

ALBERTO DE OLIVEIRA INÁCIO

**AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO
NA BRITAGEM DO MINÉRIO DE FERRO**

**EPMI
TRM/HO-2010
In1a**

**São Paulo
2010**

ALBERTO DE OLIVEIRA INÁCIO

**AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO
NA BRITAGEM DO MINÉRIO DE FERRO**

**Estudo de caso apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
conclusão do treinamento em Higiene
Ocupacional**

**São Paulo
2010**

ALBERTO DE OLIVEIRA INÁCIO

**AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO
NA BRITAGEM DO MINÉRIO DE FERRO**

Estudo de caso apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para conclusão do treinamento em
Higiene Ocupacional

São Paulo

2010

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Sistema auditivo	10
Figura 2- Britadores.....	11
Figura 3- Ondas Sonoras	13
Figura 4- Protetor auricular tipo plug	15
Figura 5- Protetor auricular tipo concha.....	16
Figura 6- Decibelímetro	19
Figura 7- Dosímetro.....	20
Figura 8- Desvio Padrão.....	23

LISTA DE SÍMBOLOS

APRHO	Análise Preliminar de Risco de Higiene Ocupacional
ANSI	American National Standards Institute
dB	Decibel
dB(A)	Decibel (Curva de Atenuação A)
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
GHE	Grupo Homogêneo de Exposição
LP	Nível protegido em dBA
LA	Exposição Média Ponderada em dBA
NRRsf	Noise Reduction Rate Subject Fit
NHO	Normas de Higiene Ocupacional
PCMSO	Programa de Controle Médico Ocupacional
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PAIRO	Ruído Ocupacional
PCA	Programa de Conservação Auditiva

RESUMO

A saúde do trabalhador é tema de grande debate nos dias atuais. Para obter produtividade é preciso que as empresas disponibilizem condições favoráveis para que os trabalhadores exerçam suas funções evitando que estes sejam expostos a riscos ocupacionais prejudiciais à sua saúde e que podem levar ao aumento de acidentes no ambiente de trabalho. Entre os agentes de risco ocupacionais, destaca-se o ruído. Os trabalhadores expostos a este risco podem ter perda auditiva induzida, além de problemas emocionais e cardiovasculares, dentre outros. A mineração é uma atividade antiga e de grande importância para o desenvolvimento sócio-econômico de uma região. A britagem é uma das diversas etapas do processo de produção e que traz consigo diversos riscos ocupacionais, pois expõe o trabalhador a ruídos além do permitido para a preservação de sua saúde. O objetivo deste trabalho é avaliar a exposição ocupacional ao ruído no processo de britagem do minério de ferro, com avaliações de dosimetrias divididas por Grupo Homogêneo de Exposição (GHE), realizar a análise estatística dos dados e dimensionar a atenuação necessária para a proteção individual dos trabalhadores. A justificativa do presente trabalho é avaliar a exposição ocupacional ao ruído, adotando medidas de segurança visando proteger a saúde auditiva, bem estar e qualidade de vida dos trabalhadores. A metodologia utilizada para a realização deste estudo foi uma pesquisa quantitativa, que partiu da formação de grupos homogêneos de exposição assumindo que os trabalhadores de cada grupo atuam em um ambiente que é comum a todos os membros, portanto, pertencentes a uma mesma zona de exposição aos riscos. Foram obtidas informações administrativas e observações de campo, necessárias na caracterização da exposição dos trabalhadores. Todos os trabalhadores foram entrevistados com objetivo de definição dos locais de trabalho, riscos pertinentes e tempo de exposição. De posse destes dados foi feita a memória de campo e preenchida a planilha de Análise Preliminar de Risco de Higiene Ocupacional – APRHO. Atendendo à recomendação dos procedimentos técnicos, foram conduzidas três avaliações por GHE, norteadas por sorteio aleatório para escolha dos representantes do grupo. O período de avaliação compreendeu no mínimo 75% da jornada de trabalho, sendo que durante os turnos administrativos e operacionais, o dosímetro foi programado para operação contínua, ou seja, não foram interrompidos nos horários de refeições. As dificuldades encontradas foram garantir que durante o monitoramento o trabalhador realizasse suas funções habituais e que o mesmo não estivesse exposto a ruídos que não fossem rotineiros. Os resultados da pesquisa demonstraram que na atividade de britagem, os trabalhadores que sofrem mais riscos ocupacionais ao ruído são técnicos mecânicos, operadores mantenedores, supervisores e mecânicos. Diante disto, medidas preventivas devem ser adotadas pela empresa, a fim de tornar o ambiente ocupacional mais salubre para os trabalhadores.

Palavras-chaves: ruído ocupacional, prevenção de acidentes.

ABSTRACT

Worker's health has been the subject of much debate nowadays. In order to enhance productivity it is necessary that companies provide employees with favorable working conditions, making sure that they are not exposed to occupational hazards harmful to their health and that may lead to the increase of accidents in the work environment. Among the occupational hazard agents, noise should be emphasized. Workers exposed to this hazard may have induced hearing loss, besides emotional and cardiovascular problems among others. Mining is an old activity and of great importance to the socio-economic development of a determined region. Crushing is one of the several phases of the production process and has a number of occupational hazards, once it exposes the worker to levels of noise beyond a healthy standard. The objective of the present work is to assess occupational exposure to noise during the crushing process of iron ore through dosimetric evaluations divided by Homogenous Group of Exposure, make the statistical data analysis and measure the necessary noise attenuation for the protection of each worker. The justification for the present work is to assess the occupational exposure to noise, adopting safety measures aiming at protecting workers' hearing health, well being and quality of life. The methodology used in this study was quantitative survey conducted through the formation of homogenous exposure groups presuming that workers from each group performed in an environment that was common to all members, therefore belonging to the same hazard exposure zone. There were obtained administrative information and field observations, necessary for the workers' exposure characterization. All workers were interviewed in order to define workplaces, pertinent hazards and length of exposure. Once having such data the field memory was completed and the form for Preliminary Analysis of Occupational Hygiene Hazard was filled out. In compliance with technical procedures there were conducted three assessments per Homogenous Group of Exposure, through random sample to choose group representatives. The period of evaluation comprised at least 75% of work journey, however, during administrative and operational shifts, the dosimeter was programmed for continuous operation, not being interrupted over meal times. The difficulties found were to guarantee that throughout the monitoring the workers performed their habitual functions and that they were not exposed to noise that was not part of their routine. The survey findings revealed that in the crushing activity, the workers that undergo greater occupational hazards are mechanical technicians and maintenance operators, supervisors and mechanics. Therefore, preventive measures should be taken in order to keep the occupational environment more salubrious for workers.

Key words: occupational noise, accident Prevention.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DA LITERATURA	03
2.1 A importância da qualidade de vida no trabalho.....	03
2.2 Doenças ocupacionais	06
2.3 Exposição ocupacional ao ruído.....	09
2.4 Conceito de ruído	12
2.4.1 Parâmetros de ruídos.....	13
2.4.1.1 Curvas de atenuação	13
2.4.2 Nível de pressão sonora.....	14
2.4.3 Critério de Referência.....	14
2.4.4 Fator de troca	14
2.4.5 Dose.....	14
2.5 GHE.....	15
2.6 APRHO.....	15
2.7 EPI.....	15
2.8 PCMSO	16
2.9 PPRA.....	16
2.10 PAIRO	16
2.11 NÍVEL DE AÇÃO	17
2.12 LIMITE DE EXPOSIÇÃO (LE)	17
3 METODOLOGIA.....	18
3.1 ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO.....	18
3.2 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA MEDIÇÃO ACÚSTICA	18
3.2.1 Decibelímetro.....	18
3.2.2 Dosímetro.....	19
3.3 PROGRAMAÇÃO DOS DOSÍMETROS.....	20
3.4 PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO	20
3.5 DOSE DIÁRIA	21
3.6 CÁLCULO DA ATENUAÇÃO DOS PROTETORES AUDITIVOS.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2006.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº 3.214**, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras (NR) do Capítulo V do Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, 1978. Disponível em: <www.mte.gov.br

CORNACCHIA, GIANNI MARIA MACHADO. **Investigação in-situ do isolamento sonoro ao ruído de impacto em edifícios residenciais**. Universidade Federal De Santa Catarina Centro Tecnológico Programa De Pós-Graduação Em Arquitetura E Urbanismo.

DIAS, Adriano et al. Exposição ocupacional ao ruído e acidentes do trabalho. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 22(10):2125-2130, out, 2006.

FRANÇA, A. **Interfaces da Qualidade de Vida no Trabalho na Administração de Empresas: fatores críticos da Gestão Empresarial para uma Nova Competência**. São Paulo, 2001 Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Economia e Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **NHO 01**, Norma de Higiene Ocupacional: **Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. São Paulo, 2001. 37 p. NHO 01.

METSO. Site oficial da Metso. Disponível em: < [HTTP://www.metso.com.br](http://www.metso.com.br) >. Acesso em abril / 2010

RODRIGUES, M. V. C. (1991) - **Qualidade de Vida no Trabalho: evolução e análise no nível gerencial**.. UNIFOR, Fortaleza

TEXAS INSTRUMENTS INC. Site oficial da Texas instruments Inc. Disponível em: < [HTTP://www.ti.com](http://www.ti.com) >. Acesso em abril / 2010

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, ESCOLA POLITÉCNICA, PECE – Programa de Educação Continuada, **eHO-007** – Instrumentação em Higiene Ocupacional, 2005d.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, ESCOLA POLITÉCNICA, PECE – Programa de Educação Continuada, **eHO-008** – Controle de Ruído, 2005d.

VELOSO, H. M., BOSQUETTI, M. A. & FRANÇA, A. C. L. **A concepção gerencial dos programas de qualidade de vida no trabalho (QVT) no setor elétrico brasileiro**. In: *SEMEAD*, 2005

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem aprimorado as relações do homem com as características do trabalho em diversos segmentos produtivos.

A mecanização ocorrida no final do século XVIII e início do século XIX, com a Revolução Industrial, atualmente ainda vêm ocasionando alterações nos sistemas de produção e conseqüentemente no modo e características do trabalho, forçando a adaptações físicas, psicológicas e sociais dos trabalhadores, para adequação a estas novas realidades em seu ambiente de trabalho.

Estas alterações ocasionadas pelo avanço tecnológico determinam novas relações do homem com o trabalho e conseqüentemente , geram novas necessidades de atenção à saúde do trabalhador.

A preocupação com o bem-estar do trabalhador em seu ambiente de trabalho é de grande importância e necessária, para o sucesso de qualquer organização em seu desenvolvimento.

O trabalho é uma atividade eminentemente social que exerce um papel fundamental nas condições de vida do homem, produzindo efeito positivo, quando satisfaz as necessidades básicas de subsistência, de criação e de colaboração dos trabalhadores. Por outro lado, ao realizá-lo, o homem expõe-se constantemente aos riscos presentes no ambiente laboral, os quais podem interferir diretamente em sua condição de saúde e, conseqüentemente, na produtividade e na qualidade do trabalho executado.

Neste contexto, ressalta-se que a mineração é uma atividade antiga e de grande importância para o desenvolvimento sócio-econômico de uma região. As diversas etapas do processo de produção trazem consigo diversos riscos ocupacionais associados. Com o passar do tempo ocorreram mudanças tecnológicas, comportamentais e legislativas que buscaram a redução do número de acidentes e uma maior proteção do trabalhador.

Diante disto, o objetivo deste trabalho é avaliar a exposição ocupacional ao ruído no processo de britagem do minério de ferro, com avaliações de dosimetrias divididas por Grupo Homogêneo de Exposição (GHE), realizar a análise estatística dos dados e dimensionar a atenuação necessária para a proteção individual dos trabalhadores.

O presente estudo se justifica por Avaliar a exposição ocupacional ao ruído, adotando medidas de segurança visando a preservar a saúde auditiva, bem estar e qualidade de vida dos trabalhadores.

A metodologia utilizada para a realização deste estudo foi uma pesquisa quantitativa, que partiu da formação de grupos homogêneos de exposição assumindo que os trabalhadores de cada grupo atuam em um ambiente que é comum a todos os membros, portanto, pertencentes a uma mesma zona de exposição aos riscos.

Deverão ser obtidas informações administrativas e observações de campo, necessárias na caracterização da exposição dos trabalhadores. Todos os trabalhadores foram entrevistados com objetivo de definição dos locais de trabalho, riscos pertinentes e tempo de exposição.

De posse destes dados foi feito a memória de campo e preenchida a planilha de Análise Preliminar de Risco de Higiene Ocupacional – APRHO.

Atendendo a recomendação dos procedimentos técnicos, foram conduzidas 3 avaliações por GHE, norteadas por sorteio aleatório para escolha dos representantes do grupo. O período de avaliação compreendeu no mínimo 75% da jornada de trabalho, sendo que durante os turnos administrativos e nos demais turnos, o dosímetro foi programado para operação contínua, ou seja, não foram interrompidos no horário de refeição.

As dificuldades encontradas foram garantir que durante o monitoramento o trabalhador realizasse suas funções habituais e que o mesmo não estivesse exposto a ruídos que não fossem rotineiros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A importância da qualidade de vida no trabalho

O trabalho tem grande importância social e psicológica para o ser humano. É no trabalho que grande parte da vida é passada e, para a maioria dos indivíduos, trabalhar não é uma opção, mas sim uma necessidade.

No contexto em que vivemos o trabalho passa a ser fundamental, à medida que se configura como forma de garantia de subsistência no contexto de mercado (ANTUNES apud VELOSO *et al*, 2007).

Em meados da década de 1940, movida pela necessidade de contrapor-se a desumanização no trabalho, surgida com aplicação de métodos rigorosos, surge a teoria das relações humanas com a concepção do homem social, que considera os trabalhadores como seres difíceis de serem compreendidos, pois não podem ser vistos desintegrados de seus sentimentos, desejos e temores.

As pessoas são motivadas por certas necessidades e alcançam satisfação através de grupos com os quais se integram. Um destes grupos está inserido encontra-se no ambiente de trabalho, no qual o indivíduo está inserido.

Com o intuito de investigação científica da esfera do trabalho, a Qualidade de Vida no Trabalho surgiu em 1950 com estudos de Eric Trist, para designar experiências calcadas na relação indivíduo-trabalho-organização, com base na reestruturação da tarefa, com o objetivo de tornar a vida dos trabalhadores menos penosa (RODRIGUES, 1991).

Os estudos de Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) são uma ferramenta para a compreensão do processo do trabalho e seus impactos na vida do trabalhador. Segundo França (1996, p.3)

O conceito de qualidade de vida no trabalho é um conjunto de ações de uma empresa que envolve diagnósticos e implantação de melhorias e inovações gerenciais, tecnológicos e estruturais, tendo em vista propiciar condições plenas de desenvolvimento humano para e durante a realização do trabalho.

De maneira geral, os autores que tratam sobre este tema, observados conceitos de QVT com os seguintes enfoques: grau de satisfação do indivíduo com a empresa, condições ambientais gerais e promoção de saúde.

Os benefícios do QVT são muitos, dentre eles, podemos destacar: redução do absenteísmo, da rotatividade, atitude favorável ao trabalho, redução e eliminação da fadiga, promoção da saúde e segurança, integração social, desenvolvimento das capacidades humanas e aumento da produtividade.

Tendo em vista tais benefícios, a Qualidade de Vida no Trabalho está ganhando espaço dentro das organizações a partir da atual reestruturação do trabalho, uma vez que solicita, cada vez mais, que o trabalhador se identifique com a organização e trabalhe em equipe (FLEURY & FLEURY apud VELOSO *et al*, 2007).

A busca da qualidade e da produtividade tem se constituído num fator principal para as empresas proporcionarem a qualidade de vida dentro das organizações e não fora delas como mecanismos compensatórios, visto que ao promover o bem-estar e a saúde de seus colaboradores, observando tarefas, desempenho, desenvolvimento, elementos que a qualidade de vida gerencia. Desta forma, obtém-se o aumento da satisfação, desempenho e motivação dos trabalhadores.

A Qualidade de Vida no Trabalho tem sido uma preocupação para as empresas, devido à ligação que existe entre as condições adequadas para a realização de um trabalho e a produtividade. A empresa que não oferecer boas condições, de trabalho para os funcionários, certamente desenvolverá um clima de desmotivação entre os mesmos, e como consequência não conseguirá atingir os objetivos por ela estabelecidos, podendo acarretar declínio da produtividade.

Um dos obstáculos para o alcance da qualidade de vida nas organizações reside na diversidade das preferências humanas e diferenças individuais e o grau de importância que cada trabalhador dá as suas necessidades, implicando provavelmente no custo operacional.

Desta forma, se o trabalhador não estiver em condições de trabalho adequadas, poderá encontrar obstáculos para executar com eficiência suas tarefas e causando desmotivação.

Diante deste contexto, cabe ressaltar que a saúde do trabalhador constitui um campo na área da Saúde Coletiva em plena construção, cujo objeto está centrado no processo saúde-doença dos trabalhadores e sua relação com o

trabalho. Traz consigo a expectativa da compreensão desta dinâmica, bem como do desenvolvimento de alternativas de intervenção com vistas à apropriação da dimensão humana do trabalho pelos próprios trabalhadores.

Busca, portanto, estabelecer causas de agravos à sua saúde, reconhecer seus determinantes, estimar riscos, dar a conhecer os modos de prevenção e promover a saúde (MENDES & DIAS, 1999).

De acordo com Morello (2005, p.9):

A saúde do trabalhador deve ser considerada não apenas a ausência de doenças ocupacionais ou acidentes de trabalho, mas a transformação dos processos de trabalho, diminuindo ou eliminando riscos que podem ocasionar agravos à saúde.

A saúde tem um conceito mais amplo, não se remete apenas a problemas diretamente relacionados a aspectos do processo do trabalho ao qual o trabalhador se insere e sim, ao enfoque global que inclui além do trabalho, educação, cultura, moradia, saneamento básico, lazer, convívio social e ecossistema saudável que, juntos, contribuem para que haja equilíbrio entre indivíduo, trabalho e meio.

Segundo Alves (2003, p.2):

Falar de saúde como o conjunto dos poderes que nos permitem viver sob a imposição do meio – como colocado por Canguilhem (1995) – implica que as intervenções em saúde necessitam se orientar, não apenas a fim de impedir que a doença aconteça, mas também prover meios para que os indivíduos e grupos possam adoecer e recuperar-se.

A partir da definição em que se considera a saúde como algo mais amplo e não apenas a ausência de doenças, as estratégias de intervenção também estão direcionadas para a promoção da saúde do trabalhador.

Promoção da Saúde¹ implica uma combinação de estratégias de ações do Estado, do sistema de saúde e de parcerias intersetoriais, que trabalha com a idéia de responsabilização múltipla, tanto no que diz respeito aos problemas, quanto pelas soluções propostas para os mesmos (BRANT & MELO, 2004).

¹ A palavra promoção demonstrou ser um termo privilegiado, se for entendido como uma ação capaz de operar um exercício de tensionamento, não apenas entre saúde e trabalho, mas também como dialética entre submissão e criação, entre sofrimento e adoecimento do sujeito (BRANT & MELO, 2004)

2.2 Doenças ocupacionais

O homem, ao realizar o trabalho está exposto constantemente aos riscos ocupacionais, que interferem em sua saúde, e conseqüentemente no processo de produção.

Risco ocupacional² é considerado uma situação encontrada no ambiente de trabalho, que represente perigo à integridade física e/ou mental dos trabalhadores, ou fator ambiental potencialmente causador de lesão, doença, inaptidão ou mesmo que possa afetar o bem-estar dos trabalhadores, sendo necessário que estes fatores sejam investigados para minimizar os perigos ao trabalhador (BENEDETTI, 2006).

A exposição é representada pelo período em que o ser humano está sujeito aos diversos componentes ambientais através das diversas vias possíveis de absorção da substância tóxica pelo organismo: respiratória, cutânea, digestiva e placentária (CÂMARA & GALVÃO, 1995).

Doença profissional é aquela produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e doença do trabalho é aquela adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado, desde que com ele se relacione diretamente (BRASIL, 1991).

A saúde ocupacional se insere ao movimento de tendência mundial que emerge no campo da saúde do trabalhador, passa a propor uma perspectiva interdisciplinar que abre espaço para a contribuição de outros campos disciplinares como o da psicologia e odontologia.

De acordo com Gomes *et al.* (2001) doença ocupacional é qualquer manifestação mórbida que surge em decorrência das atividades ocupacionais do indivíduo..

Doença ocupacional é a designação de várias doenças que causam alterações na saúde do trabalhador, provocadas por fatores relacionados com o ambiente de trabalho. Quando se discutem doenças ocupacionais, deve ter em mente que o problema básico da doença ocupacional geral é aquele que busca relacionar o ambiente de trabalho com a manifestação clínica de determinada doença.

² Os artigos 175 e 178 da CLT forneceram embasamento jurídico para a criação da NR9, a qual estabelece, para todos os empregadores ou instituições que admitam trabalhadores, a obrigatoriedade de elaboração e implantação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA.

No sentido legal, o termo doença ocupacional envolve dois significados: doença profissional e doença do trabalho (WISNER, 2002).

O ambiente de trabalho, suas instalações, equipamentos e materiais associados ao tipo de atividade desenvolvida, no caso, o controle, tratamento e prevenção de doenças, expõem o metais pesados; contato com radiação, com drogas farmacológicas, bem como, com agentes potencialmente alergênicos (SAQUY, 2002).

Segundo Mendes & Dias (2005), as doenças relacionadas ao trabalho, são doenças comuns modificadas no aumento da frequência ou na precocidade de manifestação em decorrência do trabalho. Doenças comuns nas quais se somem ou se multiplicam condições provocadoras ou desencadeadoras em decorrência do trabalho. São também as doenças de agravos específicos tipificados pelos acidentes de trabalho e doenças profissionais.

Benedetti (2006) realizou uma investigação sobre a doença ocupacional em funcionários de uma indústria de alimentos e verificou que nas indústrias a ambiência do trabalho é determinante na qualidade e quantidade da produção.

Constatou também que como a temperatura, umidade, substâncias químicas tóxicas, poeiras, ruído, vibração, radiações e microrganismos interferem diretamente na produção dos funcionários.

Assim para evitar riscos ocupacionais torna-se, necessária a utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (luvas, uniforme, óculos, botas de borracha, toca, protetor auditivo).

Considerando todos estes aspectos, Benedetti (2006), ainda ressalta que, mesmo com a utilização destes equipamentos, ainda há possibilidade do desenvolvimento de algumas doenças.

Com relação às doenças provocadas por ruídos excessivos em ambientes de trabalho, em 1977, a OIT (Organização Internacional do Trabalho) realizou a Convenção n ° 148, que trata da proteção dos trabalhadores contra riscos profissionais no ambiente de trabalho devido à poluição atmosférica, ruído e vibrações.

Neste documento, a Assembléia Geral Conferência da Organização Internacional do Trabalho, em 1977, prevê que, na medida do possível, o ambiente de trabalho deve ser mantido livre de qualquer perigo devido à poluição do ar, ruído ou vibração. Para este efeito, as leis ou regulamentos dos países devem exigir que

sejam tomadas medidas para a prevenção, controle e proteção contra, riscos ocupacionais no trabalho nestes ambientes.

Disposições relativas à prática de implementação das medidas assim prescritas poderão ser adotadas através de normas técnicas, códigos de prática, e outros procedimentos adequados. As medidas técnicas devem ser aplicadas às novas instalações ou processos de concepção ou instalação, ou adicionados às plantas ou processos já existentes. Se isso não for possível, medidas complementares de organização devem ser tomadas em seu lugar. As disposições da convenção também especificam que os países devem estabelecer critérios para determinar os riscos de exposição à poluição do ar, ruído e vibração em o ambiente de trabalho e, se for o caso, deve especificar os limites de exposição com base nesses critérios.

Os critérios e limites de exposição deverão ser fixados, completados e revistos com regularidade, à luz da legislação nacional, tendo em conta tanto quanto possível, qualquer aumento dos riscos profissionais resultantes da exposição simultânea a vários fatores nocivos no local de trabalho.

Os empregadores são responsáveis pelo cumprimento das medidas prescritas. Os trabalhadores devem ser obrigados a cumprir procedimentos de segurança. A supervisão deve ser garantida pelos serviços de inspeção.

Em junho de 1997, 39 países ratificaram a Convenção n.º 148, dos quais 36 têm aceitado a sua obrigação em termos de ruído. A ratificação da Convenção da OIT por um Estado, envolve a obrigação de aplicar, na lei e na prática, as suas disposições. O código de conduta elaborado pela OIT fornece orientações para os governos, empregadores e trabalhadores. Estabelece os princípios que devem ser seguidos para o controle de ruído e vibração no local de trabalho (princípios organizadores, a medição e avaliação, identificação de áreas de risco, equipamentos de proteção e redução do tempo de exposição, supervisão e controle sanitário). Uma das normas é que o valor limite de ruído em ambiente de trabalho é de 85 dB (A) e um valor limite de risco de 90 dB (A).

Em resposta à evolução tecnológica, códigos de boas práticas para a proteção dos trabalhadores contra o ruído e as vibrações do ambiente de trabalho e exposição ocupacional foram atualizados no biênio 1996-97 sob a forma de um projeto de código único que abrange todos os tipos de poluentes do ar e outros

fatores ambientais em o ambiente de trabalho, tais como o ruído e a vibração, temperatura e umidade, iluminação e radiação.

2.3 Exposição ocupacional ao ruído

O agravo à saúde do trabalhador se constitui um importante problema de saúde pública no país.

Uma das causas de doenças ocupacionais é a exposição de trabalhadores ao ruído. Diversas pesquisas demonstram que trabalhadores expostos ao ruído ocupacional intenso apresentam risco aumentado de se acidentarem quando comparados a trabalhadores que não são expostos a estas condições (DIAS *et al*, 2006).

Com a modernização da indústria surgiu uma multiplicidade de fontes sonoras que tem levado à perda auditiva induzida por ruído ocupacional. A perda auditiva induzida por ruído ocupacional, está relacionada ao nível de pressão sonora, à frequência, distribuição do ruído, o padrão de tempo e a duração da exposição e susceptibilidade individual (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2001).

A capacidade de ouvir e entender a fala cotidiana, em condições normais é considerada como a mais importante função do mecanismo de audição.

A audição é um dos principais sentidos humanos. Este sentido pode ser usado para alertar, comunicar o prazer e o medo.

Para fazer isso, o sinal adequado deve alcançar as partes superiores do cérebro. A função do ouvido é converter as vibrações físicas em um impulso nervoso codificado. Pode ser pensado como um microfone biológico.

Como um microfone a orelha é estimulada pela vibração: no microfone a vibração é convertida em um sinal elétrico, na orelha em um impulso nervoso que por sua vez, é então processado pelas vias auditivas centrais do cérebro. O mecanismo para alcançar este objetivo é complexo.

Parte do ouvido, tem a função de levar o som até a cóclea, a cóclea, por sua vez tem a função de transduzir a vibração. A transdução é realizada pelas células ciliadas que, quando estimuladas, iniciam um impulso nervoso.

Eles são banhadas por fluidos corporais que lhes proporciona com energia, nutrientes e oxigênio. Os sons são transmitidos pela vibração do ar.

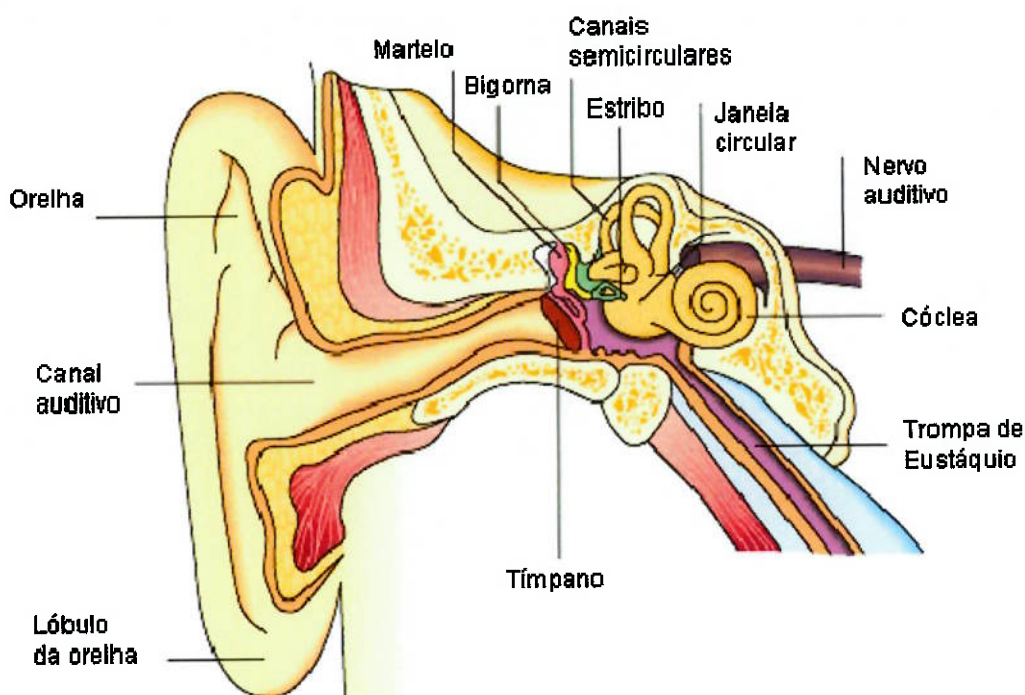


Figura 1– Sistema auditivo
Fonte: www.studiomel.com/60.html

O sistema auditivo do ser humano pode ser lesionado quando está exposto ao ruído. Em níveis excessivos, esta exposição pode levar à perda da audição. Inicialmente o dano prejudica a audição nas frequências mais altas, em torno de 4.000 Hz. Posteriormente, ocorre a perda progressiva de frequências auditivas mais baixas.

Cabe ressaltar que quando o trabalhador é exposto continuamente a ambiente com nível de ruído superior a 80 dB(A), está sujeito à perda auditiva, como também a complicações cardiovasculares, transtorno de sono, irritabilidade, problemas digestivos. Além disto, quando está exposto a ambiente com nível excessivo de ruído o trabalhador, sobrecarga do coração, causando secreções anormais de hormônios e tensões musculares (CORNACCHIA, 2009)

Pesquisas do *Institute of Environment and Health* (1997) alertam que essas alterações geram nervosismo, fadiga mental, frustração e prejuízo na produtividade. Também existem queixas de dificuldades mentais e emocionais que se manifestam como irritabilidade, fadiga, mau ajustamento em situações diferentes e conflitos sociais entre operários expostos ao ruído (CORNACCHIA, 2009).

Dessa forma, é necessário que seja realizada a avaliação do ruído periodicamente, utilizando medições padronizadas de acordo com as normas norma de higiene ocupacional da FUNDACENTRO NHO 01/2001.

Apesar de todos os esforços para reduzir o ruído no local de trabalho, é necessário acompanhar a audição individual pela audiometria repetida. Disposições legais em muitos países exigem a prevenção de riscos através de programas de controle. Princípios e medidas de controle de ruído de engenharia, bem como programas de conservação auditiva e sua gestão devem ser desenvolvidos por empresas que desenvolvem atividades de risco ocupacional aos trabalhadores, sempre colocando o controle de ruído na fonte no centro de qualquer estratégia preventiva.

Para atingir o nível abaixo de 80 dB(A), as fontes de ruídos devem ser isoladas e os trabalhadores devem utilizar protetores auditivos. Estes protetores devem possuir o Certificado de Aprovação (CA) em ambientes de trabalho que excedem 80 dB(A), devem ser adotadas condutas preventivas, incluindo audiometrias nos trabalhadores que permanecem nestes ambientes.



Figura 2 - Britadores

O isolamento sonoro é uma barreira para impedir o fluxo de energia sonora. Esta barreira impõe um abrandamento na transmissão da energia ao longo de sua propagação (SHARLAND, 1979)

2.4 Conceito de ruído

O som é a sensação produzida no ouvido e ruído é um som sem harmonia, em geral de conotação negativa. O ruído pode ser definido como um som indesejável (BISTAFA, 2006).

Neste sentido destaca-se que o reconhecimento de ruído como um perigo grave para a saúde é uma evolução dos tempos modernos; Música amplificada também tem seu preço. Enquanto a música amplificada pode ser considerada boa (não barulho) e dar prazer para muitos, o excesso de ruído de grande parte da indústria moderna provavelmente não causa prazer, contudo tem como principal consequência a perda auditiva de trabalhadores.

O som é a sensação percebida pelo ouvido, resultado da variação da pressão estática causada por um meio em vibração, gerando ondas sonoras. Entretanto, não são todas as flutuações de variação da pressão que produzem a audição quando atingem o ouvido humano (CORNACCHIA, 2009)

O som só ocorrerá quando a amplitude dessa flutuação e a frequência com que ela se repete estiverem dentro de determinada faixa de valores, sendo esses os dois fatores que caracterizam o som. Dessa forma, pelo parâmetro da amplitude, a variação de nível de pressão sonora está compreendida entre o limiar da audição, indicada pelo 0 dB, e o limiar da dor, em torno de 140 dB. Com relação à faixa de frequência, as ondas sonoras devem estar no intervalo de 20 Hz a 20 kHz para que a sensação auditiva ocorra (CORNACCHIA, 2009)

O som é definido como qualquer variação de pressão que o ouvido possa detectar, variando sons mais fracos até os níveis de som que possam danificar o sistema auditivo (BISTAFA, 2006).

O ruído pode ser dividido em:

- ❖ **Ruído Contínuo ou Intermitente:** Todo e qualquer ruído que não está classificado como ruído de impacto ou impulsivo.
- ❖ **Ruído de Impacto ou Impulsivo:** Todo e qualquer ruído que apresenta picos de energia acústica de duração inferior à 1 (um) segundo e intervalos superiores à 1 (um) segundo).

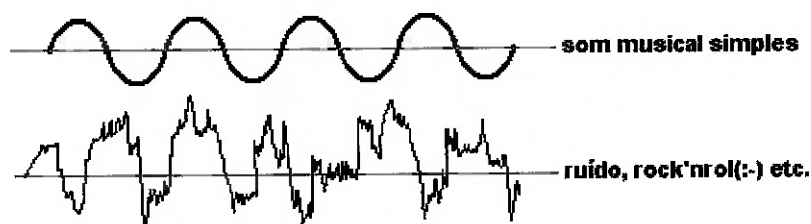


Figura 3 – Ondas Sonoras

2.4.1 Parâmetros de ruídos

Abaixo alguns parâmetros de ruídos que são necessários conhecer para melhor compreensão deste trabalho.

2.4.1.1 Curvas de atenuação

As curvas de atenuação são filtros que tentam adaptar o nível total de energia a certas situações. Existem os filtros A, B, C e D, conforme a tabela abaixo:

FILTRO	CARACTERÍSTICA
Filtro A	Corresponde a uma aproximação da percepção do ruído pelo corpo humano para ruídos moderados. Sua utilização é identificada pela unidade dB (A).
Filtro B	Corresponde a resposta do corpo humano para ruídos medianos. Sua utilização é indicada pela unidade dB(B). É um filtro pouco utilizado nas medições práticas.
Filtro C	Corresponde a resposta do corpo humano para ruídos elevados. Sua utilização é indicada pela unidade dB(C).
Filtro D	Foi criado para situações específica de sobrevôo de uma aeronave. Sua utilização é identificada pela unidade dB(D).

Quando não é utilizado nenhum filtro, a medição é linear e representamos apenas por dB ou dB(Lin).

No caso mais usual, utilizamos a curva de compensação A, que é a que melhor mostra a resposta do ouvido humano aos ruídos. Assim, os níveis de ruído são normalmente expressos em dBA.

2.4.2. Nível de pressão sonora

O nível de pressão sonora é o valor instantâneo da variação da pressão atmosférica devido a qualquer vibração que ocasione esta variação (ABEL, 2008).

Os resultados das medições de ruído são expressos em dB (decibel). Não se trata de uma unidade e sim uma comparação entre um valor medido e um valor de referência.

2.4.3 Critério de Referência

O critério de referência corresponde ao nível médio que após 8 horas de exposição gerará uma dose de 100%.

2.4.4 Fator de troca

O fator de troca (normalmente indicado pela letra q) é um incremento em decibéis que, quando adicionado a um determinado nível, implica a duplicação da dose de exposição ou a redução para a metade do tempo máximo permitido.

2.4.5 Dose

A dose é um parâmetro utilizado para caracterização da exposição ocupacional ao ruído, expresso em porcentagem de energia sonora, tendo por referência o valor máximo da energia sonora diária admitida, definida com base no nível de critério e no fator de troca (FUNDACENTRO, 2001). A dose nunca deve ultrapassar os 100%, que equivale a uma exposição contínua de 8 horas por dia a um nível de ruído de 85 dBA. De acordo com a norma brasileira então, se o trabalhador estiver exposto, por exemplo, a um ruído de intensidade de 90 dBA, poderá ficar exposto apenas 4 horas por dia, para que não ultrapasse a dose de 100%. Assim sendo, cada incremento de 5 dBA, o limite temporal de exposição cai pela metade.

2.5 GHE

Corresponde a um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de parte do grupo seja representativo da exposição de todos os trabalhadores que compõem o mesmo grupo.

2.6 APRHO

A análise preliminar feita visando identificar os riscos relacionados a higiene ocupacional é denominada de APRHO (Análise Preliminar de Risco em Higiene Ocupacional).

2.7 EPI

Os equipamentos de proteção individual (EPI) são destinados a proteger a saúde do trabalhador, são fornecidos pelo empregador e específicos a cada tipo de risco. Para a proteção auditiva são usados os protetores auriculares que são divididos do tipo plugs ou tipo concha.

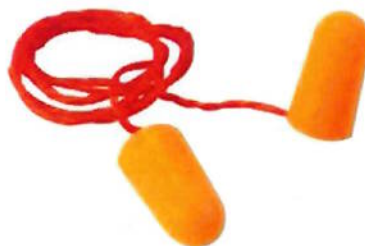


Figura 4 – Protetor auricular tipo plug



Figura 5 – Protetor auricular tipo concha

2.8 PCMSO

O programa de controle médico ocupacional (PCMSO) tem como objetivo a promoção e a preservação da saúde dos trabalhadores. Através de diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e acompanhamento da audição, são realizados, anualmente, exames audiológicos em todos os trabalhadores que exerçam suas atividades em ambientes com elevados níveis de pressão sonora.

2.9 PPRA

O programa de prevenção de riscos ambientais (PPRA) visa à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venha existir no ambiente de trabalho.

2.10 PAIRO

A exposição continuada a elevados níveis de pressão sonora quando não adequadamente protegida pode representar risco de perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional (PAIRO) que é uma doença caracterizada pela redução da acuidade auditiva de forma gradativa e irreversível.

2.11 NÍVEL DE AÇÃO

Valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições ao ruído causem prejuízos à audição do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

2.12 LIMITE DE EXPOSIÇÃO (LE)

Parâmetro de exposição ocupacional que representa condições sob as quais acredita - se que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, sem sofrer efeitos adversos à sua capacidade de ouvir e entender uma conversação normal.

3 METODOLOGIA

3.1 ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

Formação de grupos homogêneos de exposição assumindo que os trabalhadores de cada grupo atuam em um ambiente que é comum a todos os membros, portanto, pertencentes a uma mesma zona de exposição aos riscos.

Deverão ser obtidas informações administrativas e observações de campo, necessárias na caracterização da exposição dos trabalhadores. Todos os trabalhadores foram entrevistados com objetivo de definição dos locais de trabalho, riscos pertinentes e tempo de exposição.

De posse destes dados foi feito a memória de campo e preenchida a planilha de Análise Preliminar de Risco de Higiene Ocupacional – APRHO.

Atendendo a recomendação dos procedimentos técnicos, foram conduzidas 3 avaliações por GHE, norteadas por sorteio aleatório para escolha dos representantes do grupo.

O período de avaliação compreendeu no mínimo 75% da jornada de trabalho, sendo que durante os turnos administrativos e nos demais turnos, o dosímetro foi programado para operação contínua, ou seja, não foram interrompidos no horário de refeição.

3.2 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA MEDIÇÃO ACÚSTICA

Os instrumentos utilizados para as medições de ruído podem ser classificados em duas categorias:

3.2.1 Decibélímetro

O medidor de nível de pressão sonora, também conhecido como medidor de nível sonoro ou sonômetro, é popularmente denominado de decibélímetro. Trata-se do instrumento básico para a medida de ruído, e que responde ao som aproximadamente da mesma forma que o ouvido humano.

Os principais componentes do medidor de nível sonoro típico são: Microfone, pré-amplificador, filtro ponderador, filtro, detector, ponderador temporal e indicador.



Figura 6 – Decibelímetro

3.2.2 Dosímetro

O dosímetro de ruído é um aparelho de monitoramento de uso pessoal, controlado por microprocessador, que permite a medição da dose do ruído a qual o trabalhador está exposto.

O dosímetro de ruído tem tamanho que possibilita o seu transporte pelo usuário (no bolso ou preso no cinto), e que através de um cabo de extensão, permite que um pequeno microfone seja fixado próximo ao ouvido do usuário (na borda do capacete ou na gola da camisa).



Figura 7 – Dosímetro

3.3 PROGRAMAÇÃO DOS DOSÍMETROS

Os dosímetros foram programados segundo a NHO-01, na escala de atenuação A, fator duplicativo 3 e o critério para base de leitura 85 dB para uma dose de 100% para exposição de 8 horas.

3.4 PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO

Realize os ajustes preliminares no equipamento e sua calibração, com base nas instruções do manual de operação e nos parâmetros especificados pelo fabricante.

Coloque o medidor no trabalhador a ser avaliado e fixe o microfone dentro da zona auditiva.

Posicione e fixe qualquer excesso de cabo de microfone para evitar qualquer dificuldade ou inconveniente ao usuário.

Adote as medidas necessárias para impedir que o usuário, ou outra pessoa, possa fazer alterações na programação do equipamento, comprometendo os resultados obtidos.

Inicie o processo de integração somente após o microfone estar devidamente ajustado e fixado no trabalhador.

Cheque o dosímetro periodicamente, durante a avaliação, para se assegurar de que o microfone está adequadamente posicionado e que o equipamento está em condições normais de operação.

Retire o microfone do trabalhador somente após a interrupção da medição.

Determine e registre o tempo efetivo de medição, sempre que a medição não cobrir a jornada integral de trabalho.

Quando a medição não cobrir toda a jornada de trabalho, a dose determinada para o período medido deve ser projetada para a jornada diária efetiva de trabalho, determinando-se a dose diária.

3.5 DOSE DIÁRIA

Sempre que a dose diária de exposição a ruído determinada for superior a 100%, o limite de exposição estará excedido e exigirá a adoção imediata de medidas de controle.

Se a dose diária estiver entre 50% e 100% a exposição deve ser considerada acima do nível de ação, devendo ser adotadas medidas preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições aos ruídos causem prejuízos à audição do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

Não é permitida, em nenhum momento da jornada de trabalho, exposição a níveis de ruído contínuo ou intermitente acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam protegidos, independentemente dos valores obtidos para dose diária ou para o nível de exposição.

Exposições a níveis inferiores a 80 dB(A) não serão considerados no cálculo da dose.

3.6 CÁLCULO DA ATENUAÇÃO DOS PROTETORES AUDITIVOS

Conforme procedimento recomendado pela norma ANSI S 12.6 / 97 B – NRRsf Noise Reduction Rate Subject Fit, o cálculo da exposição (Nível Protegido) foi realizado subtraindo a atenuação do protetor (NRRsf conforme Certificado de Aprovação) do valor calculado do percentil 95 da exposição, conforme formula abaixo:

$$LP = LA - NRRsf$$

Onde: **LP** = Nível Protegido em dBA, **LA** = Exposição Média Ponderada em dBA e **NRRsf** = Índice de Redução de Ruído fornecido pelo fabricante.

3.5 CRITÉRIO PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Considerando-se os parâmetros estabelecidos na NHO-01 a interpretação dos resultados foi realizada enquadrando-se os valores obtidos em faixas de exposição descritas abaixo:

Até 82 dB(A): Abaixo do Nível de Ação

De 82 a 85 Entre o Nível de Ação e o Limite de Exposição Ocupacional

Acima de 85 dB(A): Acima do Limite de Exposição Ocupacional

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Dificuldades

As dificuldades encontradas foram garantir que durante o monitoramento o trabalhador realizasse suas funções habituais e que o mesmo não estivesse exposto a ruídos que não fossem rotineiros.

4.2. Resultados obtidos

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos a partir do total de 14 dosimetrias e separados por grupos homogêneos de exposição (GHE). Analisando os dados, verifica-se que dos 5 GHE's analisados, 2 GHE's estão abaixo do nível de ação, 1 GHE está entre o nível de ação e o limite de exposição e 2 GHE's estão acima do limite de exposição. Podemos verificar também que o desvio padrão em todos os grupos ficou abaixo de 1.96 o que nos proporciona uma confiabilidade de 95%.

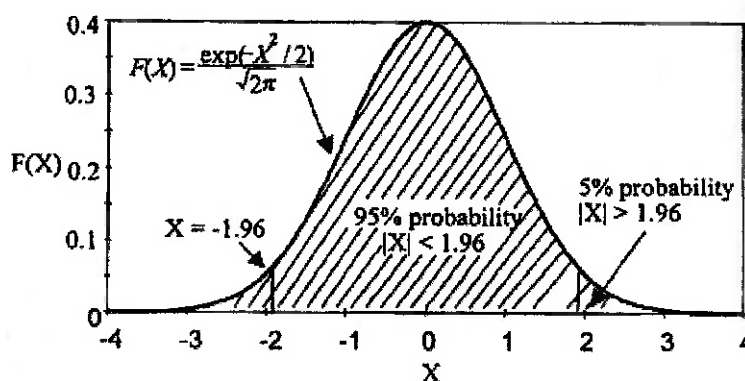


Figure C-2. Normal distribution density function.

Figura 8 – Desvio Padrão

Como a eliminação por completo do ruído é tecnicamente inviável além de ser caro, assim, o objetivo é normalmente o controle do ruído e não a sua eliminação por completo.

Visando facilitar o entendimento dos resultados, os valores expressos em dBA foram formatados conforme código de cores abaixo:

	Abaixo do nível de ação	< 82 dBA
	Acima do nível de ação	82 dBA < 85 dBA
	Acima do limite de exposição ocupacional	> 85 dBA

Tabela 1 – Resultados obtidos

GHE	Função	Numero da Amostra	dB(A) FD=3	Dose %	Validação das Amostras	dB(A) FD=3	Desvio Padrão Geométrico	Dose %	Exposição considerando NRRsf 13 dB
USINA-OP-109	Técnico mecânico	DR 868	85,3	104,6	AR				
	Técnico mecânico	DR 871	82,7	72,6	AR	85,9	1,63	113,32	72,9
	Operador Mantenedor	DR 910	89,7	191,6	AR				
USINA-OP-110	Supervisor	DR 341	85,1	101,1	AR				
	Supervisor	DR 518	86,7	127,4	AR	83,5	1,79	81,61	70,5
	Supervisor de operação	DR 686	78,8	42,2	AR				
USINA-OP-118	Supervisor	DR 777	75,9	28,8	AR				
	Supervisor	DR 787	79,6	47,6	AR	76,8	1,41	32,26	63,8
	Supervisor	DR 808	75	25	AR				
USINA-OP-125	Apoio Operacional	DR 45	63,9	5,4	AR	63,9		5,4	
USINA-OP-126	Operador Mantenedor	DR 214	85,1	101,4	AR				
	Operador Mantenedor	DR 261	86,8	128	AR	85,9	1,18	113,93	72,9
	Mecânico	DR 334	82,9	74,4	ANR				
	Operador Mantenedor	DR 336	83,4	80,1	ANR				

Legenda AR : Amostra Representativa
ANR: Amostra Não Representativa

De acordo com os dados coletados pode-se observar que os trabalhadores que exercem a função de técnico mecânico e operador mantenedor estão em ambiente ocupacional com 85,9 dB (A).

Os trabalhadores que exercem função de supervisor e supervisor de operação estão em ambiente ocupacional expostos ao ruído de 83,5 dB (A).

Os trabalhadores que exercem função de supervisor estão expostos ao ambiente ocupacional com 76,8 dB(A), já os trabalhadores que exercem a função de apoio operacional estão em ambiente com 63,9 dB(A).

Os resultados desta pesquisa evidenciam que na atividade de britagem, os trabalhadores que sofrem mais riscos ocupacionais ao ruído são: técnico mecânico, operador mantenedor, supervisor, supervisor de operação e os mecânicos.

A exposição destes trabalhadores a ruídos acima do limite estabelecidos pode acarretar danos à saúde destes trabalhadores, levando à perda induzida de audição, ou a outros problemas de saúde tais como: sobrecarga do coração, causando secreções anormais de hormônios e tensões musculares, nervosismo, fadiga mental, dificuldades mentais e emocionais que se manifestam como irritabilidade, mau ajustamento em situações diferentes e conflitos sociais entre operários expostos ao ruído.

Diante disto, medidas protetivas devem ser adotadas pela empresa, a fim de tornar o ambiente ocupacional mais salubre para os trabalhadores, oferecendo condições que não afetem sua saúde. Além da utilização de equipamentos de proteção, devem-se tomar outras medidas para diminuir a propagação do ruído a nível mais elevado que 80 dB(A)

CONCLUSÃO

Conforme proposto no objetivo do trabalho, foi feita a avaliação da exposição ocupacional ao ruído no processo de britagem do minério de ferro. Encontrou-se níveis de exposição ao ruído ocupacional entre 63.9 dBA e 85.9 dBA e desvio padrão dentro do limite de confiabilidade de 95%.

Enquanto não são alcançadas as medidas mitigadoras para eliminação dos ruídos existentes no processo, será necessário o uso dos protetores auditivos (EPI), sendo que os mesmos deverão ter a atenuação de no mínimo 13 dB (NRRsf) para que os trabalhadores estejam protegidos.

Dado que à magnitude da exposição ocupacional que foi verificada neste estudo sugere-se que sejam realizados investimentos em programas de conservação auditiva particularmente voltados para o controle da emissão de ruídos, tendo em vista manter a saúde auditiva, e consequentemente diminuir a acidentabilidade dos trabalhadores.