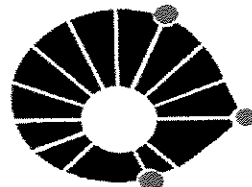


Universidade Estadual de Campinas

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



UNICAMP

**NÍVEIS SONOROS E EXPOSIÇÃO AO RUÍDO EM MALHARIAS.
ESTUDOS DE CASO: REGIÃO DE JACUTINGA, MG.**

Autor: Wagner Bertucci

Campinas - SP- Brasil

Fevereiro - 1999

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

Níveis Sonoros e Exposição ao Ruído em Malharias.

Estudos de Caso: Região de Jacutinga, MG.

Autor : Wagner Bertucci

Orientadora : Dr.a Stelamaris Rolla Bertoli

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

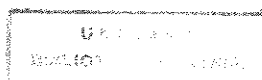
Área de concentração em Saneamento e Ambiente

Atesto que esta é a versão definitiva da dissertação/tese.	
	<u>7/5/99</u>
Prof. Dr.	<u>[assinatura]</u>
Matrícula:	<u>21588-L</u>

Campinas - SP - Brasil

Fevereiro-1999

9916369



UNIDADE	BC
N.º CLASSADA:	21/11/1999
V.	Ex.
T. LARGO BC	38592
PREÇO	229/99
PY	R\$ 11,00
DATA	31/08/99
N.º CPG	

CM-00125822-0

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

B462m Bertucci, Wagner
Níveis sonoros e exposição ao ruído em malharias.
Estudos de caso: Jacutinga, MG.. / Wagner Bertucci.--
Campinas, SP: [s.n.], 1999.

Orientadora: Stelamaris Rolla Bertoli
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.

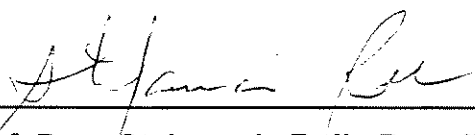
1. Ruído - Medição. 2. Ruído industrial – Estudo de
casos. 3. Máquinas têxteis. 4. Fábricas – Projetos e
construção. 5. Saúde e trabalho. 6. Controle de ruído.
I. Bertoli, Stelamaris Rolla. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

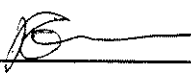
**Níveis Sonoros e Exposição ao Ruído em Malharias.
Estudos de Caso: Região de Jacutinga, MG.**

Autor: Wagner Bertucci

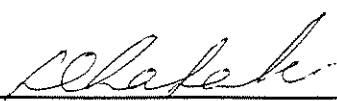
**Dissertação de Mestrado aprovada pela banca examinadora constituída
por:**



Prof. Dr.a. Stelamaris Rolla Bertoli
Presidente e Orientadora - UNICAMP



Prof. Dr.a. Rosana Caram de Assis
USP- São Carlos



Prof. Dr.a. Lucila Chebel Labaki
FEC-UNICAMP

Campinas - SP- Brasil

PENSAMENTO

“O novo paradigma é o anúncio de uma nova cultura, a cultura ambiental, a ser tomada pelo homem, incorporada pela sociedade, vivida como símbolo e como suporte para uma existência com significação”

Gustavo Krause

(Ministro do Meio Ambiente e Amazônia Legal)

DEDICATÓRIA

À minha avó Celestina Ferrari Bertucci, que lá do céu sempre torce pelo meu sucesso e para as tias Luiza e Clélia por sempre estarem ao meu lado me apoiando, ajudando e dando suporte para enfrentar os desafios da vida.

AGRADECIMENTOS

A Stelamaris Rolla Bertoli, muito mais do que minha orientadora, uma amiga e conselheira.

Aos amigos, colegas e pessoas que de alguma forma contribuíram para o êxito deste trabalho. Em especial agradeço aos amigos Santini e Sérgio Soares.

Aos empresários das malharias que permitiram que o trabalho fosse efetuado.

À Associação Comercial e Industrial de Jacutinga (ACIJA).

Agradeço à minha irmã Eliana (Liu) pelas caronas até Jacutinga e aos jantares em Campinas.

Agradeço à Deus que sempre está presente em minha vida.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	i
Lista de Figuras.....	ii
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	iii
Lista de Símbolos e Unidades.....	iv
 Resumo.....	 v
 Abstract.....	 vi
 1 Introdução.....	 1
1.1 Evolução da Indústria Têxtil no Mundo.....	2
1.2 História das Malhas.....	4
1.3 Influência das Malharias no Município e Região.....	5
1.4 A Saúde Ocupacional dos Trabalhadores de Malharia.....	7
 2 Objetivos da Pesquisa.....	 11
 3 Revisão.....	 12
3.1 Onda Sonora.....	13

3.2 Campos Sonoros.....	18
3.3 Equipamentos de Medidas.....	19
3.3.1 Medidores de Nível de Pressão Sonora.....	19
3.3.2 Dosímetro.....	22
3.3.3 Equipamentos Auxiliares.....	23
3.4 Acústica Subjetiva.....	24
3.4.1 Anatomia do Ouvido.....	24
4 Efeitos do Ruído no Homem.....	28
4.1 Perdas Auditivas.....	30
a) Reflexo Aural.....	30
b) Trauma Timpânico.....	31
c) Fadiga Auditiva.....	31
d) Fadiga Perstímulatoria ou de Albrecht.....	32
e) Deslocamento Temporário do Limiar da Audição.....	32
f) Presbiacusia.....	33
g) Socioacusia.....	34
4.2 Perda Permanente da Audição.....	35
5 Controle de Ruído.....	37
6 Metodologia e Medida.....	51
6.1 O Problema.....	51
6.2 Normalização Relativa ao Problema.....	51
6.3 Etapas Metodológicas.....	56

7 Resultados e Análises.....	59
8 Conclusões.....	90
9 Recomendações.....	93
10 Referências Bibliográficas.....	96
Anexo – A.....	100
Anexo – B.....	105
Anexo – C.....	114
Anexo – D.....	119

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Limites Máximos Permitidos de Níveis de Pressão Sonora (Segurança e Medicina do Trabalho, 1992)

TABELA 2 – Resumo dos Dados Levantados em Malharias de Pequeno Porte

TABELA 3 – Resumo dos Dados Levantados em Malharias de Médio Porte

TABELA 4 – Resumo dos Dados Levantados em Malharias de Grande Porte

TABELA 5 – Resumo de Dados Levantados em Malharia Informal com Máquina Manual

TABELA 6 – Nível de Ruído em Máquina COPPO Nova e Usada

TABELA 7 – Nível de Ruído em Máquina COPPO Nova e STOLL

TABELA 8 – Nível de Ruído Equivalente (L_{eq}) e Desvio Padrão para os três tipos de Malharias

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Curvas de Ponderação (Magrab,1975)

FIGURA 2 – Esquema de um Medidor de Nível de Pressão Sonora (Hassall & Zaveri, 1979)

FIGURA 3 – Esquema de Ouvido Humano (Batista,1993)

FIGURA 4 – Perda Auditiva causada por Envelhecimento (Olishiski & Harford, 1975)

FIGURA 5 – Perdas Auditivas de Trabalhadores em função da idade em valores acima de 25 dB (Baughn, 1973)

FIGURA 6 – Limites de exposição de ruído ocupacional (NIOSH, 1991)

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACIJA	-	Associação Comercial e Industrial de Jacutinga
ANSI	-	American National Standards Institute
ASA	-	Americam Standards Association
DTL	-	Deslocamento Temporário do Limiar da Audição
DPIs	-	Dispositivos de Proteção Individuais
EPIs	-	Equipamentos de Proteção Individuais
ISO	-	International Organization for Standardization
NBR	-	Norma Regulamentadora Brasileira
NIOSH	-	National Institute of Occupational Safety and Health
NPS	-	Nível de Pressão Sonora
NR	-	Norma Regulamentadora
OMS	-	Organização Mundial de Saúde
OSHA	-	Occupatinal Safety and Health Administration
PAIR	-	Perda Auditiva Induzida por Ruído
RMS	-	Desvio Médio Quadrado
SOBRAC	-	Sociedade Brasileira de Acústica

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

c	-	velocidade de propagação do som	[m/s]
C_i	-	tempo real de exposição	[h]
D	-	dose de ruído	
f	-	frequência de onda sonora	[Hz]
f_i	-	fração de tempo em função do nível de pressão sonora	
I	-	intensidade sonora	[W/m ²]
L_{eq}	-	nível de pressão sonora equivalente	[dB(A)]
$\log$	-	logarítimo	
L_{pi}	-	i-ésimo nível de pressão sonora	
P^2	-	pressão sonora ao quadrado	[Pa ²]
P_{ref}	-	pressão sonora de referência	[Pa]
q	-	taxa de duplicação de dose	
T_i	-	tempo máximo permissível de exposição ao nível	[h]
Σ	-	somatória	
ρ	-	densidade do ar	[kg/m ³]
λ	-	comprimento de onda	[m]
cm^3	-	centímetro cúbico	
dB	-	decibel em escala linear	
$dB(A)$	-	decibel ponderado pela curva A	
Hz	-	Hertz	
kHz	-	Quilo-Hertz	
m	-	Metro	
m^2	-	Metro Quadrado	
mm	-	Milímetro	
W/m^2	-	Watt por Metro ao Quadrado	

RESUMO

O ruído é um dos principais problemas ocupacionais enfrentado pelos trabalhadores em malharias. A região de Jacutinga é um dos principais pólos de fabricação de malhas no país e existem poucas informações sobre os níveis de ruídos gerados por equipamentos e máquinas de malharias, bem como sobre a dose de exposição de ruído de seus trabalhadores.

Este trabalho apresenta um estudo sobre os níveis de ruído gerados pelos diferentes tipos de máquinas empregados nas malharias. Analisa os diferentes espaços utilizados para a implantação das empresas e sua influência nos níveis de ruído. Levanta os tipos e marcas de máquinas utilizadas nas diferentes atividades de malharia. Investiga as características das máquinas através de seus espectros sonoros.

Também nesse trabalho são apresentados os resultados das doses de exposição de ruído dos trabalhadores nas diferentes atividades dentro das malharias. Os resultados encontrados sugerem cuidados especiais tanto sobre o espectro do ruído ambiente quanto o espectro de exposição. Os valores de níveis e dose de ruído ficaram na faixa de 80 a 85 dB(A), o que justifica a aplicação de plano de ação para o controle de ruído.

ABSTRACT

The noise is one of the main occupancy problems suffered by workers in knitted articles factories. The Jacutinga's region is one of the main points, where knitted articles are produced in Brazil, and there are few informations about noise levels due to knitted equipments and machines and how much the workers are exposed to this noise.

This work presents a study about noise levels, due to many kinds of machines in knitted factories. It analyses different places used to implanting companies, and their influence on noise levels. It lists the types and marks of machines utilized in the different ways of production of knitted articles. It relates the machines attributes by their noise spectrums.

Also in this work, are showed the results of noise exposition dose on workers, in different activities within the knitted factories. Since these results, it should be taken special attention as about local noise spectrum, as about exposition spectrum. The noise levels and dose were among 80 and 85 dB(A), and this suggests the application of an action plan to controlling the noise.

1 - Introdução

Em 1850, começaram em Jacutinga as plantações de café, atraindo grande número de imigrantes, principalmente italianos. No auge do ciclo do café a cidade contava com 32 mil habitantes. Com a crise de 1929 o município passou por uma fase de decadência e grande parte da população deixou a cidade em busca de empregos.

Aproximadamente em 1974, segundo o jornal Folha de Jacutinga (setembro/outubro,1995) iniciou-se a produção de malhas em Jacutinga, que era de caráter artesanal. Rosa Maria Bartolomei foi a primeira pessoa a se registrar na prefeitura com a atividade de malhas. Pouco tempo depois começaram a surgir novas malharias e hoje a cidade conta com cerca de 480 malharias registradas, sendo que 160 delas fazem parte da associação comercial do município. Atualmente a cidade possui 16.128 habitantes, segundo o censo IBGE (1996) e cerca de 95% da população vive em função das malharias. O município representa mais de 20% da produção nacional de malhas de inverno, com um parque industrial em torno de 3 mil máquinas, incluindo-se desde teares até

máquinas de costura. Grande parte dos teares mais modernos são importados da Alemanha, Japão e Itália.

Com o aumento do número de estabelecimentos e da boa aceitação do produto no mercado, há 24 anos surgiu a primeira feira de malhas de Jacutinga, que a cada ano vem crescendo e se popularizando. Em 1996 foi registrada a presença, nos quatros dias de feira, de um número superior a 31.000 pessoas. Segundo João Batista Canela, presidente da Associação Comercial e Industrial de Jacutinga (ACIJA), em declaração ao Correio Popular de Campinas (junho,1995), a 19ª Feira de Malhas e Crochê (Festmalhas) nos seus nove dias de evento obteve um rendimento que girou em torno de 1,6 milhões de dólares, 60% a mais do que no ano anterior. A feira é responsável por 40% do faturamento anual do setor.

1.1 Evolução da Indústria Têxtil no Mundo

De acordo com CABRAL (1997), desde a pré-história o ser humano vem confeccionando a sua roupa. Os utensílios de costura no início eram sovelas e agulhas feitas de osso, espinhas, madeira e mais tarde de bronze. Com a evolução surgiram as primeiras máquinas no início do século XVI, como a “Roca” e o “Fuso” e depois surgiu o “Rouet”.

Thomas Higgis inventou a primeira fiadeira, chamada “Spinning-Jenny”, que possuía seis fusos. Mais tarde ela foi aperfeiçoada por James Hargreaves, porém esta máquina não fazia mais do que uma trama e o fio utilizado era sempre o linho. Devido ao sucesso de sua máquina, Higgis resolveu aperfeiçoar seu invento, criou então a fiadeira contínua, denominada de “Throstle” ou “Water Frame”.

Em 1775, Samuel Compton criou uma máquina chamada de “Mule-Jenny” que era a união das máquinas “Spinning-Jenny” e “Throstle”, porém só em 1795 este equipamento teve aplicação na indústria têxtil.

Em 1804, Joseph Marie Jacquard, um mecânico de teares de Lyon na França, inventou um sistema para comando automático das operações repetitivas e sequenciais, que eram efetuadas manualmente pelos tecelões. O sistema era formado com um conjunto de cartões metálicos perfurados, formando uma fita contínua que avançava, cartão a cartão, sobre uma estação de leitura. Nesta estação um conjunto de agulhas metálicas caía sobre os cartões, a combinação de agulhas que passavam através de uma perfuração juntamente com as que ficavam retidas, por não haver perfurações, constituíam um código binário para execução de uma operação. O código binário continua a existir mesmo com o advento da eletrônica, que reduziu sensivelmente as dimensões dos dispositivos mecânicos.

1.2 História das Malhas

Segundo a Folha de Jacutinga (setembro/outubro,1996) os fios que fazem os agasalhos são de cores diferentes, manchados. Daí a palavra “malha”, que quer dizer mancha, mácula, pinta.

Até pouco tempo o setor de malhas era considerado uma ramificação da indústria têxtil e do vestuário. Durante as últimas décadas, o setor das malhas passou a ocupar um lugar expressivo e hoje é idêntico à tecelagem. O sucesso das malhas se deve às suas características como: elasticidade, porosidade, maciez e beleza. Elas se adequam a maneira de viver mais descontraída dos tempos modernos e devido ao desenvolvimento dos teares, cada vez mais são produzidas malhas trabalhadas, de alta qualidade e beleza.

De acordo com CABRAL (1997), em 1580 o reverendo William Lee desenvolveu o primeiro tear de malhas com agulhas de mola. Em 1775 Crame desenvolve o tear de teia. Para o desenvolvimento dos teares foi muito importante a invenção por parte de Mathew Towsed, em 1849, da agulha de linguete que permitiu ao tear ser mais simples e mais rápido. Com a invenção da máquina de costura em 1830 pelo francês Thimonuir e seu aperfeiçoamento por Isaac Singer em 1851 e com a utilização desta máquina a indústria de malhas sofreu um grande impulso no seu desenvolvimento. Paget em 1961 e William Cotton em

1964 fizeram aperfeiçoamentos importantes nos teares, tornando-os mais eficientes e modernos.

1.3 Influência das Malharias no Município e Região

O grande desenvolvimento das malharias em Jacutinga e cidades da região como Monte Sião, Socorro e Serra Negra fez com que aumentasse o fluxo de pessoas em busca de novas oportunidades de emprego. Jacutinga, em especial, emprega trabalhadores de diversas cidades vizinhas, também de cidades mais distantes e até de outros estados.

As malharias possuem uma peculiaridade: várias pessoas que começaram a trabalhar nesses estabelecimentos como retelinista (operador de máquina de tecer manual ou industrial), hoje são pequenos, médios e até grandes proprietários de malharias. Isso acontecia devido à facilidade de comercialização do produto, a pouca necessidade de escolaridade para implantar o negócio e principalmente ao custo relativamente baixo para se montar uma malharia.

Atualmente, com a estabilização da moeda, o aumento da concorrência, a necessidade de maior qualidade e variedade com custos reduzidos na produção das malhas nota-se que o investimento na implantação tornou-se mais elevado. Alguns anos atrás com cerca de R\$10.000,00 em média

se montava uma malharia moderna, que gerava bons lucros. Hoje em dia vários empresários estão adquirindo máquinas cujo valor por unidade pode chegar até R\$200.000,00. Embora o mercado venha exigindo este tipo de investimento, ainda existem pessoas abrindo malharias dentro dos padrões de 20 anos atrás. Porém, devido à maior concorrência e a evolução das máquinas, abrir uma malharia com equipamento tecnologicamente superado acarreta dificuldades em se estabelecer no mercado, pois seu produto é de menor aceitação e o lucro obtido na venda é reduzido comparando-se às malhas produzidas nas máquinas mais modernas.

Outro fator relevante para instalação e manutenção das malharias em Jacutinga é a facilidade de obtenção da mão de obra, devido a praticidade no manuseio das máquinas e de aprendizado de operação por parte de pessoas não qualificadas. As malharias empregam desde crianças até pessoas idosas. Observa-se em certas famílias que todos trabalham neste ramo, dos filhos até os pais.

Atualmente em Jacutinga não há desemprego e o poder aquisitivo familiar é bom em função de uma boa distribuição de renda. As pessoas possuem um padrão de vida elevado considerando outras regiões do país. Devido à facilidade de emprego mesmo sem possuir um grau de escolaridade elevado, a cidade perde um pouco em educação e cultura. Hoje os jovens mal terminam o

segundo grau e acham desnecessário dar continuidade aos estudos e chegar ao nível superior.

Devido ao crescimento do número de malharias na cidade, foi se tornando necessária a criação de uma associação que fosse um centro de união das empresas de malhas. Criou-se em 2 de agosto de 1992 a ASSOCIAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL DE JACUTINGA (ACIJA), com cerca de 800 malharias associadas, estando presentes as principais indústrias de malhas do município. Esta associação tem o objetivo de prestar assessoria jurídica e apresentar solução para os problemas comuns entre os empresários de malhas, oferecer palestras, divulgar os produtos das malharias na mídia em geral e promover eventos, sendo o principal a feira de malhas que ocorre no início do mês de junho. Na cidade existem muitas malharias que não estão credenciadas (cerca de 900 a 1000 empresas informais), segundo a (ACIJA). Estas são de pequeno porte e são chamadas “fundo de quintal”.

1.4 A Saúde Ocupacional dos Trabalhadores de Malharia

A presença das malharias em Jacutinga e região é um fator de desenvolvimento econômico, mas com seu lado problemático, que envolve a saúde ocupacional do trabalhador. Por exemplo, devido à exposição a níveis de ruídos elevados nas indústrias de malhas, seus trabalhadores podem vir a

apresentar problemas de ordem física e psicológica. A tendência é de cada vez mais aumentar o número de malharias, máquinas e consequentemente aumentar o número de trabalhadores. Em termos ocupacionais os trabalhadores estão sujeitos a vários tipos de problemas: ruído; calor; atividades repetitivas e intoxicação por micro-fibras sintéticas provenientes dos fios utilizados na confecção de malhas, tais fatores são os principais causadores de prejuízo à saúde do trabalhador de malharias.

Outro fator de aparente risco para saúde dos trabalhadores é a falta de preocupação dos proprietários de malharias com a segurança e proteção de seus funcionários. Por exemplo, a questão do nível de ruídos a que os trabalhadores estão expostos, durante o período de trabalho, no interior das malharias. Geralmente o período de trabalho, que é de 8 horas diárias, pode durante os meses de abril a julho chegar a 12 ou até 14 horas diárias, devido ao aquecimento da produção das malhas no inverno. Os níveis de ruído são elevados e os trabalhadores passam todo esse período sem utilizar qualquer proteção para os ouvidos. É comum na cidade encontrar pessoas conversando em voz alta, outras reclamando de irritabilidade, dores de cabeça etc.

Os trabalhadores das malharias são em sua maioria provenientes da zona rural, devido ao crescimento da oferta de emprego na cidade, com salários maiores do que no campo. Este tipo de trabalhador basicamente é de origem

humilde, de baixa escolaridade. Nas malharias, devido a facilidade de manuseio das máquinas, a mão de obra empregada independe de sexo e idade pois pode-se encontrar desde crianças a partir de 14 anos de idade como pessoas de terceira idade, tanto homens como mulheres. Devido ao baixo nível cultural, os trabalhadores ignoram os problemas causados pela exposição aos níveis de ruídos elevados, dificultando a adoção de medidas de controle. Muitos trabalhadores não acreditam que a exposição ao ruído elevado possa causar algum dano.

É fato conhecido que a exposição diária do trabalhador ao ruído elevado pode vir a gerar a redução na capacidade auditiva, alteração no comportamento e vários outros distúrbios. Na questão da audição, o ruído pode tanto causar uma perda temporária como também a perda permanente da audição. A diferença em se ter uma perda temporária, permanente ou nenhum dano, está associada aos níveis e aos tempos máximos de exposição a que o trabalhador pode se sujeitar e também à adoção de medidas de controle do ruído.

Existem trabalhadores que prestam serviços para malharias, tecendo ou vendendo o que produzem em suas residências, utilizando máquinas manuais. Estas máquinas produzem um ruído muito estridente. Segundo informações de pessoas que trabalham com esse tipo de máquina, no final do período diário de trabalho elas só querem ficar isoladas em local tranquilo e

silencioso, devido ao grau de irritação ocasionado. Também para este trabalhador deverão ser tomadas medidas de controle do ruído pois, por se tratarem de máquinas manuais o trabalhador está constantemente exposto ao ruído e a uma distância muito pequena da fonte.

No aspecto ocupacional esta pesquisa está direcionada para os problemas com ruído (exposição, geração e controle) e se propõe fornecer ao empregador e aos empregados sugestões para a melhoria nas condições de trabalho. Os benefícios desse estudo não são somente do empregado mas também do empregador, pois um trabalhador saudável com certeza produz mais e com melhor qualidade.

2 - Objetivos da Pesquisa

O objetivo central deste trabalho é levantar o ruído gerado por máquinas e equipamentos de malharias e quantificar a exposição ao ruído nos trabalhadores dessas atividades. Como grande parte da produção de malhas acontece também em residências, a pesquisa se estenderá aos locais onde haja produção de malhas e nos quais esteja o trabalhador individual com sua máquina manual.

Como objetivos secundários deseja-se obter o diferencial entre os níveis de ruído gerado por máquinas antigas e mais modernas, para avaliar o grau de evolução em relação ao controle de ruído, por parte do fabricante. Um outro objetivo é estudar a influência das dimensões, arranjos de máquinas e tipos de construção nos níveis de ruídos gerados.

Pretende-se também fornecer indicações que possam orientar os empregadores e empregados na adoção de medidas de controle de ruído, contribuindo principalmente no aspecto saúde.

3 - Revisão

São inúmeros os conceitos e grandezas utilizados em Acústica. Para estudar os problemas causados por níveis sonoros nas indústrias de malhas, inicialmente deve-se conhecer a natureza da onda sonora, suas propriedades (frequência, intensidade, deslocamento e velocidade) e seu comportamento num ambiente fechado.

Sendo parte integral de nossas vidas desde o momento em que nascemos, o som pode ser considerado como agradável, porém inúmeras vezes é tratado como algo incômodo. Quando isto ocorre ele é chamado de ruído. Para cada pessoa o conceito do que é ruído ou som pode variar.

Cada pessoa responde de maneira diferente diante do mesmo estímulo sonoro, mas a resposta dependerá da amplitude, frequência e tempo de duração do estímulo.

3.1 Onda Sonora

O som se propaga por qualquer meio material causando flutuações de pressão. A sensação de audição é produzida quando a vibração que chega ao ouvido está na faixa de audibilidade, entre 20 Hz e 20 kHz, GERGES (1992). Nas faixas abaixo de 20 Hz estão as frequências não audíveis pelos seres humanos e conhecidas como infra-som. Para frequências acima de 20 kHz estão os ultrasons, também não percebidos pelo ouvido humano, de acordo com BRUEL & KJAER (1982).

O som, em um campo livre, distante de qualquer obstáculo ou interferência, se propaga em ondas esféricas, uniformes em todas as direções, ocorrendo uma diminuição de sua amplitude com o aumento da distância da fonte. Porém se houver barreiras na trajetória do som, estas podem provocar alterações na sua percepção, modificando a trajetória, reduzindo velocidade e até impedindo transmissão desse som. A eficiência da barreira sobre o som se deve às suas dimensões, mas também depende do comprimento de onda (λ) ou da frequência (f) da onda sonora incidente. A velocidade de propagação do som se relaciona com comprimento de onda e frequência segundo a equação:

$$c = \lambda \cdot f \quad (1)$$

onde c é a velocidade de propagação do som, λ é o comprimento de onda e f é a frequência.

O som é resultado da variação da pressão do meio fazendo as moléculas vibrarem e transmitirem através de colisões umas com as outras a energia sonora. Durante esta transmissão de energia ocorrem compressões e rarefações do meio de propagação denominado de “pressão sonora”, cujo valor sensível e admissível está compreendido entre 2×10^{-5} até 20 Pa. A quantidade de energia que é transmitida por unidade de área e por unidade de tempo é denominada “intensidade sonora” que é expressa por:

$$I = \frac{\text{Energia}}{\Delta t \times \text{Area}}, \text{ Watt / m}^2 \quad (2)$$

Essa grandeza relaciona-se com a pressão sonora P através da equação

$$I = \frac{P^2}{2 \cdot \rho \cdot c}, \text{ Watt / m}^2 \quad (3)$$

Onde ρ é a densidade do ar e c a velocidade de propagação do som

O ouvido humano tem a capacidade de audição ampla na faixa audível percebendo variação de intensidade de 10^{-12} W/m² até 1 W/m². A dificuldade de expressar números de grandezas diversas em uma mesma escala linear, sugere o uso de uma escala logarítmica. Define-se decibel como uma relação logarítmica de grandezas. Quando a grandeza estudada é a pressão, denominamos de nível de pressão sonora (NPS) a relação :

$$NPS = 10 \text{ Log } (P/P_{\text{ref}})^2 \text{ (dB)} \quad (4)$$

onde P_{ref} vale $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$

Sabe-se que o ouvido humano tem respostas diferentes para os níveis de pressão sonora em função da frequência. Segundo as curvas de Fletcher – Munson, ANEXO D, o ouvido atenua os sons de baixa frequência e amplifica os de alta frequência. No sentido de tornar as medidas de NPS próximas das sensações do ouvido humano foram criadas curvas de correção (conhecidas como curvas de ponderação), FIG.1. Quando os valores são ponderados segundo a curva A, os resultados das medidas de níveis de pressão sonora serão medidos em dB (A).

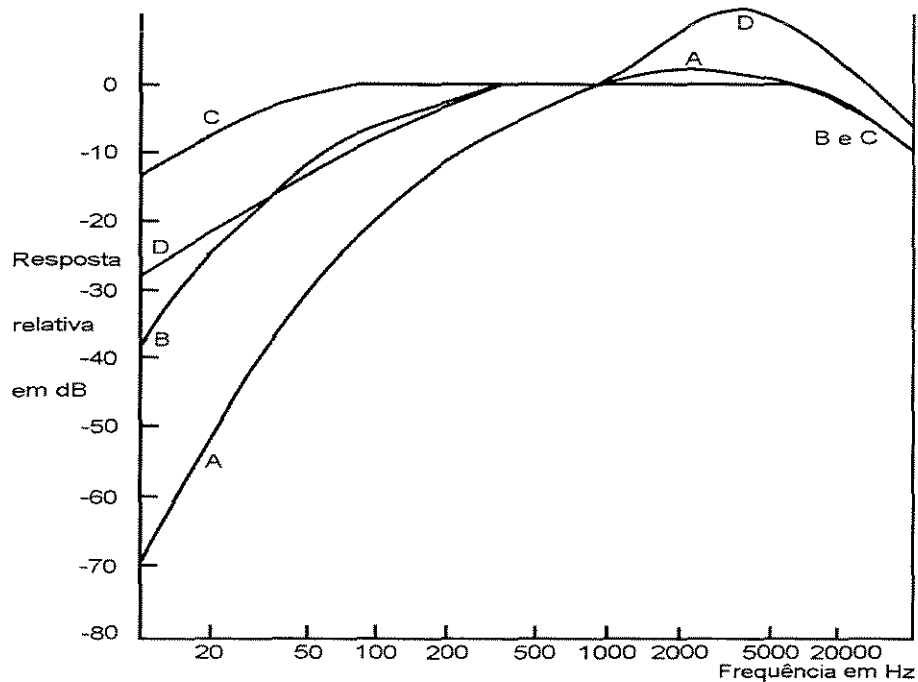


FIGURA 1- Curvas de Ponderação. Fonte: Magrab (1975)

P_{ref} é definido como a pressão sonora mínima percebida pelo ouvido a 1000Hz

Durante um período de tempo, os níveis de ruídos produzidos podem sofrer oscilações de intensidade e frequência. No decorrer de um determinado intervalo de tempo o nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}), representa um valor de nível de pressão sonora constante que equivale a energia sonora total produzido naquele intervalo. Matematicamente o nível equivalente pode ser calculado segundo a equação:

$$L_{eq} = 10 \log \left(\sum (f_i \cdot 10^{L_{pi}/10}) \right) \quad (5)$$

onde f_i corresponde a fração de tempo no nível de pressão sonora L_{pi} .

Segundo GERGES (1992) para impedir a passagem do som, barreiras podem ser colocadas perto da fonte ou do receptor, quando suas dimensões são de 3 a 5 vezes o comprimento de onda do som incidente. Por exemplo, uma barreira com 10 cm de espessura, 15 cm de altura e 15 cm de comprimento é suficiente para isolar uma onda sonora de 10.000 Hz cujo comprimento de onda é 3,4 cm. Nesse caso o desempenho da barreira é eficiente. Já para a frequência de 100 Hz, onde o comprimento de onda é de 3,4 metros, o desempenho da barreira para este som fica menos eficiente e sua aplicabilidade mais difícil. Os sons graves, por serem de baixa frequência (grande comprimento) são os que possuem maior dificuldade para serem bloqueados por barreiras.

Segundo HARRIS (1979), em ambientes abertos o vento pode contribuir para alterar a trajetória do som, provocando redução na velocidade e alteração no sentido das ondas sonoras. Por exemplo, a propagação sonora contrária à direção do vento, pode chegar a criar zonas de sombra acústica. As diferenças de temperatura também influenciam no trajeto e na velocidade do som. Devido ao gradiente existente entre a maior e a menor temperatura (região de menor e maior densidade), a tendência do som é de se propagar buscando a menor temperatura com maior densidade. A velocidade de propagação do som depende do meio em que se encontra e das características físicas do material. Para ambientes fechados essas interferências são desprezíveis.

Ao se efetuar medidas dos níveis de pressão sonora, denominamos de ruído de fundo o som proveniente de outros tipos de fontes sonoras que não a do objeto em estudo. Usualmente o nível do som estudado deve estar no mínimo 10 dB acima do nível de fundo. Quando o nível de ruído de fundo estiver entre 3 e 10 dB abaixo do valor estudado, correções devem ser feitas para cada frequência.

Durante todo tempo o ser humano fica exposto a vários níveis sonoros. A intensidade e a duração desses níveis é que podem gerar efeitos nocivos. Em termos ocupacionais para avaliar um trabalhador exposto a ruído, utiliza-se a dose de ruído. A dose representa uma análise do nível de ruído a que o indivíduo fica exposto em função do tempo de exposição. Geralmente calcula-se

a dose de ruído para o tempo de oito horas, que representa uma jornada diária de trabalho. O cálculo da dose de ruído é feito através da fórmula:

$$D = \sum \frac{C_i}{T_i} \quad (6)$$

onde **C_i** é o tempo real de exposição a um determinado nível e **T_i** é o tempo máximo permissível de exposição a aquele nível, cujos valores padronizados pela NR-15 anexo 1 da portaria 3214 do Ministério do Trabalho.

3.2 Campos Sonoros

A propagação do som em diferentes meios cria campos sonoros diferenciados. Em campo livre o som se propaga livremente sem reflexão, em local fechado a propagação se modifica passando a ocorrer absorção e reflexões. Medidas em campo-livre devem ser feitas sem a presença de qualquer objeto refletor (por exemplo, equipamento ao ar livre, deve estar sobre um mastro ou semelhante). Nesse tipo de campo a medida que se distancia da fonte geradora de ruído o nível de pressão sonora vai reduzindo na ordem de 6 dB cada vez que se dobra a distância em relação a fonte. Para reproduzir as condições de um campo livre em laboratório utiliza-se de uma câmara anecóica. Nesta sala todas as paredes, forro e piso são revestidos de material altamente absorvente, para

evitar a reflexão do som. Desta forma o nível de pressão sonora pode ser medido em qualquer direção a partir da fonte de ruído, sem que ocorra reflexão. Este tipo de sala é utilizado para medir a potência acústica de uma fonte sonora.

O oposto da câmara anecóica é a câmara reverberante, onde todas as superfícies são refletivas, não existem paredes paralelas, criando-se um pretenso campo de difusão, porque a energia sonora é uniformemente distribuída na sala. Nesse tipo de sala consegue-se criar o campo reverberante. As câmaras reverberantes são usadas para medidas de coeficiente de absorção de materiais.

3.3 Equipamentos de Medidas

3.3.1 Medidores de Nível de Pressão Sonora

Para efetuar medidas de ruído utiliza-se em geral o medidor de nível de pressão sonora. Todos os aparelhos de medição de níveis sonoros, independente das suas marcas, possuem um sistema básico para medição esquematizado na FIG.2. O ruído emitido é captado pelo microfone e convertido em um sinal elétrico. Por ser um sinal de baixa intensidade, este passa por um pré-amplificador e se necessário pode passar por um circuito de compensação A, B, C ou D conforme FIG.1. Nos equipamentos podem existir saídas para filtros de frequência de 1/1 oitava, ou de 1/3 de oitava. Após a amplificação adicional, o

sinal terá um nível suficientemente alto para ir até o detetor RMS (root mean square ou valor eficaz) e em seguida ser exibido pelo medidor. O valor lido no medidor é o nível de som em dB ou dB (A); esse sinal está disponível em uma saída, para possibilitar a alimentação de aparelhos tais como gravadores ou medidores de dose de ruído. Em alguns casos podem incluir retificador de pico, para a determinação do valor de pico de sinais impulsivos e também um circuito de retenção (hold circuit), que fixa a máxima deflexão do ponteiro, tanto para valor de pico, como para valor eficaz, medidos com a característica impulsiva.

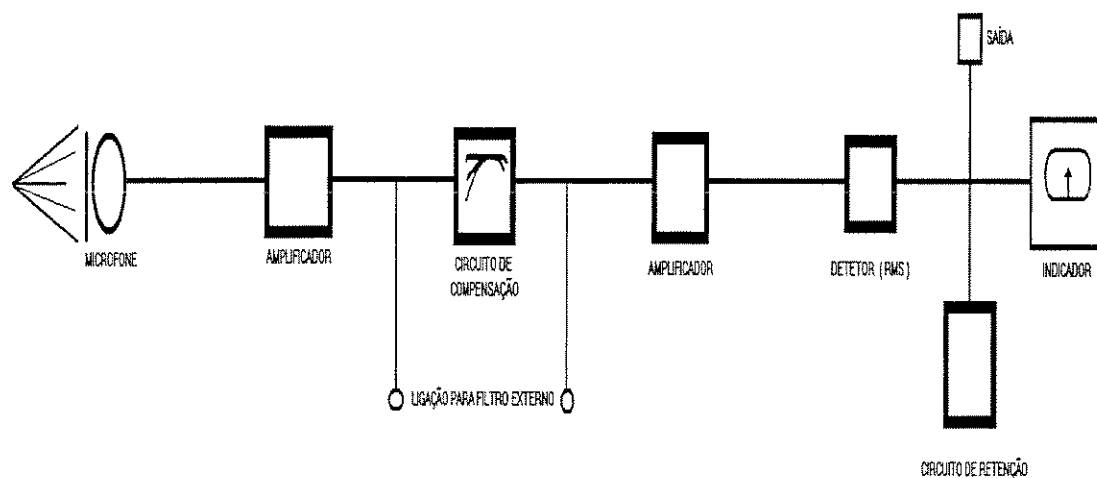


FIGURA 2- Esquema de um Medidor de Nível de Pressão Sonora. Fonte: Bruel & Kjaer (1992).

Existem vários modelos de medidores, desde os mais simples até os sofisticados. Os de melhor tecnologia podem oferecer medidas de valores em dB (A, B, C ou D), dB pico, impulso, espectro etc. Já o simples, fornece

apenas medidas em dB(A). Quanto à precisão, os medidores podem ser classificados segundo norma ANSI S14, 1971 como: classe 1 (de precisão), classe 2 (para uso geral), classe 3 (uso comum) e classe 4 (uso especial).

O microfone é o principal componente do equipamento, por isso na sua escolha alguns fatores devem ser considerados como tamanho e tipo. Isso depende da característica do campo sonoro que será medido, a curva de resposta dinâmica em função da frequência e da diretividade. Os microfones são fabricados em geral nos diâmetros de 1,1/2, 1/4 e 1/8 de polegada. Se o diâmetro do microfone diminui, sua sensibilidade também. Quanto mais larga for a faixa de frequência do microfone, menos diretivo ele será. Dos vários tipos de microfones podemos citar:

- Microfone de incidência aleatória: produzido para responder ao som aleatório, difuso em qualquer direção. Este microfone é melhor quanto mais onidirecional for sua diretividade.
- Microfone de pressão: sua resposta acontece na direção tangencial da membrana, possuindo resposta plana em frequência. Este microfone deve se orientado de 90 graus em relação à direção da onda. Nas medidas de campo.

- Microfone de campo livre: utilizado em medidas externas, (ar livre) sendo sua sensibilidade maior na direção axial (no mesmo sentido do eixo do microfone). Deve ser projetado de forma a compensar o distúrbio que ele gera no campo sonoro.

- Microfone capacitivo: possui ao longo do tempo uma estabilidade e sensibilidade alta, resposta plana em frequência e um ruído elétrico baixo. Quando se fazem medições com precisão este é o microfone utilizado.

- Microfone de eletreto: utilizado para efetuar medições em locais com materiais explosivos. Sua faixa de frequência é normalmente menor do que a do microfone capacitivo.

3.3.2 Dosímetro

O dosímetro é um aparelho que efetua medidas de dose de ruído em função de um tempo determinado. O aparelho dá o resultado do nível equivalente (em dB(A)) durante o tempo de medição. O dosímetro pode ser considerado um medidor de nível de pressão sonora portátil que mede o nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}).

3.3.3 Equipamentos Auxiliares

- Calibradores: aparelhos que emitem um nível de pressão sonora a uma frequência constante. Existem aparelhos que emitem 124 dB de nível sonoro na frequência de 250 Hz ou 94 dB a 1000 Hz. São utilizados em geral antes e depois de uma medição.

- Filtro de Banda de Frequência: este equipamento deixa passar apenas as componentes do ruído ou vibração dentro de uma certa faixa de frequência pré determinada, atenuando as demais. No filtro de banda o sinal é lido apenas na faixa determinada de frequência e que pode ser de 1/1 ou 1/3 de oitava. As bandas de frequências são denominadas pelas frequências centrais e valem para o filtro de 1/1 de oitava: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000Hz e para os de 1/3 de oitava: 16, 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300, 8000 Hz.

Protetor de Vento: acessório geralmente de espuma utilizado quando se faz medidas em campo livre onde pode ocorrer ação de vento com velocidades que possam gerar pressão no microfone e tornar o valor medido impreciso.

3.4 Acústica Subjetiva

Apesar do estudo da anatomia do ouvido ser matéria para medicina, conhecer um pouco sobre o processo da audição, quais as partes integrantes do ouvido e o funcionamento de cada uma é importante para se compreender melhor os problemas que o ruído elevado pode gerar. O ouvido humano possui na sua parte interna o tamanho aproximado de uma azeitona, é um equipamento muito eficiente no seu funcionamento. Mesmo com toda tecnologia ainda não se reproduziu um equipamento com as mesmas características e dimensões do ouvido.

3.4.1 Anatomia do Ouvido

O ouvido é considerado uma estrutura mecânica intrincada e delicada e para facilitar seu estudo foi dividido em três partes: ouvido externo, médio e interno.

Ouvido externo é formado pela orelha e o conduto auditivo externo que termina no tímpano ou membrana timpânica. As paredes do conduto auditivo são formadas por ossos e cartilagens, cuja parte óssea possui cerca de 16 mm e a cartilagem 8 mm, sendo que o canal geralmente possui um comprimento de 25 mm, diâmetro 7 mm e volume 1 cm³. A membrana timpânica é oblíqua, com forma

semelhante à de um cone cuja base é ovalada, possuindo 10 mm no diâmetro maior e 9 mm no menor e sua membrana é cerca de 0,05 mm de espessura e superfície média de 85 mm², BEKESY (1947). O tímpano possui superfície côncava sendo o ponto da máxima concavidade denominado umbus e coincide com a posição inferior do braço do martelo. O tímpano é sustentado na sua periferia inferior por um anel de grande compliância, que permite ao mesmo oscilar como uma unidade em torno de um eixo praticamente tangencial ao seu anel superior, BEKESY (1941). A exceção situa-se em uma posição da margem superior denominada “pars plácida” . Aparentemente, é um fator de alta importância na impedância do tímpano às baixas frequências, METZ (1946).

O ouvido médio possui os ossículos martelo, bigorna e estribo que estão alojados dentro de uma cavidade de ar com cerca de 1,5 cm³ formada depois do tímpano. A função do ouvido médio é acoplar mecanicamente o tímpano ao caracol.

O ouvido interno ou labirinto é composto pelo nervo auditivo, janela oval, condutores semicirculares, endolinfa, órgão de Corti (cóclea) e caracol. Os condutores semicirculares não estão ligados diretamente com a audição mas sim ao campo gravitacional. Sua finalidade é de nos proporcionar equilíbrio. O caracol se parece com um caramujo de jardim com cerca de 5 mm da base ao ápice, possuindo sua parte mais larga aproximadamente 9 mm. O caracol consiste em

um canal duplo enrolado por 2 e $\frac{3}{4}$ voltas em torno de um eixo ósseo, convenientemente entalhado para servir de sustentação aos nervos que saem do caracol. O órgão de Corti (cóclea) localizado no interior do caracol é um conjunto de nervos que se iniciam com filamentos, cerca de 3.800, com diâmetros da ordem de 32 micra, que se unem para formar o nervo auditivo, que leva os impulsos elétricos para o cérebro NEPOMUCENO (1968). A FIG.3 mostra um esquema do ouvido humano, sua divisão e o formato de todas partes que o compõe.

DIAGRAMA DO OUVIDO

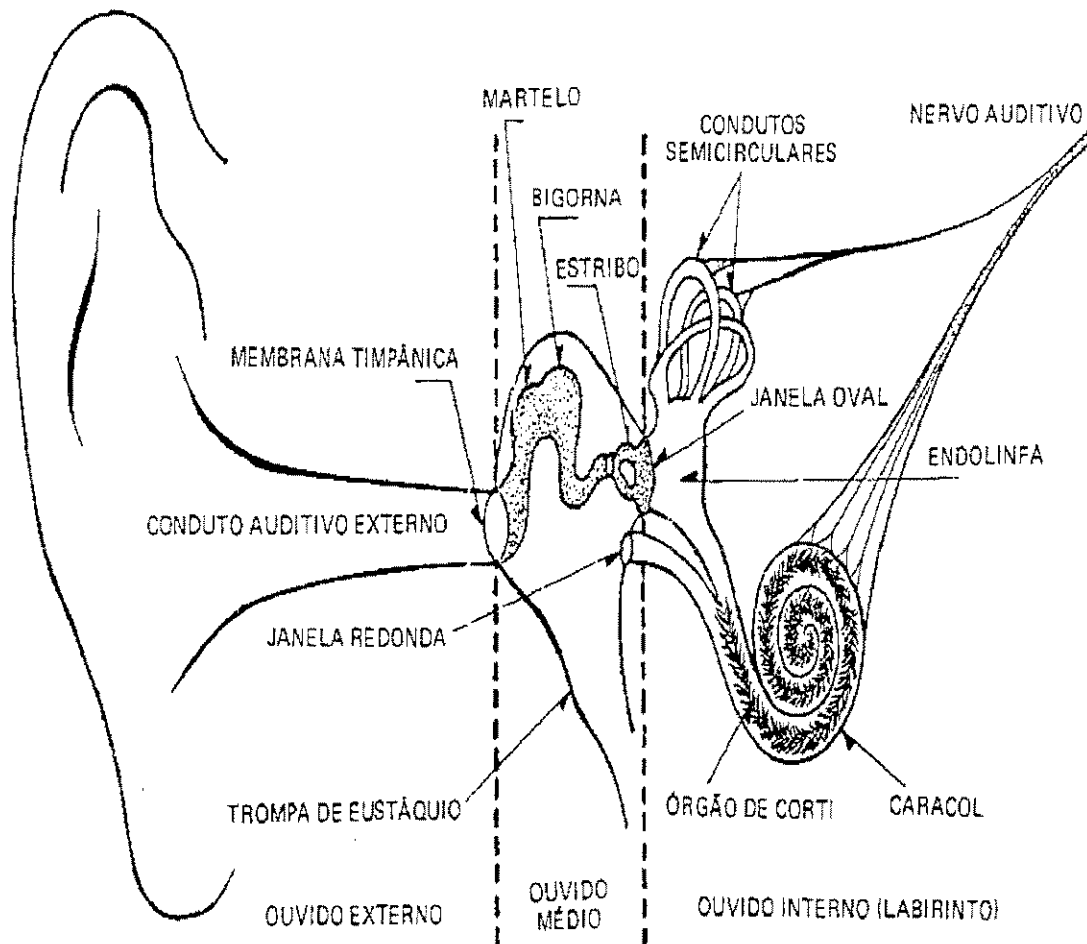


FIGURA 3- Esquema do Ouvido Humano Fonte: Batista (1993).

4 - Efeitos do Ruído no Homem

Mesmo antes do nascimento o ser humano está exposto aos sons produzidos em nosso planeta. Segundo a BATISTA (1993) nos últimos três meses de gravidez o feto está sujeito a ruídos externos, principalmente os de frequência abaixo de 500 Hz. Recomenda-se durante a gravidez, não expor a mulher grávida a ruídos superiores a 80 dB. Estudos realizados nos últimos anos sobre os efeitos do ruído no sono e na saúde em geral, determinaram, que as pessoas expostas a níveis superiores aos 65 dB(A) iniciam um processo de estresse degradativo do organismo ocorrendo um desequilíbrio bioquímico, onde aumenta a possibilidade de infarto, derrame cerebral, ocorrência de osteoporose e infecções. É possível que a um nível de 80 dB(A) sejam liberadas pelo organismo morfina biológica no corpo, gerando sensação de prazer e completando o quadro de dependência. Ao se chegar a 100 dB(A) pode ocorrer a perda imediata da audição. A vida quotidiana nos deixa expostos a vários tipos de ruídos que variam em frequência, intensidade e tempo de duração. Dependendo da intensidade e tempo de exposição o sistema auditivo dos seres humanos sofre influências que

podem gerar alguns incômodos, danos ou até perda da audição, CROCKER & KESSLER (1982).

Além das perdas auditivas, o ruído excessivo pode causar outros efeitos no homem. Alguns efeitos já são conhecidos como aumento da pulsação e estreitamento dos vasos sanguíneos. Ao decorrer um longo tempo de exposição ao ruído elevado, este pode causar uma sobrecarga no coração, gerando tensões musculares e alterações nas secreções hormonais, ocasionando mudanças no comportamento do ser humano como o nervosismo, fadiga mental e prejuízo no desempenho no trabalho BURNS (1973). Existem também outros efeitos que o ruído causa ao organismo humano tais como, dilatação da pupila, aumento da produção de hormônios da tireóide, aumento da produção de adrenalina e corticotrofina, aumento no ritmo do batimento cardíaco, contração do estômago e abdômen, reação muscular, contração dos vasos sanguíneos, MILLER (1971).

Problemas relativos à audição podem ser de natureza orgânica ou social. As orgânicas são em função da idade ou mesmo proveniente de doenças ou má formação do aparelho auditivo, KRYSTER (1970). As de natureza social são devido a atividades de trabalho ou a vida em cidade grande onde o ruído atinge níveis mais elevados. A vivência nesses meios pode gerar alguns problemas de audição, temporários ou permanentes, dependendo do grau de lesão causado ao ouvido, LEWIS & BELL (1994).

4.1 Perdas Auditivas

As perdas da audição possuem inúmeros agentes causadores, podendo ter sua origem interna como deficiência genética e patologias. As provenientes do meio externo podem ser devido a lesões ao aparelho auditivo por acidentes ou em função do excesso de exposição a níveis de ruído, onde o tempo de exposição e a intensidade do ruído podem determinar desde uma lesão reversível até uma permanente.

A seguir discutiremos alguns conceitos relacionado a perdas auditivas.

a) Reflexo Aural

O único mecanismo de defesa do ouvido se encontra no ouvido médio e é formado por dois músculos, um se liga ao martelo e faz esticar a membrana do tímpano, e o segundo movimenta o estribo regulando a pressão das linfas internas entre o vestíbulo e o caracol.

Os músculos do martelo e estribo são regulados simpaticamente, o que se denomina reflexo aural e pode vir a ser estimulado da seguinte forma: a aparição consciente de um som intenso, a eventual exposição à luz e outros estímulos. Na exposição súbita a um som intenso, a ocorrência do reflexo aural

leva de 35 a 150 milésimo de segundos, considerando a intensidade do som. Se a exposição for contínua a recuperação pode chegar a até 15 minutos.

b) Trauma Timpânico

Esse trauma pode ter origem física (externa) ou orgânica (interna), tanto uma como a outra podem ser geradas por acidente de trabalho. Ocorre a ruptura orgânica do tímpano devido a um reflexo aural forte, que pode ser agravado por anomalias patológicas que debilitem o tímpano. Estas anomalias podem ser provenientes de malformações genéticas ou enfraquecimentos ocorridos por problemas de alcoolismo e outras toxicomanias

c) Fadiga Auditiva

Efetuando a constante alternância dos músculos do ouvido médio, isto causa um cansaço que vem a gerar uma fadiga auditiva. Nesse caso os músculos se contraem, fazendo com que a recuperação da reflexão aural se torne mais lenta, até que não mais exista. Esse fato faz com que para sons de baixa frequência a audição se torne mais débil.

d) Fadiga Perstímulatoria ou de Albrecht

Esta fadiga consiste na constante diminuição da audibilidade em função de um som contínuo. A redução na audição não é uniforme para todas as frequências. A rapidez com que se gera a fadiga se deve a exposição a um ruído constante por um certo tempo, esta exposição pode vir a indicar problemas no processo de audição, isto é, apresenta-se com uma maior facilidade em pessoas que já tenham um certo grau de lesão auditiva.

e) Deslocamento Temporário do Limiar de Audição

O deslocamento temporário do limiar de audição (D.T.L) ocorre quando se observa uma diminuição na sensibilidade da audição em função de sons intensos. Em relação à propagação acústica o som apresenta duas fases, sendo uma transitória e a outra estacionária. Essa produção sonora causa quatro componentes de D.T.L sendo duas prematuras devido ao estado transitório e as outras duas tardias e causadas pelo estado estacionário.

Quanto maior for o tempo de exposição ao ruído, o período de recuperação também será maior, GROENWOLD (1995). Por exemplo, um trabalhador exposto a 90 dB (A) de nível de pressão sonora durante 8 horas, para que ocorra recuperação total das perdas auditivas temporais, necessita de 16

horas. A partir desse tempo o trabalhador pode ser exposto novamente a este nível de ruído, porém a constância de exposição agrava a situação.

f) Presbiacusia

No decorrer dos anos o corpo humano vai sofrendo alterações, processo de calcificação e perda da elasticidade das fibras no ouvido. Quando isto ocorre com as membranas do ouvido interno, considerando mais a membrana basilar, observa-se uma alteração na audibilidade e sensibilidade em caráter permanente. Esta ocorrência é denominada de presbiacusia, ela se inicia como perda da sensibilidade em relação as altas frequências e com a evolução pode chegar também a atingir as baixas frequências. Nesta fase o ser humano perde a clareza da linguagem oral, GROENWOLD (1995). Este problema pode ser antecipado quando se fica exposto a altos níveis de pressão sonora, fazendo com que a presbiacusia se manifeste precocemente. Na FIG.4 está representada a perda da audição em função da idade para algumas frequências, tendo como padrão de referência para as perdas auditivas as normas ASA-51 e ANSI- 69.

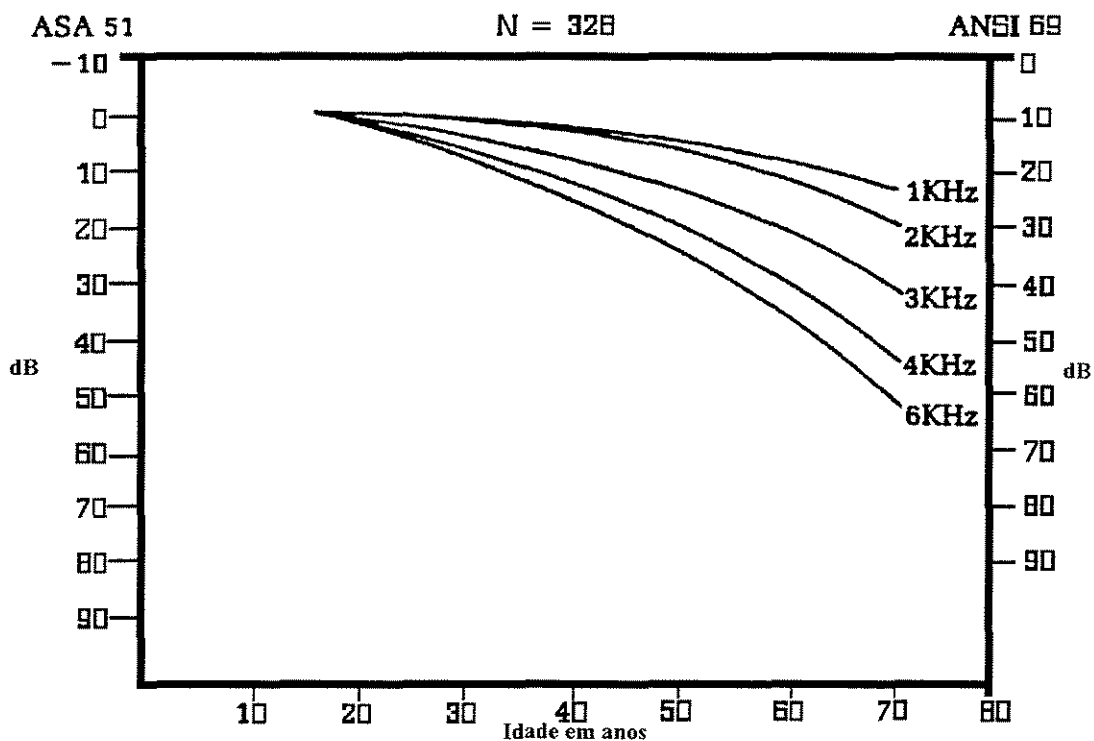


FIGURA 4- Perda auditiva causada por envelhecimento. Fonte: Olishifski & Harford (1975).

g) **Socioacusia**

Nas grandes cidades onde os níveis de ruídos são intensos e diários, pode ocorrer alteração permanente na sensibilidade auditiva dos humanos expostos a isso. Esta lesão, por ser restrita a certas comunidades, recebe o nome de sociacusia. Esta afecção geralmente não é tão grave, pois ocorrem pequenas variações no limiar da audição. Porém em alguns casos específicos, pessoas que trabalham em locais onde estão mais expostos ao ruído urbano, como por

exemplo um guarda de trânsito, os processos presbiacústicos podem ser acelerados.

4.2 Perda Permanente da Audição

É o deslocamento permanente do limiar da audição, total ou parcial podendo ter sua origem genética, patológica ou acidental. A perda auditiva induzida por ruído (P.A.I.R.) gera uma alteração dos limiares auditivos do tipo neurossensorial, proveniente da exposição sistemática ao ruído. Possui a característica de irreversibilidade e progressão em função do tempo de exposição. O diagnóstico da perda da audição por exposição ao ruído pode ser feito analisando o ambiente de trabalho, a exposição ocupacional ou social ao ruído, associado à presença de perda auditiva detectada pela audiometria tonal. Na vida social das cidades modernas a perda auditiva devido à exposição ao ruído está aumentando cada vez mais tendo como algumas causas as discotecas e o uso de rádios com fone de ouvido (walk-man) que submetem as estruturas auditivas a traumas intensos prolongados e muitas vezes irreversíveis. A FIG.5 representa a porcentagem de pessoas expostas a um determinado nível sonoro em dB (A), em função dos anos de exposição por período de 8 horas diárias que possuem uma perda de audição acima de 25 dB. Os dados da FIG.5 consideram que até os dezoitos anos não ocorre perdas consideráveis, sendo então necessário ao se

efetuar a leitura do tempo de exposição em anos a partir da figura subtrair dezoito anos.

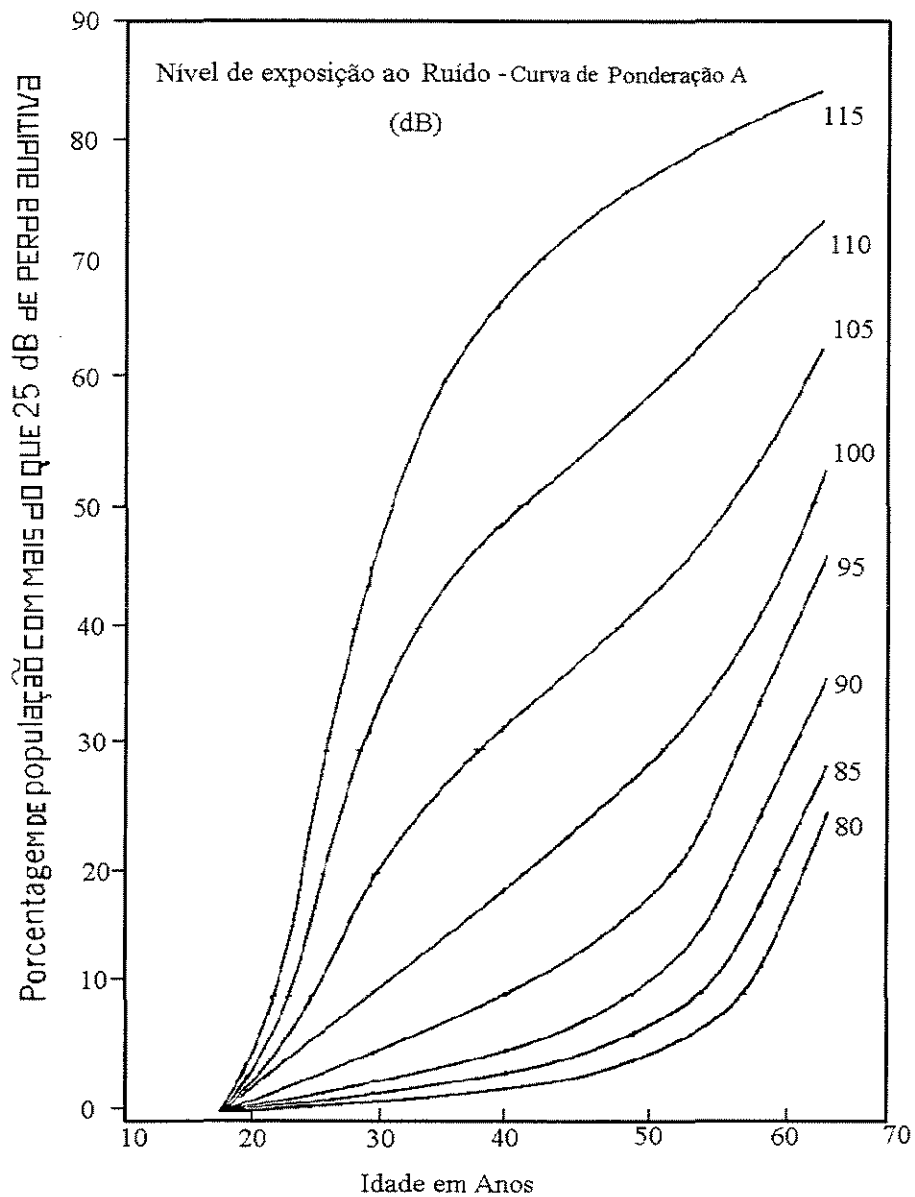


FIGURA 5- Perdas auditivas de trabalhadores em função dos anos em valores acima de 25 dB.adaptado de: Baughn,w.l (1973)

5 - Controle de Ruído

Controle de ruído é uma medida de prevenção contra os danos que podem ser causados por uma fonte ruidosa. Controle não significa suprimir a causa, porém significa manipular o efeito. Para que haja a percepção do ruído ele deve ocorrer em três etapas:



Na falta de qualquer um destes elementos não ocorrerá sua percepção. O ruído dentro de uma empresa causa desconforto aos trabalhadores, gerando distúrbios psicológicos e posteriormente fisiológicos. O devido controle dos níveis de ruído na empresa vai gerar entre os trabalhadores sensações de satisfação, conforto, equilíbrio emocional e segurança no que se faz. A questão do ruído na indústria pode ser tratada por um programa de conservação auditiva que se divide em três partes:

1. Identificação do problema e análise do espectro de ruído das fontes.
2. Testes audiométricos periódicos antes e durante a ocupação do cargo.

3. Seleção e implantação do mais viável programa de Engenharia e Administração de controle para eliminar ou reduzir a exposição ao ruído.

Na adoção da terceira fase do programa de conservação auditiva o controle deve ser iniciado procurando resolver com eficiência o ruído gerado na fonte. Ao se efetuar o controle de ruído, sendo ele um ruído industrial, a fonte geradora é um elemento fixo que produz ruído por vibração interna e que se comunica ao exterior por radiação ao ar ou por propagação indireta a todos os elementos que a rodeiam. Deve-se identificar a forma pela qual se gera o ruído e as partes da fonte causadoras desse ruído. É importante estudar as características da fonte de ruído para conhecer a natureza do controle. Seria mais prático trocar a máquina ruidosa por outra de menor ruído, mas o problema de vários países inclusive o Brasil, é que grande parte do maquinário é importado e possui um custo elevado.

As causas de ruído na fonte podem ter origens mecânicas, pneumáticas, hidráulicas e são as mais comuns. As causas mecânicas podem ser de dois tipos: impacto e fricção. Toda peça que se move em uma máquina pode causar ruído e levar outras peças a vibrar. A causa é uma transformação de energia potencial em acústica.

O ruído devido ao impacto é uma aplicação de uma força brusca sobre uma peça causando nesta um esforço de deformação. Em uma máquina pode ocorrer impacto voluntário e quando isto ocorre, deve-se tentar para efeito de ruído, controlar o impacto tanto nas peças de contato como nos elementos que o causam.

Quando ocorre um impacto involuntário primeiro deve-se identificar qual é sua origem, sendo muitas vezes um problema de folgas muito grandes ou peças desgastadas. A utilização de lubrificantes tende a eliminar, parcial ou totalmente, a força de fricção entre as peças. A lubrificação faz com que entre duas peças se forme uma película protetora evitando ou reduzindo a ação de uma sobre a outra. Isso surte efeitos consideráveis na questão ruído, pois muitas vezes a causa de ruído nos equipamentos pode ter origem na má lubrificação.

A frequência do ruído se deve à velocidade relativa das peças. Máquinas de alta velocidade em suas engrenagens produzirão ruídos de alta frequência e espectro de banda larga. No entanto, é possível que, em função das transmissões indiretas dos impactos, possam ser produzidos ruídos de frequências baixas em banda estreita.

O ruído devido a causas pneumáticas pode ocorrer devido às turbulências quando uma coluna de ar corre dentro de um duto. Estas são, em

geral, produzidas por características físicas do duto como: rugosidade e forma da seção. Outro fator é a variação de direção do duto: ao se efetuar uma mudança brusca de direção (forma curva ou ângulo) pode-se gerar ruído.

A produção de ruído devido a causas hidráulicas deve-se à formação de colunas de líquidos vibrantes. Os líquidos não comprimidos e as colunas trabalham como um todo e qualquer variação do movimento interno de suas partículas obedece a uma perturbação dos extremos dos líquidos.

As colunas de água, quando se movem em regime turbulento, trazem consigo grande quantidade de bolhas de ar, fenômeno chamado de cavitação. A posição relativa das bolhas de ar e a cavitação em relação aos dutos são as causas principais de barulho hidráulico. Efetuar um controle do ruído na fonte é difícil, quando as causas são hidráulicas. O controle consiste essencialmente na observância do regime de escoamento (evitar regimes turbulentos) e na devida canalização do sistema de bolhas ao exterior.

O controle na fonte do ruído pode ocorrer em várias etapas, iniciando-se antes da aquisição da máquina. Compete ao fabricante durante a elaboração do projeto do equipamento considerar o ruído que poderá produzir e então tentar evitá-lo ou reduzi-lo. Quando a máquina está em operação o

fabricante deve fornecer informações sobre a melhor forma de utilização e por consequência o usuário deve seguir corretamente as instruções.

A medida mais drástica seria a de trocar os equipamentos, mas esta medida é a prova de que não houve um planejamento na escolha do maquinário ou de que as características do equipamento não foram consideradas. Para se tomar uma medida de troca das máquinas deve-se avaliar alguns fatores como obter informações suficientes sobre o processo, as máquinas e a adequação do equipamento ao processo.

Em termos gerais as principais fontes geradoras de ruídos são placas e barras cuja interação produz ruído ao vibrarem, transmitindo-se para o meio. Estas vibrações podem ser: naturais, isto é, quando ocorrer uma excitação o elemento gerador vibra por si mesmo de acordo com suas características geométricas em modos normais de vibração. Nesse caso a força de excitação é a causa da vibração. Quando as vibrações são forçadas, a excitação sobre o elemento é mantida fazendo com que o mesmo venha a repercutir, emitindo maior energia de vibração.

Uma máquina quando inicia o seu funcionamento terá um período de bom trabalho sem apresentar problemas, mas com o decorrer do tempo a máquina começa a se desgastar até que a sua vida útil se encerra, devendo ser

trocada. Para se determinar qual é a vida útil, o equipamento tem que passar por avaliação técnica, levando-se em conta a questão financeira. Diz-se que uma máquina pode ser trocada quando o custo dos reparos se mostra superior ao valor real do equipamento no momento. Se esta máquina é operada e/ou utilizada de forma incorreta e a manutenção também não for adequada, isto faz com que a vida útil se reduza. O ruído em função disso também se eleva.

Uma forma de se controlar o ruído em um setor produtivo é efetuar o controle de processos onde se manipula o produto que produz ruído. Este princípio é baseado em controlar a exposição direta do operador e não na emissão do ruído. Existem duas formas de controle, sendo a primeira substituição do processo e a segunda efetuar a modificação do processo.

O isolamento acústico do equipamento ruidoso é também uma forma de controle e consiste em colocar um elemento físico que separe a fonte do meio, eliminando ou reduzindo seu nível de emissão. Mas sua eficiência depende do conhecimento da frequência do ruído gerado, pois certos materiais isolam o ruído em uma faixa de frequência enquanto em outra permitem a passagem. Segundo SLAMA & KORTCHMAR (1996), em diversos projetos de tratamento acústico para isolamento de tetos e paredes das indústrias, o uso de revestimentos acústicos não apresenta a eficiência desejada devido às

metodologias normalmente utilizadas para definir os tipos mais adequados de materiais absorventes.

O ruído gerado na fonte necessita de um meio para se propagar. Quando se efetuou todas as medidas para controlar o ruído na fonte e não se chegou a um valor aceitável, parte-se para outras medidas tais como controlar a propagação do ruído no meio. Algumas maneiras de se tentar suprimir o ruído no meio são colocar barreiras acústicas, com objetivo de desviar a trajetória, ou também absorver o ruído gerado pela fonte. Pode-se atenuar o nível de ruído sonoro no interior de uma indústria diminuindo-se a quantidade de som refletido e consequentemente reduzindo o tempo de reverberação. A utilização de placas absorventes penduradas no teto em locais que estejam na trajetória do ruído, faz com que a parcela de ruído incidente sobre o teto seja desviada e outra absorvida pelas placas. Outra forma é tentar fazer uma alteração na distância entre a fonte e o receptor ou colocar o equipamento mais ruidoso em um setor mais isolado. O “lay-out” de uma fábrica é importante pois o posicionamento errado dos equipamentos aliado à má escolha dos materiais de construção podem ser coadjuvantes para um aumento no ruído. A FIG.6 representa uma recomendação da NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH) para os valores máximos de níveis de pressão sonora para instalações industriais existentes e valores máximos para novas instalações, quando se efetua

troca de equipamentos antigos por mais modernos em função do tempo de exposição.

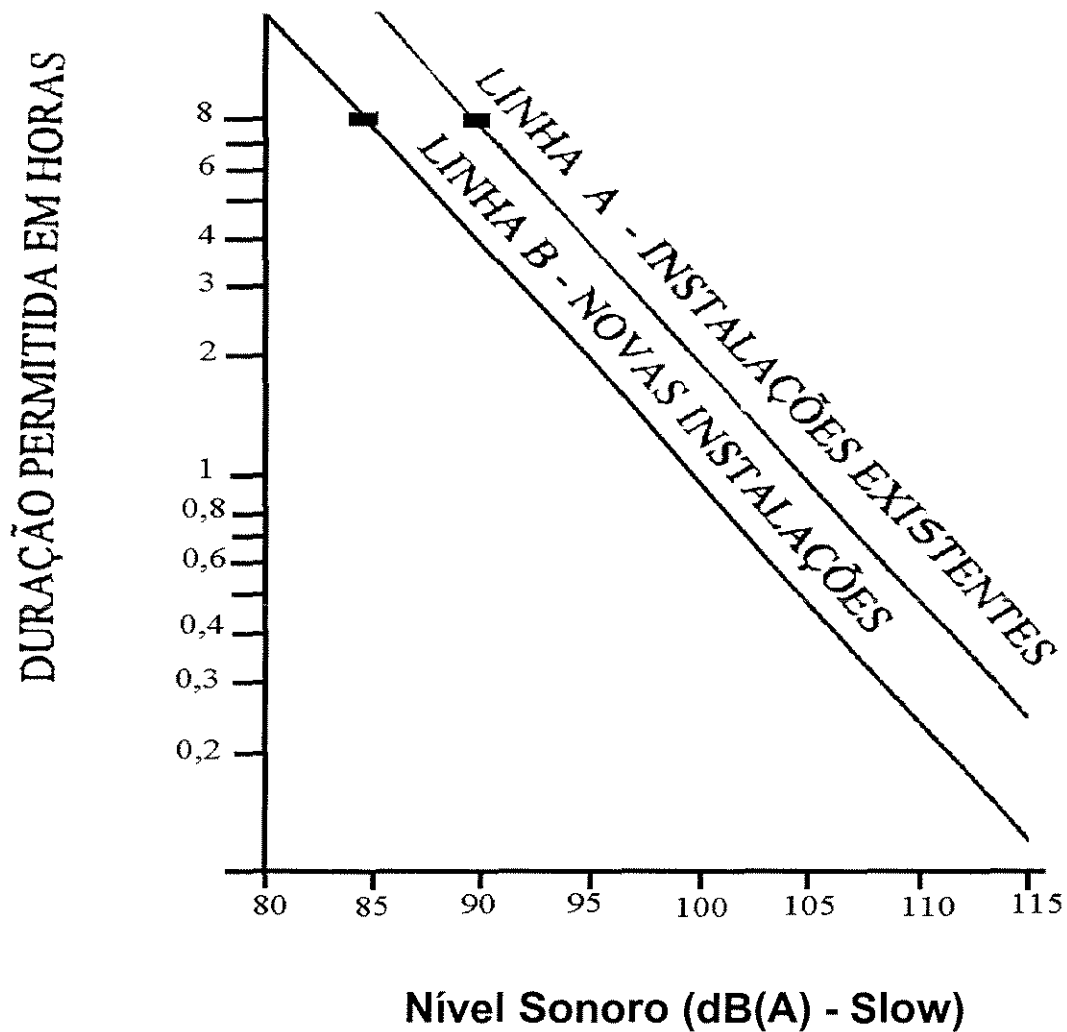


FIGURA 6-Limites de exposição de ruído ocupacional. Fonte: NIOSH (1991).

O enclausuramento tem sido uma solução para o controle do som na trajetória, mas depende de estudo caso a caso.

Quando nenhuma alternativa de controle de ruído for possível ou satisfatória, então deve-se pensar em efetuar um controle no indivíduo que opera o equipamento. Este tipo de controle visa praticamente fazer com que o ouvido humano não seja danificado.

O controle do ruído no indivíduo é o mais fácil de ser aplicado, de menor custo e facilidade de implantação, mas deve ser considerado somente em último caso, pois na verdade esta é uma medida que não soluciona o problema do ruído, apenas mascara.

Esse controle consiste em fornecer ao trabalhador os equipamentos individuais de proteção, conhecidos como protetor auditivo. Os protetores auditivos podem ser de 2 tipos: inserção, concha.

O protetor auditivo do tipo inserção pode ser descartável ou não, pré-moldado ou moldável, fibroso ou de pasta. Os protetores fibrosos são, em geral de fibras de vidro ou sintéticas, conformados em placas de 0,5 cm de espessura. Os de pasta podem ser de poliéster. Normalmente estes protetores são moldáveis e vêm em doses que devem ser ajustadas na palma da mão. Os protetores não descartáveis geralmente são confeccionados em borracha e são chamados de tampões. Podem ser de coluna central ou em forma de guarda chuva. Os protetores devem ser adequados a cada pessoa, ajustando o protetor

ao diâmetro do conduto auditivo externo e a longitude do primeiro trato desse conduto. Os protetores de borracha com o passar do tempo perdem suas propriedades elásticas, então devem ser trocados com frequência.

O protetor tipo concha consta de duas conchas de forma elíptica ligadas por uma haste. A parte inferior da concha é composta de material absorvente, que impede ressonâncias e reverberações indesejáveis. Suas bordas possuem um acolchoamento chamado de almofada, que permite cobrir totalmente o ouvido. Estudos demonstraram que quanto maior o volume de ar dentro da concha, melhor será a redução de ruído, principalmente nas baixas frequências.

A atenuação dos protetores é fornecida pelos fabricantes relacionando numa curva as frequências de 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 e 8000 Hz a atenuação de seus produtos em função de um nível sonoro determinado. A escolha de atenuação deve ser feita pelo usuário levando em conta a relação entre os níveis de ruído existentes e o valor que se deseja atingir, GERGES (1992) apresenta um exemplo de cálculo para a escolha correta.

A utilização dos protetores auditivos surte bons resultados sobre a segurança e a saúde do trabalhador, porém muitas vezes só isto não é motivo suficiente para que o trabalhador utilize os protetores. Segundo BERGER (1992) outras medidas devem ser tomadas para que os funcionários utilizem os

Dispositivos de Proteção Auditiva (DPAs) como: educação, treinamento, motivação de uso, conforto e eficácia dos DPAs. Se mesmo com essas medidas o trabalhador se recusa a utilizar os protetores auditivos, medidas mais severas de ordem disciplinar devem ser tomadas como: advertência verbal, advertência escrita, suspensão do funcionário e revisão do contrato de trabalho. Este é um procedimento que se deve tomar dentro de uma indústria.

Nos programas de conservação auditiva a proteção do trabalhador deve acontecer já na sua admissão, ao efetuar uma avaliação, incluindo antecedentes patológicos. No campo audiológico deve conter um exame timpânico e do ouvido externo do indivíduo, traumas anteriores, audiometria por via aérea com tons puros, audiometria por via óssea com tons puros, audiometria por via aérea com mascaramento contralateral com barulho e antecedentes otopatológicos (Síndrome de Konigsmark, de Menière). Um controle médico dos funcionários de uma empresa para prevenir danos auditivos deve começar com um exame médico na admissão ao trabalho, efetuar exames periódicos, a cada 3 ou 6 meses e por fim um exame médico no trabalhador quando for dispensado ou sair da empresa, para que esta seja isenta de qualquer problema relativo ao trabalhador

Durante a vida do trabalhador na empresa deve-se efetuar exames periódicos visando determinar se os protetores auditivos são adequados e se o

trabalhador está sensibilizado para o posto atribuído. O exame final para demissão visa identificar as responsabilidades ocupacionais, com fins legais. Um programa de controle de ruído, pode não garantir completamente a saúde dos funcionários, mas cria dentro da empresa um ambiente saudável, com respeito ao trabalhador e estas condições refletem na qualidade e na produção da empresa. Um trabalhador em um ambiente saudável produz mais e melhor.

A forma de uso do protetor e a avaliação de seu desempenho vem sendo bastante discutida. No estado de São Paulo a norma técnica (resolução 317, 24/05/94), exige repouso auditivo de no mínimo 10 minutos para cada 50 minutos de trabalho. KWITKO & NIELSEN (julho,1996) criticam a resolução utilizando-se de cálculos matemáticos onde demonstram que pessoas expostas continuamente a 100 dB(A), utilizando de forma correta os EPIs de boa qualidade e bem colocados realmente se beneficiam da atenuação conforme a legislação. Já as pessoas expostas ao mesmo nível de ruído estando sem os protetores auditivos de boa qualidade ou colocados de forma incorreta não possuem o benefício do intervalo exigido pela norma. Para estas últimas condições, o tempo útil para “descanso auditivo” é de 240 minutos ou 4 horas, para 8 horas de jornada de trabalho, sendo que o descanso só trará benefícios caso o nível de ruído a que está exposto o trabalhador seja igual ou inferior a 86,3 dB(A). A grande preocupação da adoção dessa norma está na indução do empregado e

dos responsáveis pela conservação auditiva de uma falsa sensação de salubridade.

O controle do ruído no receptor também pode ser feito pela rotação de atividades ou turno, adequando o tempo de exposição ao ruído aos níveis de exposição de atividade de cada trabalhador. Outra forma alternativa seria o uso de cabines à prova de som, onde o trabalhador exposto ao ruído intenso ficaria alguns minutos para descansar e se recuperar dos efeitos do ruído intenso. Esta medida não possui boa aceitação no Brasil por parte dos empresários devido ao custo e pelas dificuldades de implantação. Também existem controvérsias sobre a eficiência deste método.

Em uma empresa, para se determinar quais os locais onde o ruído é mais ou menos intenso, utiliza-se o processo de mapeamento de ruído do ambiente, que definirá os pontos onde o ruído deve ser controlado.

A exposição para o caso do trabalhador que se movimenta durante o período de trabalho por toda a empresa, o correto é montar um histograma temporal de exposição com o respectivo nível de ruído a que o trabalhador fica exposto e assim determinar qual a dose de exposição diária a que ele está sujeito. No caso de ruído variável a exposição do receptor pode ser avaliada pela dose de ruído. A NR-15 anexo 1 estabelece como limite de tolerância, para jornada de

trabalho que ocorre com 2 ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, que a somatória das frações de exposição ($Dose - D$) não deva exceder a unidade. Se o valor for maior do que a unidade deve-se descobrir qual ou quais parcelas causaram este resultado e tentar ajustá-lo, pois o valor acima de 1 indica que está ocorrendo prejuízo ao trabalhador. Este fato geralmente ocorre quando o trabalhador está exposto a um nível sonoro, por um tempo muito acima do permitido, combinado com outras exposições a ruídos mais baixos por tempos menores do que o aceitável.

6 - Metodologia

6.1 O problema

O município de Jacutinga e região possui grande número de máquinas de malhas e não existe nenhum parâmetro sobre os níveis de pressão sonora gerado por estas máquinas. Por parte dos empresários nunca houve preocupação durante a compra dos equipamentos de malharia com o grau de ruído gerado por estas máquinas. A questão do “lay-out” e escolha do tipo do prédio também não considera a redução dos níveis de ruídos. Também não foi obtido nenhum dado sobre a exposição de ruído dos trabalhadores e sua proteção.

6.2 Normalização Relativa ao Problema

A exposição prolongada a altos níveis de ruído pode provocar a perda da audição. Segundo HANDLEY (1995) a perda auditiva tornou-se um dos mais comuns acidentes nas indústrias. Segundo a ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA

SAÚDE (OMS) (1995) vários países criaram legislações para proteger seus trabalhadores dos ruídos danosos. A maior parte das leis utiliza a escala de ponderação A (dB(A)) e o critério de 85 ou 90 dB(A) como parâmetro máximo de nível de ruído exigido para uma jornada de 8 horas por dia, REVISTA DA SOBRAC (Dez 1995), bem como a taxa de duplicação de dose $^*(q = 3 \text{ ou } q = 5)$.

No Reino Unido quando a exposição ao ruído for maior que 85 dB(A), exige-se medidas de ação corretiva imediata em função de um controle severo. Nos E.U.A o padrão de exposição ao ruído é formado de um programa de dupla ação, onde são adotadas medidas obrigatórias de conservação da audição a um nível de 85 dB(A) por tempo de exposição de 8 horas. Quando o nível exceder a 90 dB(A) serão exigidas medidas de engenharia e administração para controle de ruído.

No Brasil o valor máximo de exposição admissível é de 85 dB(A) para 8 horas diárias obedecendo recomendações da Norma Regulamentadora NR 15 que determina os limites máximos de tolerância para ruído contínuo ou intermitente (anexo 1) e ruído de impacto (anexo 2). Para valores acima de 85 dB(A) é recomendada a adoção de medidas prevencionistas contra danos causados pelo ruído, como o uso de protetores auditivos. E para níveis de ruído acima de 115 dB(A) não é permitido que as pessoas sejam expostas sem que estejam devidamente protegidas.

* A taxa de duplicação de dose corresponde ao acréscimo em dB(A) que reduz o tempo de exposição pela metade.

Para se efetuar o trabalho de análise de ruído em malharias não foi encontrada legislação específica sobre malharias , então se buscou uma norma internacional sobre indústrias têxteis. Neste levantamento a norma encontrada e utilizada foi a I S O: 9902-Acústica de Máquinas Têxteis- determinação de Nível de Pressão Sonora Emitido por Máquinas Têxteis. Esta norma é específica para máquinas têxteis, onde as medidas são obtidas com base no nível de pressão sonora dB (A) e em banda de oitavas. Analisa o nível de ruído no ambiente considerando a posição do operador. A norma inclui todas as máquinas utilizadas na indústria têxtil, menos as máquinas de manufatura de roupas.

Nas indústrias de malhas estudadas os equipamentos para tecer são as máquinas de tricô retas. Para esse tipo de maquinário a norma recomenda que, para se efetuar as medições de níveis de ruído, algumas informações sobre a máquina deve ser obtidas tais como, largura nominal do equipamento, número de agulhas de tricô por carreador, número de carros e o tipo de movimento, número de pontos e tipos de conexões funcionais especialmente para funções dos carros: **1**-conexão do pré seletor, **2**-conexão direta, **3**-conexão por golpe de reversão

Outras normas consideradas foram a NBR 10151 e NBR 10152 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tratam da questão do

ruído nas regiões habitadas e análise dos níveis de ruído visando o conforto acústico, respectivamente.

Segundo as Normas Brasileiras os níveis de ruído devem ser medidos em dB(A) resposta lenta. As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador. Os níveis de exposição não devem exceder os limites de tolerância fixados no quadro seguinte:

TABELA 1- Limites Máximos Permitidos de Níveis de Pressão Sonora-
Portaria 3214 de 1978. Fonte: Segurança e Medicina do Trabalho (1992).

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 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
102	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Não será permitida exposição a níveis de ruído acima de 115 dB (A) para pessoas que não estejam adequadamente protegidos.

Embora o problema de exposição de ruído pareça bem estabelecido as discussões ainda continuam. Por exemplo a Organização Mundial de Saúde (OMS) organizou um encontro internacional de Acústica que ocorreu de 25 a 28 de setembro de 1995 em Genebra na Suíça, cujo objetivo foi elaborar um

documento sobre aspectos do ruído ocupacional abrangendo os efeitos nas pessoas, principalmente a perda da audição, limites de exposição, medições acústicas, prevenção e controle de ruído no trabalho. Neste encontro foi definida que o documento intitulado de “Exposição Ocupacional ao Ruído: Avaliação, Prevenção e Controle” deveria ser prático e informativo, abrangendo as seguintes áreas:

Fundamentos (acústica, sistema auditivo e efeitos auditivos)

Avaliação dos efeitos (critérios, fontes, medições de ruído, medição da audição e avaliação dos riscos)

Prevenção e controle (visão geral sobre programas de conservação da audição, engenharia de controle de ruído e proteção individual)

Fontes de informação (publicações, dados e instituições).

6.3 Etapas Metodológicas

O trabalho se desenvolveu segundo as seguintes etapas

I - Levantamento das malharias existentes em Jacutinga e determinação do número de indústrias registradas na associação comercial do município. Avaliação também do número de máquinas existentes em todas as malharias credenciadas.

Estimativa da quantidade de malharias existentes em Jacutinga que não estão cadastradas pela ACIJA.

II - Definição de critérios para a classificação dos tipos de malharias existentes em Jacutinga. Estudo de proposta de divisão em malharias de grande, médio e pequeno porte. Levantamento estatístico para reunir por amostragem um número representativo de indústrias de malhas da cidade, definindo o tipo específico de estudo para cada classe de malharia relativo a avaliação do ruído gerado no interior de cada empresa. Comparação dos tipos de malharias (as semelhanças e diferenças) relativo aos níveis de ruído e formas de controle.

III - Levantamento dos tipos de marcas de máquinas e equipamentos ruidosos utilizados no setor de malhas.

IV - Descrição dos posicionamentos das máquinas, (modo e forma como foram colocados os equipamentos) no interior das indústrias de malhas. Descrição das atividades e posições dos operários e estimativa do tempo em cada atividade.

V - Obtenção dos espectros sonoros (níveis de pressão sonora em função de frequência) dos equipamentos e máquinas utilizadas nas malharias, identificando marca, tempo de utilização e tipo de funcionamento.

VI - Estudo da influência da evolução tecnológica da máquina, do tempo de uso da máquina e posicionamento no ambiente.

VII - Medidas de níveis sonoros equivalentes e determinação da dose de exposição ao ruído nos trabalhadores nas diferentes atividades. Comparação com os limites permitidos.

VIII - Pesquisa junto aos funcionários das malharias para caracterização de eventuais problemas de saúde relacionados a exposição ao ruído e a indicação do nível de esclarecimento sobre os problemas gerados por ruído e tipo de proteção.

IX - Sugestão de medidas de controle adequado a cada atividade.

7- Resultados e Análises

Foi efetuado o levantamento para determinação do número de malharias existentes em Jacutinga, consultando a Associação Comercial e Industrial de Jacutinga (ACIJA). Segundo dados da própria associação existem hoje em Jacutinga cerca de 480 malharias com firma aberta, sendo que 160 destas indústrias fazem parte da ACIJA, ANEXO-A. Fazem parte da associação algumas das maiores malharias de Jacutinga e também de municípios vizinhos como: Ouro Fino e Monte Sião.

Atualmente estima-se que existam em Jacutinga aproximadamente 900 pequenas confecções sem qualquer registro, denominadas de “fundo de quintal” pela ACIJA. O motivo pelo qual estas empresas na sua maioria não se registram é o valor do imposto somado às despesas com escritório. Para os pequenos e micro-empresários estes valores representam encargos difíceis de serem honrados, principalmente no período de primavera e verão, que os proprietários de malharias determinam como sendo de “entre-safra”, por isso os empresários optam por se manterem na economia informal.

As malharias estão gerando mais de 4.000 empregos no setor de produção e hoje pela escassez de mão de obra qualificada, Jacutinga recebe também trabalhadores da região e até de outros estados como São Paulo e Paraná. Na região, os municípios que mais oferecem mão de obra são: Albertina, Ouro Fino e Itapira. Estima-se que haja no município um parque industrial com cerca de 1.200 teares industriais. Estes equipamentos variam desde máquinas que produzem trabalhos acompanhados por retelinista constantemente até equipamentos de última geração totalmente informatizados onde um computador controla as operações e até avisa se algum problema estiver acontecendo com o equipamento. Devido ao aumento da concorrência, o mercado exige cada vez mais que os teares sejam velozes, eficientes e que executem trabalhos mais elaborados com custo do produto final reduzido. Devido a estes fatores o empresário vem sendo obrigado a renovar suas máquinas por equipamentos mais modernos e eficazes, cada vez mais e com maior rapidez.

Para melhor elaboração dos trabalhos de medição nas malharias foram definidos alguns critérios para classifica-las. A melhor classificação encontrada foi dividi-las em malharias de três tipos: grande, médio e pequeno porte. Para isso foram considerados os seguintes fatores: nível tecnológico dos teares e volume de produção de cada indústria. As de grande porte são as que possuem teares mais sofisticados como os da marca alemã STOLL, as de médio porte são as que possuem no máximo dois teares da marca

SHIMA do Japão, PROTTI ou EMM da Itália, juntamente com teares COPPO. As de pequeno porte possuem apenas teares COPPO 10 , 7 ou PST todas brasileiras, algumas pequenas malharias possuem também máquinas manuais da marca ELGIN BROTHER. Um outro critério para definição da tipologia das malharias foi a quantidade de malhas produzidas durante o ano. A indústria que produz em média mais de 20.000 peças ao ano foi considerada de grande porte, a que produz entre 10.000 e 20.000 de médio porte e a com produção menor do que 10.000 de pequeno porte. O critério de número de funcionários foi descartado pois com a modernização as malharias consideradas de grande e médio porte cada vez mais estão reduzindo o número de funcionários e aumentando sua produção.

A ACIJA atualmente não classifica as malharias. Alguns anos atrás elas foram classificadas em função do tipo da produção. As malharias de médio e pequeno porte produziam malhas bem simples como blusas lisas tipo cacharrel e calças fusô. As grandes malharias que produziam blusas mais elaboradas com teares poucos sofisticados tinham produção não muito grande. Devido a este fator a produção das grandes malharias ficava quase que no mesmo patamar ou até inferior ao da produção das de médio e pequeno porte. Atualmente, com a modernização dos teares e a mudança na moda, o critério volume de produção poderia ser considerado. Segundo a ACIJA há um interesse em considerar todas as malharias de mesmo porte para facilitar a cobrança de mensalidades das

empresas associadas.

Na etapa da pesquisa relativa ao levantamento de níveis de ruídos a classificação é de suma importância, principalmente para a elaboração dos estudos e adoção de medidas de controle de ruído em cada tipologia de malharia, já que para cada tipo a forma de controle proposta é muito diferenciada. Uma vez classificadas as malharias, foram escolhidas 14 malharias de um total de 160 registradas na ACIJA, possuindo malharias de cada porte, e onde todos os tipos de teares em funcionamento nas malharias pudessem ser analisados.

Os equipamentos mais presentes nas malharias do município são as máquinas COPPO 10 e 7, motorizadas, de 1,20m de largura. Este tipo de equipamento executa trabalhos simples como malhas lisas e listradas com até quatro cores. Este tipo de tear foi o pioneiro no início das indústrias de malhas em Jacutinga e região sendo utilizado até hoje devido seu custo reduzido comparado com outros tipos de teares existentes nas malharias. Devido ao crescente desenvolvimento dos equipamentos para malharias, a maior exigência de qualidade das malhas produzidas e o menor custo unitário de venda para o consumidor, a tendência é que as máquinas COPPO sejam substituídas por teares mais modernos, ficando para estes teares executarem trabalhos secundários como produção de costas de blusas, calças lisas, mini blusas e jaquetas onde serão efetuados apliques em couro ou bordados.

As indústrias de malhas não possuem apenas máquinas de tecer. Equipamentos auxiliares como as conicaleiras (máquinas que enrolam os fios em cones passando antes por parafina), máquinas de costura, máquina de overlock e de pregar botões, são bastante frequentes nas malharias estudadas. Os operadores de máquinas de costura e overlock ficam próximos a fonte de ruído, que são os motores destas máquinas. O ruído gerado por estes equipamentos sofre oscilações pois seu funcionamento não é constante ao longo da jornada de trabalho, ficando alguns intervalos de tempo inoperante.

Algumas malharias possuem teares simples e também teares computadorizados italianos ou japoneses. Nas indústrias onde se encontrou teares da marca Alemã STOLL este tipo de equipamento é utilizado para confeccionar as malhas cujos trabalhos são complexos pois sua produção supera a de vários teares juntos.

Nas malharias que foram objeto de pesquisa, a distribuição espacial (lay-out) de máquinas e equipamentos foi levantada. Verificou-se que os equipamentos são posicionados de forma apenas a satisfazer o melhor aproveitamento do espaço da malharia, facilitando a circulação dos funcionários e estocagem de fios e malhas produzidas. A distribuição é tal que tanto os teares como as máquinas de acabamento são posicionadas próximo das paredes e umas das outras. Essa distribuição permite que numa malharia de grande porte

um funcionário comande de 2 até 4 máquinas COPPO ou computadorizadas, nas de médio e pequeno porte o funcionário chegue a comandar de um a quatro teares COPPO. A forma mais observada é a de colocar um tear de frente para o outro quando um funcionário comanda apenas duas máquinas. Caso a quantidade seja aumentada, elas ficam posicionadas na forma de “U” em torno do operador. O número máximo de equipamentos dispostos para ser operado pelo retelinista é de quatro teares: estas máquinas ficam posicionadas formando um quadrado, este posicionamento tem como partida o tear próximo à parede.

Nas indústrias de malhas, a jornada normal de trabalho é de 8 horas diárias, com uma hora de almoço e quinze minutos para café durante a tarde. Nas malharias que possuem máquinas mais simples (não computadorizadas), o trabalhador passa a maior parte do tempo próximo ao equipamento, efetuando trocas de fios, mudança de pontos, controlando o número de carreiras, verificando se os pontos caem e dando a manutenção necessária que o equipamento exige. Nas malharias onde as máquinas são de última geração o funcionário fica com maior liberdade de movimento podendo se distanciar mais do equipamento, pois este tipo de equipamento possui um computador que controla as funções de produção garantindo maior eficiência, produtividade e qualidade do produto. Neste último caso a tarefa do funcionário é de repor o fio que acaba, programar o computador para que execute as funções desejadas e dar a manutenção normal exigida pela máquina.

Nas malharias mais modernas o funcionário pode afastar-se dos teares operados por ele a uma distância onde possa ver o equipamento em funcionamento. Por exemplo, os teares STOLL de origem alemã possuem um sistema de alarme sonoro que é acionado quando algo interrompe o funcionamento do tear, assim o funcionário pode estar em uma distância maior e suficiente, para que o alarme seja ouvido e ele venha imediatamente verificar qual a origem do problema.

As conicaleiras tem seu tempo de funcionamento relacionado com a quantidade de fios utilizados nas malharias, pois é este equipamento que parafina e enrola os fios para serem utilizados nos teares. As conicaleiras menores chegam a enrolar dois cones ao mesmo tempo e as maiores, quatro. Estes foram os dois tipos de conicaleiras encontrados nas malharias estudadas em Jacutinga. Na maioria das malharias de pequeno porte existe uma conicaleira simples (cone duplo), para as malharias de grande e médio porte foram encontrados duas conicaleiras de cone duplo ou uma de quatro cones. Em apenas uma das malharias foram encontradas seis conicaleiras sendo cinco simples e uma para quatro cones. As malharias de médio e pequeno porte possuem todos equipamentos para produzirem as malhas, deixando-as prontas para serem comercializadas. As indústrias de malhas de pequeno porte geralmente não possuem os equipamentos de acabamento e estes serviços são terceirizados para costureiras autônomas.

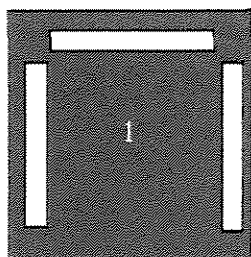
Nas malharias estudadas foram inicialmente determinados os níveis de pressão sonora medidos em dB(A) em vários pontos da edificação para elaboração do mapa de ruído. Uma vez definido o mapa de ruído observou-se as posições dos trabalhadores e nesses pontos determinou-se o nível de pressão sonora equivalente (L_{eq}). Tal nível permite estudar a dose de ruído a que os trabalhadores ficam expostos. Este mapa define as regiões mais e menos ruidosas dentro de cada indústria de malhas. O mapa de ruído é uma importante ferramenta para elaboração de plano de controle do nível sonoro em malharias. É importante lembrar que regiões com níveis superiores a 80 dB(A), segundo a NR – 15 devem participar do plano de ação para a redução de ruído, já que o limite de 85 dB(A) não deve ser ultrapassado para exposição superiores a 8 horas.

Visando levantar os pontos mais e menos ruidosos no interior das malharias, foram definidos os pontos que originaram os mapas de ruído. Esses pontos representam basicamente a posição de operadores nas diferentes posições de trabalho nas mais variadas máquinas de malharia. Embora cada mapa seja específico de um determinado local, qualitativamente os resultados mostram algumas semelhanças. Os locais de maior incidência de ruído ocorreram onde estão os teares. Nas malharias de grande e médio porte as regiões são as mesmas devido à distribuição quase idêntica dos equipamentos em áreas semelhantes. Para as empresas de pequeno porte, os locais mais ruidosos

também ocorreram próximo aos teares, porém neste tipo de indústria os equipamentos ocupam quase a totalidade do espaço da malharia (pequena área); isto faz com que não haja variação significativa dos níveis sonoros. Nos locais mais críticos os valores encontrados estavam entre 80 e 83 dB(A), valores estes que ficaram dentro da faixa determinada de plano de ação. Nos outros locais da malharia os valores ficaram abaixo de 80 dB(A).

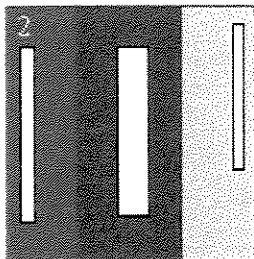
A seguir apresentamos os mapas de ruído levantados para uma malharia típica de cada porte estudado (pequeno, médio e grande porte), que exemplifica a análise discutida no parágrafo anterior.

1 – Malharia de Pequeno Porte



Nesta malharia os valores encontrados foram praticamente os mesmos em vários pontos da edificação, isto se deve ao pouco espaço existente. Os valores de uma malharia para outra variam muito pouco ficando entre 80 e 84 dB(A).

2 - Malharia de Médio Porte

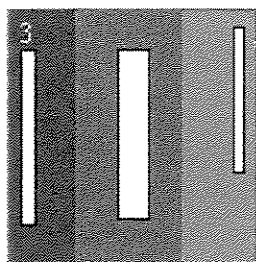


A região em vermelho define os locais onde os níveis de ruído são mais elevados variando entre 80 e 85 dB(A). Nessa região estão os teares.

Na região em azul são encontrados valores intermediários que oscilam de 75 até 82 dB(A), este é o local onde fica o setor de corte e empacotamento das malhas.

Na região em azul claro é onde pode-se encontrar os pontos de níveis sonoros mais baixos, valores menores que 75 dB(A). Nessa região ficam as máquinas de acabamento que trabalham um tempo pequeno, porém quando estão em operação o ruído nesses pontos fica em torno de 82 dB(A).

3 – Malharia de Grande Porte



A região em vermelho define os locais onde os níveis de ruído são os mais elevados variando entre 80 e 85 dB(A). Esta região corresponde aos locais dos teares.

A região em verde corresponde aos locais onde podem ser encontrados os níveis mais baixos nas malharias. Nessa faixa, valores encontrados variam entre 75 e 80 dB(A).

Na região em verde claro encontra-se o setor de acabamento sendo o ponto de menor ruído na malharia, por estar mais afastado dos teares, porém quando as máquinas de acabamento estão funcionando este nível se eleva variando de 75 até 85 dB(A)

O espectro do ruído também foi analisado através das medidas de nível de pressão sonora em função de frequências em bandas de 1/1 oitava. Essa análise é bastante valiosa já que permite distinguir equipamentos ou partes de

equipamentos que mais contribuem para o ruído e que necessitam de controle

Os GRÁFICOS 1, 2 e 3 apresentam os resultados dos níveis de pressão sonora em função da frequência em bandas de 1/1 oitava para os pontos mais críticos (posição do operador) de cada tipologia de malharia. Nos três tipos de malharias a frequência de 1.000 Hz foi a mais crítica, apresentando os valores mais elevados. Essa frequência está associada à compreensão da fala, o que cria uma dificuldade na comunicação e até mesmo um problema para segurança. Sabe-se porém que as perdas auditivas permanentes devido ao ruído começam em 4.000 Hz e com o tempo se estendem para frequências mais baixas WARD et al (1986).

Para uma possível intervenção na fonte no caso de controle de ruído, foram medidos os espectros sonoros das máquinas STOLL, manual e manual motorizada. Os GRÁFICOS 4, 5 e 6 apresentam os espectros medidos.

Os espectros relativos ao ruído das malharias de grande, médio e pequeno porte, foram levantados na posição mais ruidosa de cada tipologia.

Espectro de frequências de 1/1 oitava para malharia de grande porte



Gráfico 1 - Espectro de frequência de 1/1 oitava para malharia de grande porte

Espectro de frequência de 1/1 oitava para malharia de médio porte

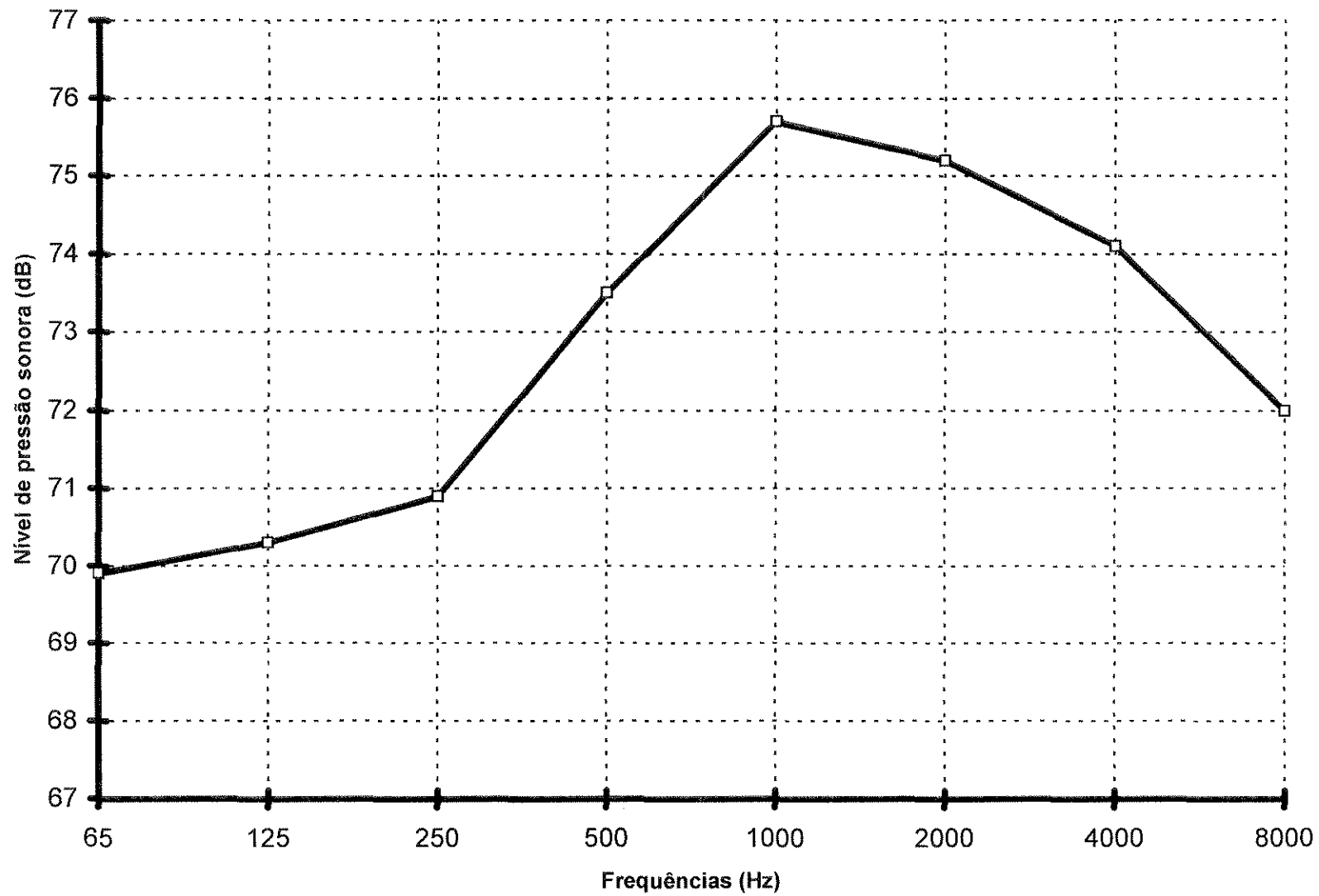


Gráfico 2 - Espectro de frequência de 1/1 oitava para malharia de médio porte

Espectro de frequência de 1/1 oitava para malharia de pequeno porte

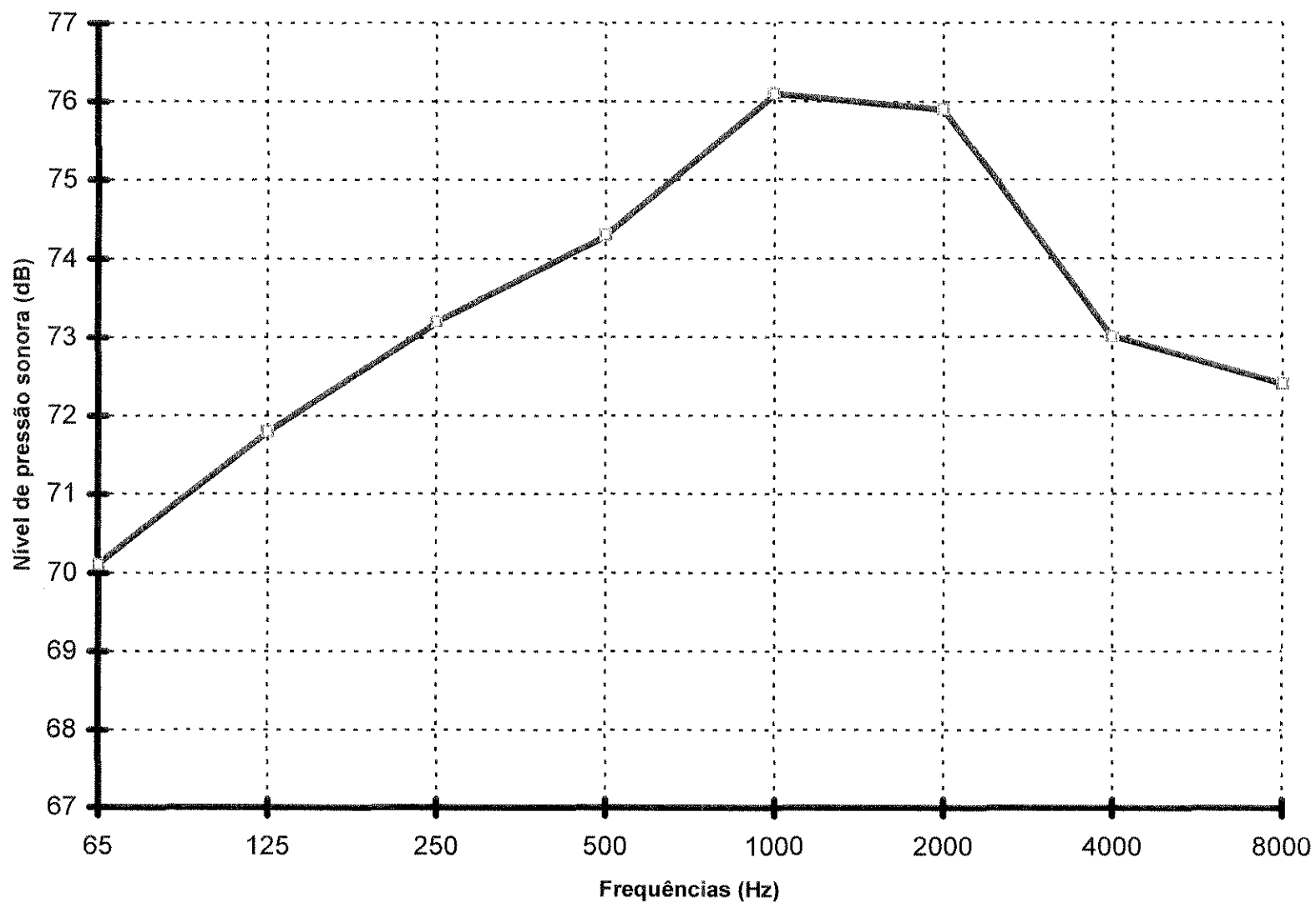


Gráfico 3 - Espectro de frequência de 1/1 oitava para malharia de pequeno porte

Espectro de frequência de 1/1 oitava de um tear STOLL

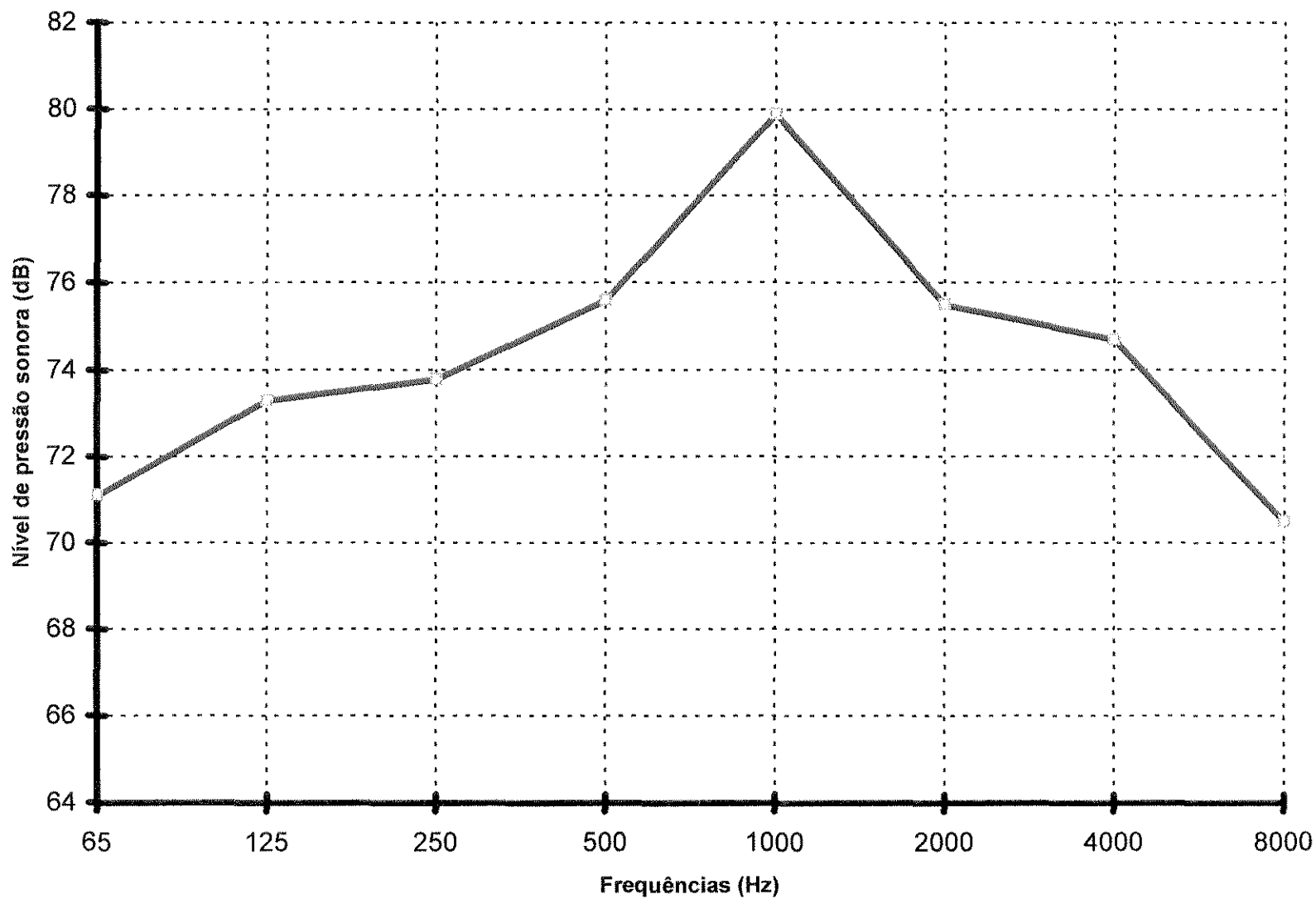


Gráfico 4 - Espectro de frequência de 1/1 oitava de tear STOLL

Espectro de frequência de 1/1 oitava para máquina manual

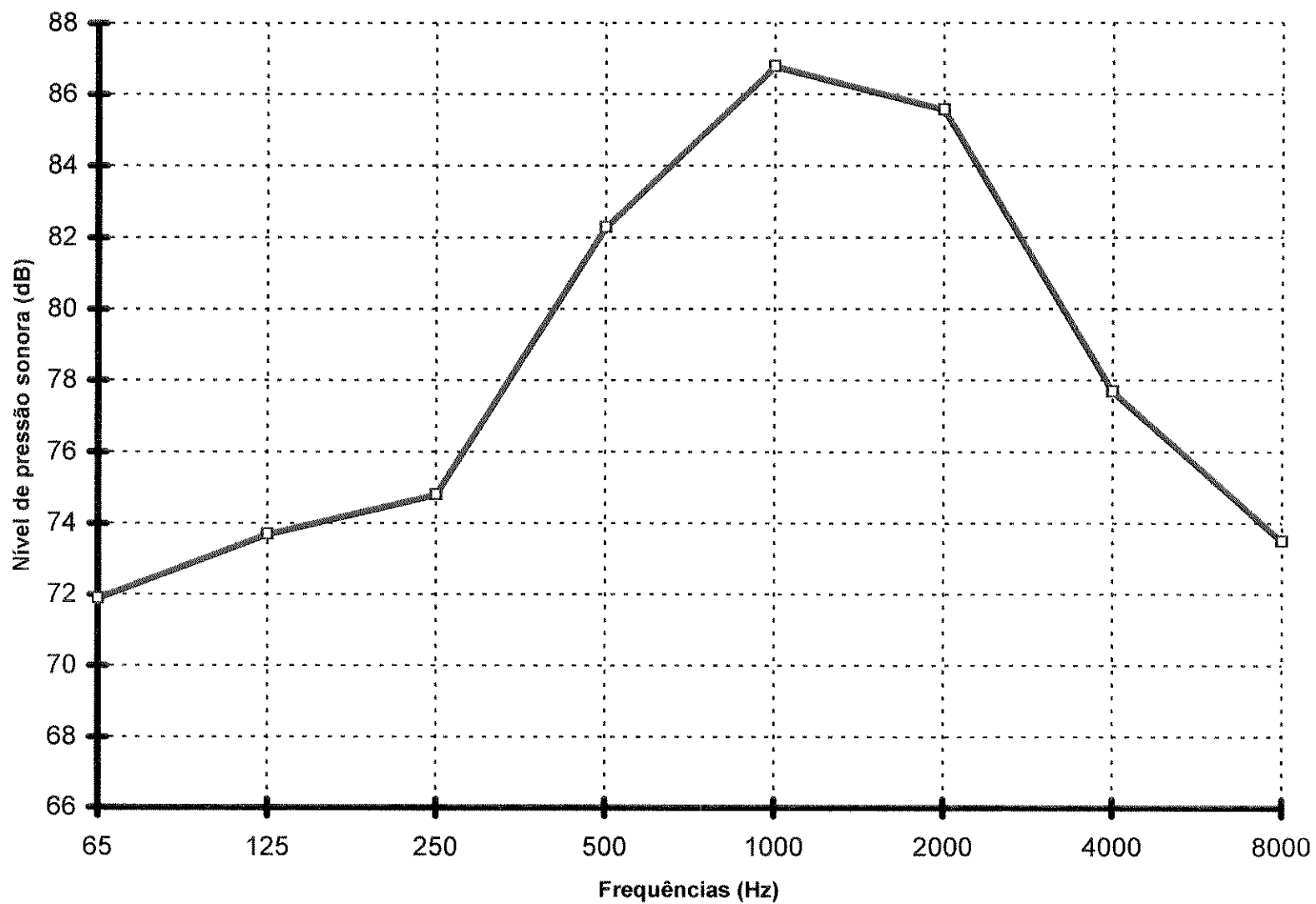


Gráfico 5 - Espectro de frequência de 1/1 oitava para máquina manual

Espectro de frequência de 1/1 oitava para máquina manual motorizada



Gráfico 6 - Espectro de frequência de 1/1 oitava para máquina manual motorizada

As TABELAS 2,3,4 e 5 apresentam o resumo dos dados sobre ruído de fundo, nível equivalente (dose), valores máximos e mínimos dos níveis encontrados no mapa de ruído e a área dos locais mais significativos. Para preservar os nomes das malharias analisadas, foram utilizadas letras no lugar de nomes.

TABELA 2 – Resumo dos Dados Levantados em Malharias de Pequeno Porte

Malharia	Ruído de Fundo dB(A)	Leq dB(A)	Mapa de Ruído(Min e Max) dB(A)	Área m ²
A	40	81,9	81,2 – 86,3	16
B	45	82,2	80,1 – 84,8	150
C	40,8	83,0	82,2 – 84,8	15
D	50,3	79,3	79,3 – 80,9	49
Média⇒	44,0	81,6	80,7 – 84,2	

TABELA 3 – Resumo dos Dados Levantados em Malharias de Médio Porte

Malharia	Ruído de Fundo dB(A)	Leq dB(A)	Mapa de Ruído(Min e Max) dB(A)	Área m ²
F	58,5	82,9	80,6 – 91,8	100
G	50,6	83,3	74,7 – 85,7	56
H	33,2	80,8	77,1 – 85,2	150
H	35*	79,9*	75,6* – 80,9*	150
Média⇒	47,4	81,7	77,0 – 85,9	

* Malharia com novos teares

TABELA 4 – Resumo dos Dados Levantados em Malharias de Grande Porte

Malharia	Ruído de Fundo dB(A)	Leq dB(A)	Mapa de Ruído(Min e Max) dB(A)	Área m ²
I	50	82,2	76,1 – 80,9	120
J	42,3	83,5	72,7 – 84,7	300
K	41	82,9	75,8 – 85,5	120
K	41,9*	79,9*	74,6* – 80,1*	180*
L	55,6	82,8	76,9 – 85,7	500
L	56,8*	83,1*	78,9* – 83,5*	500
Média⇒	47,9	82,4	75,8 – 83,2	

*Malharia com novos teares e aumento de área

TABELA 5 – Resumo dos Dados Levantados em Malharia Informal com Máquina Manual

Malharia	Ruído de Fundo dB(A)	Leq dB(A)	Mapa de Ruído(Min e Max) dB(A)	Área m ²
M	40,8	92,9	81,0 – 94,6	9
M	40,1*	86,9*	80,5* – 88,5*	9
Média⇒	40,4	89,9	81,7 – 91,5	

*Máquina manual motorizada

Durante a pesquisa observou-se a existência de um grande número de teares manuais em Jacutinga. Estas máquinas, em sua maioria, encontram-se nas residências. São operadas por donas de casa, adolescentes e aposentados, que prestam serviços para as malharias ou comercializam sua pequena

produção. Essa nova tipologia de malharia também foi incluída no estudo. Nelas foram efetuadas medições de níveis sonoros e determinou-se a exposição ao ruído dos que operam essas máquinas, pois em se tratando de uma máquina manual o trabalhador fica muito próximo da fonte geradora de ruído. Os valores mais elevados de nível de ruído foram encontrados nas medidas deste tipo de tear. O valor do nível de pressão sonora ficou em torno de 93 dB(A), considerado por todas as legislações relativas ao assunto como um valor elevado para tempos de exposição superiores a 8 horas. O trabalho em máquinas manuais é de caráter informal, este fato dificulta a adoção de medidas de esclarecimento e prevenção.

Sabe-se que o município possui um grande número pessoas exercendo este tipo de atividade informal. Embora, não exista um número preciso de quantas pessoas a exercem, pode-se estimar que é uma quantidade considerável no município e região.

As malharias mais modernas possuem de dois a quatro teares da marca STOLL cujo nível de ruído equivalente gerado está próximo dos 83 dB(A), este valor é semelhante ao de um tear COPPO 10 ou 7. Ao se verificar os tipos de trabalhos executados por ambos os equipamentos e também sua produção, nota-se uma grande evolução do tear STOLL, pois seria necessário vários teares COPPO para produzir a mesma quantidade de peças de um único tear STOLL, porém com qualidade e complexidade dos pontos inferiores. A FIG.7 e a FIG.8

mostram dois teares utilizados em Jacutinga, um simples (COPPO) e outro moderno (STOLL).

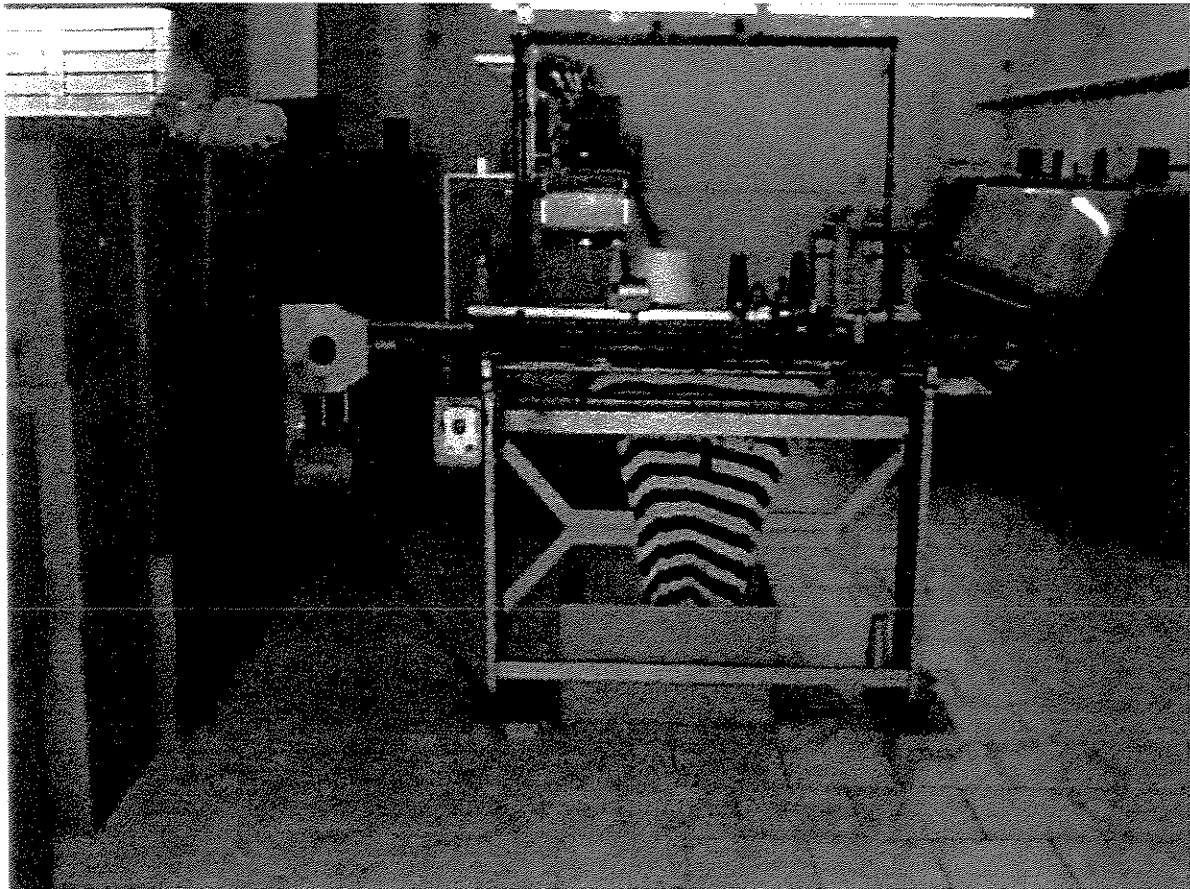


FIGURA 7 – Tear COPPO



FIGURA 8 – Tear alemão STOLL

Todo o procedimento de medida de níveis de pressão sonora foi baseado na busca de parâmetros que influenciam a geração de ruído. Da observação dos ambientes, das máquinas e das atividades desenvolvidas nas malharias foi possível identificar alguns parâmetros como: tempo de uso da máquina, evolução ocorrida com o equipamento, surgimento de novos teares. No início das indústrias de malhas em Jacutinga (década de 70), as malharias apenas possuíam teares nacionais COPPO e máquinas manuais ELGIN BROTHER. A partir dos últimos cinco anos as malharias começaram a ser invadidas por teares mais modernos e eficientes, originários de vários países. Os teares COPPO de

trinta anos atrás e os atualmente fabricados não sofreram modificações significativas mantendo o mesmo sistema de tecelagem. Verificou-se que, tanto para os teares novos quanto para os antigos com boa manutenção, o nível de ruído emitido se mantém dentro de uma mesma faixa, aproximadamente 80 dB(A), não ocorrendo grandes oscilações. A TAB.6 apresenta resumidamente esses resultados.

TABELA 6 – Nível de Ruído em Máquina COPPO Nova e Usada

MEDIDAS	COPPO NOVA dB(A)	COPPO USADA dB(A)
1	80,7	80,9
2	79,8	81,5
3	81,2	79,9
4	79,7	80,4
Média⇒	80,35	80,7

Obs. Máquinas tecendo malhas listradas 2 cores com fio de linha, medidas a 50 cm do tear

Os teares mais modernos utilizados em Jacutinga, são de origem japonesa, italiana e alemã. Estes teares executam trabalhos mais elaborados com uma produção maior. As malharias estão efetuando trocas de seus teares antigos por mais modernos, isto ocorre devido ao aumento na concorrência e maior exigência de qualidade. Nestes equipamentos o nível de ruído emitido fica dentro da faixa de 80 dB(A). Comparativamente os níveis não são muito diferentes, porém em termos de produção, 4 máquinas COPPO fazem o trabalho de 1 STOLL, o que permite estimar que na implementação de nova máquina houve redução significativa do nível de ruído, aproximadamente 6 dB*. A TAB.7 mostra

resumidamente os valores medidos.

TABELA 7 – Nível de Ruído em Máquina COPPO Nova e STOLL

MEDIDAS	COPPO NOVA dB(A)	STOLL dB(A)
1	80,7	77,2
2	79,8	80,0
3	81,2	79,8
4	79,7	80,3
Média⇒	80,3	79,3

Obs. Medidas a 50 cm do tear e com 1,5 m de altura

A questão da tipologia de cada malharia também influencia no nível de ruído gerado. As malharias de grande e médio porte possuem instalações e distribuições de máquinas (lay-out) bastante semelhantes, em geral diferindo apenas no número de equipamentos. As malharias de grande porte possuem na sua maioria teares de última geração e devido a este fato a quantidade de máquinas é menor do que as malharias de porte médio. As de médio porte também possuem teares modernos mas o equipamento predominante é o tear COPPO. Nas duas tipologias de malharias a edificação atua favoravelmente na redução do nível de ruído, por serem instalações amplas, facilitando a difusão do som e permitindo que os equipamentos fiquem mais distribuídos pela malharia.

As malharias de pequeno porte possuem de um a quatro teares, distribuídos dentro de edificações com pequena área. Normalmente as pequenas malharias possuem área média de 12 m² sendo uma garagem ou uma edícula.

Neste caso a edificação auxilia para que haja incremento no nível de ruído, pois neste tipo de indústria o maquinário fica muito próximo um do outro, próximo também das paredes e geralmente a edificação não possui tratamento para absorção sonora, o que faz ocorrer maior reverberação.

Os valores de níveis equivalentes de ruído (L_{eq}) obtidos durante as medições nas malharias se mantiveram entre 80 e 85 dB(A), independente do porte de cada indústria de malhas. Os valores levantados demonstram que não foram ultrapassados os limites máximos de exposição ao ruído, que segundo a NR-15 é de 85 dB(A) por uma jornada diária de 8 horas, porém os níveis sonoros permaneceram dentro de valores onde a norma recomenda que seja adotado um plano de ação. O plano de ação contém medidas cujo objetivo é efetuar um controle dos níveis sonoros para que o mesmo não venha futuramente a superar o valor de 85 dB(A). Também é uma finalidade do plano de ação, adotar medidas que visam controlar o ruído na fonte, na propagação e ou no trabalhador, cujo interesse final é a garantia de preservação da saúde deste trabalhador contra possíveis prejuízos à sua saúde, principalmente ao aparelho auditivo. A TAB.8 apresenta os valores médios e os desvios padrões dos níveis equivalentes para 3 grupos de malharias estudadas.

TABELA 8 – Nível de Ruído Equivalente (Leq) e Desvio Padrão para os três tipos de Malharias

Malharia	Nível Equivalente (Leq) dB(A)	Desvio Padrão
Pequena	81,6	1,6
Média	81,7	1,6
Grande	82,4	1,3

Obs. Medidas efetuadas equidistante dos teares

Em termos ocupacionais, os valores dos níveis de pressão e dos níveis equivalentes em dB(A) são suficientes para indicar desconforto ou prejuízo à saúde. Porém para aplicação de técnicas de controle do ruído, o espectro sonoro (nível de pressão sonora em função da frequência) é de grande importância.

O número de equipamentos utilizados nestas indústrias está relacionado com o grau de evolução da malharia, pois as mais modernas têm menor quantidade de teares, mantendo uma alta produção e qualidade. As malharias menos evoluídas possuem o maior número de equipamentos, para poder atender a demanda exigida para uma malharia de seu porte. A influência do número de equipamentos no aumento do nível não demonstrou ser de grande relevância. Verificou-se que as malharias de grande, médio e pequeno porte possuem números diferentes de equipamentos e os níveis equivalentes de ruído medidos ficaram dentro de uma mesma faixa de valores.

As malharias de grande e médio porte possuem, na sua maioria, instalações semelhantes em área, edificação e lay-out. A relação entre área da edificação e número de equipamentos influencia no nível de ruído. Numa malharia que possui vários teares, geralmente, estes ficam dispostos por toda extensão lateral da indústria. Para as malharias de grande e médio porte, como a área é grande, o ruído gerado por um setor da malharia não gera acréscimo de ruído nos níveis medidos em setores mais distantes, já que o som perde intensidade em função da distância. As malharias grandes e médias estudadas possuem edificações cujo área fica em torno de 150 m², as de pequeno porte possuem normalmente área de 25 m².

Os estudos efetuados demonstraram que em certas malharias o nível de ruído de fundo ficou perto de 70 dB(A), sendo este valor influenciado pela presença de aparelho de rádio ligado. Nas indústrias que não possuem esses aparelhos, o ruído de fundo ficou entre 40 e 55 dB(A), valor que não gera acréscimo no nível de ruído produzido pelos equipamentos.

Quando efetua-se a soma dos níveis sonoros emitidos por duas ou mais fontes, sabe-se que para níveis que diferenciam de 10 dB o acréscimo no nível total é de 0,5 dB. Os níveis totais medidos estão em torno de 80 dB(A), assim mesmo nos casos onde o ruído de fundo foi de 70 dB(A) pode-se afirmar que realmente os equipamentos das malharias são os responsáveis pelo ruído

que chega aos trabalhadores.

Ao longo da pesquisa os funcionários foram questionados de forma indireta sobre o ruído a que estavam expostos, se sentiam algum problema de ordem física ou psicológica e se na opinião deles a origem desses problemas era o ruído no local de trabalho. Em todas as malharias pesquisadas, as respostas dos trabalhadores foram semelhantes, todos reclamaram de desgastes físicos, cansaço, dores de cabeça no final do dia, stress, mau-humor algumas vezes com irritabilidade, insônia e algumas pessoas relataram até perda de apetite. Sobre a questão da perda auditiva, todas as pessoas entrevistadas relataram que acham que sofreram alguma perda auditiva. Relataram principalmente que depois de algum tempo trabalhando em malharias começaram a conversar em voz alta e a escutar o som da televisão e música em volume mais alto. Outro dado é que quando questionados se alguma vez chegaram a sentir algum zunido no ouvido, todos relataram que sim, principalmente quando está chegando o fim de semana, entre quinta e sexta-feira a incidência é maior. Observou-se que no caso dos retelinistas e das costureiras, principalmente as de meia idade, os relatos de problemas relacionados ao ruído foram mais numerosos. É importante ressaltar que não existe nenhum tipo de avaliação médica nesses trabalhadores que comprove qualquer desses efeitos citados.

Os trabalhadores das malharias foram sondados sobre o conhecimento de danos causados pelo ruído no ambiente de trabalho, a adoção de medidas de controle de ruído e a possível utilização de protetores auditivos. A resposta sobre adoção de medidas para controlar o ruído foi unânime de que é função dos patrões, mas quanto à questão do trabalhador utilizar os protetores auditivos, apenas uma minoria concordou em usá-los constantemente. Dentro do grupo consultado sobre o uso de protetores, as mulheres com mais idade foram as que mais concordaram. Os que mais se mostraram céticos quanto ao uso de protetor foram os jovens entre 14 e 21 anos. Observou-se que quanto maior a experiência da pessoa, maior é a aceitação aos programas de controle de ruído. A questão cultural dos trabalhadores pode ter alguma influência já que a média de escolaridade não excede ao nível ginasial.

As perguntas efetuadas para os trabalhadores das malharias foram informais e de caráter descontraído, como um bate papo, pois assim as informações são mais verdadeiras e espontâneas. Talvez se as perguntas fossem efetuadas de maneira formal através de questionário, as respostas, principalmente no que se refere a aceitação e uso de protetores auditivos seriam diferentes. Segundo informaram os próprios trabalhadores durante a conversa informal, na documentação por escrito demonstrariam ser funcionários em sintonia com o patrão e sempre prontos a acatarem as medidas implementadas dentro da empresa para garantir seu emprego.

Nos locais onde funcionam as máquinas manuais (em geral, residências) também foram feitas as mesmas perguntas aos trabalhadores. As respostas foram semelhantes às dadas pelos funcionários de malharias, quanto ao uso de protetores auditivos, o que segundo eles seria a maneira mais prática, econômica e eficiente de controle de ruído.

A legislação brasileira que trata sobre ruído no ambiente de trabalho é restrita, isto é, está relacionada com as perdas auditivas que o trabalhador pode vir a sofrer durante sua vida quando exposto a níveis elevados de níveis sonoros por longo tempo de exposição. A legislação define quais são estes níveis e qual o tempo de exposição para cada nível a que o trabalhador pode ficar exposto. Segundo a legislação, quando o ruído excede os valores aceitáveis recomenda-se o uso de Dispositivos de Proteção Individuais (DPIs), que já foram discutidos em capítulos anteriores.

8 - Conclusões

Foi possível identificar para cada tipologia de malharia estudada um mapa de ruído típico elaborado, que definiu as regiões mais críticas dentro da malharia quanto aos níveis sonoros. Nesses tipos de indústria os equipamentos mais encontrados foram teares, máquinas de costura, máquina de overlock, conicaleiras. A disposição destes equipamentos no interior das malharias é semelhante: os teares ocupam um setor da malharia e os equipamentos de acabamento outro setor. Em função dos levantamentos dos níveis de ruído nos diferentes pontos das malharias observa-se que na região onde se encontra os teares, os níveis de ruído permaneceram na faixa entre 80 a 85 dB(A).

A maior diversidade de marcas é encontrada nos teares. Verificou-se entretanto que os teares são os mais ruidosos independentemente da marca. Os ruídos emitidos por eles ficaram em níveis próximos. Os teares com alguns anos de uso não demonstraram acréscimo significativo no nível de ruído emitido em relação aos teares novos.

Dentre os tipos e marcas de teares estudados, as máquinas manuais foram as que emitiram maior nível de ruído. O valor máximo medido para dose de ruído foi de 92,9 dB(A). Este valor excede o limite máximo permitido pela NR-15 que é 85 dB(A) para 8 horas de jornada diária de trabalho.

As malharias de grande e médio porte possuem edificações semelhantes, sendo instalações que podem favorecer a redução do nível de ruído no local. No caso de malharias de pequeno porte, o espaço das edificações é reduzido, desta forma a edificação favorece o aumento do nível de ruído ambiente.

Nos pontos mais ruidosos das malharias onde foram efetuadas as medidas de dose de ruído (nível equivalente), os valores das doses de ruído ficaram entre 80 e 85 dB(A) para todas malharias estudadas, com exceção das medidas em máquinas manuais. O valor da dose de ruído levantado, segundo a norma NR-15 está num nível aceitável para uma jornada diária de 8 horas, mas a própria norma define que para estes valores seja adotado um plano de ação para controle de ruído.

Na análise dos resultados de pesquisa com os trabalhadores de malharias foram constatados alguns distúrbios físicos e psicológicos, sendo os mais comuns: stress, cansaço mental e físico, irritabilidade e perda de atenção. Estes problemas podem estar relacionados com a atividade exercida por estes indivíduos, porém é necessário que estudos mais aprofundados sejam feitos sobre

o tema para que se confirme tal indagação.

A influência do ruído ocupacional nos trabalhadores das malharias de Jacutinga está se tornando assunto de análise mais aprofundada por parte dos empresários do setor. Este interesse foi demonstrado pela Associação Comercial de Jacutinga que se interessou pelos resultados dessa dissertação e até por sugestão desse pesquisador deverá em futuro próximo efetuar exames audiométricos em todos os funcionários das malharias associadas. A preocupação maior é verificar se realmente estão ocorrendo perdas auditivas nos trabalhadores destas malharias; os resultados finais desse trabalho estão sendo encaminhados aos empresários, principalmente as sugestões de medidas a serem tomadas para controlar o ruído.

O ruído não é o único problema detectado em termos ocupacionais. Queixas sobre a falta de conforto térmico e sobre a presença de materiais particulados suspensos no ar foram detectadas. Mas certamente numa escala de incômodo o ruído aparece em primeiro lugar.

9 - Recomendações

Diante dos resultados obtidos, podemos tecer algumas considerações. Os teares mais sofisticados e utilizados em Jacutinga são os de marca SHIMA, EMM, PROTTI e STOLL. Estes equipamentos possuem abafadores de som sobre o trilho onde corre o carro de tecer. Nas malharias que utilizam este equipamento os valores continuam elevados ficando o nível de ruído em torno de 83 dB(A). Uma forma de redução dos níveis de ruído nas indústrias de malhas de grande e médio porte seria o isolamento dos teares do resto da malharia, construindo divisórias com material isolante e revestidos de materiais absorventes para reduzir a transmissão e a reverberação do som no interior da malharia. Os retelinistas que operam os teares devem utilizar de protetores auditivos individuais durante todo período de trabalho na malharia.

O tear COPPO ainda é o mais utilizado em Jacutinga e região. Uma constante manutenção e lubrificação de suas peças faz com que o ruído produzido através do atrito das peças se reduza. Esta medida também se aplica a todos tipos de teares e equipamentos utilizados nas malharias, pois além de reduzir o nível de ruído, essa medida faz aumentar significativamente a vida útil do

equipamento.

Os empresários de grandes e médias malharias podem adotar medidas quanto ao “lay-out” de suas indústrias, posicionando os equipamentos que geram maior nível de ruído como os teares COPPO e as conicaleiras em locais mais isolados da malharia onde ocorram menor fluxo e presença de pessoas. Deve-se evitar a colocação dos equipamentos muito próximos das paredes para que as reflexões não aumentem os níveis sonoros. Uma separação maior entre os teares também propicia um acréscimo nos níveis de ruído.

Em malharias de pequeno porte devido as dimensões reduzidas da edificação, é quase impossível usar do lay-out para redução dos níveis de ruído. Nesses casos a utilização de equipamento de proteção individual garante com eficiência o controle do ruído nos trabalhadores, pois a adoção de outras medidas de controle sonoro é de difícil aplicação comparada com as edificações maiores.

As máquinas manuais são os teares mais problemáticos com níveis próximos de 93 dB(A). Nesses casos o trabalhador deste tipo de tear deveria necessariamente utilizar protetores auditivos para evitar a possível ocorrência de perda permanente da audição, já que o tempo e o nível de exposição são excessivos. O trabalhador de máquina manual em grande parte está inserido em uma economia informal, trabalhando na sua residência. Por isso as informações e medidas convencionas do cumprimento das normas, relativas ao ruído

ocupacional não chegam até este trabalhador. Caberia talvez ao poder público do município efetuar uma campanha de esclarecimento a toda população sobre os problemas que o ruído ocupacional pode gerar nos trabalhadores e divulgar as formas de prevenção e controle.

Gostaríamos de salientar que os protetores auditivos são indicados para proteção dos trabalhadores, mas não consideramos que deva ser a solução definitiva dos problemas de exposição ao ruído. Eles devem ser usados até que se encontre o método de controle adequado.

10 - Referências Bibliográficas

AMERICAN STANDARDS INSTITUTE AMERICAN STANDARD (ASA). (1951). **Specificatin for Audiometers for General Diagnostic Purposes**. New York. N Y.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI). (1971). **Specification for Sound Level Meters**. New York. N Y.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10151. **Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade**. (1987)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10152. **Níveis de ruído para conforto acústico**. (1987).

ASSOCIAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL DE JACUTINGA (ACIJA).(1998). **Setor de divulgação**. Jacutinga. Minas Gerais.

BATISTA, A.R. **Viva ouvindo: orientação para quem trabalha exposto ao ruído**. PETROBRAS.(1993). 22p.il.

BAUGHN, W. L. (June, 1973). **Relation Between Daily Noise Exposure and Hearing Loss Based on the Evaluation on 6.835 Industrial Noise Expossure Cases, Aearospace Medical Research Labotatory**. Wright-Paterson Air Force Base. Ohio. U S A.

BEKESY, C. V. (1947). **The struture of the middle ear and the hearing of one's own voice by bone conduction.** J.A.S.A. p 217- 232.

BEKESY, C. V. (1941). **Ueber die Elastizitaet der Schneckentrennwand des ohres.** Akust Zeits. p 265- 278.

BERGER, E. H. (1992). **Motivando os Trabalhadores a usar Dispositivos de Proteção Auditiva.** <http://www.sobrac.ufsc.br/revistas/jul1994.htm#artigo3>. (3 Abr 98).

BRUEL & KJAER. **Noise and prattice.**(1992). Naerum. Denmark.

BURNS, W. (1973). **Noise and man.** J Murray. London. 2 ed. 459 p. il.

CABRAL, J. M. N. (1997). **Evolução da Indústria Têxtil a Nível Mundial.** <http://texpert1.eng.uminho.pt/alunos/08049/evo2.htm> (10 Dez.97).

CROCKER, M. J; KESSLER, M. F.(1982). **Noise and noise control.** 2 ed. Boca Raton. Florida. U S A.

FOLHA DE JACUTINGA. (1996). **Imprensa oficial.** Jacutinga. Minas Gerais. Setembro/Outubro.

GERGES, S. N. Y. (1992). **Ruído: fundamentos e controle.** Florianópolis. 600p.

GROENWOLD, A. F. (1985). **O Problema do Ruído Industrial e seu Controle.** Fundacentro. São Paulo. 86 p. il.

HANDLEY, J. M. (1995). **Controle do Ruído Industrial.** <http://www.sobrac.ufsc.br/revistas/ jul1995.htm> (15 Jul.97).

- HARRIS, C. M. (1979). **Handbook of Noise Control**. McGraw-Hill Book Company. New York. 2 ed.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (1996). **Censo populacional**.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. I S O 9902. **Textile machinery acoustics- Determination of sound pressure levels and sound power levels emitted by textile machines- Engineering and survey methods**. (1993). 1 ed. Genève. Switzerland.
- KRYSTER, K. D. (1970). **The effects of noise on man**. Academic Press. New York. chapter 8. 633 p. il.
- KWITKO, A; NIELSEN. R. M. (1996). **A Exigência de Repouso Auditivo Mínimo de 10 Minutos a cada 50 Minutos de Trabalho, Conforme a Norma Técnica Do Estado de São Paulo**.
<http://www.sobrac.ufsc.br/revistas/dez1996.htm> (3 Abr).
- LEWIS, H. B; BELL, H. D. (1994). **Industrial noise control fundamentals and applications**. 2 ed. M Dekker. New York.
- MAEKAWA, Z. (1968). **Noise Reduction by Screens, Appl. Acoust.** Vol 1. p157 - 173.
- MAGRAB, E. B. (1975). **Environmental noise control**. Wiley- Interscience. New York. U S A. 299 p. il.
- METZ, O. (1946). **The acoustical impedance measured on normal and pathological ears**. Dissertation, Kopenhagen.

MILLER, J. D. (1971). **Effects of noise on people**. Washington. USA.

NEPOMUCENO, L. X. (1968). **Acústica técnica**. Etegil. São Paulo. S P.

NORMA REGULAMENTADORA aprovada pela portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho. NR 15- **Atividades e operações insalubres**. 32 ed. Atlas. São Paulo, 1997.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH).(1991). **Publication on Noise and Hearing**. Cincinnati. Ohio. USA. p4.

OLISHIFSKI, J. B; HAFORD. E. R. (1975). **Industrial Noise and Hearing Conservation**. Chicago. USA.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (O M S). (1995). **Recomendações da Organização Mundial da Saúde sobre Ruído Industrial**.
<http://www.sobrac.ufsc.br/revistas/dez1995.htm> (3 Abr 98).

SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (1992). 23 ed. Editora Atlas. S.P.

SLAMA, J. G; KORTCHMAR, L. (1996). **O Uso de Materiais Absorventes no controle de Ruído Industrial: Possibilidade e Limitações**.
<http://www.sobrac.ufsc.br/revistas/dez1996.htm> (3 Abr 98).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA (SOBRAC).
<http://www.sobrac.ufsc.br/revistas/dez1995.htm> (3 Abr 98).

WARD, W.D; BERGER, E. H; MORRILL, J. C.(1986). **Noise & Hearing Conservation Manual**. American Industrial Hygiene Association. Acron. Ohio. USA. 4 ed.

ANEXO A

Listagem dos Associados da Associação Comercial e Industrial de Jacutinga (ACIJA).

Listagem dos Associados por Razo de Atividade

28/09/91

Código Razão	Endereço	Cidade	Cep	Fone
Razo de Atividade.: 0010 MALHAS (INDUSTRIAS).				
0054	A/C GONCALVES LTDA. - ME	RUA AMERICO PRADO, 1055	JACUTINGA	37590-000 443-251
0055	ADRIANO DOMINETTI DE ALMEIDA - ME	RUA ADE, 23	JACUTINGA	37590-000 443-271
0005	AGENCIA GISEPOLLO IND. COM. CROQUE	RUA AMERICO PRADO, 538	JACUTINGA	37590-000 443-201
0291	ALVES & MIDOLLEI LTDA.	RUA EDUARDO ROBERTO DE LIMA, 63	JACUTINGA	37590-000 443-201
0278	ANTONIA DE FATIMA JABIELI	RUA LUCIANO MORENO RIOS, 120	JACUTINGA	37590-000 443-191
0014	ANTONIO BELMIRO DA SILVA	RUA AFRONSO PERE, 349	JACUTINGA	37590-000 443-211
0015	ANTONIO CARLOS PRADO BAPTISTONEI	RUA AMERICO PRADO, 989	JACUTINGA	37590-000 443-161
0288	ANTONIO JOSE MORAIS CARAOSO	PRACA DOS ANOBRADOS, 37	JACUTINGA	37590-000 443-181
0020	ANTONIO MARCOS PISSO	RUA JULIO BRANDAO, 423-A	JACUTINGA	37590-000 443-171
0022	ANTUNES & TRIVELLATO LTDA.	RUA MAIOR AFONSO, 212	JACUTINGA	37590-000 443-151
0023	ARACI PALMIERI GABRIOTTI	RUA SILVANO BRANDAO, 146	JACUTINGA	37590-000 443-217
0317	ARALI DE LIMA ALMEIDA - ME	RUA AMERICO PRADO, 544	JACUTINGA	37590-000 443-197
0031	BELATICO IND.COM.MALHAS E CONFECCOES LT.	PRACA BRASIL, 37	JACUTINGA	37590-000 443-114
0256	BENEDITO APARECIDO VAI	RUA OSORIO BERNARDINO FRANCO, 21	OURO FIM	37570-000 443-241
0267	BENEDICE SCARFIONI	RUA PADRE VIEIRA, 216	BELO MONTE	30730-140 443-245
0035	CARDOSO & LIMA LTDA	AV. SEN. LUIZ LISBOA, 136	JACUTINGA	37590-000 443-204
0036	CARLOS RENO VIANA	RUA JULIO BRANDAO, 216	JACUTINGA	37590-000 443-171
0037	CARLOS ROBERTOS DA SILVA ME	RUA AMERICO PRADO, 507	JACUTINGA	37590-000 443-217
0038	CAVALHO & BELLERE LTDA.	RUA AMERICO PRADO, 922	JACUTINGA	37590-000 443-219
0042	CELIA REGINA DE AGUIAR	RUA MARCEVAL DEODORO, 533	JACUTINGA	37590-000 443-234
0044	CLAYAN IND. E COM. DE MALHAS LTDA.	PRACA DELFIN MORTIRA, 63	JACUTINGA	37590-000 443-121
0045	CLARISSETTE A. RODRIGUES OZELERO	PRACA DELFIN MORTIRA, 63-A	JACUTINGA	37590-000 443-121
0361	CLAUDEIR ALVES DE ARAUJO - EPP	RUA JOAO PESSOA, 1852	JACUTINGA	37590-000 443-221
0046	CLELIO LUIS ALMEIDA	RUA ESPERITO SANTO, 52	JACUTINGA	37590-000 443-255
0027	CONFECÇÕES DOS CONFECCOES LTDA	RUA BRAND DO RIO BRANDO, 147	JACUTINGA	37590-000 443-115
0043	CONFECÇÕES MIRIAM DE JACUTINGA	RUA PEDRO CINTRA, 131	JACUTINGA	37590-000 443-117
0052	CORREA & RESENDE LTDA	RUA CEL. ESTEVAM, 45	JACUTINGA	37590-000 443-166
0314	DANIEL PEREIRA DE AGUIAR	RUA ADELINO GOMES DE OLIVEIRA, 223	JACUTINGA	37590-000 443-161
0056	DECHIZZI & GROSSI LTDA	PRACA FRANCISCO RUSIN, 185	JACUTINGA	37590-000 443-129
0062	DIOCE DE COGO MALHAS IND. E COM.LTDA	RUA SANTO ANTONIO, 694	JACUTINGA	37590-000 443-235
0067	DOCEMA & SILVA LTDA	RUA VITORIA, 76	JACUTINGA	37590-000 443-190
0063	DORVAL BATISTA DA COSTA	RUA RIO DE JANEIRO, 592	JACUTINGA	37590-000 443-165
0358	EDUARDO PRADO DE BUELOS CAMPOS-ME	RUA AMERICO PRADO, 931	JACUTINGA	37590-000 443-179
0366	ELCIO MANDERLEY BAIRRAL	RUA PROFESSORA BACCI PIERONI, 214	JACUTINGA	37590-000 443-239
0010	ELIANA BANDEIRA RAMOS	PRACA DOS ANOBRADOS, 126	JACUTINGA	37590-000 443-219
0066	ELIEL CAMPOS DE MELO-ME.	AV.SEN. LUIZ LISBOA, 105-B	JACUTINGA	37590-000 443-266
0072	ESTELA MARIS FIDELIPEDO BELTRAMI	RUA SANTO ANTONIO, 453	JACUTINGA	37590-000 443-171
0076	FERNANDA RENO MENDIUCI	RUA AMERICO PRADO, 443-103A 01	JACUTINGA	37590-000 443-178
0079	FERNANDES & TRIVELLATO LTDA.	RUA AMERICO PRADO, 622	JACUTINGA	37590-000 443-222
0080	FERNANDO GERALDO DE ARAUJO	RUA SILVANO BRANDAO, 325	JACUTINGA	37590-000 443-241
0340	FLAE MALHAS LTDA	RUA JOAO PESSOA, 299	JACUTINGA	37590-000 443-184
0112	FONSECA & PUTINI LTDA	RUA BRAND DO RIO BRANDO, 51 F05.	JACUTINGA	37590-000 443-265
0083	FRANCISCO JULIO MIAMI	PRACA DELFIN MORTIRA, 78	JACUTINGA	37590-000 443-265
0244	G. & D. INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	RUA CEL. ESTEVAM, 27	JACUTINGA	37590-000 443-179
0084	GERALDO CLARET SALADO & CIA. LTDA.	RUA MAIOR AFONSO, 226	JACUTINGA	37590-000 443-266
0085	GERALDO SAMIA JUNIOR	RUA JULIO BRANDAO, 346	JACUTINGA	37590-000 443-263
0086	GERSON ANTONIO DA FONSECA ME	AV. SEN. LUIZ LISBOA, 151	JACUTINGA	37590-000 443-183
0087	GILBERTO APARECIDO DE LIMA	RUA JOAO TURANO, 105	JACUTINGA	37590-000 443-267
0246	GIDWAMI ANTONI SILVA	RUA JOSE TOLEDO FILHO, 30	JACUTINGA	37590-000 443-181
0088	GISELAINE MARIA BAPTISTONEI	RUA CEL. ESTEVAM, 36	JACUTINGA	37590-000 443-185
0296	GISELINA FERNANDA PIERONI-ME	RUA AMERICO PRADO, 565-B	JACUTINGA	37590-000 443-261

 Codigo Razao----- Endereco----- Cidade----- Cep----- Fone-----

Ramo de Atividade.: 0010 MALHAS E (INDUSTRIAS).

0322	GIZELE VIEIRA CAMPOS -ME	RUA LUIZ DONATI, 142	JACUTINGA	37590-000	-
0089	GLEICE FUSCO LEITE	RUA MAJOR AFONSO, 165	JACUTINGA	37590-000	443-1192
0090	GRASSI & MOREDO	RUA JOSE FERNANDES RIBEIRO, 72	JACUTINGA	37590-000	443-2180
0091	GRASSI & ANTUNES LTDA	RUA PASCHOAL PRIMO GRASSI, 8/MS	JACUTINGA	37590-000	443-1678
0288	GUILHERMINA APARECIDA CORREA BUENO	RUA JOAO PESSOA, 290	JACUTINGA	37590-000	443-1110
0095	HELO'S MALHAS E CROCHET LTDA	PRACA DELFIN MOREIRA, 51	JACUTINGA	37590-000	443-1348
0280	IND. E COM. BELTRAMI E DECHICHI LTDA.	RUA SANTO ANTONIO, 256 -A	JACUTINGA	37590-000	443-2060
0301	IND. E COM. DE FIOS E MALHAS IDEAL LTDA.	RUA SANTO ANTONIO, 220	JACUTINGA	37590-000	443-1335
0183	IND. E COM. DE MALHAS ACONCHEDO LTDA.-ME	RUA JOAO PESSOA, 50	JACUTINGA	37590-000	443-1342
0326	IND. E COM. DE MALHAS ACRILA LTDA	RUA PEDRO CINTRA, 47	JACUTINGA	37590-000	443-1768
0102	IND. E COM. DE MALHAS NICIOLI LTDA.	RUA JOAO PESSOA, 50	JACUTINGA	37590-000	443-2239
0104	IND. E COM. DE MALHAS P.G.LTDA.	RUA CAP. JOSE PINTO, 144	JACUTINGA	37590-000	443-1604
0348	IND. E COM. DE MALHAS ROMANE	RUA LUCIANO MOREDO RIOS, 105	JACUTINGA	37590-000	443-2105
0286	IND. E COM. DE MALHAS THAIS LTDA.	RUA PEDRO CINTRA, 68	JACUTINGA	37590-000	443-1995
0298	IVANI NOBUEIRA DE SOUZA	RUA GOIAS, 127	JACUTINGA	37590-000	443-2528
0252	IVANIO ANGELO NICIOLI	RUA SILVIO BACCI, 280	JACUTINGA	37590-000	443-1270
0111	IVONE MILANEZ ABE	RUA AMERICO PRADO, 649	JACUTINGA	37590-000	443-1545
0302	JOAO CARLOS TONINI	RUA FRANCISCO RAPHAELLI, 120	JACUTINGA	37590-000	443-2140
0255	JOAO PINTO DE CARVALHO FILHO	RUA ANTONIO MACHADO FLORENCE, 375	JACUTINGA	37590-000	443-1962
0113	JOMIL COM. E EXPORTACOES LTDA.	RUA JULIO BRANDAO, 84 - FDS.	JACUTINGA	37590-000	443-1574
0250	JOSE ADALBERTO CAPARELLI	RUA AMERICO PRADO, 649	JACUTINGA	37590-000	443-1276
0284	JOSE ALBERTO SILVEIRA	RUA BAHIA, 213	JACUTINGA	37590-000	443-1565
0283	JOSE APARECIDO ANTUNES	RUA SAO PAULO, 981	JACUTINGA	37590-000	443-2617
0115	JOSE COSTA	RUA BARAO DO RIO BRANCO, 71	JACUTINGA	37590-000	443-1703
0326	JOSE FRANCISCO NICOLETE -ME	RUA PEDRO CINTRA, 120	JACUTINGA	37590-000	443-2583
0334	JOSE LUIZ FERREIRA ME	AV. SEN. LUIZ LISBOA, 81 LOJA 04	JACUTINGA	37590-000	443-2324
0118	JOSE NORBERTO CARDIOFFI	RUA SILVIANO BRANDAO, 160	JACUTINGA	37590-000	443-2088
0321	JOSE ROBERTO MOLINARI	RUA BARAO DO RIO BRANCO, 138 LOJA-02	JACUTINGA	37590-000	443-1929
0121	JOSEFINA L. F. ANDRADE	RUA AMERICO PRADO, 670	JACUTINGA	37590-000	443-1362
0122	JOSUE DOMINGUES RESENDE	RUA PERNAMBUCO, 102	JACUTINGA	37590-000	443-1698
0123	KATITA MALHAS LTDA.	RUA SAO PAULO, 501	JACUTINGA	37590-000	443-1731
0141	LIGIA PEREIRA DO VALLE TIENGO	RUA SILVIANO BRANDAO, 188	JACUTINGA	37590-000	443-1536
0258	LUCATELLI & AVELINO LTDA.	RUA SILVERIO MACHADO, 111	JACUTINGA	37590-000	443-2468
0130	LUCELIA FERNANDES DE ANDRADE	RUA JORNALISTA OTAVIO GUINESI, 73	JACUTINGA	37590-000	443-2010
0133	LUCIANNE MALHAS LTDA.	RUA PEDRO CINTRA, 211	JACUTINGA	37590-000	443-1638
0134	LUCIANO AUGUSTO MATILE OLIVEIRA - ME	RUA AMERICO PRADO, 1215	JACUTINGA	37590-000	443-2617
0287	LUIZ CARLOS LEMES	RUA AMERICO PRADO, 476	JACUTINGA	37590-000	443-2547
0139	LUIZ FRANCISCO VALLIN	RUA BARAO DO RIO BRANCO, 81	JACUTINGA	37590-000	443-2151
0143	MACLAUD MALHAS LTDA.	RUA SAO PAULO, 627	JACUTINGA	37590-000	443-1530
0145	MALHARIA ALVORADA LTDA.	RUA PEDRO CINTRA, 54	JACUTINGA	37590-000	443-1526
0146	MALHAS ALIANDA LTDA.	RUA JOAO PESSOA, 226	JACUTINGA	37590-000	443-2130
0295	MALHAS BARILOCHE LTDA	RUA JULIO BRANDAO, 143	JACUTINGA	37590-000	443-1383
0147	MALHAS BENE INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	RUA AMERICO PRADO, 971	JACUTINGA	37590-000	443-1841
0148	MALHAS CHAMEGO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA ESPIRITO SANTO, 213 - FDS.	JACUTINGA	37590-000	443-1032
0251	MALHAS DI BOM BOSTO IND. COM. LTDA. - ME	RUA CORINTO GUIDI, 40	JACUTINGA	37590-000	443-2192
0150	MALHAS DUARTE LTDA.	RUA MARECHAL DEODORO, 958	JACUTINGA	37590-000	443-1628
0151	MALHAS E CROCHE M. N. LTDA.	RUA JULIO BRANDAO, 69	JACUTINGA	37590-000	443-1767
0152	MALHAS ESTANCIA LTDA.	RUA PEDRO CINTRA, 87	JACUTINGA	37590-000	443-2296
0153	MALHAS GANDHI LTDA.	PRACA DELFIN MOREIRA, 68	JACUTINGA	37590-000	443-2101
0154	MALHAS L. N. LTDA.	RUA ANTONIO MACHADO FLORENCE, 303	JACUTINGA	37590-000	443-2001
0338	MALHAS LUANA IND.COM.LTDA-ME	PRACA DOS ANDRADAS, 10	JACUTINGA	37590-000	443-1721

Código Ramo	Endereço	Cidade	Cep	Fone
Ramo de Atividade.: 0010 MALHARIAS (INDUSTRIAS).				
0155	MALHAS LULA LTDA.	AV. MINAS GERAIS, 126	JACUTINGA	37590-000 443-1732
0331	MALHAS RAPHAELLI RAPHAELLI IND.COM.LTDA	RUA XV DE NOVEMBRO,35	JACUTINGA	37590-000 443-1755
0154	MALHAS RI LU LTDA	RUA ESPIRITO SANTO, 568 - FDS.	JACUTINGA	37590-000 443-2391
0157	MALHAS TREVO LTDA.	RUA PEDRO CINTRA, 257	JACUTINGA	37590-000 443-1169
0152	MALHAS TRICOLANDIA LTDA.	RUA JOAO PESSOA, 236	JACUTINGA	37590-000 443-1000
0179	MARCOS TADEU NICIOLI	RUA AMERICO PRADO, 737	JACUTINGA	37590-000 443-1998
0357	MARIA APARECIDA BOCHE TOFOLI	RUA JOSE FERNANDES RIBEIRO, 407-FDS.	JACUTINGA	37590-000 443-2563
0246	MARIA APARECIDA GAIOITO PIERONI	PRACA DELFIN MOREIRA, 41	JACUTINGA	37590-000 443-1355
0343	MARIA CARMO DE BODOY TEIXEIRA-ME	AV. MINAS GERAIS, 494	JACUTINGA	37590-000 443-1212
0093	MARIA CONCEICAO NEGRÍ- ME	PRACA DELFIN MOREIRA, 03 LOJA-7	JACUTINGA	37590-000 443-2176
0332	MARIA CRISTINA BANDEIRA	AV. SEN. LUIZ LISBOA, 121	JACUTINGA	37590-000 443-1303
0335	MARIA DALILA BATISTA CAPONI ME	AV. BRASIL,67	JACUTINGA	37590-000 443-2324
0162	MARIA DE MELO AGUIAR	RUA ADELINO GOMES DE OLIVEIRA, 223	JACUTINGA	37590-000 443-1614
0327	MARIA ISABEL V.F.DE ANDRADE	RUA PEDRO TURANO,225	JACUTINGA	37590-000 443-2521
0164	MARIA LUCIA FERUGINI	AV. SEN. LUIZ LISBOA, 101 - BOX. 5	JACUTINGA	37590-000 443-2519
0165	MARIA LUIZA MELEIRO DO PRADO	RUA ANTONIO MACHADO FLORECE, 445	JACUTINGA	37590-000 443-1457
0356	MARIA TERESA DUARTE PILLAY-ME	AV.SEN.LUIZ LISBOA, 28	JACUTINGA	37590-000 443-2018
0272	MAURILIA APARECIDA MORAES DE ALMEIDA-ME	RUA AFONSO PENA, 228	JACUTINGA	37590-000 443-1656
0169	MAYSA SUYAN SILVA LEAO BRITO	AV. SEN. LUIZ LISBOA, 165 - BOX. 16	JACUTINGA	37590-000 443-1705
0308	MILTON RIBEIRO DA COSTA	AV. MINAS GERAIS, 859	JACUTINGA	37590-000 443-2582
0199	MOBELAN MALHAS IND. E COM. LTDA	RUA SANTO ANTONIO, 385	JACUTINGA	37590-000 443-2118
0315	NARDINI NARDINI E CAVAROLI LTDA.	RUA DAS ROSAS, 165	JACUTINGA	37590-000 443-2237
0346	NELSON VICENTE DA SILVA-EPF	RUA AMERICO PRADO,214	JACUTINGA	37590-000 443-1731
0309	NICEA CONCENTINI RUBIN	PRACA FRANCISCO RUBIN, 163	JACUTINGA	37590-000 443-1088
0173	NORILE CARAMEL JUNIOR	RUA SANTO ANTONIO, 599	JACUTINGA	37590-000 443-1481
0313	NOITEL & NOITEL LTDA -ME	RUA CEL. ESTEVAN, 179	JACUTINGA	37590-000 443-2577
0174	OFICINA DE MALHAS IND. E COM. LTDA.	RUA SAO PAULO, 235	JACUTINGA	37590-000 443-1940
0189	P.B. TITOS MALHAS LTDA.	RUA AMERICO PRADO, 625	JACUTINGA	37590-000 443-1772
0181	PAOLINI, TRIVELATO & CIA. LTDA.	RUA BARAO DO RIO BRANCO, 151	JACUTINGA	37590-000 443-2030
0261	PATTY INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	RUA BARAO DO RIO BRANCO, 232	BORSA DA MATA	37556-000 445-1626
0259	PAULO CEZAR MATILE - ME	RUA JOSE ADAMI NETO, 59	JACUTINGA	37590-000 443-2781
0344	PIERONI E VAI LTDA ME	AV. SEN. LUIZ LISBOA, 38 BOX.03	JACUTINGA	37590-000 443-1283
0184	PINGUIM MODAS ELE ELA LTDA.	RUA BARAO DO RIO BRANCO, 82	JACUTINGA	37590-000 443-1581
0185	PIOLI & RAPHAELLI LTDA.	RUA ADELINO GOMES DE OLIVEIRA,234 FUNDOS	JACUTINGA	37590-000 443-1064
0190	PRISCILA AZEVEDO PRADO	RUA AMERICO PRADO, 698	JACUTINGA	37590-000 443-1796
0092	R.J.M.IND E COM DE CONFECÇÕES LTDA	RUA MAJOR AFONSO, 235	JACUTINGA	37590-000 443-2022
0193	REGINA MARA LAIANNA RAPHAELLI	RUA AMERICO PRADO, 704	JACUTINGA	37590-000 443-1764
0195	REINALDO INACIO CARVALHO - ME	RUA PROFE CLELIA BACCI PIERONI, Nº97	JACUTINGA	37590-000 443-2653
0196	REJANE DE ALMEIDA BACCI	AV. SEN.LUIZ LISBOA, 21 A	JACUTINGA	37590-000 443-2267
0197	RICARDO RENNO VIANNA	RUA SANTA CATARINA, 37	JACUTINGA	37590-000 443-2146
0285	SANDRA MARIA FONSECA	RUA ESPIRITO SANTO, 552	JACUTINGA	37590-000 443-2004
0348	SARTORI E STECCA LTDA ME	RUA BARAO DO RIO BRANCO, 147	JACUTINGA	37590-000 443-2166
0214	SILVIA PRADO RODRIGUES	AV. MATO GROSSO, 63	JACUTINGA	37590-000 443-1611
0215	SOARES & MOREIRA IND. E COM. LTDA.	RUA 7 DE SETEMBRO, 49	JACUTINGA	37590-000 443-1439
0217	SOLANGE ME BEVILACQUA NELONI - ME	PRACA DOS ANDRADAS, 64	JACUTINGA	37590-000 443-1424
0219	SPACO MALHAS LTDA.	RUA AMERICO PRADO, 630	JACUTINGA	37590-000 443-1264
0222	TEREIRA DA SILVA BANDEIRA	RUA PERNAMBUCO, 320	JACUTINGA	37590-000 443-1499
0223	THAMIDI MALHAS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	RUA SANTO ANTONIO, 858/868	JACUTINGA	37590-000 443-1621
0263	TRICO DA TERRA IND. COM. DE MALHAS LTDA	RUA BARAO DO RIO BRANCO,82 A	JACUTINGA	37590-000 443-2912
0227	TRIVELATO E TRIVELATO LTDA.	RUA JOSE DE SOUZA TOLEDO, 40	JACUTINGA	37590-000 443-1070
0228	TUCA'S MALHAS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	AV. SEN. LUIZ LISBOA, 125	JACUTINGA	37590-000 443-2111

Código Assoc-----	Endereço-----	Cidade-----	Cep-----	Fone-----
-------------------	---------------	-------------	----------	-----------

Ramo de Atividade.: 0010 MALHARIAS (INDUSTRIAS).

0229	ULISSES JOSE RAPHAELLI	RUA AMERICO PRADO, 1.120	JACUTINGA	37590-000 443-1208
0231	VALERIA BARTOLOMEI SOUZA DIAS	RUA RIO DE JANEIRO, 379	JACUTINGA	37590-000 443-1149
0297	VALERUTH MALHAS LTDA	RUA MARECHAL DEODORO, 384	JACUTINGA	37590-000 443-1575
0264	VERA LUCIA DA SILVA	RUA ESPIRITO SANTO, 363	JACUTINGA	37590-000 443-1288
0234	VIVIANE MALHAS LTDA.	RUA SAO PAULO, 370 - F05	JACUTINGA	37590-000 443-1635
0350	WANDERLEY GOMES ALVES	SILVIO SACCI, 107	JACUTINGA	37590-000 443-2042
0235	WOOL LINE CONFECÇÕES LTDA.	RUA MAJOR AFONSO, 182	JACUTINGA	37590-000 443-2044

Total dos Associados.....: 160

ANEXO B

Planilhas com Medições dos Níveis de Ruído em Malharias.

Medições de Níveis de Ruído em Malharias

Malharia: Acrilã

Endereço: Rua Pedro Cintra 47

Dimensões: 10m x 50m x 3m de altura

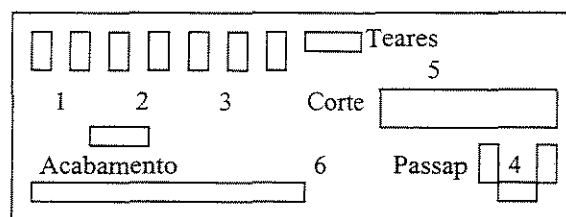
Porte: **Grande**

Teares Utilizados: PST, COPPO 10 e 7 e PASSAP

Ruído de fundo: 55,6 dB(A)

Leq: 82,8 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3	4	5	6
I	80,7	85,7	84,7	83,0	76,9	77,5
II	80,8	84,3	83,7	82,7	77,8	78,3
III	79,7	85,0	85,2	82,6	78,3	79,2



Malharia: Acrilã, novos teares, junto com algumas antigas. Para 1999 somente máquinas novas e computadorizadas.

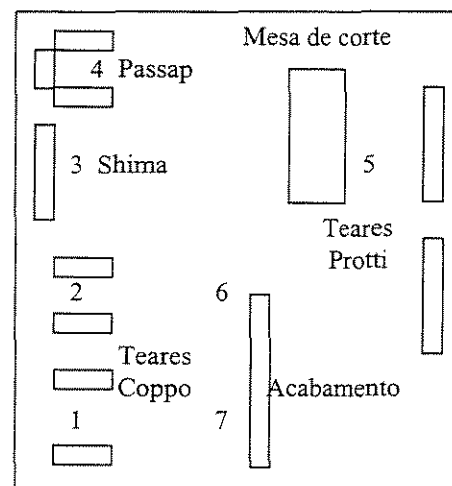
Teares Utilizados: PROTTI, SHIIMA, PASSAP 6000.

Ruído de fundo: 56,8 dB(A)

Leq: 82,2 dB(A) entre importadas e 83,1 dB(A) entre antigas

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3	4	5	6
I	82,2	81,3	78,9	83,7	80,6	80,7
II	82,4	80,3	79,8	82,2	79,5	78,9
III	81,8	82,5	79,6	82,5	80,9	79,9

Banda de oitava	dB Entre importadas	dB Entre antigas
63 Hz	67,0	68,2
125 Hz	71,0	71,9
250 Hz	72,2	72,8
500 Hz	74,9	75,6
1000 Hz	74,0	75,4
2000 Hz	72,7	74,1
4000 Hz	71,6	73,8
8000 Hz	68,4	71,2



Malharia: Wool Line
 Endereço: Rua Major Afonso 182
 Dimensões: 6 x 20 x 2,5 m de altura
 Porte: **Grande**

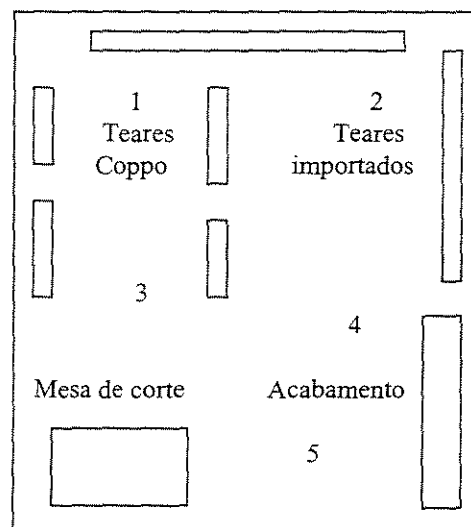
Teares Utilizados: PROTTI, SHIMA, COPPO 10 e 7,
 PST.

Ruído de fundo: 50,0 dB(A)

Leq: 82,2 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3	4	5
I	80,0	79,8	79,2	77,5	76,1
II	79,3	80,9	78,6	77,3	75,4
III	79,5	80,7	78,6	76,6	77,2

Banda de oitava	Entre máquinas dB
63 Hz	66,7
125 Hz	66,9
250 Hz	72,0
500 Hz	73,8
1000 Hz	75,6
2000 Hz	74,9
4000 Hz	71,1
8000 Hz	67,8



Malharia: Aparecido Fernandes
 Endereço: Rua Santo Antônio
 Dimensões: Barracão 20 x 15 x 3,10 m de altura
 Porte: **Grande**

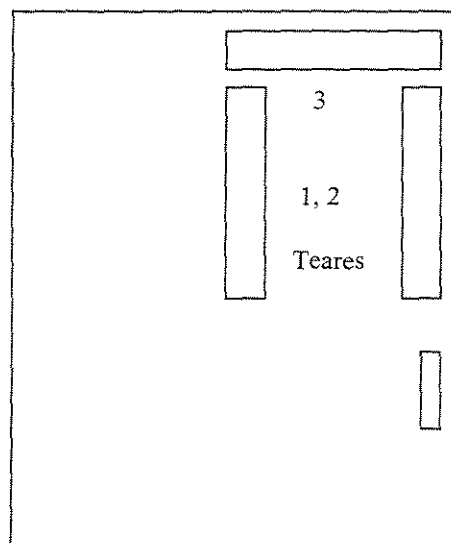
Teares Utilizados: STOLL

Ruído de fundo: 42,3 dB(A)

Leq: 83,5 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3
I	72,7	81,5	77,2
II	75,8	84,7	80,0
III	80,3	78,5	79,8

Banda de oitava	Entre máquinas dB	Uma máquina dB
63 Hz	71,0	71,1
125 Hz	71,5	73,3
250 Hz	72,2	73,8
500 Hz	80,0	75,6
1000 Hz	81,9	79,9
2000 Hz	78,5	75,5
4000 Hz	75,1	74,7
8000 Hz	69,9	70,5

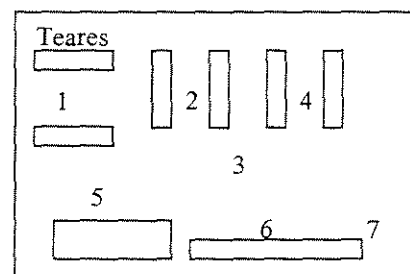


Malharia: Oficina de Malhas
 Endereço: Rua São Paulo 235
 Dimensões: 6 x 20 x 4 m de altura
 Porte: **Grande**

Teares Utilizados: PASSAP, PST, COPPO 10 E 7

Ruído de fundo: 41,0 dB(A) Leq: 82,9 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3	4	5	6	7
I	76,6	79,6	81,1	84,3	79,3	84,5	75,8
II	76,8	81,2	80,2	85,4	78,8	85,4	77,2
III	76,9	80,2	82,1	83,4	79,3	85,5	77,4



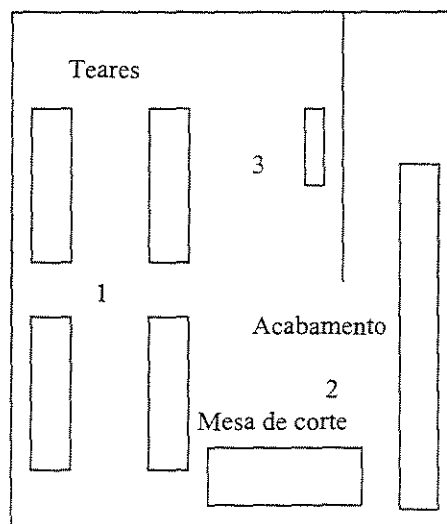
Malharia: Oficina de Malhas, novos equipamentos

Teares Utilizados: PROTTI

Ruído de fundo: 41,9 dB(A) Leq: 79,9 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3
I	77,6	75,4	77,8
II	80,1	75,8	77,5
III	78,6	74,6	75,8

Banda de oitava	Entre máquinas dB
63 Hz	71,1
125 Hz	71,5
250 Hz	72,0
500 Hz	73,9
1000 Hz	78,9
2000 Hz	78,3
4000 Hz	75,3
8000 Hz	72,1

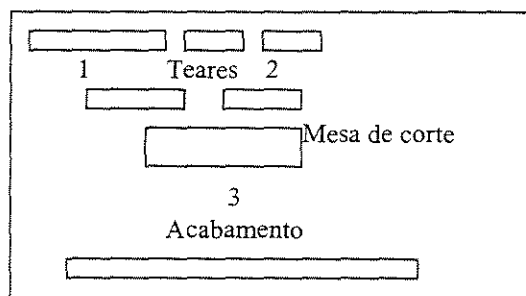


Malharia: Acrochelã
 Endereço: Rua Pedro Turano 240
 Dimensões: 10 x 15 x 5 m de altura
 Porte: **Médio**

Teares Utilizados: EMM, PST, COPPO 7 e 10

Ruído de fundo: 33,2 dB(A) Leq: 80,8 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3
I	80,2	80,1	78,2
II	78,2	78,9	77,1
III	80,2	85,2	78,4



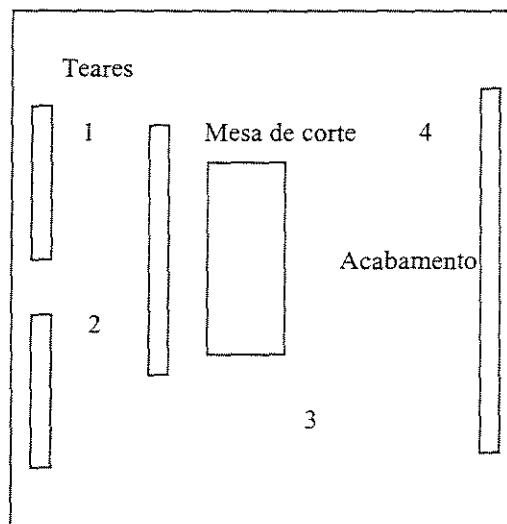
Malharia: Acrochelã, novos equipamentos

Teares Utilizados: EMM e PST

Ruído de fundo: 35 dB(A) Leq: 79,9 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3	4
I	78,9	80,5	77,8	75,6
II	79,7	80,9	79,2	80,2
III	80,2	79,6	78,1	77,9

Banda de oitava	dB
63 Hz	69,9
125 Hz	70,3
250 Hz	70,9
500 Hz	73,5
1000 Hz	75,7
2000 Hz	75,2
4000 Hz	74,1
8000 Hz	72,0



Malharia: Milmalhas

Endereço: Rua Américo Prado 704

Dimensões: 10 x 10 x 3,5 m de altura

Porte: **Médio**

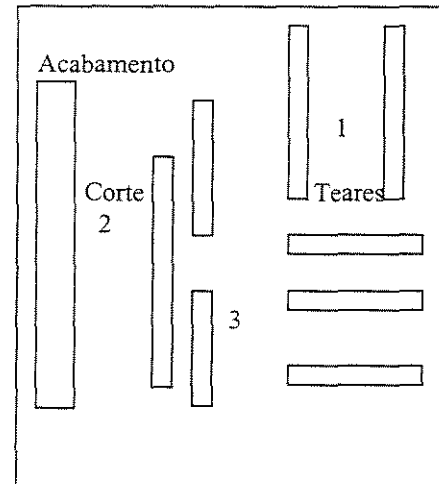
Teares Utilizados: PASSAP, BROTHER (manual), PST, COPPO 10 e 7,

Ruído de fundo: 58,5 dB(A)

Leq: 82,9 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3
I	90,2	85,6	80,6
II	88,3	85,9	81,4
III	91,8	85,4	80,9

Banda de oitava	dB
63 Hz	69,1
125 Hz	71,2
250 Hz	72,4
500 Hz	72,9
1000 Hz	75,7
2000 Hz	74,5
4000 Hz	73,3
8000 Hz	71,9



Malharia: Carinho

Endereço: Rua Espírito Santo 413

Dimensões: 8 x 7 x 3,2 m de altura

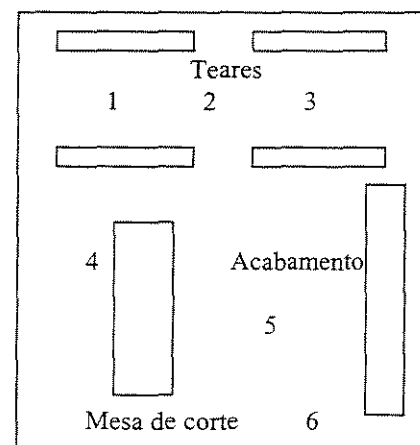
Porte: **Médio**

Teares Utilizados: COPPO 10 e 7

Ruído de fundo: 50,6 dB(A)

Leq: 83,3 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3	4	5	6
I	80,1	82,9	85,7	82,7	80,4	82,1
II	82,4	87,0	80,3	77,5	75,1	75,8
III	82,5	81,4	82,3	75,1	74,7	75,5

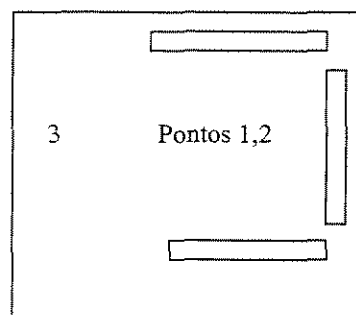


Malharia: Areloa
 Endereço: Rua Goiás 10
 Dimensões: 4 x 4 x 2,8 m de altura
 Porte: **Pequeno**

Teares Utilizados: COPPO 10 e 7

Ruído de fundo: 40 dB(A) Leq: 81,9 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3
I	83,4	83,0	81,2
II	82,0	81,8	86,3
III	83,3	82,9	81,5



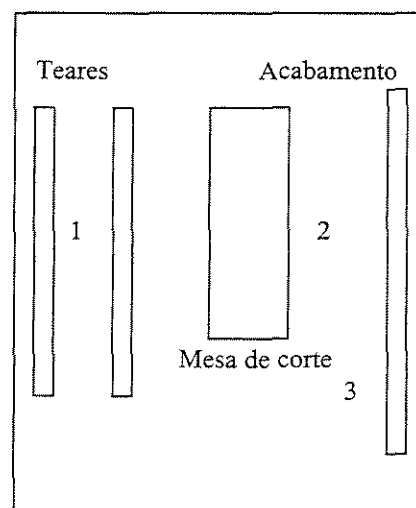
Malharia: Mano Confecções
 Endereço: Rua Pedro Turano 40
 Dimensões: 10 x 15 x 5 m de altura
 Porte: **Pequeno**

Teares Utilizados: COPPO 10 e 7, PST

Ruído de fundo: 45,0 dB(A) Leq: 82,2 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3
I	84,5	82,3	84,8
II	83,2	83,4	82,6
III	80,1	83,3	80,8

Banda de oitava	dB
63 Hz	70,1
125 Hz	71,9
250 Hz	73,2
500 Hz	74,3
1000 Hz	76,1
2000 Hz	75,9
4000 Hz	73,0
8000 Hz	72,4



Malharia: RUI malhas
 Endereço: Rua São Paulo 445
 Dimensões: 3 x 5 x 2,8 m de altura
 Porte: **Pequeno**

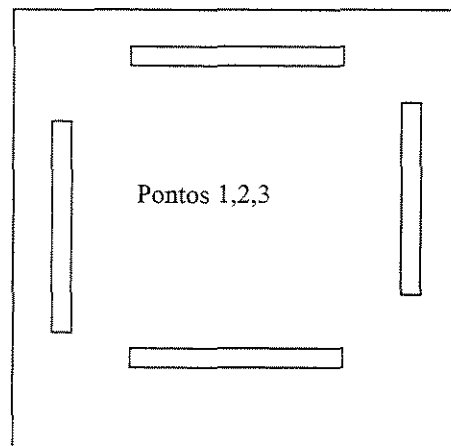
Teares Utilizados: COPPO 10 e 7

Ruído de fundo: 40,8 dB(A)

Leq: 83,0 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3
I	84,8	83,0	84,4
II	83,7	83,3	84,2
III	83,2	83,1	82,2

Banda de oitava	Entre máquinas dB
63 Hz	67,1
125 Hz	73,7
250 Hz	75,9
500 Hz	76,8
1000 Hz	80,2
2000 Hz	75,0
4000 Hz	72,9
8000 Hz	68,2



Malharia: Caica malhas
 Endereço: Rua São Paulo 430
 Dimensões: 7 x 7 x 4 m de altura
 Porte: **Pequeno**

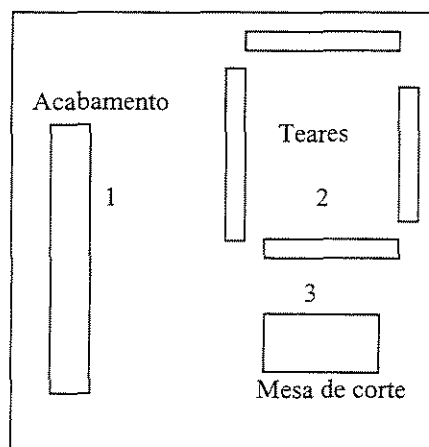
Teares Utilizados: COPPO 10 e 7

Ruído de fundo: 50,3 dB(A)

Leq: 79,3 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3
I	80,8	80,7	79,3
II	79,8	80,9	80,3
III	80,7	80,8	80,8

Banda de oitava	Entre máquinas dB
63 Hz	69,9
125 Hz	70,3
250 Hz	72,9
500 Hz	74,5
1000 Hz	74,2
2000 Hz	72,3
4000 Hz	72,2
8000 Hz	68,8



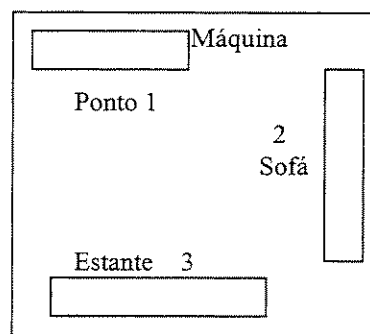
Malharia: Rômulo (manual)
 Endereço: Rua Espírito Santo 250
 Dimensões: sala 3 x 3 x 2,6 m de altura
 Porte: **Informal**

Teares Utilizados: Máquina manual ELGIN BROTHER

Ruído de fundo: 40,8 dB(A) Leq: 92,9 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3
I	94,6	83,4	81,0
II	94,0	86,4	85,1
III	94,6	83,8	83,1

Banda de oitava	Em frente à máquina dB
63 Hz	71,9
125 Hz	73,7
250 Hz	74,8
500 Hz	82,3
1000 Hz	86,8
2000 Hz	85,6
4000 Hz	77,7
8000 Hz	73,5



Malharia: Rômulo

Teares Utilizados: Manual motorizada

Ruído de fundo: 40,1 dB(A) Leq: 86,9 dB(A)

Medidas dB(A)	Ptos 1	2	3
I	88,1	81,8	81,8
II	87,7	81,2	80,5
III	88,5	82,5	80,5

Banda de oitava	Em frente à máquina dB
63 Hz	71,9
125 Hz	72,7
250 Hz	74,8
500 Hz	79,2
1000 Hz	83,9
2000 Hz	81,7
4000 Hz	78,3
8000 Hz	72,2

ANEXO C

Fotos de Diversas Malharias e Equipamentos.

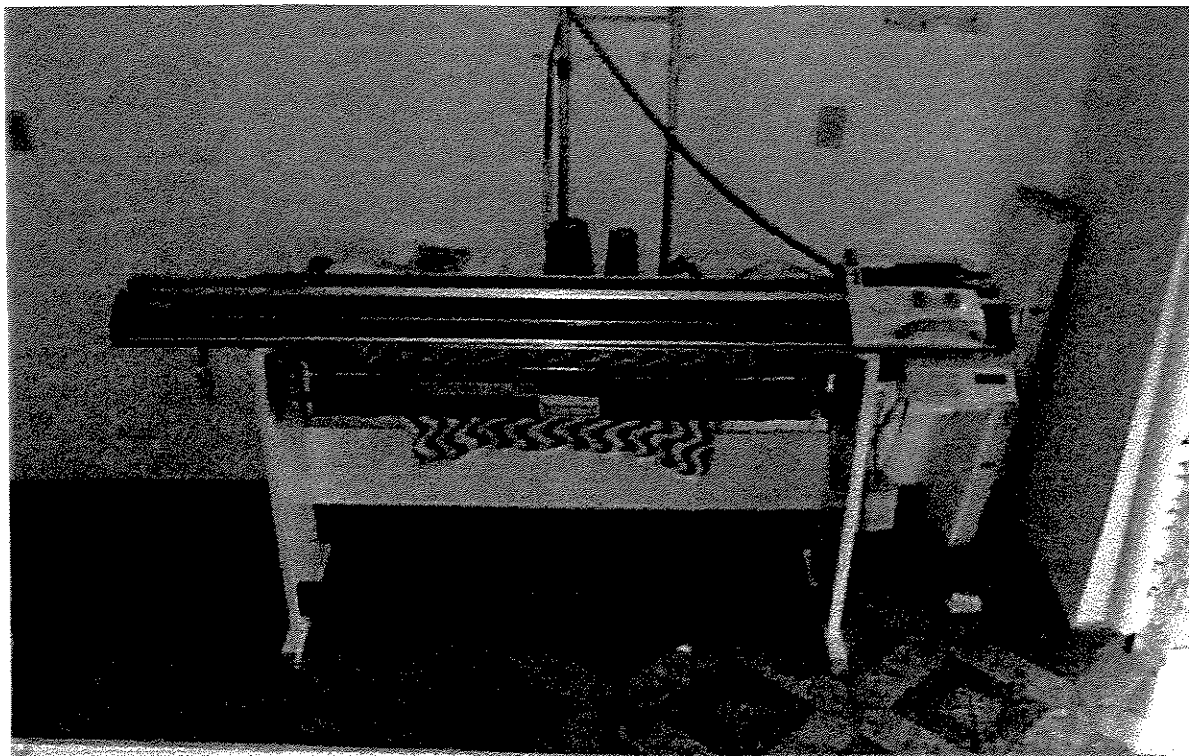


FOTO 1 – Máquina PASSAP computadorizada (semelhante a manual).

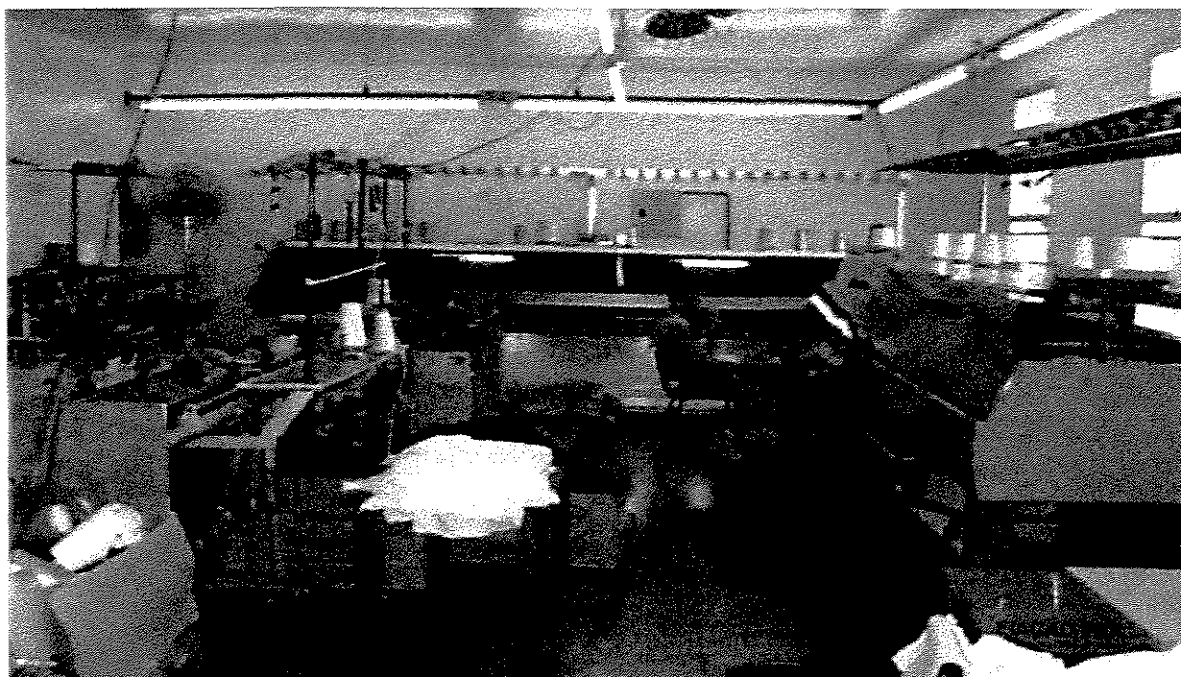


FOTO 2 – Máquina PROTTI à direita e SHIMA ao fundo.



FOTO 3 – Tear EMM (vermelho).

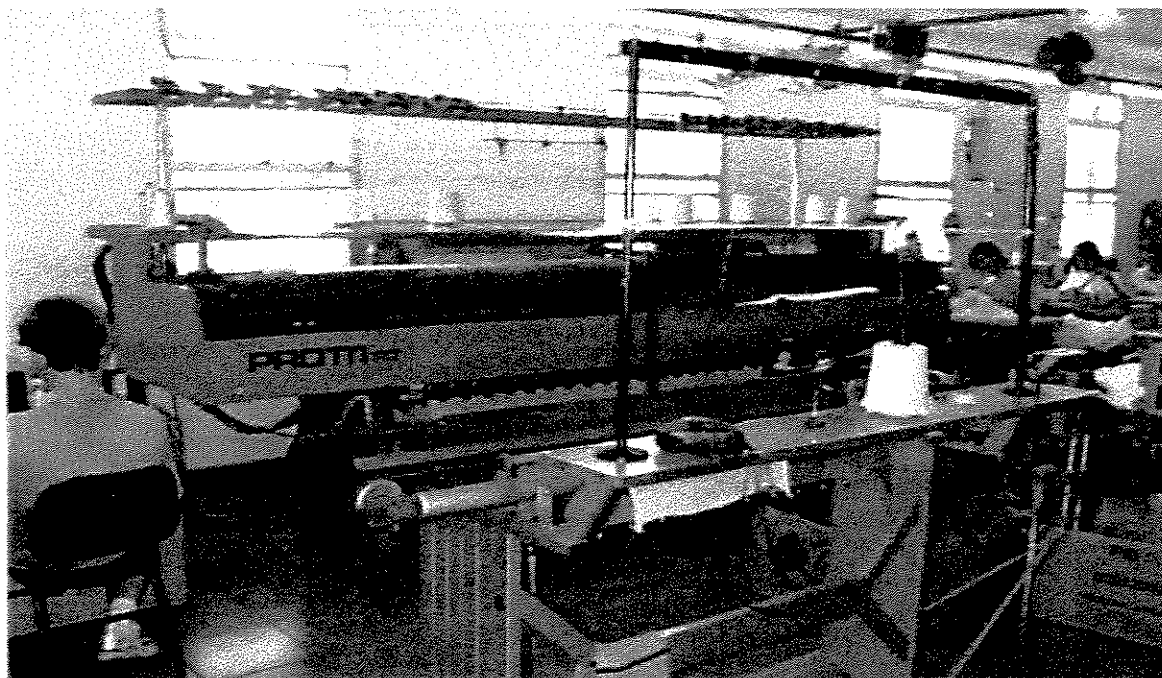


FOTO 4 – Tear PROTTI.

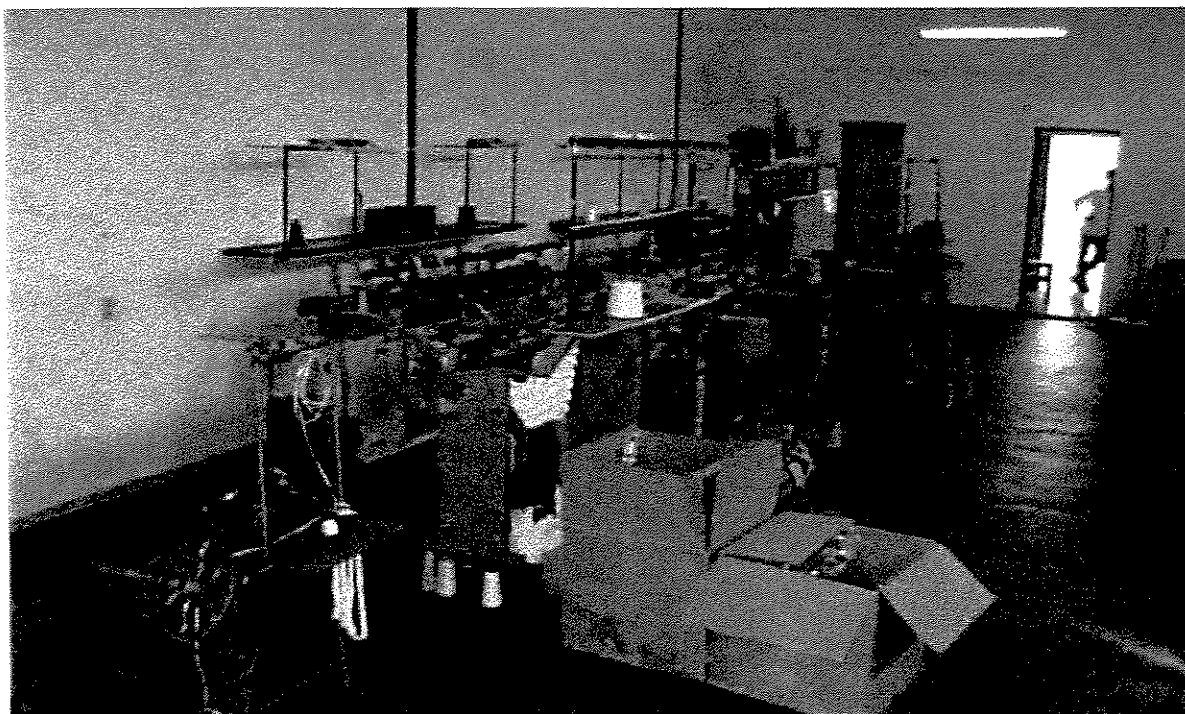


FOTO 5– Disposição dos teares COPPO no interior da malharia.....

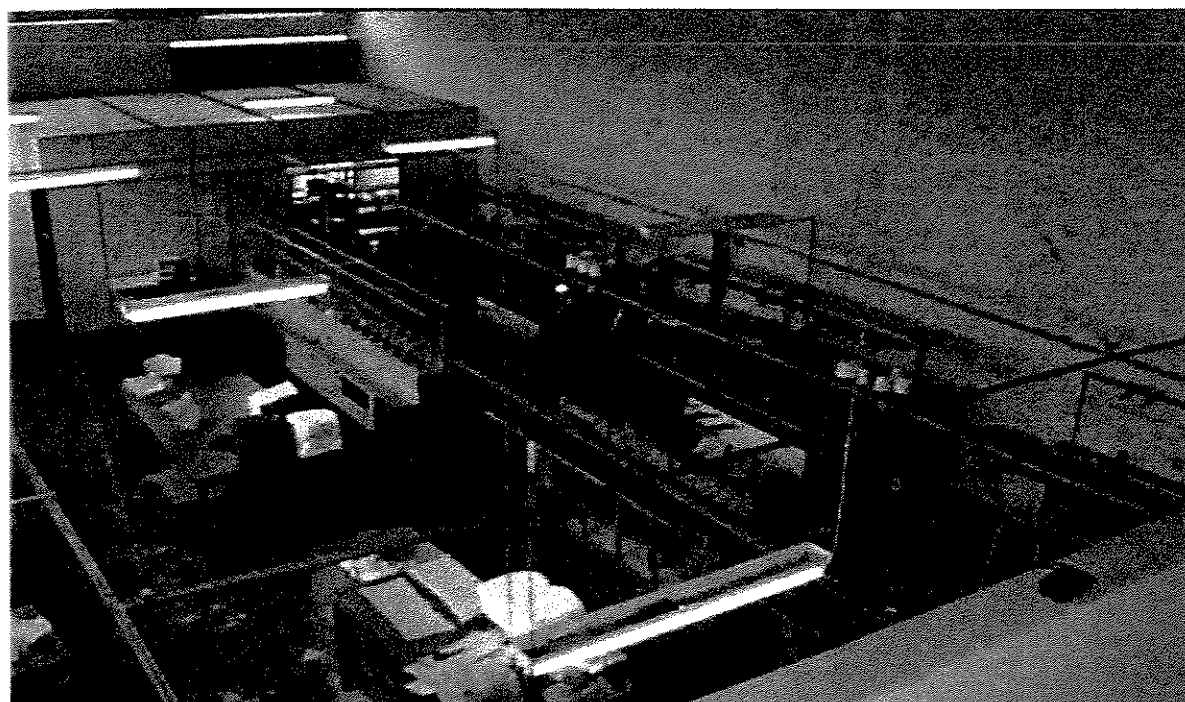


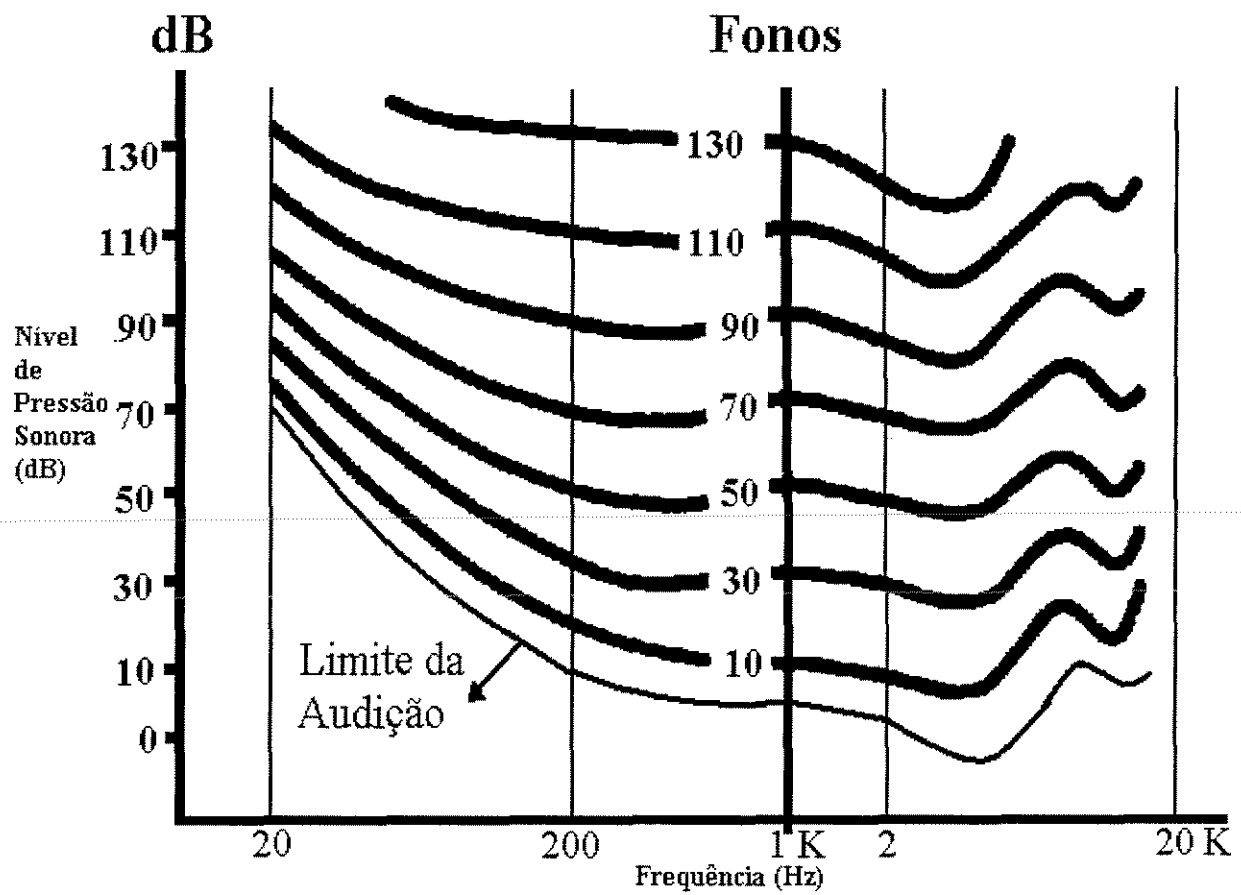
FOTO 6– Disposição dos teares EMM no interior da malharia (Médio Porte).



FOTO 7– Interior de uma malharia de grande porte.

ANEXO D

Curvas Fletcher – Munson, Curvas Isofônicas.



Curvas Fletcher-Munson, curvas isofônicas. Fonte: Magrab (1975)