

RECONHECIMENTO DA PERDA DE EFICÁCIA DE PROTETOR INTRA-AURICULAR

Ramsés da Silva Bastos¹

João Candido Fernandes²

Resumo

Dentre os agentes nocivos à saúde, confere-se ao ruído, um dos mais presentes nos ambientes urbanos e sociais. Existem medidas eficazes para o controle do ruído e o Equipamento de Proteção Individual auricular (EPIa) é o mais utilizado. Observou-se a carência nos produtos de proteção individuais auditivos confortáveis e funcionais, relacionados à durabilidade, face ao comprometimento eficaz do equipamento. O objetivo principal desse estudo foi reconhecer se há perda de eficácia diante ao tempo de uso em Equipamento de Proteção Individual auditivo, intra-auricular, de espuma e da marca 3M, modelo 1110. Verificou-se que os equipamentos sofrem alteração de eficácia conforme o tempo de uso, e que o desgaste do material inicia perda de confiança, principalmente em frequências audíveis de até 100Hz, e a partir de 16 dias para pressão sonora sofrida em 101dB à 20Hz. Para pressão sonora sofrida a partir de 107dB à 20Hz, a perda de confiança para o uso, foi de 8 dias. Os EPIas não perdem eficácia de atenuação importantes com o uso diário em frequências a partir de 1KHz até 20KHz. Concluiu-se que há perda de eficácia, conforme o uso diário e freqüente do EPIa estudado.

Palavras-chave: Ruído, Proteção Auditiva, Ergonomia, Segurança.

Abstract

Among the harmful health agents, it is given to the noise, one of the most present in urban and social environments. There are efficient measures to control the noise and the auricular Individual Protection Equipment (IPEa) is the most used. It has been observed the shortage in the comfortable and functional individual auditory protection products, related to durability, face to the efficiency right of the equipment. The main objective of this study was to recognize if there is effectiveness loss toward the used time on the Auditory Equipment, intra-auricular Individual Protection, of foam (3M), model 1110. It has been verified that the equipments suffer efficiency alteration according to the time of use, and the material consuming initiates reliable loss, mainly in audible frequencies going up to 100Hz, and from 16 days for sonorous pressure suffered started in 101dB 20Hz. For sonorous pressure suffered from 107dB to 20Hz, the reliable loss for the usage was of 8 days. The IPEas do not lose effectiveness on important attenuation by the daily use in frequencies from 1KHz until 20KHz. It has been concluded that there is effectiveness loss, according to the daily and frequent use of the IPEa studied.

Keywords: Noise, Hearing Protection, Ergonomic, Safety.

¹ Doutorando em Design, FAAC-UNESP/Bauru. E-mail: ramsesbastos@yahoo.com.br

¹ Professor Titular, UNESP/Bauru. E-mail: jcandido@feb.unesp.br

1. Introdução

O ruído tem se mostrado como um problema que acomete uma população muito grande em todo o mundo. A poluição sonora determinou um aumento de risco para ocorrência de Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) e está causando um problema ocupacional a muitas pessoas.

Diversas áreas do conhecimento inclinaram-se em estudos que pudessem diminuir ou extinguir o problema.

Os ruídos do mundo moderno acometeram toda a sociedade humana a um brusco impacto de problemas físicos, mentais e sociais.

A extinção dos ruídos é o modo mais adequado para evitar seus efeitos desagradáveis, porém a maneira mais utilizada para salvaguardar a saúde de quem se expõe aos ruídos se observa no uso de protetores auriculares.

De acordo com Gerges (1995) existem algumas dificuldades encontradas na utilização de Equipamentos de Proteção Individuais auditivos (EPIs) tais como efeitos na comunicação verbal, higiene, sinais de alarme, desconforto térmico e etc.

Há carência de produtos para proteção individual da audição que obtenham design: confortáveis e funcionais, considerando a durabilidade em contraste com o comprometimento eficaz do equipamento.

A eficácia da atenuação dos protetores tem se mostrado como um problema importante, pois supõem a perda de qualidade devido ao desgaste do equipamento.

O parâmetro de tempo de uso funcional em detrimento ao envelhecimento do EPI se mostra importante na geração de projetos vindouros para que a integridade física humana esteja sempre protegida.

Baseado em problemas expostos, delimitou-se por objetivo desta pesquisa analisar o período de utilidade dos protetores auriculares, em dias, e cooperar no aspecto do comprometimento da eficácia do Equipamento de Proteção Individual intra-auricular (do modelo plugue) do tipo automoldável de espuma.

2. Revisão de literatura

O som é um agente físico resultante da vibração de moléculas do ar e que se transmite como uma onda longitudinal. É, portanto, uma forma de energia mecânica (WHO, 1980)

Para Costa e Kitamura (1995) o ruído, de um modo geral, pode ser definido como um som indesejável. O receptor periférico sensível a esta forma de energia, captando-a e transformando-a em impulso elétrico nervoso é a orelha.

Os ruídos têm atingido altos índices de insalubridade em locais de trabalho, o que tem levado países a publicar leis de proteção aos trabalhadores (Fernandes, 1993).

A partir de 1989, a Organização Mundial de Saúde (OMS) já passou a tratar o ruído como problema de saúde pública.

Ruído é uma palavra derivada do latim *rugitu* que significa estrondo. Acusticamente é constituído por várias ondas sonoras com relação de amplitude e fase

distribuídas anarquicamente, provocando uma sensação desagradável, diferente da música. Embora a doença ocupacional por ruído seja um problema de alta prevalência nos países industrializados, incluindo-se o Brasil, os estudos sobre a sua história natural são escassos, principalmente em nosso meio. Tanto nos Estados Unidos quanto na Europa, estes trabalhos receberam grande incentivo devido ao alto custo social e econômico que passaram a acarretar às indústrias na década de 40, devido aos constantes processos judiciais e indenizatórios (ALMEIDA et al, 2000).

Para Araújo (2002) a medição dos níveis de ruído nos postos de trabalho é importante para o redimensionamento da carga horária de trabalho em metalúrgica, assim como para a orientação do tipo de protetor auricular que deve ser utilizado.

O aumento do risco para ocorrência de perda auditiva induzida pelo ruído nos trabalhadores metalúrgicos é importante e ocorre principalmente quando não é realizado uso regular e correto de protetores auriculares, sendo necessário realizar campanhas de esclarecimento e motivação para o uso dos mesmos (ARAÚJO, 2002).

Entende-se por PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído) as alterações dos limiares auditivos do tipo neurossensorial (surdez neurossensorial), decorrentes da exposição ocupacional sistemática a níveis de pressão sonora elevados. Esta tem como características principais a irreversibilidade e a progressão gradual com o tempo de exposição ao risco. A sua história natural mostra, inicialmente, o acometimento dos limiares auditivos em uma ou mais freqüências da faixa de 3.000 a 6.000 Hz. As demais freqüências poderão levar mais tempo para ser afetadas. Uma vez cessada a exposição, não haverá progressão da redução auditiva (BRASIL, 1998a).

Há importância em executar audiometrias ocupacionais nos trabalhadores de metalúrgica, para a prevenção e controle da PAIR e a real necessidade de avaliação das freqüências de 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 e 8000 hertz (BRASIL, 1998b).

Fernandes (2003) afirmou que embora não seja o método mais adequado de combate ao ruído, o protetor auricular é o Equipamento de Proteção Individual auditivo (EPIa) mais usado para tentar prevenir a PAIR. Segundo o autor os dois principais tipos de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) disponíveis no mercado são os plugues e as conchas.

3. Proposição

Esta pesquisa objetivou verificar quantitativamente a queda de eficácia do Equipamento de Proteção Individual auditivo, mais precisamente, Protetores Auditivos Intra-Auriculares (do tipo plugue), 3M, modelo 1110 de espuma.

4. Materiais e métodos

4.1. Equipamentos

No laboratório de ruídos e vibrações da Universidade Estadual Paulista (UNESP) campus de Bauru – Estado de São Paulo utilizou-se um equipamento para produção de ruídos.

No equipamento havia um computador provido de uma placa de som e um programa específico de envio e recepção de sinais sonoros (Loudspeaker Measurement System / LMS - V.3.54).

Este programa tem a capacidade de enviar sinais na forma de varredura de sons audíveis e, graficamente, informar as medições capitadas após receber os sinais amplificados.

Foi utilizado um amplificador da marca ciclotron e uma caixa de som com um Woofer High Fidelity da marca Novik 12", série wnx, um Mid Range High Fidelity da marca Novik 5", série Nm e um Tweeter High Fidelity da marca Selenium, série T-600 com uma caixa acústica que era acoplada a ela.

O amplificador serviu para receber os sinais enviados pelo computador, através do programa LMS-3.54, e amplificá-lo para a caixa de som.

Na caixa de som, o *woofer* foi o responsável pelas freqüências de sons graves, o *mid range* pelas freqüências médias e o *tweeter* pelas freqüências agudas.

Na caixa acústica acoplada a caixa de som, foi confeccionada uma abertura simuladora ao conduto auditivo humano, onde havia um microfone sensível e responsável pelas informações sonoras, que eram retornadas ao computador para análises de freqüências em decibéis (Figura 1).



Figura 1: Microfone acoplado ao conduto auditivo simulador humano

Utilizando um cilindro uniforme de plástico, o canal auditivo simulador ao canal do homem obteve uma secção transversal interna de 7,5 mm de diâmetro e com 25 mm de comprimento, concordando com pesquisa realizada por Couto (2000), em estudos da distribuição da pressão sonora no meato acústico externo (Figura 2).

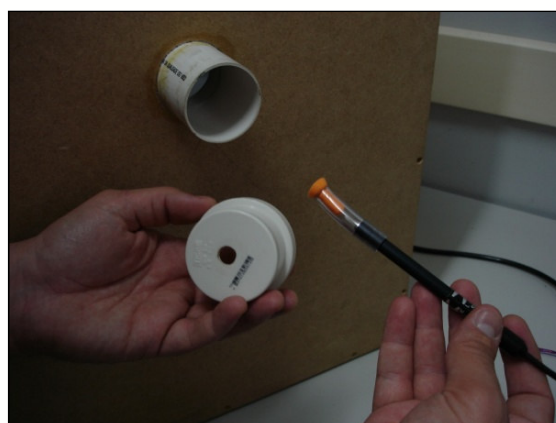


Figura 2: Canal auditivo simulador (visão externa com EPLa introduzido)

4.2. Ambiente do teste

Os equipamentos foram dispostos dentro do Laboratório de Ruídos e Vibrações da Universidade Estadual Paulista (UNESP) campus de Bauru – Estado de São Paulo (Figura 3), com o objetivo de facilitar os testes durante as jornadas de trabalho.



Figura 3: Disposição dos equipamentos no laboratório de Ruídos e Vibrações da Unesp de Bauru

4.3. Amostra

A amostra foi realizada em duas empresas da cidade de Bauru, as quais submetem trabalhadores à exposição habitual extrema de ruídos sonoros durante jornada de trabalho.

Após aproximação do pesquisador às empresas, foram realizadas palestras nos períodos da manhã e tarde, onde os trabalhadores sujeitos aos ruídos diários tomaram conhecimento da pesquisa e receberam orientações e treinamentos, descritos a seguir:

- Problemas causados pelos ruídos, formas de prevenção e as medidas de prevenção adotadas pela empresa;
- Importância e benefício aos trabalhadores usuários de aparelhos auditivos quando expostos a ruídos intensos;
- Demonstração do modo de uso, armazenamento, conservação e limpeza do EPI auricular.

Durante a palestra, também foram distribuídos EIAs intra-auriculares de espuma novos, da marca 3M, modelo 1110, para todos os trabalhadores.

Os equipamentos de proteção foram identificados, um a um, com data e nome.

Foi distribuído a todos os participantes da palestra um “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Pós-Informado” e também uma “Autorização” na qual todos assinaram apoiando assim, a pesquisa.

O pesquisador, ainda, freqüentou as empresas diuturnamente com a intenção de checar o uso, limpeza, armazenamento e conservação dos EIAs, durante todo o período pré-estabelecido pelo cronograma da pesquisa.

Foi recolhido um aparelho protetor por dia útil de trabalho em cada empresa,

obtendo-se então, aparelhos com um dia de uso até trinta dias de uso, até que todos os aparelhos retornassem ao pesquisador para que fossem trabalhados no laboratório.

A deterioração do EPIa acontece somando a seu uso diário o contato físico do aparelho ao suor do usuário, cerume, poeira, graxa, e todo os tipos de restos de materiais a que são expostos. Dá-se, então, a orientação de lavagem do EPIa todos os dias e este contato com qualquer tipo de sabão, sabonete, detergente ou outro abrasivo de limpeza durante a lavagem também contribui para o desgaste do protetor.

Foram recolhidos 30 pares de EPIas de trabalhadores do setor de produção de cada empresa, somando-se a quantia de 60 pares de EPIas (Figura 4).



Figura 4: Equipamento de Proteção Individual Intra-auricular da marca 3M

4.4. Método

A partir do programa de computador LMS-3.54 (Loudspeaker Measurement System / Versão - 3.54) um sinal era enviado até um amplificador que realizava o ruído numa caixa de som.

O ruído era lançado através de uma caixa acústica provida de uma saída que simulava o conduto auditivo humano.

Um microfone calibrado foi acoplado ao conduto que recebia o som e enviava a uma placa de aquisição de dados do computador.

A partir desse ciclo foi possível constatar, primeiramente, as frequências enviadas pelo programa do computador e numa segunda etapa o protetor auditivo foi encaixado na abertura equivalente ao conduto auditivo humano e em seguida era testado através de uma varredura de sons com 20 pontos enviados pelo computador com frequências entre 20.000Hz e 20Hz que é a faixa audível humana segundo Santos (2005).

Os equipamentos utilizados na pesquisa ficaram dispostos conforme a Figura 5.

O microfone calibrado pré-instalado depois do EPIa, que funcionou como uma “barreira” de som ligado a um computador, captou os níveis de ruídos interferidos pelo protetor auditivo tipo plugue da 3M, e disponibilizou os dados para o pesquisador, através do programa específico (Figura 6).



Figura 5: Envio e recepção de sinal sonoro passando por todo ciclo do teste

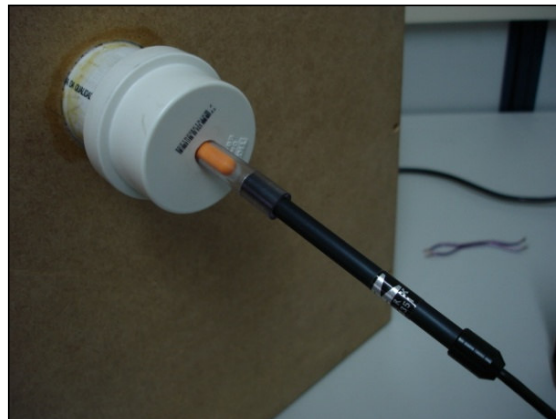


Figura 6: Detalhe do EPI instalado dentro do canal auditivo simulador e acoplado ao microfone

5. Resultados

5.1. Amostra 1 – Teste 1

Iniciou-se com um nível de pressão sonora em 101dB a 20Hz e com picos aproximados de 120dB em 600Hz e 2KHz. Foi atingido 90dB no fim da curva que é determinada em 20KHz.

Os níveis de pressão sonora anteriores foram utilizados para realização dos próximos testes da empresa “A”. Foram instalados os EPIs no ciclo do teste, indicando desta forma a eficácia dos aparelhos desta amostra.

Observou-se que o EPI novo iniciou o teste em 61dB à uma freqüência de 20Hz e atingiu 59dB a 20KHz no fim da curva, determinando assim uma barreira de som viável.

Nota-se que os EPIs de 2, 4 e 6 dias de uso se mantiveram viáveis para o uso, não atingindo os 86 dB que o Ministério da Saúde preconiza.

O EPI com 8 dias de uso sofreu perda de confiança para freqüências entre 35Hz e 95Hz, tendo atingido aproximadamente 88dB.

Observou-se, também, que para as freqüências acima de 1KHz todos os

aparelhos mantiveram os patamares do EPIa novo e que a eficácia sofreu uma perda de atenuação conforme os dias de uso se passaram com mais evidencia em freqüências de até 100Hz (Figura 7).

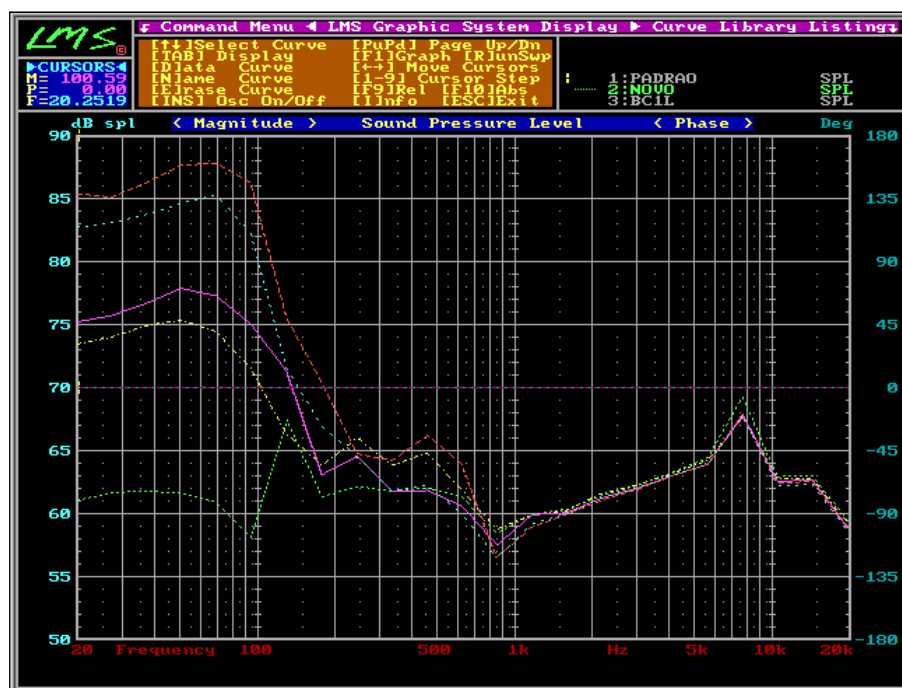


Figura 7: Visualização de curvas com EPIa novo(verde) e EPIas com 2(amarelo), 4(rosa), 6(azul) e 8(vermelho) dias de uso.

Observou-se que os EPIas continuaram a perder eficácia considerável nas freqüências até 100Hz conforme foram sendo usados, porém os EPIas com uso de 10, 12 e 14 dias, mantiveram sempre níveis abaixo de 86dB.

Os EPIas com 16 e 18 dias de uso perderam eficácia na faixa de até 100Hz atingindo níveis além das normas de segurança das quais são asseguradas pelo Ministério do Trabalho do Brasil, e ultrapassaram o limite de 86dB, porém as faixas entre 100Hz e 20Khz continuaram dentro da norma permitida.

Verificou-se que os EPIas com 19, 21, 23, 25 e 27 dias de uso mantiveram pressão sonora acima de 86dB em faixas de freqüência de até 100Hz.

Faixas de freqüência entre 100Hz e 1KHz perderam eficácia conforme o tempo e uso, porém sempre mantiveram resguardados os limites esperados de segurança, sendo estes abaixo de 86dB para 8 horas contínuas de trabalho.

Os EPIas com uso de 28, 29 e 30 dias evidenciaram problemas importantes nas faixas entre 20Hz e 130Hz aproximadamente, onde atingiram índices acima de 86dB.

Faixas de freqüência entre 130Hz e 1KHz perderam eficácia conforme o tempo e uso, porém sempre mantiveram resguardados os limites esperados e segurança, sendo estes abaixo de 86dB para 8 horas de trabalho.

Os EPIas em faixas acima de 1KHz até 20KHz mantiveram-se sempre como novos.

5.2. Amostra 1 – Teste 2

Tomando como base a mesma amostra de EPIs dos sujeitos da empresa “A”, realizou-se outro teste, em tempo, com menor pressão sonora.

Iniciou-se o teste tomando como padrão uma curva iniciada com aproximadamente 92dB à freqüência de 20Hz e com um pico de 102dB numa freqüência de aproximadamente 2KHz até atingir 87dB na freqüência de 20KHz (Figura 8).

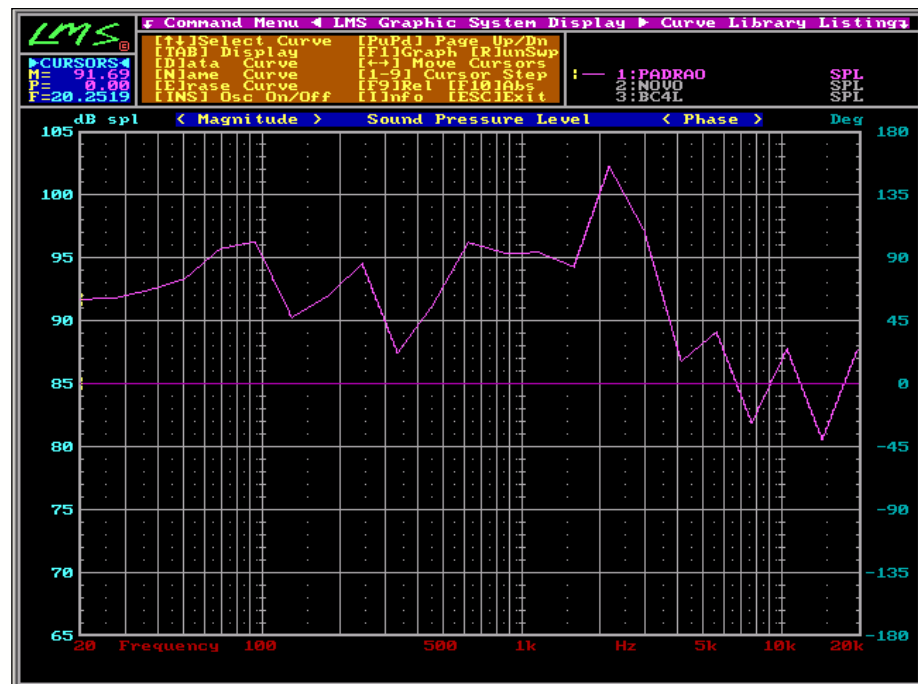


Figura 8: Demonstração da curva colhida sem o uso de EPI no equipamento da pesquisa.

A curva do EPIa novo agiu com segurança ao receber pressão sonora indicada pelo gráfico da Figura 8 e manteve uma variação de freqüência viável, entre 56Hz e 68Hz.

Observou-se nas curvas dos EPIs da amostra com 8, 16, 24 e 30 dias de uso que as freqüências entre 20Hz e 130Hz perderam simultaneamente eficácia, porém não atingiram 86dB.

Não foi constatado perda de eficácia destes EPIs entre freqüências que variaram de 130Hz até 20KHz.

Verificou-se na Tabela 1 que o EPIa novo obteve atenuação de 32dB à freqüência de 20Hz e 38dB à freqüência de 100Hz. Nas freqüências de 1KHz e 4KHz a atenuação esteve respectivamente em 38dB e 25dB.

Observou-se que em freqüências de até 100Hz a atenuação sofreu grande perda com o uso diário do equipamento.

Para freqüências de 1KHz e 4KHz a atenuação mostrou-se estável e respectivamente sempre à 38dB e 25dB (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantificação de atenuação, em decibéis, nas freqüências de 20Hz, 100Hz, 1KHz e 4KHz dos EPIs obtidos na amostra 1 (teste 2).

EPIs em Dias	Atenuação em dB x Freqüência (Hz)			
	20Hz	100Hz	1KHz	4KHz
Novo	32	38	38	25
8	16	27	38	25
16	15	26	38	25
24	14	24	38	25
30	13	23	38	25

5.3. Amostra 2 – Teste 1

Iniciou-se o teste para esta segunda amostra na empresa “B”, como feito anteriormente, com uma curva padrão diante de todo o ciclo do teste realizada sem o uso de qualquer protetor de atenuação.

Aplicou-se no teste um nível de pressão sonora em 107dB a 20 Hz e com picos aproximados de 124dB em 600Hz e 2KHz. Foi atingido 105dB no fim da curva que é determinada em 20KHz.

Observou-se que o EPIa novo iniciou o teste em 64dB à uma freqüência de 20Hz e atingiu 58dB a 20KHz no fim da curva, determinando assim uma barreira de som viável.

Nota-se que os EPIs de 2, 4 e 6 dias de uso se mantiveram viáveis para o uso, não atingindo os 86dB que o Ministério da Saúde preconiza.

O EPIa com 8 dias de uso sofreu perda de eficácia para freqüências entre 20Hz e 100Hz, sendo estas sempre superiores a 86dB.

Observou-se, também, que para as freqüências acima de 1KHz todos os aparelhos mantiveram os patamares do EPIa novo e que a eficácia sofreu uma perda de atenuação conforme os dias de uso se passaram com mais evidencia em freqüências de até 100Hz.

Verificou-se que os EPIs de 10, 12, 14, 16 e 18 dias de uso perderam eficácia na faixa de até 100Hz, atingindo níveis além das normas de segurança das quais são asseguradas pelo Ministério do Trabalho do Brasil, e ultrapassaram o limite de 86dB, porém as faixas entre 100Hz e 20KHz continuaram dentro da norma permitida.

Os EPIs com 19, 21, 23, 25 e 27 dias de uso mantiveram pressão sonora acima de 86dB em faixas de freqüência entre 20Hz e 110Hz aproximadamente.

Faixas de freqüência entre 110Hz e 1KHz perderam eficácia conforme o tempo e uso, porém sempre mantiveram resguardados os limites esperados de segurança, sendo estes abaixo de 86dB para 8 horas contínuas de trabalho.

Os EPIs nas faixas entre 1KHz e 20KHz não perderam eficácia alguma e comportaram-se como na curva de EPIa novo.

Os EPIs com uso de 28, 29 e 30 dias evidenciaram problemas nas faixas entre 20Hz e 105Hz, nos quais atingiram índices acima de 86dB.

Faixas de freqüência entre 105Hz e 1KHz perderam eficácia conforme o tempo e

uso, porém sempre mantiveram resguardados os limites esperados de segurança, sendo estes abaixo de 86dB para 8 horas contínuas de trabalho.

Os EPLas comportaram-se como novos nas faixas de freqüências entre 1KHz e 20KHz (Figura 9).



Figura 9: Visualização de curvas com EPLas de 28(verde), 29(azul) e 30(rosa) dias de uso.

5.4. Amostra 2 – Teste 2

Tomou-se como base a mesma amostra de EPLas de sujeitos da empresa “B”, realizou-se outro teste, em tempo, com maior pressão sonora.

Abriu-se o teste tomando como padrão uma curva iniciada com aproximadamente 126dB de pressão sonora à freqüência de 20Hz e mantendo estes valores de decibéis aproximados até a freqüência de 2KHz e com redução de pressão até atingir 101dB na freqüência de 20KHz.

A curva do EPLa novo ao receber pressão sonora se manteve entre 93dB e 98dB a uma variação de freqüência entre 20Hz e 100Hz. Oscilou demasiadamente entre 100Hz e 1KHz atingindo picos de 120dB à 140Hz e 110dB à 450Hz e caiu abaixo de 86dB entre 1KHz e 20Khz.

Observou-se nas curvas dos EPLas da amostra com 8, 16, 24 e 30 dias de uso, que as freqüências entre 20Hz e 500Hz mantiveram-se acima do padrão permitido sendo que as freqüências entre 20Hz e 100Hz estiveram constantemente acima de 111dB.

Foi constatado perda de eficácia importante destes EPLas entre freqüências que variaram de 20Hz a aproximadamente 500KHz.

As freqüências entre 1KHz e 20KHz estiveram sempre dentro do permitido pela norma.(Figura 10).



Figura 10: Visualização de curvas com EPIa novo(verde) e EPIas de 8(amarelo), 16(rosa), 24(vermelho) e 30(azul) dias de uso.

Verificou-se na Tabela 2 que o EPIa novo obteve atenuação de 32dB à frequência de 20Hz e 28dB à frequência de 100Hz. Nas frequências de 1KHz e 4KHz a atenuação esteve aproximada respectivamente em 56dB e 51dB.

Observou-se que em frequências de até 100Hz a atenuação sofreu grande perda com o uso diário do equipamento.

Para frequências de 1KHz e 4KHz a atenuação mostrou-se estável e respectivamente sempre à 56dB e 51dB (Tabela 2).

Tabela 2 – Quantificação de atenuação, em decibéis, nas frequências de 20Hz, 100Hz, 1KHz e 4KHz dos EPIas obtidos na amostra 2 (teste 2).

EPIas em Dias	Atenuação em dB x Frequência (Hz)			
	20Hz	100Hz	1KHz	4KHz
Novo	32	28	56	51
8	14	18	59	51
16	14	20	56	51
24	11	17	59	51
30	10	17	57	51

6. Discussão

No primeiro teste da primeira amostra evidenciou-se que o protetor novo reagiu muito bem ao receber a pressão sonora de 101dB a 20 Hz e com picos aproximados de 120dB

em 600Hz e 2KHz. Continuou a portar-se bem ao atingir 90dB no fim da curva que foi determinada em 20KHz.

Ao atingir o oitavo dia de utilização o EPIa não suportou a pressão que estivesse entre 35Hz e 95Hz, sendo que foi ultrapassada a barreira dos 86dB pré-determinada pelo Ministério do Trabalho do Brasil, porém não evidenciou uma característica importante de queda de eficácia, pois atingiu apenas 87dB e 88dB.

Os EPIas com uso de 10, 12 e 14 dias, mantiveram níveis abaixo de 86dB.

Os EPIas de 16 à 27 dias de uso perderam eficácia na faixa de até 100Hz atingindo níveis além das normas de segurança das quais são asseguradas pelo Ministério do Trabalho do Brasil (Brasil, 1998a).

Observou-se, também, que para as freqüências acima de 1Khz os aparelhos de 1 dia de uso até 27 dias de uso mantiveram os patamares do EPIa novo e que a eficácia sofreu uma perda de atenuação conforme os dias de uso se passaram com mais evidencia em freqüências de até 100Hz.

Os EPIas com uso de 28, 29 e 30 dias evidenciaram problemas nas faixas entre 20Hz e 130Hz aproximadamente, onde atingiram índices acima de 86dB.

Faixas de freqüência entre 130Hz e 1KHz, para aparelhos com 28, 29 e 30 dias de uso não perderam eficácia conforme o tempo e uso.

No segundo teste da primeira amostra foi utilizada uma pressão sonora inferior, se comparada à pressão sonora do primeiro teste dessa amostra, com aproximadamente 92dB à freqüência de 20Hz e com um pico de 102dB numa freqüência aproximada de 2KHz até atingir 88dB na freqüência de 20KHz.

O equipamento novo atenuou em 32dB no início do teste à freqüência de 20Hz e portou-se dentro das normas de segurança, abaixo dos 86dB, até terminar todas as freqüências propostas no teste.

O EPIa novo agiu com segurança ao receber a pressão sonora do teste e se manteve à uma variação de freqüências entre 56Hz e 68Hz.

Observou-se nas curvas dos EPIas da amostra com 8, 16, 24 e 30 dias de uso que as freqüências entre 20Hz e 130Hz perderam simultaneamente eficácia, porém não atingiram 86dB.

Iniciou-se o primeiro teste da segunda amostra com um nível de pressão sonora superior ao primeiro teste da primeira amostra e com 107dB à 20 Hz, com picos aproximados de 124dB em 600Hz e 2KHz a curva atingiu 105dB à 20KHz.

O equipamento novo atenuou em 43dB, no início do teste à freqüência de 20Hz, e portou-se dentro das normas de segurança, abaixo dos 86dB, até terminar todas as freqüências propostas no teste.

Foi observado que o EPIa novo iniciou a curva em 64dB, com pico de 74dB à 130Hz, e terminou o ciclo do teste em 58dB, determinando assim uma barreira de som viável.

Nota-se que os EPIas de 2, 4 e 6 dias de uso se mantiveram viáveis para o uso, não atingindo os 86dB que o Ministério da Saúde preconiza.

Os EPIas de 8, 10, 12, 14, 16 e 18 dias de uso perderam eficácia nas faixas de até

100Hz, atingindo níveis além das normas de segurança.

Observou-se, também, que para as freqüências acima de 1Khz todos os aparelhos mantiveram os patamares do EPIa novo e que a eficácia sofreu uma perda de atenuação conforme os dias de uso se passaram com mais evidencia em freqüências de até 100Hz.

Os EPIas com 19, 21, 23, 25, 27, 28, 29 e 30 dias de uso mantiveram pressão sonora acima de 86dB em faixas de freqüência entre 20Hz e 110Hz aproximadamente.

Faixas de freqüência entre 110Hz e 1KHz perderam eficácia conforme o tempo e uso, porém sempre mantiveram resguardados os limites esperados de segurança.

Os EPIas nas faixas entre 1KHz e 20Khz não perderam eficácia alguma para todos os EPIas do teste e comportaram-se como uma curva de EPIa novo.

O segundo teste da segunda amostra teve inicio tomando como padrão uma curva com aproximadamente 125dB de pressão sonora à freqüência de 20Hz e mantendo estes valores de decibéis aproximados até a freqüência de 2KHz e com redução de pressão até atingir 101dB na freqüência de 20KHz.

O equipamento novo atenuou em 32dB, no inicio do teste à freqüência de 20Hz, e não se portou dentro das normas de segurança, abaixo dos 86dB.

O EPIa novo ao receber essas pressões se manteve entre 93dB e 98dB a uma variação de freqüência entre 20Hz e 100Hz. Oscilou demasiadamente entre 100Hz e 1KHz atingindo picos de 120dB e 110dB e caiu abaixo de 86dB entre 1KHz e 20KHz.

Observou-se nas curvas dos EPIas da amostra com 8, 16, 24 e 30 dias de uso, que as freqüências entre 20Hz e 500Hz mantiveram-se acima do padrão permitido, sendo que as freqüências entre 20Hz e 100Hz estiveram constantemente acima de 111dB.

As freqüências entre 1KHz e 20KHz estiveram sempre dentro dos padrões permitidos pela norma.

7. Conclusão

Para pressão sonora variante de 101dB à 20Hz, com picos em 120dB em 600Hz e 2KHz, e 90dB à 20KHz:

- Tempo de utilização com eficácia ideal de até 14 dias em todas as faixas de freqüências audíveis humanas;
- Para EPIas entre 16 e 27 dias de uso há perda de eficácia apenas em faixas de 20Hz até 100Hz;
- Para EPIas entre 18 e 30 dias de uso há perda de eficácia apenas em faixas de 20Hz até 130Hz;

Para pressão sonora variante de 107dB à 20Hz com picos de 124dB em 600Hz e 2KHz, e 105dB à 20KHz:

- Tempo de utilização com eficácia ideal de até 6 dias em todas as faixas de freqüências audíveis humanas;

- Para EPIs entre 8 e 18 dias de uso há perda de eficácia apenas em faixas de 20Hz até 100Hz;
- Para EPIs entre 19 e 30 dias de uso há perda de eficácia apenas em faixas de 20Hz até 110Hz;

Para pressão sonora variante de 92dB à 20Hz com picos de 102dB em 2KHz, e 87dB à 20KHz:

- Há perda de eficácia, porém sem importância para frequências de até 130Hz;
- Os EPIs de 1 dia de uso até 30 dias de uso não sofreram perdas de eficácia suficientes que ultrapassassem 86Db;

Para pressão sonora variante de 126dB de 20Hz até 2KHz, e 101dB à 20KHz:

- Somente frequências acima de 1KHz sempre estiveram dentro de padrões assegurados à audição humana;
- EPIs novos, e usados de 1 dia de uso até 30 dias de uso, estiveram em níveis inaceitáveis de utilização em frequências de até 1KHz.
- Os EPIs não perdem eficácia de atenuação importantes com o uso diário em frequências a partir de 1KHz até 20KHz.

Referências

ALMEIDA, S. I. C. de. et al. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. **Revista Associação Médica Brasileira**, v.46, n. 2, p. 143158, abr./jun. 2000.

ARAUJO, S. A. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. **Revista Medicina Otorrinolaringol**, v. 68, n. 1, p. 4752, maio. 2002.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6023**: Informação e Documentação – Referências Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

BRASIL. **Norma Regulamentadora 15**. Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. In: Segurança e Medicina do Trabalho, v.16, p.12334, São Paulo: Atlas; 1998a.

BRASIL. Ministério Do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho, **Portaria N.º 19**, 1998b.

COSTA, E. A. E.; KITAMURA, S. Patologia do Trabalho Segundo Aparelho ou Sistema: órgãos dos sentidos. In: Mendes, R. (Org.). **Patologia do Trabalho**. Rio de Janeiro; Atheneu,1995.

COUTO, C. M. **Distribuição da pressão sonora do meato acústico externo**. 2000. São Paulo, Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física – Departamento de Física Geral.

FERNANDES, J. C. Conforto Acústico e Comportamento. In: Encontro anual de Etologia. Bauru, 1993. **Anais...** Bauru: UNESP, 1993. p. 7484.

FERNANDES, J. C. Avaliação do reconhecimento da fala em usuários de protetores auditivos. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bauru, 2003, **Anais...** Ouro Preto, MG, p. 153154, 2003.

GERGES, S. N. Y. **Exposição Ocupacional ao Ruído** : Avaliação, Prevenção e Controle, Cap. 5 : Fontes de ruído, OMS, Genebra , 1995 .

SANTOS, Ing Neri dos. Disponível em:

<<http://www.eps.ufsc.br/ergon/disciplinas/EP55225/aula6.htm>> . Acesso em 02/08/2005.

SANTOS, U. P.; et al. **Ruído: Riscos e Prevenção**, 2^o ed. São Paulo: Hucitec, 1996.

SOUZA, N. S. S.; Hipertensão arterial entre trabalhadores de petróleo expostos a ruído. **Cad. Saúde Pública**, v. 17, n. 6, p.1481-1488, nov/dez. 2001.

World Health Organization (WHO), Noise. **Environmental**. health Criteria 12. Geneva, 1980