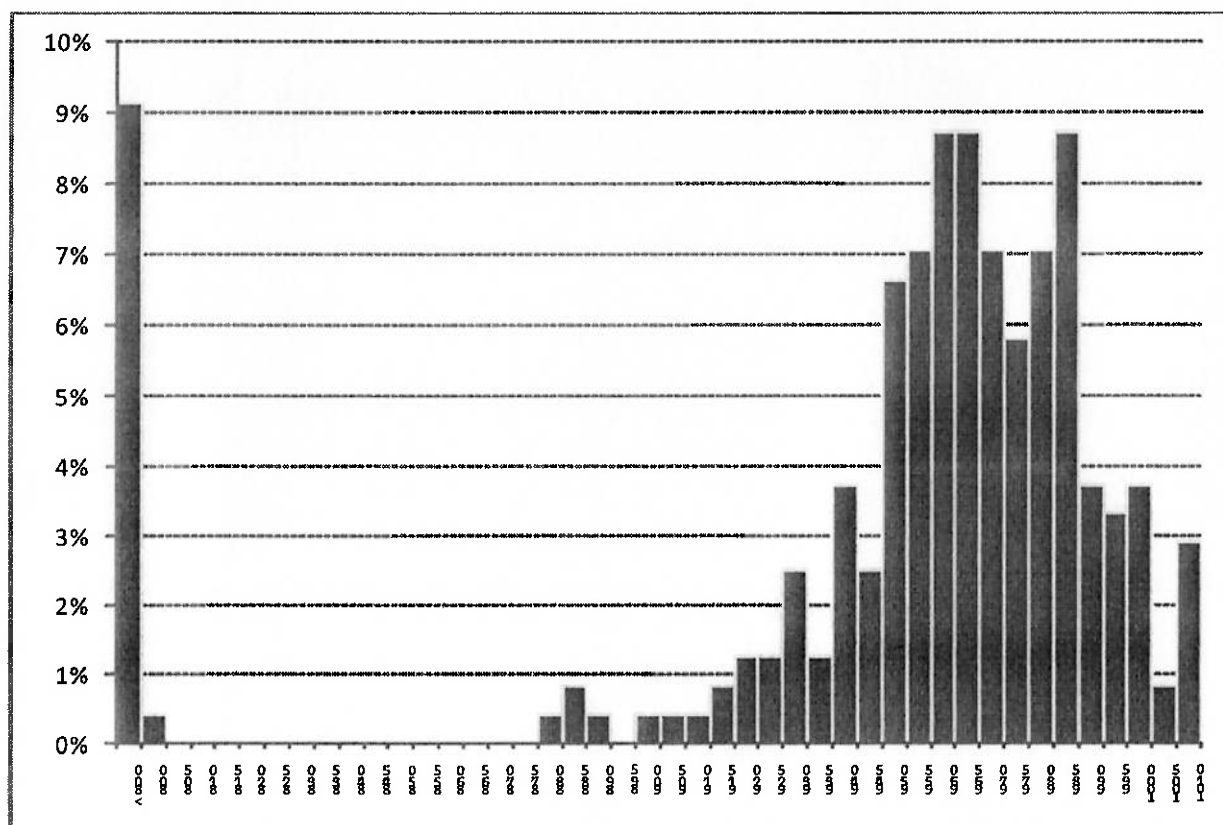
NR		
dB (A)	Frequência	Percentual
< 84,5	23	9,54%
85,0	0	0,00%
85,5	0	0,00%
86,0	0	0,00%
86,5	0	0,00%
87,0	0	0,00%
87,5	0	0,00%
88,0	0	0,00%
88,5	1	0,41%
89,0	2	0,83%
89,5	1	0,41%
90,0	0	0,00%
90,5	1	0,41%
91,0	1	0,41%
91,5	1	0,41%
92,0	2	0,83%
92,5	3	1,24%
93,0	3	1,24%
93,5	6	2,49%
94,0	3	1,24%
94,5	9	3,73%
95,0	6	2,49%
95,5	16	6,64%
96,0	17	7,05%
96,5	21	8,71%
97,0	21	8,71%
97,5	17	7,05%
98,0	14	5,81%
98,5	17	7,05%
99,0	21	8,71%
99,5	9	3,73%
100,0	8	3,32%
100,5	9	3,73%
101,0	2	0,83%
101,5	7	2,90%



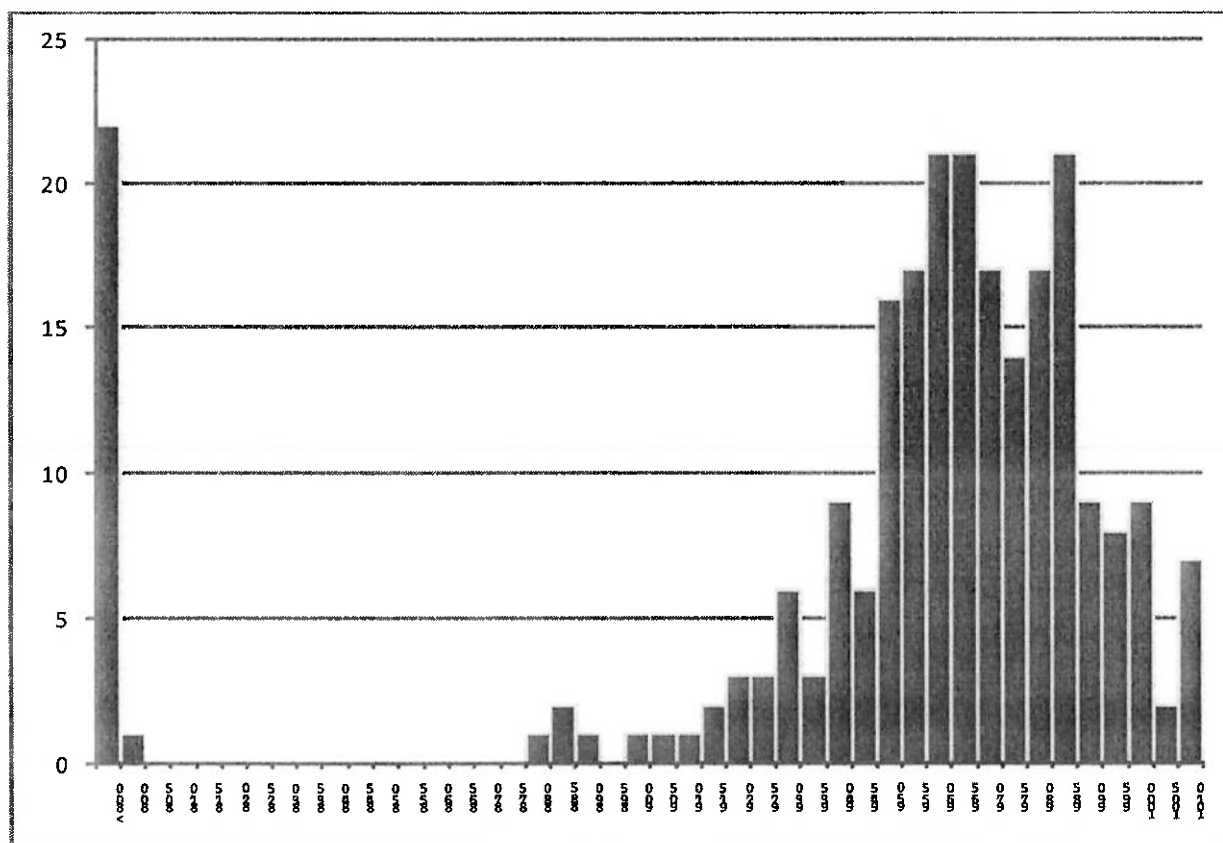
Histograma 1 – Percentual NR-15



Histograma 2 – Número de elementos NR-15



Histograma 3 – Percentual NHO01



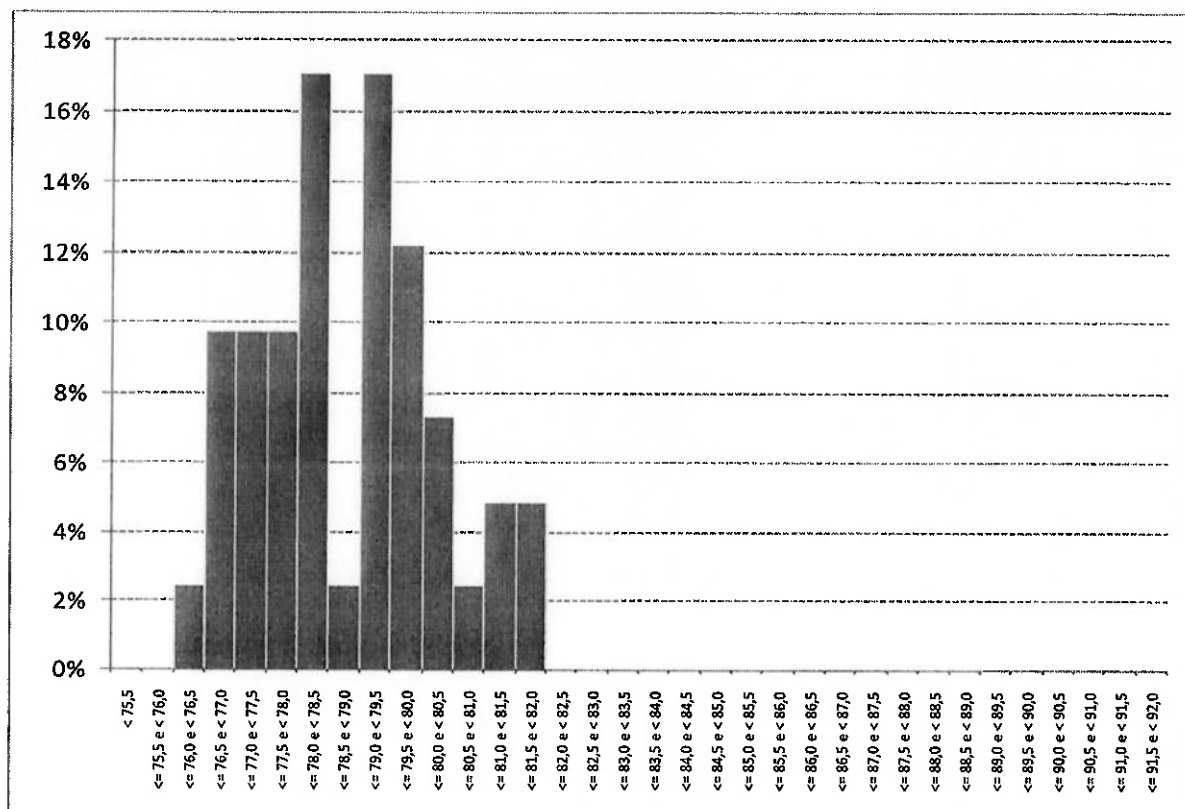
Histograma 4 – Número de elementos NHO01

Apêndice III – Planilha de medição de ruído ocupacional (cabine de controle – 18/11/08)

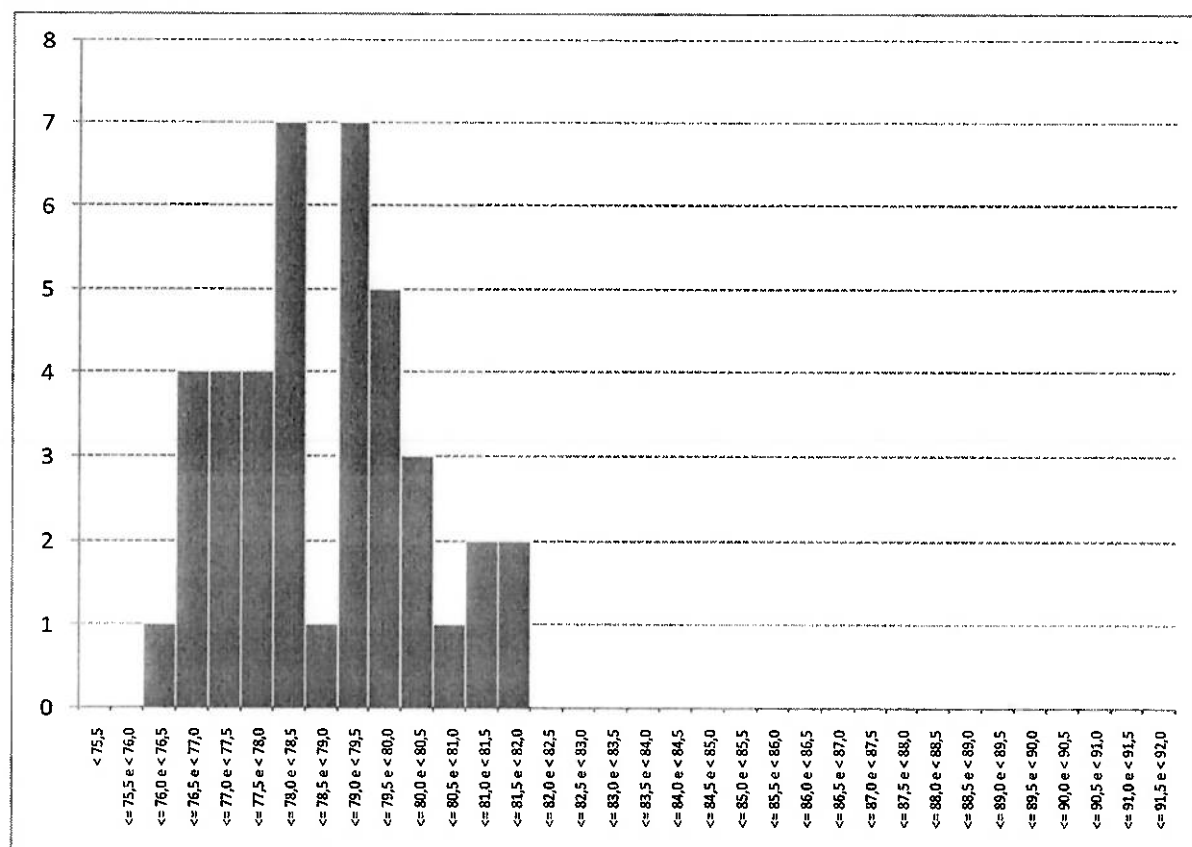
Minuto	Segundo			
	0	15	30	45
0	79,5	78,5	79,0	79,5
1	78,0	79,5	81,0	79,0
2	78,0	78,0	77,0	76,5
3	77,0	76,5	77,5	78,0
4	80,0	80,0	79,5	78,0
5	77,5	79,0	79,0	77,5
6	76,0	76,5	76,5	77,0
7	77,5	77,0	78,0	78,0
8	79,0	79,0	79,0	79,5
9	80,5	80,0	81,0	81,5
10	81,5			

NHO		
dB (A)	Frequência	Percentual
< 80,0	33	80,49%
80,0	3	7,32%
80,5	1	2,44%
81,0	2	4,88%
81,5	2	4,88%
82,0	0	0,00%
82,5	0	0,00%
83,0	0	0,00%
83,5	0	0,00%
84,0	0	0,00%
84,5	0	0,00%
85,0	0	0,00%
85,5	0	0,00%
86,0	0	0,00%
86,5	0	0,00%
87,0	0	0,00%
87,5	0	0,00%
88,0	0	0,00%
88,5	0	0,00%
89,0	0	0,00%
89,5	0	0,00%
90,0	0	0,00%
90,5	0	0,00%
91,0	0	0,00%
91,5	0	0,00%
92,0	0	0,00%
92,5	0	0,00%
93,0	0	0,00%
93,5	0	0,00%
94,0	0	0,00%
94,5	0	0,00%
95,0	0	0,00%
95,5	0	0,00%
96,0	0	0,00%
96,5	0	0,00%
97,0	0	0,00%
97,5	0	0,00%
98,0	0	0,00%
98,5	0	0,00%
99,0	0	0,00%
99,5	0	0,00%
100,0	0	0,00%
100,5	0	0,00%
101,0	0	0,00%

NR		
dB (A)	Frequência	Percentual
< 75,5	0	0,00%
75,5	0	0,00%
76,0	1	2,44%
76,5	4	9,76%
77,0	4	9,76%
77,5	4	9,76%
78,0	7	17,07%
78,5	1	2,44%
79,0	7	17,07%
79,5	5	12,20%
80,0	3	7,32%
80,5	1	2,44%
81,0	2	4,88%
81,5	2	4,88%
82,0	0	0,00%
82,5	0	0,00%
83,0	0	0,00%
83,5	0	0,00%
84,0	0	0,00%
84,5	0	0,00%
85,0	0	0,00%
85,5	0	0,00%
86,0	0	0,00%
86,5	0	0,00%
87,0	0	0,00%
87,5	0	0,00%
88,0	0	0,00%
88,5	0	0,00%
89,0	0	0,00%
89,5	0	0,00%
90,0	0	0,00%
90,5	0	0,00%
91,0	0	0,00%
91,5	0	0,00%



Histograma 5 – Percentual NR-15



Histograma 6 – Número de elementos NR-15

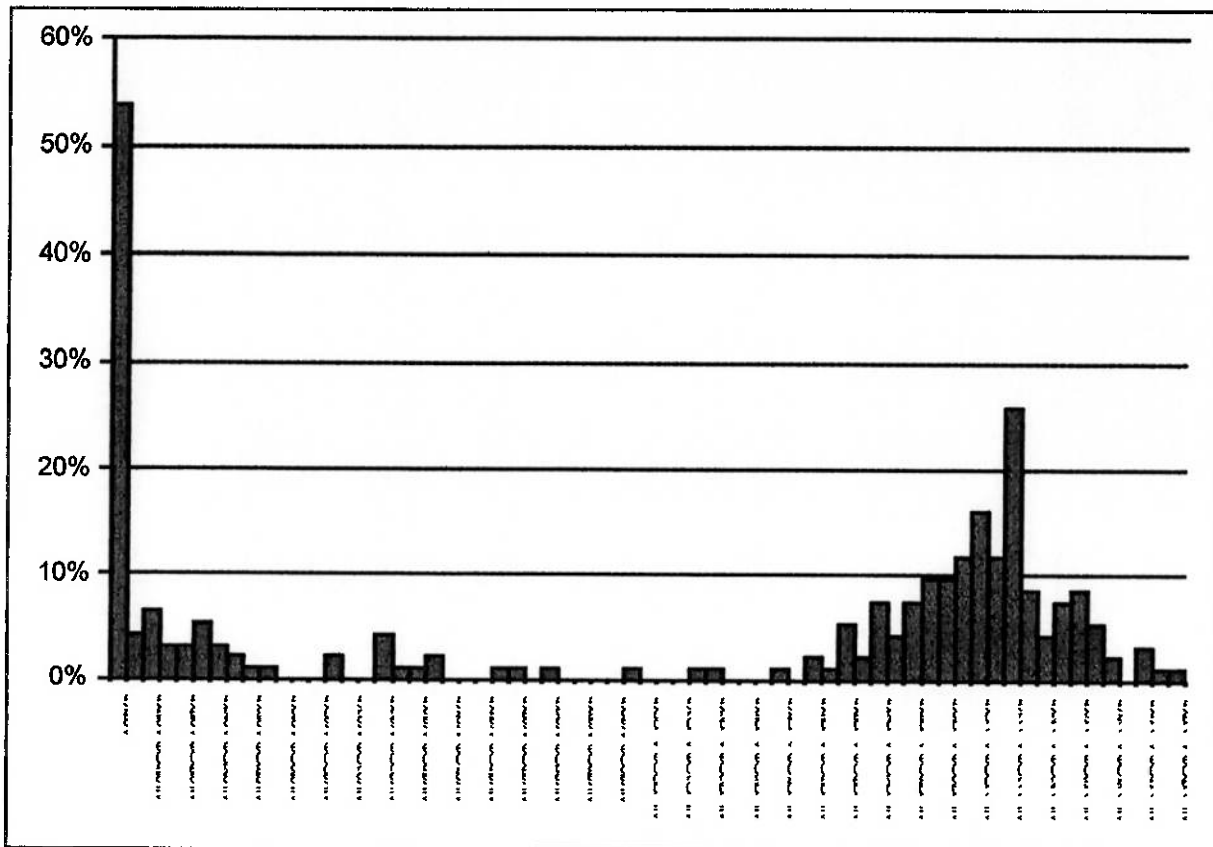
31	110,0	86,0	92,0	86,5
32	85,5	85,0	86,0	101,5
33	92,5	80,5	92,0	83,0
34	83,5	85,0	84,0	87,5
35	83,5	82,5	87,0	82,0
36	81,5	80,5	80,5	78,0
37	79,0	79,0	115,5	116,0
38	90,5	105,5	110,0	109,0
39	108,0	110,5	111,0	109,0
40	111,0	84,5	83,0	86,5
41	77,5	81,0	86,5	76,5
42	76,5	79,0	84,5	99,5
43	111,0	111,5	110,5	111,5
44	107,0	86,5	73,0	76,5
45	111,0	109,5	110,0	111,5
46	111,0	112,0	110,5	112,0
47	111,0	113,0	113,0	114,0
48	113,0	112,5	111,5	111,0
49	110,0	110,5	110,0	106,5
50	84,0	86,5	86,0	74,0
51	83,5	110,5	113,0	113,5
52	112,0	112,5	112,5	111,0
53	112,5	110,0	111,0	110,5
54	109,5	111,0	111,0	109,5
55	107,0	109,0	109,5	88,0
56	82,0	88,5	73,0	75,0
57	109,0	107,0	108,5	108,5
58	110,0	109,0	109,5	113,5
59	111,5	113,0	113,5	109,5
60	111,0			

NHO		
dB (A)	Frequência	Percentual
<80,0	20	21,51%
80,0	7	7,53%
81,0	3	3,23%
81,5	1	1,08%
82,0	3	3,23%
82,5	3	3,23%
83,0	4	4,30%
83,5	5	5,38%
84,0	4	4,30%
84,5	4	4,30%
85,0	6	6,45%
85,5	3	3,23%
86,0	3	3,23%
86,5	5	5,38%
87,0	3	3,23%
87,5	2	2,15%
88,0	1	1,08%
88,5	1	1,08%
89,0	0	0,00%
89,5	0	0,00%
90,0	0	0,00%
90,5	2	2,15%
91,0	0	0,00%
91,5	0	0,00%
92,0	4	4,30%
92,5	1	1,08%
93,0	1	1,08%
93,5	2	2,15%
94,0	0	0,00%
94,5	0	0,00%
95,0	0	0,00%
95,5	1	1,08%
96,0	1	1,08%
96,5	0	0,00%
97,0	1	1,08%
97,5	0	0,00%
98,0	0	0,00%
98,5	0	0,00%
99,0	0	0,00%
99,5	1	1,08%
100,0	0	0,00%
100,5	0	0,00%
101,0	0	0,00%
101,5	1	1,08%
102,0	1	1,08%
102,5	0	0,00%
103,0	0	0,00%
103,5	0	0,00%
104,0	1	1,08%
104,5	0	0,00%
105,0	2	2,15%
105,5	1	1,08%
106,0	5	5,38%
106,5	2	2,15%
107,0	7	7,53%
107,5	4	4,30%
108,0	7	7,53%
108,5	9	9,68%

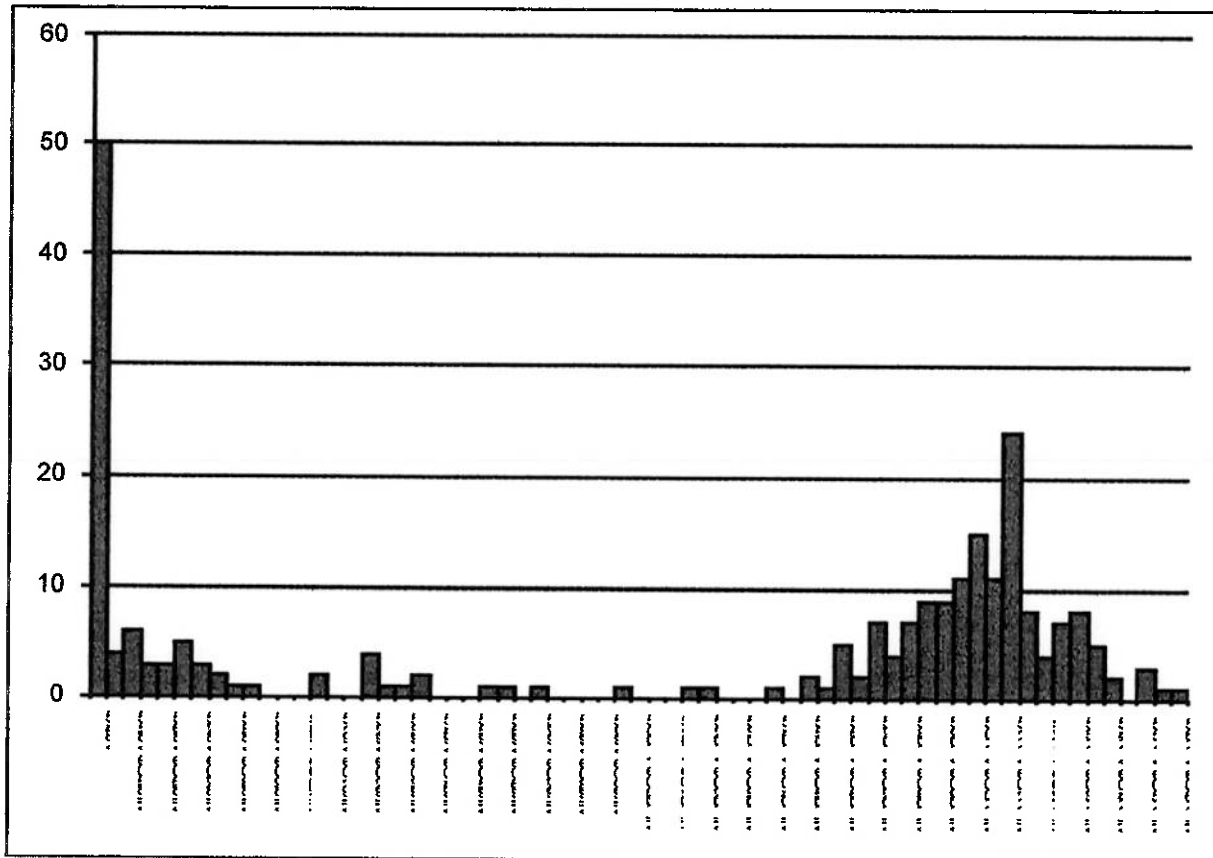
NR		
dB (A)	Frequência	Percentual
<84,5	50	53,76%
84,5	4	4,30%
85,0	6	6,45%
85,5	3	3,23%
86,0	3	3,23%
86,5	5	5,38%
87,0	3	3,23%
87,5	2	2,15%
88,0	1	1,08%
88,5	1	1,08%
89,0	0	0,00%
89,5	0	0,00%
90,0	0	0,00%
90,5	2	2,15%
91,0	0	0,00%
91,5	0	0,00%
92,0	4	4,30%
92,5	1	1,08%
93,0	1	1,08%
93,5	2	2,15%
94,0	0	0,00%
94,5	0	0,00%
95,0	0	0,00%
95,5	1	1,08%
96,0	1	1,08%
96,5	0	0,00%
97,0	1	1,08%
97,5	0	0,00%
98,0	0	0,00%
98,5	0	0,00%
99,0	0	0,00%
99,5	1	1,08%
100,0	0	0,00%
100,5	0	0,00%
101,0	0	0,00%
101,5	1	1,08%
102,0	1	1,08%
102,5	0	0,00%
103,0	0	0,00%
103,5	0	0,00%
104,0	1	1,08%
104,5	0	0,00%
105,0	2	2,15%
105,5	1	1,08%
106,0	5	5,38%
106,5	2	2,15%
107,0	7	7,53%
107,5	4	4,30%
108,0	7	7,53%
108,5	9	9,68%
109,0	9	9,68%
109,5	11	11,83%
110,0	15	16,13%
110,5	11	11,83%
111,0	24	25,81%
111,5	8	8,60%
112,0	4	4,30%
112,5	7	7,53%

109,0	9	9,68%
109,5	11	11,83%
110,0	15	16,13%
110,5	11	11,83%
111,0	24	25,81%
111,5	8	8,60%
112,0	4	4,30%
112,5	7	7,53%
113,0	8	8,60%
113,5	5	5,38%
114,0	2	2,15%
114,5	0	0,00%
115,0	3	3,23%
115,5	1	1,08%
116,0	1	1,08%
116,5	0	0,00%

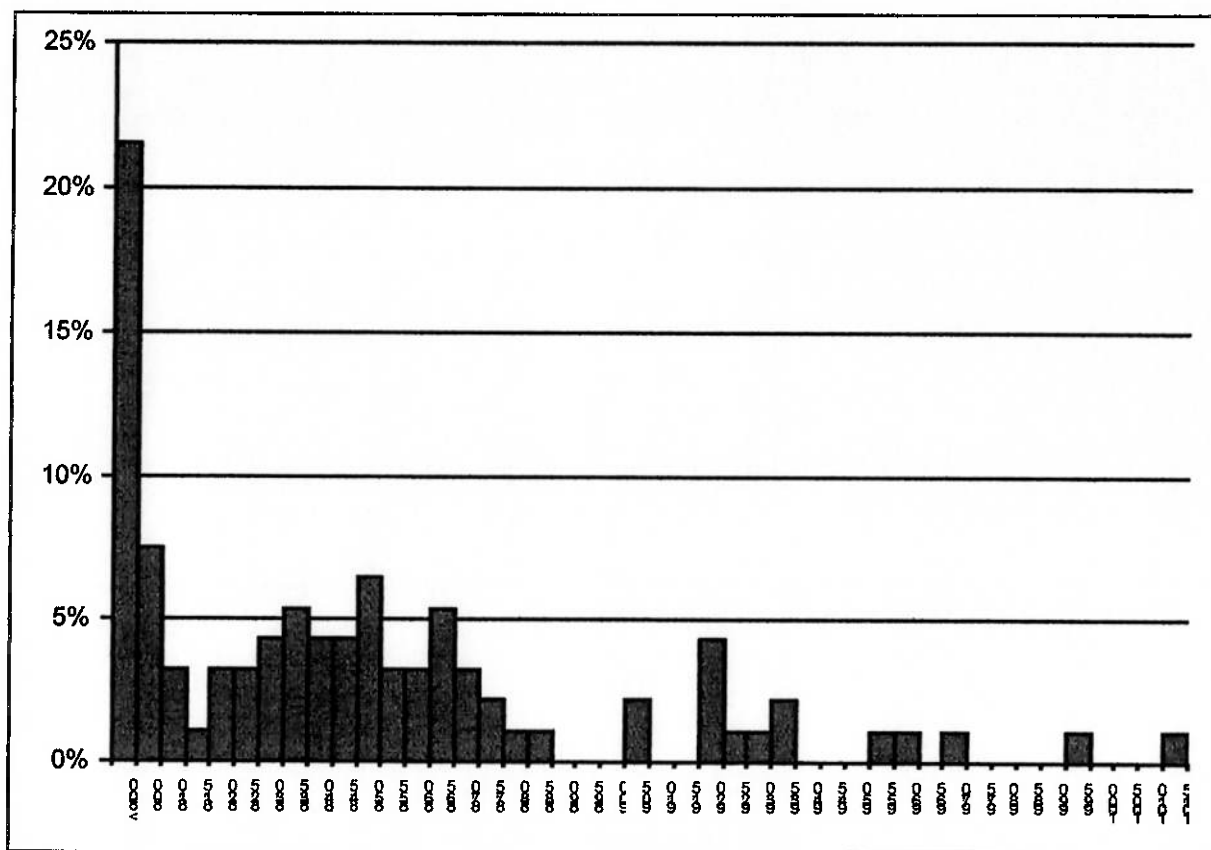
113,0	8	8,60%
113,5	5	5,38%
114,0	2	2,15%
114,5	0	0,00%
115,0	3	3,23%
115,5	1	1,08%
116,0	1	1,08%



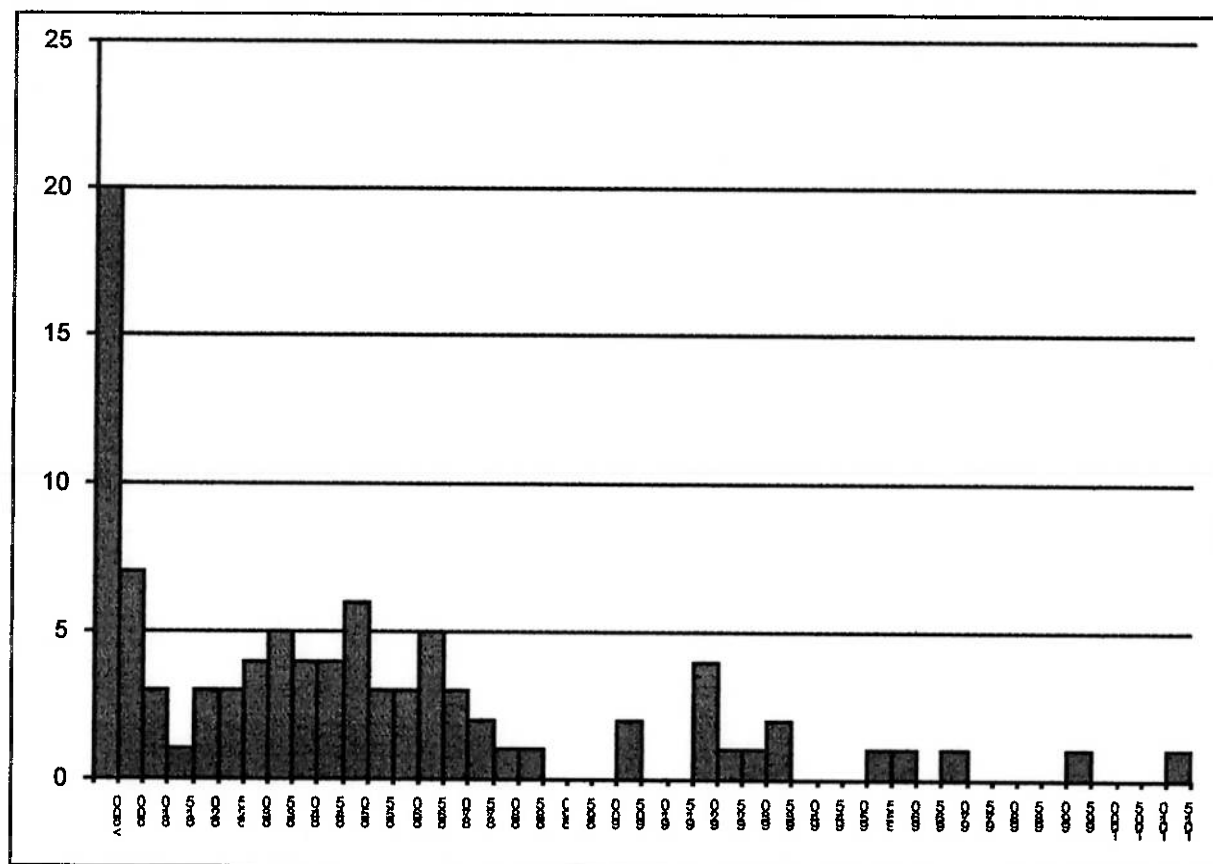
Histograma 9 – Percentual NR-15



Histograma 10 – Número de elementos NR-15



Histograma 11 – Percentual NHO01



Histograma 12 – Número de elementos NHO01

Apêndice V – Planilha de medição de ruído ocupacional (expedição – 17/11/08)

Minuto	Segundo			
	0	15	30	45
0	64,5	78,0	63,5	72,5
1	61,5	78,5	66,0	60,5
2	66,5	68,0	64,5	71,0
3	66,0	75,5	66,5	67,5
4	63,0	68,0	63,5	62,0
5	64,5	63,5	62,0	69,0
6	64,5	78,5	67,5	67,0
7	65,0	64,5	65,0	64,0
8	71,0	70,5	64,0	64,5
9	71,5	62,0	63,0	61,5
10	64,0	60,5	61,5	61,5
11	62,5	72,5	67,5	63,5
12	74,0	64,5	61,5	60,5
13	62,0	67,5	79,0	63,5
14	61,0	65,5	78,5	62,5
15	80,0	65,0	62,0	62,0
16	66,0	76,5	69,5	75,0
17	70,5	67,5	72,5	81,0
18	61,0	63,0	74,0	63,5
19	65,5	62,5	64,0	65,0
20	76,0	76,0	76,0	66,0
21	65,5	68,0	61,0	63,0
22	61,5	63,0	74,5	68,0
23	63,5	61,0	66,5	62,0
24	65,0	64,5	73,0	65,0
25	62,0	60,5	71,0	72,0
26	67,5	71,0	69,0	61,5
27	69,5	68,5	71,5	65,5
28	61,5	66,0	61,0	66,0
29	70,5	63,5	62,5	68,5
30	88,5	70,5	63,0	64,5

31	72,5	73,5	68,0	62,5
32	61,5	63,0	62,0	65,0
33	61,0	70,0	70,5	61,5
34	66,0	66,5	73,0	68,0
35	69,0	74,5	69,5	67,0
36	72,5	60,0	60,5	66,0
37	65,5	60,5	63,5	62,0
38	65,5	64,5	64,5	66,0
39	65,5	62,5	65,0	65,0
40	65,0	68,0	71,5	63,5
41	63,0	75,0	77,5	66,0
42	62,5	66,0	60,0	64,5
43	66,5	70,0	74,5	65,0
44	64,0	62,0	71,0	63,5
45	69,0	69,5	61,5	66,0
46	60,0	65,0	69,0	67,0
47	60,5	68,0	67,0	78,5
48	61,0	70,5	61,0	63,5
49	62,0	68,5	66,5	61,5
50	65,5	63,5	70,0	61,5
51	65,0	60,5	70,5	65,0
52	61,5	70,5	68,0	70,5
53	61,5	70,5	63,0	63,5
54	65,5	65,5	74,5	64,5
55	67,5	71,5	69,5	65,5
56	72,5	68,0	69,5	61,5
57	70,0	71,5	74,0	76,5
58	66,0	61,5	70,5	62,5
59	72,5	67,0	74,0	60,5
60	63,0			

NHO		
dB(A)	Frequência	Percentual
<80,0	238	98,76%
80,0	1	0,41%
80,5	0	0,00%
81,0	1	0,41%
81,5	0	0,00%
82,0	0	0,00%
82,5	0	0,00%
83,0	0	0,00%
83,5	0	0,00%
84,0	0	0,00%
84,5	0	0,00%
85,0	0	0,00%
85,5	0	0,00%
86,0	0	0,00%
86,5	0	0,00%
87,0	0	0,00%
87,5	0	0,00%
88,0	0	0,00%
88,5	1	0,41%
89,0	0	0,00%
89,5	0	0,00%
90,0	0	0,00%
90,5	0	0,00%
91,0	0	0,00%
91,5	0	0,00%
92,0	0	0,00%
92,5	0	0,00%
93,0	0	0,00%
93,5	0	0,00%
94,0	0	0,00%
94,5	0	0,00%
95,0	0	0,00%
95,5	0	0,00%
96,0	0	0,00%
96,5	0	0,00%
97,0	0	0,00%
97,5	0	0,00%
98,0	0	0,00%
98,5	0	0,00%
99,0	0	0,00%
99,5	0	0,00%
100,0	0	0,00%
100,5	0	0,00%
101,0	0	0,00%

NR		
dB(A)	Frequência	Percentual
<84,5	240	99,59%
84,5	0	0,00%
85,0	0	0,00%
85,5	0	0,00%
86,0	0	0,00%
86,5	0	0,00%
87,0	0	0,00%
87,5	0	0,00%
88,0	0	0,00%
88,5	1	0,41%
89,0	0	0,00%
89,5	0	0,00%
90,0	0	0,00%
90,5	0	0,00%
91,0	0	0,00%
91,5	0	0,00%
92,0	0	0,00%
92,5	0	0,00%
93,0	0	0,00%
93,5	0	0,00%
94,0	0	0,00%
94,5	0	0,00%
95,0	0	0,00%
95,5	0	0,00%
96,0	0	0,00%
96,5	0	0,00%
97,0	0	0,00%
97,5	0	0,00%
98,0	0	0,00%
98,5	0	0,00%
99,0	0	0,00%
99,5	0	0,00%
100,0	0	0,00%
100,5	0	0,00%

Apêndice VI – Planilha de medição de ruído ocupacional (refeitório – 18/11/08)

Minuto	Segundo			
	0	15	30	45
0	73,0	70,5	70,5	69,0
1	68,0	68,0	67,5	64,5
2	71,5	76,5		

NHO		
dB(A)	Frequência	Percentual
<80,0	10	100,00%
80,0	0	0,00%
80,5	0	0,00%
81,0	0	0,00%
81,5	0	0,00%
82,0	0	0,00%
82,5	0	0,00%
83,0	0	0,00%
83,5	0	0,00%
84,0	0	0,00%
84,5	0	0,00%
85,0	0	0,00%
85,5	0	0,00%
86,0	0	0,00%
86,5	0	0,00%
87,0	0	0,00%
87,5	0	0,00%
88,0	0	0,00%
88,5	0	0,00%
89,0	0	0,00%
89,5	0	0,00%
90,0	0	0,00%
90,5	0	0,00%
91,0	0	0,00%
91,5	0	0,00%

NR		
dB(A)	Frequência	Percentual
<65,5	1	10,00%
65,5	0	0,00%
66,0	0	0,00%
66,5	0	0,00%
67,0	0	0,00%
67,5	1	10,00%
68,0	2	20,00%
68,5	0	0,00%
69,0	1	10,00%
69,5	0	0,00%
70,0	0	0,00%
70,5	2	20,00%
71,0	0	0,00%
71,5	1	10,00%
72,0	0	0,00%
72,5	0	0,00%
73,0	1	10,00%
73,5	0	0,00%
74,0	0	0,00%
74,5	0	0,00%
75,0	0	0,00%
75,5	0	0,00%
76,0	0	0,00%
76,5	1	10,00%
77,0	0	0,00%

Anexos**Anexo I – Certificado de Calibração**

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Nº 11847/08

Cliente: **POLOMIX CONCRETO**

Detalhes do Aparelho

Detalhes do Instrumento: Decibelímetro Digital
Modelo: DEC 420
Nº de Série: 040908230
Fabricante: RR

Procedimentos

Procedimento aplicado na calibração INST-NS-3000 rev.07

Resultados das Medições

Nível Sonoro - F: 1000Hz							
Unidade SI	Padrão	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média	Desvio	Incerteza (U95)
dB	94,0	93,8	93,9	94,0	93,9	-0,1	0,23
dB	114,0	113,9	114,1	114,0	114,0	0	0,23

Notas:

*SI (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES).

*Calibrado em tempo de Resposta lenta (Slow)

* Incerteza Expandida declarada como incerteza padrão da medição multiplicada pelo o fator de abrangência "k", com probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%

*Condições Ambientais: 20°C / 65% UR

*Os resultados validos para o estado atual do instrumento em condições de ensaio e referem-se exclusivamente ao instrumento submetido a calibração nas condições específicas, não sendo extensivo a quaisquer lotes.O certificado de calibração não deve ser parcialmente reproduzido sem prévia autorização

Padrão Utilizado

Instrumento	Fabricante	Nº de serie	Nº do certif.	Laboratório	Rastreabilidade	Validade
Calibrador	Instrutemp	N284406	21.467	CHROMPACK	RBC/INMETRO	14/05/2010

Ass:

Tecnico: Tiago P. dos Anjos

Data da Calibração: 17/09/2008