

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE FORMATURA

**REDUÇÃO E CONTROLE DO NÍVEL DE RUÍDO EM UMA
ÁREA DE USINAGEM DE UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**

AUTORA: CAROLINA HORI

ORIENTADOR: LAERTE IDAL SZNELWAR

**São Paulo
1998**

18-1998
H7822

ÍNDICE

Capítulo 1 - A EMPRESA

1. Introdução, 1
2. Histórico, 1
3. A empresa, 5
4. O estágio, 9
 - 4.1. A Área de Segurança do Trabalho, 9

Capítulo 2 - A QUESTÃO DO RUÍDO

1. Introdução, 11
2. Setor de Barras de Direção, 11
3. Área de Terminal de Direção, 11
4. A Questão do ruído, 13

Capítulo 3 - O RUÍDO

1. Introdução, 15
 2. Noções Básicas de Acústica, 15
 - 2.1. Movimento, Onda, Pressão e Vibração Sonora, 15
 - 2.2. Espectro Sonoro, Frequência e Velocidade do Som, 18
 - 2.3. Nível de Pressão Sonora, 19
 - 2.4. Som, Ruído, Banda de Oitavas e Escalas, 20
 - 2.5. Tipos de Ruído, 22
 3. Anatomia do Ouvido, 26
 4. Condução do Som, 27
 5. Danos Causados ao homem pela Reflexão ao ruído, 29
 - 5.1. Presbiacusia, 29
 - 5.2. Surdez Permanente ou Total, 30
 - 5.3. Surdez Progressiva, 31
 - 5.4. Surdez Temporária, 32
 6. Efeitos Neurológicos e Psicológicos do Ruído, 34
 7. Efeitos sobre o Rendimento no Trabalho, 36
-

-
- 8. Efeitos sobre a Comunicação, 37

Capítulo 4 - METODOLOGIA DE TRABALHO E PCA

- 1. Introdução, 38
- 2. Análise do Ambiente, 38
- 3. Identificação dos Riscos, 39
 - 3.1. Tipos de Riscos, 39
 - 3.2. Mapeamento de Riscos, 40
 - 3.3. Mapeamento do Ruído, 40
- 4. Avaliação da Exposição ao Risco, 41
- 5. Propostas para Eliminação ou Diminuição do Risco, 41
- 6. Programa de Conservação Auditiva, 42

Capítulo 5 - O PROCESSO DE FABRICAÇÃO

- 1. Introdução, 47
- 2. Processo de Fabricação, 47
- 3. Programação da Produção na Usinagem, 54
- 4. Manutenção dos Equipamentos, 56

Capítulo 6 - A ÁREA DE USINAGEM DE PINOS ESFÉRICOS

- 1. Introdução, 58
 - 2. Análise do Ambiente, 58
 - 2.1. Disposição dos Equipamentos, 58
 - 2.2. Jornada de Trabalho, 60
 - 2.3. A População, 61
 - 2.4. Funções, 62
 - 2.5. Absenteísmo e Acidente do Trabalho, 63
 - 3. Identificação dos Riscos, 63
 - 3.1. Mapa de Riscos, 63
 - 3.2. Risco Biológico, 64
 - 3.3. Risco Físico, 65
 - 3.3. Mapa de Ruído, 68
-

-
4. Avaliação da Exposição ao Risco, 68
 - 4.1. Análise da Natureza do Ruído, 69
 - 4.2. Causas e Geradores do Ruído na Fonte, 70
 - 4.3. O Meio, 71
 - 4.4. Tipo de Trabalho, 71
 - 4.5. Estado de Saúde, 71

Capítulo 7 - PROPOSTAS

1. Introdução, 73
2. Conceitos de Controle, 73
3. Intervenção na Fonte, 75
4. O Meio, 77
5. Receptor, 83
6. Avaliação Médica da Audição, 86
7. Equipamento de Proteção Auditiva Individual, 87
8. Conservação das Informações, 88
9. Aspectos Educativos, 89
10. avaliação da eficácia e Eficiência do Programa, 91

Capítulo 8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Introdução, 93
2. Necessidade de Controle, 93

ANEXOS, 96

BIBLIOGRAFIA, 112

SUMÁRIO

Este trabalho de formatura foi desenvolvido em uma área de usinagem em uma indústria de autopeças. Uma vez identificado o ruído como o maior risco presente na área, o trabalho teve como objetivo estudar medidas de redução e controle do nível de ruído presente na área.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Laerte pela compreensão, força e ajuda neste trabalho.

Ao Oston, Edilson, Edgar, Lucas, Marisa que apesar das dificuldades fizeram de tudo para que o desenvolvimento do trabalho fosse possível.

Ao Beto, Robertinho, Ana Cristina, Simone, Michela, Jussara, Itano, Fernando, Ricardo que mesmo não tendo idéia, foram de essencial importância durante todos estes anos.

Ao Elcio e Eduardo pela imensa ajuda dada no final deste semestre, sem os quais não seria possível a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais pelo carinho durante todos estes anos.

Ao Sr. José por acreditar em mim.

A EMPRESA

1. INTRODUÇÃO

O trabalho foi desenvolvido numa empresa de autopeças cujo nome não será divulgado. A empresa já foi líder de mercado para produção de barras de direção, barras tensoras e pivôs de suspensão para os mercados de montadoras de veículos, reposição e exportação e considerada uma 100 melhores pequenas empresas do mundo segundo a revista Forbes. Foi fundada em 1952 com capital 100% nacional.

Faturou em 1997, R\$150.000.000,00 (R\$130.000.000,00 líquido) e hoje conta com 1.130 funcionários. Faz parte de uma holding composta por 5 empresas. É a empresa de maior porte da holding que no ano passado faturou R\$200.000.000,00.

Empresas do Grupo:

1. Empresa de Forjados
2. Empresa de Estampados
3. Empresa de Usinagem e Montagem de Peças
4. Empresa de Montagem de Peças na Argentina
5. Empresa de Autopeças

2. HISTÓRICO

Em 1947 uma família de imigrantes japoneses decidem abandonar a lavoura e tentar uma nova atividade na "Cidade Grande".

Em 1952 numa pequena localidade no bairro de Jabaquara em São Paulo foi fundada a empresa, com o objetivo de produzir painéis de alumínio em estilo japonês, para atender às famílias da colônia japonesa.

No início, as vendas eram feitas porta-a-porta, principalmente no norte do estado do Paraná. Posteriormente, pelas andanças pelo interior, descobriu-

se que no campo, na lavoura, havia falta de um bom equipamento para pulverizar defensivos agrícolas. Com a engenhosidade e muita dedicação conseguiram produzir um pulverizador costal que veio a ser o seu segundo produto de fabricação.

Em meados da década de 50 começava o processo de industrialização do país. Qualquer empresa que tivesse algum equipamento era procurado pelas indústrias maiores que tentavam nacionalizar componentes. Foi assim que surgiu a diversificação da linha de produção, incluindo componentes para máquinas de lavar roupas da empresa Brastemp.

Por volta de 1957, a Volkswagen estava iniciando a nacionalização do "Fusca". Dentro do mesmo processo, a empresa foi convidada a visitar o "show room" da Volkswagen, onde havia um Fusca completamente desmontado. Qualquer um que quisesse tentar produzir algumas daquelas peças, era dada essa oportunidade. A empresa que já estava acostumada com alumínio, escolheu o tucho de válvula (peça do reator) para tentar. Após muitas tentativas, as amostras foram aprovadas. Iniciou-se ali, a verdadeira vocação da empresa, a produção de peças para a indústria automobilística.

A empresa forneceu tucho de válvula para a Volkswagen por muitos anos, até que a montadora resolveu produzir internamente, por ser uma peça de grande importância e peso relativo no custo do motor. Porém, o relacionamento que haviam criado como fornecedor de confiança, fez com que a Volkswagen pedisse à empresa para desenvolver outras peças. No "show room" ainda havia algumas peças a serem nacionalizadas. Lá estava a barra de direção, contudo, antes que fosse manifestada qualquer intenção, ouviu-se a seguinte advertência: "Essa peça, ainda que vocês consigam produzir igual, nós não poderemos aplicá-la, pois esta peça é de segurança. Vocês precisam buscar licença na Alemanha".

Foi o que a empresa fez. Em meio ano a empresa tinha conseguido a licença e "know-how" para fabricar a barra de direção no Brasil. Essa licença abriu as portas para outras montadoras: Ford, General Motors, Mercedes Benz, Scania, Volvo e Fiat. Em 1967 a empresa mudou a firma para o local atual e em 1974, iniciou a produção de amortecedores com a licença da segunda maior fabricante de amortecedores do Japão. Atualmente as atividades básicas da empresa são a produção de barras de direção, terminais de direção, amortecedores pressurizados, amortecedores hidráulicos e molas à gás.

Como pode ser visto, a empresa fabrica componentes de segurança desde a implantação da indústria automobilística brasileira, atuando sempre em parceria com as montadoras no desenvolvimento e fornecimento de produtos para sistemas de suspensão e direção dos veículos.

Com a introdução de equipamentos de última geração e novos processos de produção, a empresa está presente em todas as montadoras nacionais e no mercado de reposição.

Sua constante atualização tecnológica, sua qualidade no atendimento e a forte atuação do departamento de Marketing da empresa, foram fatores relevantes para a ampliação, diversificação e atuação nos mercados nacionais e internacionais. Dessa forma, a empresa mantém negócios em mais de 50 países.

A finalidade da empresa é sempre buscar a excelência em tudo que faz, em um constante processo de aperfeiçoamento, visando melhorar a performance, a segurança e o conforto dos automóveis.

Entre seus principais clientes estão:

- Mercedes Benz do Brasil S.A.
- SAAB - Scania do Brasil S.A.

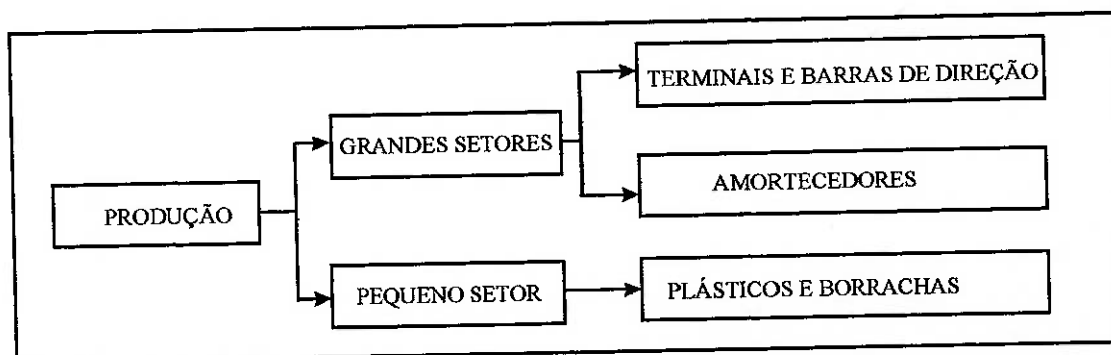
- Volvo do Brasil Motores e Veículos S.A.
- General Motors do Brasil
- Maxion S.A.
- Fiat Automóveis S.A.
- Valmet do Brasil S.A.
- Ford New Holland

Entre os principais países compradores estão:

- Argentina
- México
- Alemanha
- Peru
- Nigéria
- Uruguai
- Chile
- Paraguai
- República Sul Africana
- Suíça
- Bolívia
- Estados Unidos
- Austrália
- Guatemala
- Venezuela
- Equador
- Bélgica
- Finlândia
- Inglaterra
- Jordânia

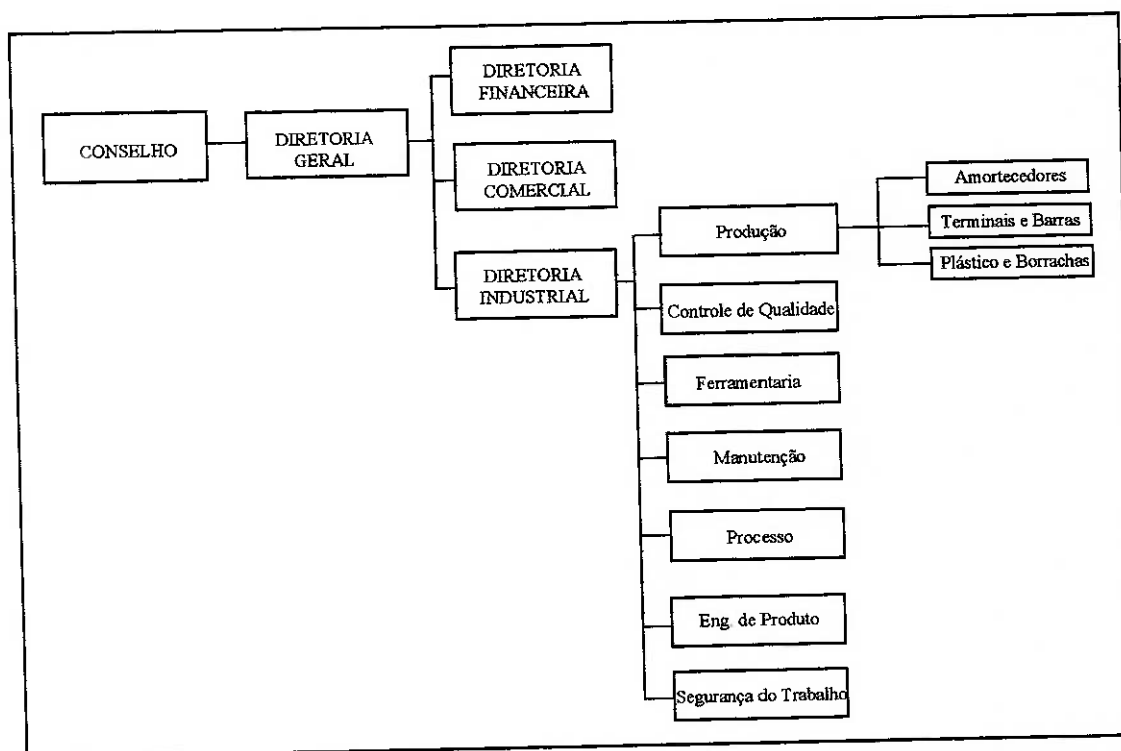
3. A EMPRESA

A empresa ocupa uma área de 140.000 m² (45.000 m² de área total construída), onde estão instaladas suas 3 unidades fabris, sendo dois deles denominados "Grandes Setores" e o terceiro de "Pequeno Setor". Os dois "Grandes Setores" são os setores de "Terminais e Barras de Direção" e "Amortecedores", e o "Pequeno Setor" é o de "Plásticos e Borrachas".



Unidades Fabris da Empresa - elaborado pela autora

Segue abaixo organograma da empresa com maior detalhamento na área industrial.



Organograma da empresa - elaborado pela autora

1. Área financeira

- 1 diretor
- 6 gerentes
- 50 funcionários

2. Área Comercial

- 1 diretor
- 4 gerentes
- 85 funcionários

3. Área Industrial

- 1 diretor
- 5 gerentes
- 40 na área de Controle de Qualidade
- 60 na área de Ferramentaria
- 40 na área de Manutenção
- 20 na área de Processo
- 35 na área de Engenharia de Produto
- 7 na área de Segurança do Trabalho
- 170 na área de Amortecedores
- 450 na área de Terminais e Barras
- 40 na área de Plásticos e Borrachas

I. Setor de Plásticos e Borrachas

Trata-se de um setor pequeno e independente de toda a empresa por se tratar de uma área que produz componentes plásticos e de borracha para consumo interno, fornecendo aos outros setores da empresa. Entre seus principais produtos estão: capas de cachimbo, anel de vedação de amortecedores, concha de plástico, etc.

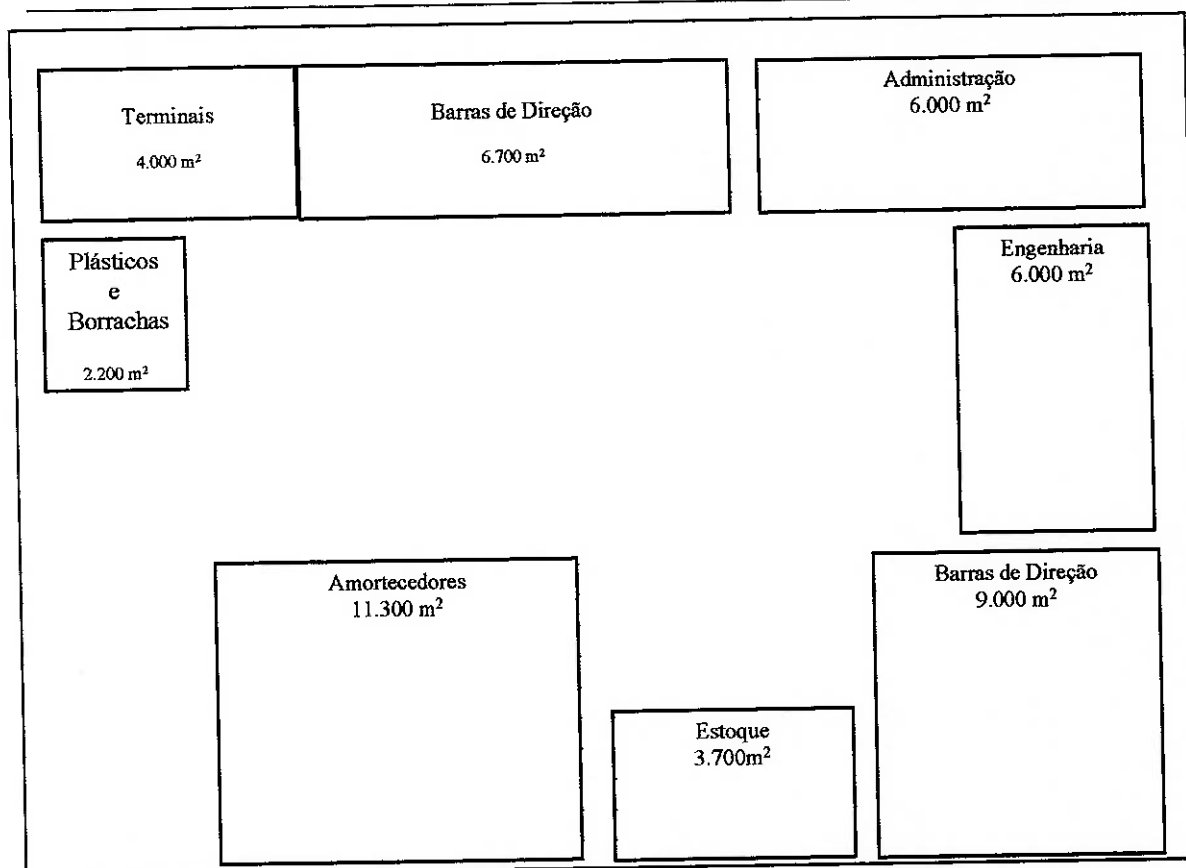
II. Setor de Amortecedores

Trata-se de um setor grande e também independente da empresa. Fabrica em média 180.000 peças por mês e representa em torno de 15% do faturamento da empresa.

III. Setor de Terminais e Barras de Direção

Trata-se do setor mais importante da empresa, representando aproximadamente 85% do faturamento. Fabrica em média 1.2000.000 peças por mês e é dividida em duas áreas: Área de Terminais e a Área de Barras de Direção. Estão alocados 350 funcionários na área de Barras de Direção e 100 funcionários na área de Terminais.

Podemos descrever de forma sucinta a função de uma barra de direção como a peça que conecta a caixa de direção com as rodas do carro. Já os terminais de direção são peças que conectadas às barras de direção e às rodas, proporcionam mobilidade em vários graus de liberdade para o movimento da barra e consequentemente da roda.



Disposição das Unidades - Escala 1:2.500 - elaborada pela autora

Atualmente, o destino da produção encontra-se dividida da seguinte forma:

OEM (Montadoras)	60%
Mercado	30%
Exportação	10%

As principais matérias-primas utilizadas são:

- Tubos de Aço sem Costura
- Tubos de Aço com Costura
- Forjados à Frio
- Forjados à Quente
- Componentes de Borracha
- Componentes de Plástico
- Sintetizados

4. O ESTÁGIO

O estágio foi realizado na área de Segurança do Trabalho da empresa e teve início em março de 1998. A princípio a idéia do estágio era desenvolver um projeto na área de segurança do trabalho, uma vez que fazia parte dos novos planos da empresa, melhorar a segurança dos seus trabalhadores.

Pelo fato de ser a área mais significativa da empresa, foi dada a autora a tarefa de detectar alguns problemas no setor de Terminais e Barras de Direção.

Porém, em meados de junho, a empresa foi vendida para uma empresa norte-americana, resultando o fim do estágio um mês depois. A continuidade do trabalho foi realizada através de visitas e muitas vezes através de conversas telefônicas com engenheiros e técnicos. A partir de então, a coleta de dados tornou-se de certa forma complicada, dificultando o desenvolvimento do trabalho.

4.1. A ÁREA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

De acordo com a NR-4 (Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho), as empresas privadas e públicas, os órgãos públicos da administração direta e indireta e dos poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT manterão, obrigatoriamente, Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, com a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho.

Segundo a classificação definida pela NR-4, a empresa em estudo é identificada pelo código 34.44-4 / Fabricação de peças e acessórios para o sistema de direção e suspensão, com grau de risco 3.

Para o grau de risco 3 e com número de empregados no estabelecimento de 1.001 a 2.000, é determinado pela NR-4 que haja o seguinte dimensionamento de funcionários para Segurança do Trabalho:

Técnicos	Quantidade
Técnico de Segurança do Trabalho	4
Engenheiro de Seg. do Trabalho	1
Aux. Enfermagem no Trabalho	1
Enfermeiro do Trabalho	0
Médico do Trabalho	1

O técnico de segurança do trabalho é responsável por uma atuação "in loco" na fábrica visando detectar e controlar os riscos operacionais, isto é, aqueles que podem causar lesões imediatas. Na empresa, os técnicos de segurança transitam pelas diferentes áreas da fábrica, inspecionando o uso dos EPI's e relatando os problemas detectados.

Já para o engenheiro de segurança do trabalho é atribuído o papel de detectar e controlar os riscos ambientais, isto é, aqueles riscos que podem gerar uma doença com o passar do tempo.

A QUESTÃO DO RUÍDO

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho foi identificar os maiores riscos envolvidos na segurança dos trabalhadores em uma determinada área. Geralmente identificar problemas deste gênero numa indústria de autopeças não é uma tarefa difícil, pois quando se trata de usinagem de peças metálicas, os processos de fabricação quase sempre apresenta riscos ao trabalhador.

2. SETOR DE TERMINAIS E BARRAS DE DIREÇÃO

Por se tratar do setor de maior porte e o mais representativo para a empresa, o setor escolhido para a realização do trabalho foi o Setor de Terminais de Barras de Direção. Como já descrito anteriormente, este setor está dividido em duas áreas: a área de terminais e a área de barras de direção. Por orientação do engenheiro de segurança, a área escolhida para análise foi a área de terminais de direção.

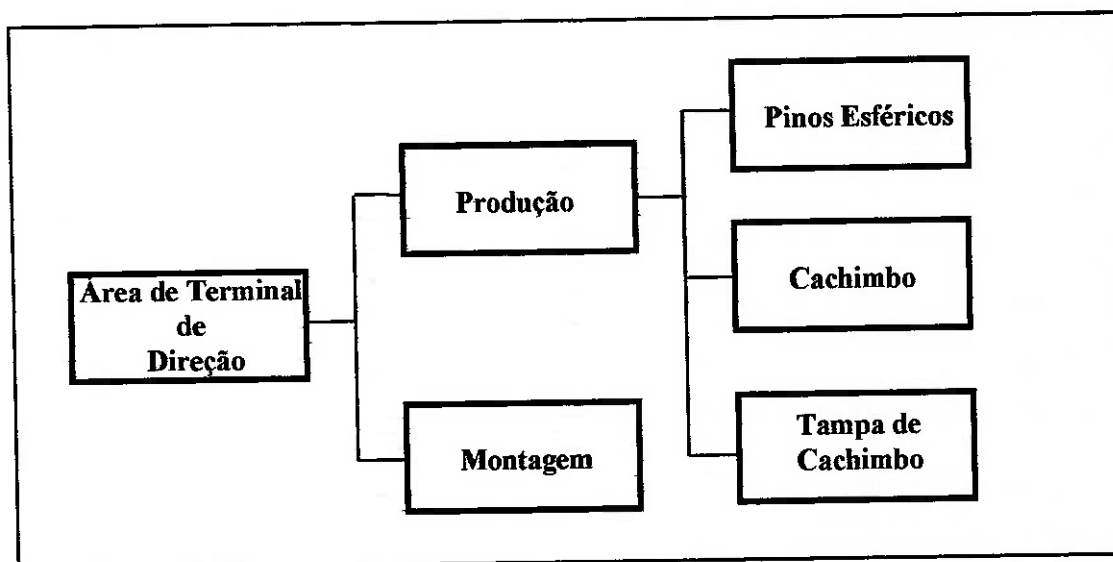
3. ÁREA DE TERMINAL DE DIREÇÃO

Antes de descrever as etapas de fabricação envolvidas no processo, é importante explicar os componentes de um terminal de direção. Os terminais de direção são compostos pelas seguintes peças:

1. Pino esférico. Material: aço
2. Concha. Material: plástico
3. Cachimbo. Material: aço forjado
4. Tampa de cachimbo. Material: aço estampado
5. Capa. Material: borracha
6. Anéis de vedação. Material: aço

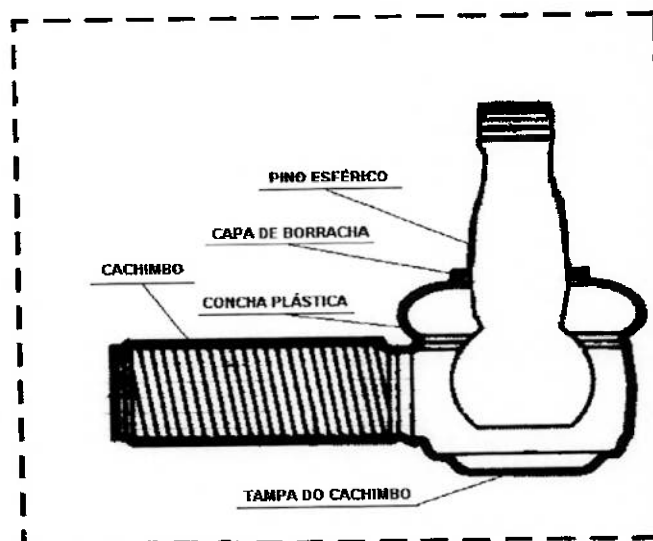
Portanto, a área de terminais de direção podem ser divididas em outras quatro áreas: área de fabricação de pinos esféricos, área de fabricação de cachimbo, área de fabricação de tampa de cachimbo e área de montagem.

Vale lembrar que os componentes plásticos são fornecidos por um outro setor da empresa, independente do processo de fabricação da área de terminais de direção.



Área de Terminal de Direção - elaborada pela autora

Segue abaixo uma ilustração de um terminal de direção e seus respectivos componentes:



Terminal de Direção - Fonte: Catálogo da empresa

1. O pino esférico é uma peça que apesar de muito simples, é extremamente importante para garantir a segurança de um automóvel. É composta por uma haste e uma esfera. Seu processo de fabricação

necessita muita precisão, pois caso a haste apresente folga ou maior espessura, o pino pode escapar ou não encaixar na roda/caixa de direção respectivamente. A esfera também possui o mesmo problema, caso apresente folga ou uma espessura maior, pode escapar ou perder a mobilidade no cachimbo, respectivamente. Além disso a esfera apresenta o problema da rugosidade, caso não esteja dentro dos níveis estabelecidos, a esfera irá desgastar toda a cocha plástica por atrito e comprometer a segurança do veículo.

2. O cachimbo é a peça que acolhe o pino esférico e que fará a conexão entre a barra de direção e o pino esférico. É composta por uma haste e um cachimbo que acolhe o pino esférico. A haste conectada à barra de direção faz com que a mesma se conecte com a roda proporcionando seu movimento.

3. A concha plástica é o componente existente entre a esfera do pino esférico e o cachimbo. Serve para reduzir o atrito entre estes dois componentes, evitando assim o desgaste de algum deles.

4. Tampa do cachimbo serve para vedar a peça, evitando que resíduos e poeira entre em contato com o terminal de direção, comprometendo o bom funcionamento do mesmo.

5. Capa de borracha possui a mesma função da tampa do cachimbo.

6. Anéis de vedação possuem a mesma função da tampa do cachimbo.

4. A QUESTÃO DO RUÍDO

Foi realizada uma análise de duas semanas em todas as áreas de fabricação dos terminais de direção. A análise consistiu num acompanhamento e estudo dos processos envolvidos em cada uma destas

áreas, conversas informais com os operadores e pesquisas no ambulatório médico. Dentre as áreas apresentadas, a área de fabricação de pinos esféricos foi a que despertou uma especial atenção. Dentro do seu processo de usinagem, o ruído apresentado nesta etapa não passou despercebido. O curioso foi que apesar dos operadores das máquinas se queixarem do ruído elevado, eles apresentavam uma maior preocupação com problemas referentes à LER (lesões por esforços repetitivos).

A área escolhida para a realização deste trabalho foi a área de usinagem de pinos esféricos por apresentar um problema que muitas vezes passa despercebido por não apresentar os efeitos de uma forma imediata, isto é, levam-se anos para que os efeitos do contato permanente com elevados níveis de ruído apareçam. Portanto, contribuiu para a escolha desta área, o fato das pessoas estarem mais preocupadas com outros tipo de doenças do trabalho, como a LER, que por serem as doenças da "moda", fazem com que as pessoas se esqueçam de outras doenças que apesar de tão graves e muito mais antigas, passam despercebidas numa empresa durante anos, sem que nenhuma providência seja tomada a respeito.

Por não darem primazia à área de segurança e medicina do trabalho, notadamente no que diz respeito a um efetivo programa de conservação auditiva, inúmeras empresas estão às voltas com várias e onerosas ações de responsabilidade civil, nas quais os operários, delas desligados, comprovam ter contraído ou agravado perda auditiva por terem trabalhado com níveis de pressão sonora elevados.

Nos últimos 5 anos, devido ao crescente corte de funcionários, a empresa tem sofrido estes tipos de processos. Porém, a pedido do diretor de Recursos Humanos, o trabalho não irá tratar o problema que a empresa vem enfrentando com as ações trabalhistas.

O RUÍDO

1. INTRODUÇÃO

A poluição química do ar, da água e da terra deixa muitos traços visíveis de contaminação. Muitas doenças e mortes devido a alterações do meio podem ser identificadas por qualquer pessoa. Mas, a poluição sonora produz efeitos imediatos moderados. Seus efeitos mais graves vão se implantando com o tempo, como a surdez, que não tarda a se acompanhar às vezes de desequilíbrios psíquicos e de doenças físicas degenerativas.

Neste capítulo serão apresentados os parâmetros físicos de interesse e os prejuízos à saúde que a exposição ao ruído pode acarretar e que na maioria das vezes passam despercebidos nas empresas.

2. NOÇÕES BÁSICAS DE ACÚSTICA

2.1. MOVIMENTO, ONDA, PRESSÃO E VIBRAÇÃO SONORA

Para explicar de maneira seqüencial os fenômenos físicos de vibração e som, parte-se de alguns princípios da natureza.

Quando um movimento é gerado por qualquer fonte de excitação, há um deslocamento de ar. Por exemplo: movimentar a mão, bater palmas ou abrir bruscamente uma porta, geram um deslocamento de ar que podemos facilmente perceber.

O deslocamento do ar se dá em formas de onda, semelhante às ondas de uma superfície de água de um lago quando atiramos uma pedra. Estas ondas de ar na verdade são choques consecutivos de moléculas presentes na atmosfera, que ao encontrar qualquer obstáculo, exercem uma força sobre este. O fenômeno físico da aplicação de uma força sobre uma superfície qualquer é interpretado como pressão ($P=F/A$).

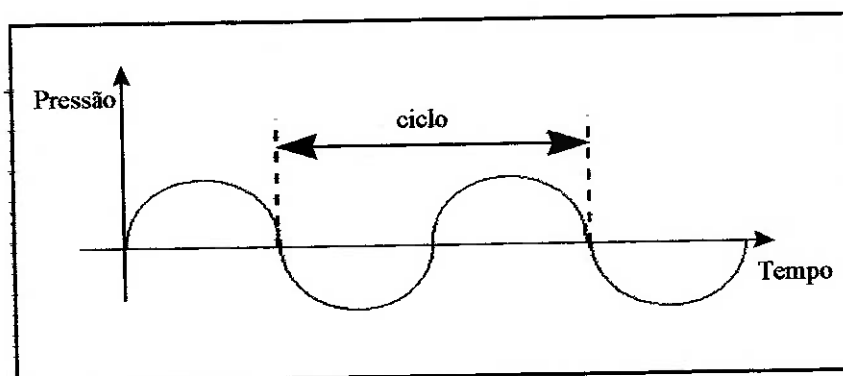
Da mesma forma, quando há um choque entre dois corpos ou um movimento relativo entre eles, é gerado um deslocamento de ar causado pela liberação de energia do choque ou de atrito entre as moléculas destes corpos. Esta energia é perdida no meio ambiente e transportada através deste, por deslocamento de ar, em forma de ondas exercendo uma pressão em todos os pontos deste meio.

As ondas formadas no deslocamento do ar possuem características físicas como comprimento, frequência e amplitude e o fenômeno físico associado a estas características das ondas, ou oscilações, é denominado vibração. Então, vibração é a denominação do fenômeno ou do estudo das ondas.

Estas ondas podem ocorrer em meios gasosos, líquidos ou sólidos. Para este efeito se considera principalmente a condução das ondas por via aérea.

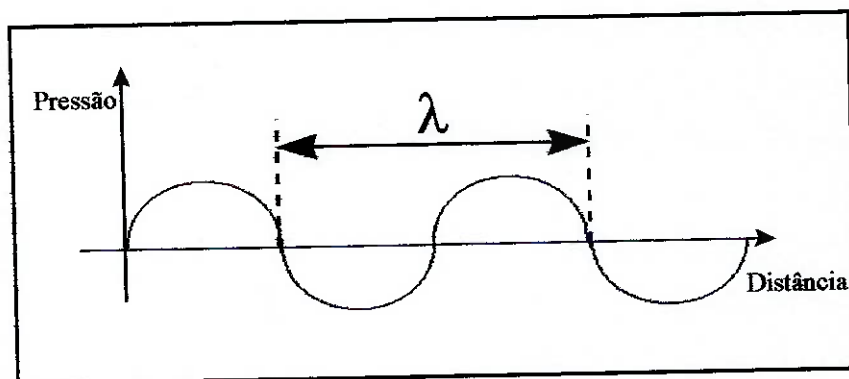
As ondas quando se propagam em um meio gasoso como o ar, são caracterizadas por:

- Ciclo: tempo de uma oscilação completa da onda.



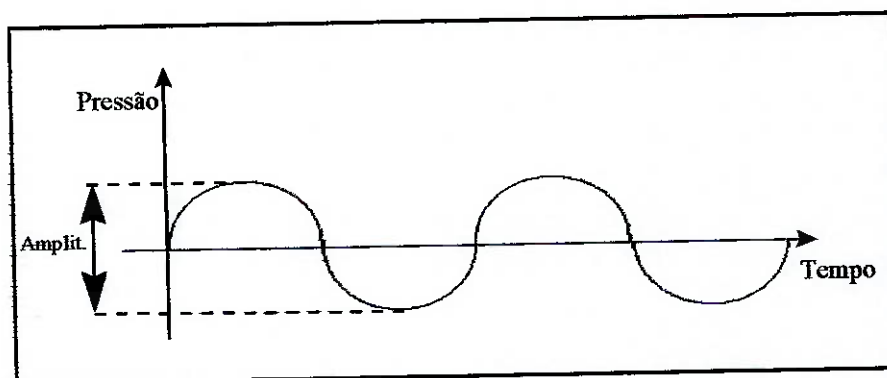
Ciclo de Onda - elaborado pela autora

- Comprimento (λ): distância que a onda viaja durante um ciclo ou oscilação completa.



Comprimento de Onda - elaborado pela autora

- Amplitude: altura da onda. Também comumente denominada de intensidade.



Amplitude de Onda - elaborado pela autora

- Frequência: número de ciclos que a onda executa por unidade de tempo.

$$\text{Frequência} = \frac{\text{número de ciclos}}{\text{segundo}} = \text{Hz (Hertz)}$$

Quando se trata de geração de vibrações é comum a associação com a geração de sons, ou seja, as vibrações sonoras. Define-se então: Vibrações sonoras são oscilações que ocorrem no ar, vibração ou conjunto de vibrações num meio elástico, que podem ser ouvidas (estimulam o aparelho auditivo).

2.2. ESPECTRO SONORO, FREQUÊNCIA E VELOCIDADE DO SOM

As vibrações sonoras, em média, se situam na faixa de 16 Hz a 20.000 Hz de frequência. Vibrações com frequências acima desta faixa são denominados de ultra-som e as vibrações situados abaixo, de infra-som. Portanto, vibrações com frequência abaixo de 16 Hz a acima de 20.000 Hz não são vibrações sonoras.

Além da faixa de frequência audível existe uma pressão sonora que deve ser considerada juntamente para que possamos dizer o que é e o que não é audível.

Pressão sonora (ΔP_N) é a diferença instantânea entre a pressão do ambiente na presença do som (P_s) e a pressão do ambiente na ausência do som (P_{as}), no mesmo ponto.

$$\Delta P_N = P_s - P_{as}$$

Para cada frequência existe uma pressão sonora mínima para que possa excitar o ouvido. O conjunto dos valores mínimos desta pressão sonora é conhecido como Limiar Inferior de Audibilidade e o menor destes valores é de $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$, adotado como pressão sonora mínima de referência. A faixa normal de pressão audível para a frequência de 1.000 Hz é de $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$.

Na atmosfera o som se propaga com velocidade constante, de acordo com a fórmula:

$$C = 20,05 (T)^{1/2} \text{ (m/s)}$$

$$C = \text{velocidade do som (m/s)}$$

$$T = \text{temperatura absoluta (K)}$$

a 22°C temos $C = 344,5 \text{ m/s}$ ou normalmente $C = 340 \text{ m/s}$.

Esta velocidade pode ainda ser definida como:

$$C = f \times \lambda \text{ (m/s)}$$

f = frequência (Hz)

λ = comprimento de onda (m)

2.3. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA

Como já visto, a faixa de pressão correspondente a 1.000 Hz que pode estimular o ouvido humano é da ordem de 10^7 entre o mínimo e o máximo. Esta variação na grandeza numérica, em parte, dificulta o manuseio destes números. Outro problema no registro da pressão sonora é sua variação muito rápida em relação ao tempo.

Uma solução para o problema da variação quase contínua da pressão é a adoção da Pressão Média Quadrática (PMQ), que é calculada pela composição de uma série de pressões instantâneas (P_i).

$$PMQ = [(P_1^2 + P_2^2 + P_3^2 + \dots + P_n^2) / n]^{1/2}$$

Isto resolve a questão da variação da pressão em relação ao tempo, mas em se tratando de sons impulsivos (de curta duração) esta média perde seu efeito, pois neste caso o interesse é o valor máximo e não o médio.

Quanto à dificuldade do manuseio da escala numérica da pressão sonora elaborou-se uma escala que pudesse, com pouca variação, representar a grande faixa numérica da pressão. Esta escala, cuja unidade é denominada Decibel, foi extraída de uma escala semelhante à das experiências de Bell no estudo de telefonia. A unidade original é o Bel, mas utiliza-se o decibel para maior facilidade (1 Bel = 10 Decibéis = 10 dB).

$$\text{NPS} = 20 \log (P / P_0) \text{ (dB)}$$

P = pressão real do ambiente (diferença da pressão com som e pressão atmosférica) (N/m^2)

P_0 = pressão de referencia = $2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

Esta nova unidade, que na verdade é uma relação entre duas grandezas físicas, apresenta as seguintes relações com a pressão do ambiente:

Valor na escala	Pressão do ambiente
0 dB	$2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$
80 dB	$0,2 \text{ N/m}^2$
100 dB	2 N/m^2
140 dB	200 N/m^2

2.4. SOM, RUÍDO, BANDA DE OITAVAS E ESCALAS

Uma dificuldade de trabalhar com os termos acústicos é a diferenciação de nomenclatura técnica. Em saúde ocupacional a preocupação central é compreensão sensitiva dos fenômenos, enquanto que nas ciências exatas é a explicação dos conceitos físicos. Devido à este problema, neste trabalho será utilizada a seguinte nomenclatura:

- Som: qualquer vibração sonora
- Tom puro: vibrações sonoras emitidas em uma única frequência
- Ruído: mistura de tons cujas frequências diferem entre si por um valor inferior ao poder de discriminação do ouvido
- Barulho: interpretação desagradável do som

Em geral, a emissão de tons puros, parece agradável, principalmente quando a composição destes tons resultarem em movimento harmônico com onda composta uniforme, isto é, a música.

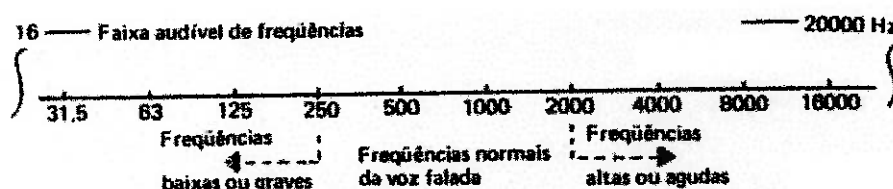
O barulho por sua vez, pode ser um tom puro, uma mistura de tons harmônicos ou um ruído, dependendo exclusivamente da pessoa que estiver executando, já que é um conceito subjetivo.

Fisicamente, o ruído é uma mistura de tons puros, porém seu movimento resultante não é harmônico e sim aleatório. Porém cada fonte geradora emite ruídos com freqüências predominantes e o estudo destas freqüências é importante pois o ouvido humano tem reações diferentes para cada faixa, o que define inclusive a relação de prejuízos fisiológicos.

O ruído de ar comprimido por exemplo, embora não possua uma única freqüência, predomina as freqüências em torno de 2.000 Hz. Motor estacionário emite ruídos na faixa de 500 Hz. A voz humana, em fala normal, também é um ruído e sua faixa de freqüência está entre 250 e 2.000 Hz.

Para facilitar o manuseio da faixa de audio- freqüência é comum usar como referencia uma divisão em sub-faixas ou bandas, tomando-se por base algumas freqüências centrais.

Estas bandas, denominadas de Bandas de Oitavas, possuem as seguintes centrais, em Hz: 31.5, 63, 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000, 8.000,..., estabelecidas com base em estudos de notas musicais e na resposta do ouvido humano, correspondendo a um "filtro" na distribuição do ruído, tomando estes padrões como freqüências predominantes.



Divisão da Faixa de Audio-Freqüência em Bandas de Oitava - Fonte: KITAMURA, Satoshi, *Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial*, 1978.

O ruído possui um NPS diferente para cada frequência e usando-se as bandas de oitava pode-se determinar a quantidade do ruído em cada faixa. Esta quantidade de ruído é filtrada pelo ouvido, significando que a pressão real de um ambiente não é a que efetivamente chega ao ouvido. Esta explicação é baseada em dois fatores:

1. O ouvido, por mecanismos internos, filtra o ruído que recebe, selecionando e diferenciando por frequências;
2. Muitas vibrações geradas no meio ambiente não são necessariamente sonoras, mas como pressão, afetam o ouvido através de vibrações da caixa óssea da cabeça.

Torna-se importante o conhecimento destes fenômenos de processamento do ouvido. A maneira mais aproximada de solução foi baseada em simulações do comportamento do ouvido, baseadas em experimentações audiométricas com amostras de pessoas.

Estas simulações foram materializadas, ao longo do tempo, em circuitos eletrônicos incorporados em equipamentos de medição de ruído e atualmente são conhecidas como "filtros de NPS compensados", pois independente da faixa de frequência do ruído emitido, estes filtros registram o NPS efetivo que chega ao ouvido humano.

Destes filtros, pode-se destacar quatro que possuem largas aplicações:

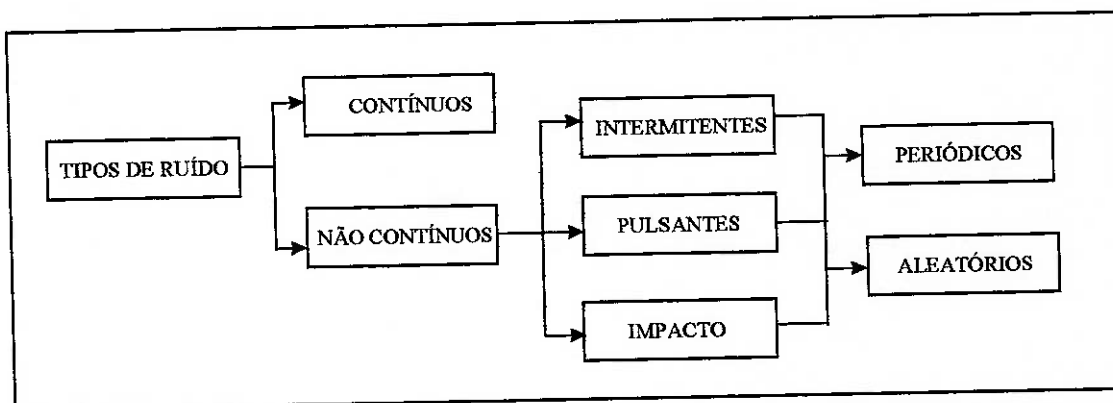
- Escala A/B: usada para medição de ruídos contínuos;
- Escala C: usada para medição de ruídos de impacto;
- Escala D: medição de ruídos contínuos de alta frequência e NPS alto

2.5. TIPOS DE RUÍDO

O ruído pode ser classificado em duas grandes classes:

- Contínuos: ruídos que, durante todo o período de observação não menor que 15 minutos, se apresentam com variação de ± 3 dB.
- Não Contínuos: todos ruídos que não são contínuos. Podem ser intermitente, pulsante ou de impacto.
 - Intermitente: quando se apresenta pelo menos uma vez no intervalo de 15 minutos com variação de ± 3 dB.
 - Pulsante: quando se apresenta em intervalo entre 15 minutos e 10 milisegundos com variação maior que ± 3 dB.
 - Impacto: duração inferior a 10 milisegundos.

Os ruídos não-contínuos podem ser ainda classificados em: periódicos ou aleatórios. Na prática, utiliza-se uma classificação simplificada: Contínuo, Intermitente e Impacto.



Tipos de ruído - Fonte: GROENEWOLD ALEXANDRY, Federico, *O Problema do Ruído Industrial e Seu Controle*, 1978.

Na indústria, as principais fontes geradoras de ruído são os equipamentos ou as máquinas utilizadas. Algumas outras fontes são, no entanto, consideradas movimento de material, quedas de objetos, operações manuais, etc. As causas das fontes geradoras de ruído podem ser classificadas da seguinte maneira:

a) Causas Mecânicas

- Impacto: aplicação brusca de uma força sobre uma peça. Exemplos: corte e dobra de chapas, punção, prensagem, etc.

- **Fricção:** definida como uma força relativa que se opõe ao movimento relativo de dois corpos em contato. Pode ser estática ou dinâmica, dependendo se os corpos estão parados ou em movimento. Exemplos: mecanismos em geral, teares, serras, correias transportadoras, etc.

- b) **Causas Pneumáticas:** geradas por turbulência de ar em dutos. Exemplos: turbinas de avião, ar comprimido, ar condicionado central, etc.

- c) **Explosões e Implosões:** mudanças súbitas na pressão do gás contido numa câmara, causando uma transformação de energia potencial em energia cinética. Exemplo: motores a explosão.

- d) **Causas Hidráulicas:** são geradas por vibrações e turbulências de líquidos em colunas (dutos). Exemplos: bombas hidráulicas, válvulas, sifões, jateamento de água, etc.

- e) **Causas Magnéticas:** provenientes de vibrações no condutor enrolado que constitui a bobina, quando da passagem de corrente elétrica na geração do campo magnético. Exemplos: geradores de alta tensão, rede de distribuição de energia elétrica, etc.

Estas fontes são denominadas de fontes diretas de geração de ruído. Dentro de fontes indiretas de ruído, em instalações industriais, deve-se considerar as paredes, coberturas e piso que em muitos casos contribuem para a ampliação do ruído ambiental.

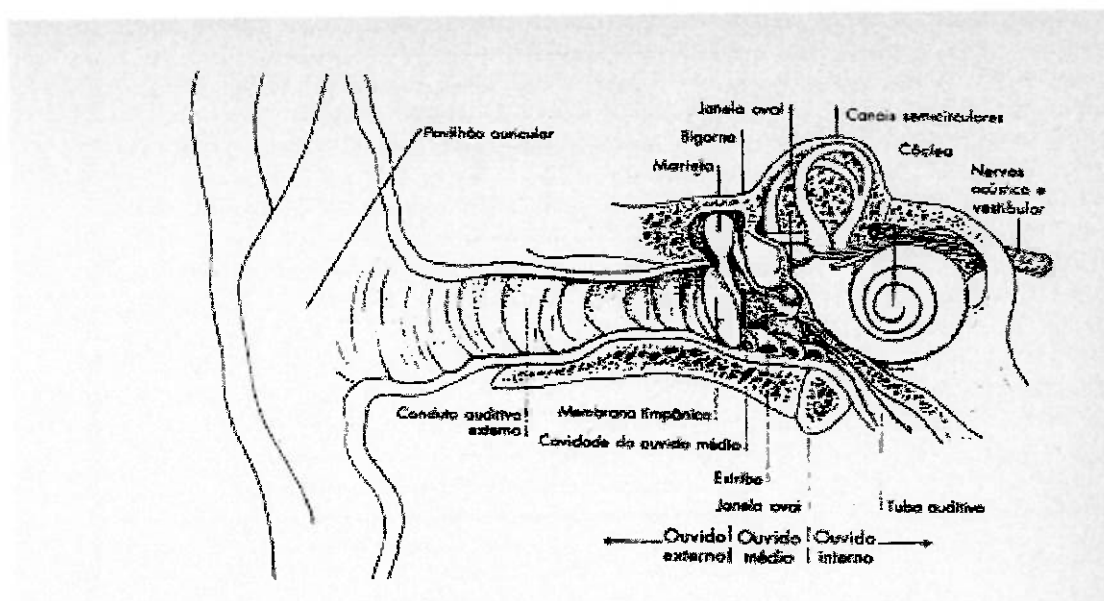
<div>Tipo de Ruído</div> <div>Fonte</div>	Contínuo	Intermitente	Impacto
Causas Mecânicas <ul style="list-style-type: none"> Impacto 		Corte de chapas Prensas pequenas	Quedas de chapas Prensas grandes
<ul style="list-style-type: none"> Fricção 	Serras, tomos, fresas, retificas	Teares	
Causas Pneumáticas	Turbinas Jatos de ar	Escape de gás por válvulas	
Explosões e Implosões		Motores a explosão	Moldagem a explosão
Causas Hidráulicas	Jateamento de água	Bombas hidráulicas	Válvulas
Causas Magnéticas	Geradores		Guindaste Magnético

Tipos de ruído - Fonte: GROENEWOLD ALEXANDRY, Federico, O Problema do Ruído Industrial e Seu Controle, 1978.

3. ANATOMIA DO OUVIDO

O princípio básico da percepção do som é a transformação de energia acústica que se propaga no meio gasoso ou outro meio qualquer, em impulso nervoso. Esta função é exercida pelo ouvido.

O ouvido humano é dividido em três partes principais: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno.



Anatomia do Ouvido - Fonte: DE PAULA SANTOS, Ubiratan, *Ruído - Riscos e Prevenção*, 1994.

a) Ouvido Externo: é constituído pelo pavilhão auricular e o canal auditivo. O canal auditivo está em conexão direta com o meio (ar), encontra-se portanto cheio de ar e termina na membrana timpânica. A membrana tem a função de receber a onda sonora e transmiti-la à cadeia de ossículos do ouvido médio, além de proteger os componentes do ouvido médio.

b) Ouvido Médio: é uma cavidade de ar, situada no interior do osso temporal e aloja três ossos: martelo, estribo e bigorna. O ouvido médio liga-se ao interno através de duas aberturas: janela oval e redonda.

Os três ossos mencionados fazem a ligação da membrana timpânica com o ouvido interno através da janela oval. Devido à relação entre as áreas da membrana timpânica (média de 55 mm^2) e do estribo ($3,2 \text{ mm}^2$), há um aumento de cerca de 17,5 vezes na energia de vibração, e esta energia é transmitida ao ouvido interno.

Ainda no ouvido médio encontramos a trompa de Eustáquio que é responsável pelo balanço da pressão entre o ouvido externo e médio. Este equilíbrio é essencial para o funcionamento do ouvido pois, mantém a membrana timpânica tensa, impedindo sua ruptura por uma simples mudança de pressão.

c) Ouvido Interno: é onde se dá a transformação de ondas em estímulos nervosos, sendo esta a sua principal função. Possui como principal elemento uma estrutura óssea denominada cóclea ou caracol, que é um tubo ósseo em forma de caracol. Dentro deste tubo situa-se o Órgão de Corti que é o conjunto de elementos sensoriais de transmissão do som ao cérebro, denominadas Células Ciliadas. O ouvido interno é preenchido por líquidos (endolinfa na membrana basilar e perilinfa na escala vestibular e timpânica).

A transmissão sonora se dá pela vibração da janela oval, percorre o meio líquido do ouvido interno e nesta passagem excitam o Órgão de Corti transmitindo o som ao cérebro. As ondas sonoras no meio líquido após percorrerem todo o ouvido interno, fazem vibrar a janela redonda que serve como amortecedor das ondas.

4. CONDUÇÃO DO SOM

O som chega no pavilhão da orelha (ouvido externo) e é conduzido pelo canal auditivo (2,5 a 3,0 cm de comprimento) e no final atinge a membrana timpânica (6 a 11 mm de diâmetro). Esta membrana separa a parte externa

do ouvido, do ouvido médio. Com a pressão exercida sobre a membrana, esta oscila e movimenta um ossículo chamado martelo que por sua vez empurra outro ossículo chamado estribo. Esta seqüência de “empurra-empurra” funciona como espécie de alavanca.

O estribo por sua vez bate em outro ossículo denominado bigorna que está situado na entrada do ouvido interno na chamada Janela Oval. A bigorna vibra e transmite ondas para dentro do caracol (cóclea). Na cóclea é que estes impulsos de ondas serão convertidos em impulsos nervosos pela ação de “pontas” ou pequenos nervos existentes no seu interior.

Como estas ondas não são totalmente absorvidas dentro da cóclea, elas saem por vibração da Janela Redonda que por sua vez está ligada com a Trompa de Eustáquio que tem por função atenuá-las e equilibrar a pressão de todo o ouvido com o ambiente externo.

O ouvido humano, dentro da faixa de audio freqüência, processa na parte inicial da cóclea os impulsos de freqüências altas e na sua parte final aqueles de baixas freqüências. Isto implica em que, como as ondas percorrem um meio líquido, a suscetibilidade do ouvido é maior para ruídos de freqüências altas (acima de 4.000 Hz). além disso, como existe uma relação entre freqüência e nível de pressão, existe uma área definida nesta relação, que é denominada de Campo Auditivo.

Este campo possui duas partes distintas, sendo a inferior limitada pelo limiar de audibilidade, ou seja, é a parte cujo limite define o que é ou não audível. A parte superior tem limite nas patologias e no extremo, rompimento da membrana timpânica.

5. DANOS CAUSADOS AO HOMEM PELA EXPOSIÇÃO SO RUÍDO

A deficiência auditiva, em seus diversos graus, afeta 10% da população mundial segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS). Nos países desenvolvidos, um em cada 1.000 habitantes é surdo. Nos subdesenvolvidos, o número cresce para quatro em cada 100.

O problema do ruído industrial, classificado em 1984 como terceira prioridade entre causas de doenças ocupacionais no Estado de São Paulo (só atrás das devido a agrotóxicos e doenças articulares), reveste-se de elevada importância pela existência de um fato determinado mediante observações realizadas em âmbito mundial: o excesso de barulho dá origem em primeiro lugar, à perda da audição e da acuidade auditiva; em segundo lugar origina efeitos colaterais, não auditivos, que causam sérios prejuízos à saúde daqueles que trabalham em ambientes com excesso de barulho. Na região de São Bernardo e Santo André, onde há linhas de produção industrial e de montagem, 30% da população tem problemas de surdez. Ultimamente o número de trabalhadores processando suas firmas tem crescido gradativamente.

O excesso de ruído diminui a produtividade. O barulho não diminui a velocidade das máquinas, nem altera o material trabalhado, o que acontece é que o excesso de barulho impede a concentração mínima necessária e, por esse motivo, o equipamento pode não ser operado convenientemente, originando a perda de produtividade. Além disso, os operadores irritados, tensos e cansados devido à exposição permanente ao ruído, aumentam a possibilidade de acidentes de trabalho.

5.1. PRESBIACUSIA

Todo indivíduo, conforme cresce sua idade, possui uma perda normal de audição. Esta perda, denominada de presbiacusia, independente da

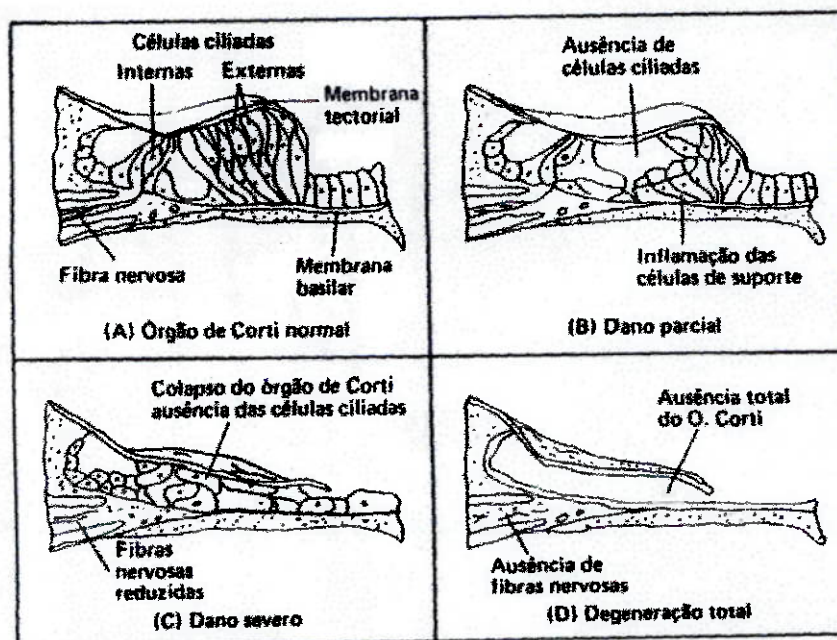
exposição do indivíduo a qualquer ruído mais intenso. ela é devido a alterações no sistema auditivo, basicamente por processos de calcificação e perda e elasticidade das fibras do ouvido interno.

O processo de presbiacusia pode ser acelerado por exposições a ruídos em ambientes de trabalho e também pelo próprio ruído urbano.

5.2. SURDEZ PERMANENTE OU TOTAL

A surdez permanente se caracteriza pelo rompimento da membrana timpânica ou alguma patologia no ouvido médio, tornando o indivíduo incapaz de perceber qualquer excitação sonora. Este traumatismo pode ser devido a toxicomanias ou por exposição a ruídos intensos. Esta perda é irreversível e está associada à destruição do órgão de Corti.

No caso de exposição a ruídos excessivos, a mais comum é a presença de ruídos acima de 120 dB e em geral, de impacto ou impulsivo.



Corte de membrana basal mostrando o estado normal e os graus progressivos de lesões - Fonte: KITAMURA, Satoshi, *Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial*, 1978.

5.3. SURDEZ PROGRESSIVA

Além da surdez permanente ou total, que pode ser causada por exposição a ruídos intensos, tem como causa mais comum de perda de audição a surdez progressiva, originada por cansaço das fibras da cóclea devido basicamente ao tempo de exposição a determinados níveis de ruído.

As primeiras alterações verificadas no ouvido são um aumento de volume da cóclea e a perda das propriedades sensitivas das células ciliadas. Este aumento de volume gera uma destruição das células da base da cóclea afetando a audição inicialmente para sons em torno de 4.000 Hz e posteriormente se estende por toda a cóclea, afetando o Órgão de Corti. O segmento da cóclea corresponde a respostas de 4.000 Hz é o mais sensível também a lesões craneanas e a intoxicações.

De maneira completa, pode-se considerar a surdez progressiva como:

- Surdez de condução - causada por cera no ouvido e se caracteriza pela dificuldade de condução da onda sonora até o ouvido interno;
- Surdez do ouvido interno - traumatismo ou degeneração na cóclea, causada por exposição excessiva ou patologia;
- Surdez do ouvido médio - causada pela exposição a ruídos de impacto. Ocorre quando o conjunto de ossículos (martelo, bigorna e estribo) do ouvido médio não exercem a proteção do tímpano, denominado reflexo acústico ou aural, permitir um traumatismo temporário ou definitivo no tímpano ou na cóclea.

A surdez progressiva afeta geralmente os dois ouvidos, porém é possível que um dos dois seja mais danificado que o outro, devido à posição da pessoa em relação à fonte ou pelo excesso de cera em um dos ouvidos.

As principais causas ou situações nas quais o indivíduo está sujeito à surdez progressiva são:

- ruídos contínuos acima de 80 dB;
- ruídos de impacto acima de 120 dB;
- exposição prolongada (anos) a ruídos acima de 80 dB;
- ruídos de 4.000 Hz e NPS acima de 70 dB.

A surdez progressiva, em seus primeiros estágios não apresenta nenhuma evidência clara como dor ou vertigem, o aspecto da membrana timpânica é normal. As dificuldades mais comuns que surgem são:

- dificuldade de audição para consoantes emitidas em altas frequências;
- no caso de surdez na cóclea, pode apresentar sintomas de origem nervosa;
- o indivíduo ouve cada vez menos sua própria voz e começa a falar alto e sem modulação;
- possui erros de interpretação em conversações realizadas em ambientes pouco ruidosos.

5.4. SURDEZ TEMPORÁRIA

Também denominada de Deslocamento temporário do Limiar de Audição (DTL), é qualquer perda de audição que se pode recuperar totalmente, independente do tempo necessário para tal.

A Organização Internacional de Normalização (ISO) define o DTL como “uma elevação no nível do limiar da audição, devido a uma exposição ao ruído, no qual se verifica um retorno progressivo ao nível anterior à exposição, com recuperação total em menos de dez dias”.

Os processos fisiológicos que ocorrem no ouvido provocando o DTL são:

- inchaço reversível das células ciliadas;
- alterações metabólicas no líquido da cóclea;
- fadiga das células ciliadas.

Considerando-se ainda que estes processos podem ocorrer conjuntamente. Estas lesões porém não alteram o estado geral do Órgão de Corti.

A maior porção do DTL ocorre durante a primeira parte de exposição ao ruído, sendo que os ruídos de alta frequência produzem maiores DTLs que os ruídos de baixa frequência, enquanto que as emissões de ruído de menores durações provocam um DTL maior.

As perdas de audição e sua recuperação dependem muito do tempo de exposição e da intensidade do ruído. Por exemplo, uma exposição de duas horas a um determinado nível de ruído que cause uma perda de 50 dB (incluindo a presbiacusia) leva cerca de 16 horas para que o ouvido se recupere. Se a perda for de 60 dB (incluindo a prebiacusia), para o mesmo tempo de exposição, a recuperação se dará em vários dias. Se estas exposições forem repetidas, pode lavar à fadiga auditiva, cujos sintomas mais comuns são leves dores de cabeça e um zumbido constante no ouvido, muito percebido após deixarmos um ambiente ruidoso para um ambiente silencioso.

Experiências mostram que:

- exposições a ruídos contínuos entre 85 e 95 dB durante uma jornada de trabalho produzem um DTL médio de 10 dB para frequências acima de 1.000 Hz.
- exposições a ruídos intermitentes entre 80 e 120 dB durante uma jornada de trabalho produzem um DTL médio de 5 dB para frequências acima de 1.000 Hz.
- a extensão do DTL é influenciada pela quantidade da perda de audição que a pessoa já possua (presbiacusia ou surdez parcial). Para pessoas com limiar de audibilidade normal, o DTL chega a 35 dB ou mais para frequências acima de 1.000 Hz. Para ouvidos já danificados parcialmente, o DTL fica em torno de 5 dB.

- exposições a ruídos contínuos, a maior parcela do DTL ocorre por volta da metade da jornada de trabalho.

Outra consideração importante do autor diz respeito ao tempo de retorno da audição para a situação antes da exposição e o tempo mínimo necessário para descanso entre uma exposição e outra, mais especificamente os descansos na jornada de trabalho e o descanso entre duas jornadas de trabalho.

6. EFEITOS NEUROLÓGICOS E PSICOFISIOLÓGICOS DO RUÍDO

Não só o aparelho auditivo é afetado pelo ruído. A literatura médica sobre o assunto, embora se concentre nos danos auditivos, tem voltado sua atenção para efeitos colaterais que o ruído causa no homem.

Como patologias principais podem ser citados:

- ação sobre o sistema neurovegetativo;
- ação sobre o sistema endócrino;
- ação sobre o sistema nervoso central;
- efeitos psicológicos.

Sob a ação do ruído repentino, os olhos se fecham, a pressão aumenta e a respiração pára instantaneamente. A ocorrência destes fatos mostra que o ruído modifica o processo fisiológico e, portanto, pode causar patologia no homem.

Sobre o sistema neurovegetativo, os efeitos mais comuns são originados por instabilidade neurovegetativa, causando despepsia, úlcera gastroduodenal, inquietação e o estado de angústia. Neste sentido, são observados a redução do peristaltismo intestinal, de secreção gástrica e variação na dinâmica circulatória.

Na perturbação da dinâmica circulatória, ruídos com mais de 70 dB provocam vasoconstrição periférica, que é uma resposta vascular ao ruído. Esta vasorregulação periférica permanece durante toda a exposição ao ruído, reduzindo o volume de expulsão do sangue.

Alterações na provisão fisiológica de oxigênio ou a nutrição de determinados tecidos podem causar uma úlcera gástrica.

No sistema endócrino pode-se mencionar a ativação intensa de várias glândulas de secreção interna, inibição endócrina, atividade acidófila intensa da hipófise, o desaparecimento de células beta e intensa reabsorção da substância coloidal vesicular.

O sistema nervoso central é afetado basicamente pelo ruído, pela fadiga dos nervos cerebrais, perturbando o sono e o relaxamento do sistema nervoso. Na presença do ruído ocorre maior afluxo de sangue à superfície cerebral.

As alterações principais que ocorrem no sistema nervoso central podem ser resumidas em: aumento da pressão endocrínea e retardamento de ritmo.

Os efeitos psicológicos ou subjetivos do ruído afeta psicologicamente o homem a vários níveis: sono, atenção, concentração, irritabilidade, ansiedade, inibição, medo e neurose. Em pessoas histéricas e epiléticas o ruído pode provocar forte crise. Mesmo para pessoas normais, em ruído violento pode causar enfraquecimento da fala, redução da memória retentiva, sensações de fadiga, cefaléia, mal-estar, distúrbios psíquicos generalizados, inquietude e "stress".

Além destes, o fator de interferência mais evidente do ruído a nível psicológico é a dificuldade de comunicação e interpretação de sons no ambiente de trabalho. Em situações de trabalho em fábricas de maneira geral, além da comunicação verbal existente entre as pessoas, existe uma

série enorme de fontes sonoras inerentes à execução de tarefas: ruído de máquinas, ruído de mecanismos, de sistemas de transportes, de operações, avisos sonoros, utilizados como fontes de informação pelo operário no desenvolvimento de suas atividades e que portanto, devem ser ouvidos e interpretados.



Efeito do Ruído nos Órgãos do Corpo Humano - Fonte: GERGES, Samir, Ruído e Suas Consequências, 1994.

7. EFEITOS SOBRE O RENDIMENTO NO TRABALHO

O ruído tem uma influência marcante sobre o rendimento no trabalho. Por exemplo, quando se quer ler ou estudar, e precisa-se de um grau de atenção maior, qualquer ruído torna-se incômodo e faz decair o rendimento. Os efeitos do ruído sobre o rendimento do trabalho dependem de algumas variáveis: condições acústicas locais, tipo de trabalho executado e a atitude da pessoa.

Com relação às condições acústicas locais, parece que o ruído intermitente ou de impacto provocam maiores decréscimos na performance dos

trabalhadores quando comparados aos contínuos, de nível comparável, embora se saiba que estes são mais nocivos à saúde do que aqueles.

O ruído intermitente age sobre a performance, degradando-a, quando se iniciam, durante e após a sua ocorrência. Aparentemente as mudanças nos níveis do ruído parecem ser o fator importante.

Ao que tudo indica, os níveis de ruído que provocam perdas auditivas, provocam também este efeito indesejável. Pode-se portanto concluir que, ao se controlar o ruído dentro de um "programa de conservação da audição", automaticamente está se agindo sobre a eficiência no trabalho.

Vale lembrar que nem toda a capacidade de execução do trabalho é atingida pelo ruído. Em certos tipos de função nas quais o ruído é enfadonho e simples, certos sons podem ter efeito positivo, despertando o indivíduo.

A longo prazo, medidas de absenteísmo e um "turn over" de um determinado local de trabalho pode refletir esta última situação, mas também é bem difícil relacioná-los somente ao ruído.

8. EFEITOS SOBRE A COMUNICAÇÃO

Um dos efeitos do barulho mais facilmente demonstráveis é a sua interferência com a comunicação oral. O barulho intenso causa um "mascaramento" da voz.

Estas interferências podem atrapalhar a execução de trabalhos que dependam da comunicação oral, bem como pela dificuldade de ouvir a voz de comando ou de aviso pode ser considerado como uma situação que aumenta a probabilidade de acidentes.

METODOLOGIA DE TRABALHO E PCA

1. INTRODUÇÃO

Para se desenvolver um estudo em Higiene e Segurança do Trabalho é necessário que alguns levantamentos sejam realizados a fim de se possa analisar e avaliar os riscos existentes no ambiente de trabalho. Estes levantamentos consistem em:

- Análise do Ambiente
- Identificação dos riscos
- Avaliação da exposição ao risco
- Propostas para eliminação ou diminuição dos riscos

2. ANÁLISE DO AMBIENTE

Por ambiente de trabalho entende-se o conjunto de todas as condições de vida no local de trabalho. O termo é abrangente, seja do ambiente de trabalho em senso estrito (características do local: dimensões, iluminação, presença de poeira, gás, etc) além de elementos conexos à atividade em si (tipo de trabalho, posição do operário, ritmo de trabalho, etc).

Com a finalidade de negociar o ambiente de trabalho é necessário analisar os fatores que o compõem seguindo um modelo de análise que tenha como elemento de referência o próprio trabalhador.

Os critérios com base nos quais pode ser construído um esquema de análise são dois. O primeiro está representado pela possibilidade de medir a intensidade de um fator com meios objetivos (instrumentos como um termômetro para medir a temperatura). O segundo está representado pela existência ao menos de uma faixa de valores ótimos para um determinado fator. Por exemplo, para a temperatura existe um máximo e um mínimo, entre os quais o homem se encontra nas melhores condições de vida.

De posse destes dados é possível identificar os riscos presentes no ambiente de trabalho e a que grau de risco o trabalhador está exposto.

3. IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS

3.1. TIPOS DE RISCOS

Os riscos estão presentes nos locais de trabalho e em todas as demais atividades humanas, comprometendo a segurança e a saúde das pessoas e a produtividade da empresa.

Esses riscos podem afetar o trabalhador a curto, médio e longo prazos, provocando acidentes com lesões imediatas e/ou doenças chamadas profissionais ou do trabalho, que se equiparam a acidentes do trabalho. São considerados riscos ambientais aqueles provenientes de:

- *Agentes químicos*: poeira, fumos, névoas, vapores, gases, produtos químicos em geral, neblina, etc.
- *Agentes físicos*: ruídos, vibrações, radiações ionizantes e não ionizantes, pressões anormais, temperaturas extremas, iluminação deficiente, umidade, etc.
- *Agentes biológicos*: vírus, bactérias, protozoários, fungos, bacilos, parasitas, insetos, cobras, aranhas, etc.
- *Agentes ergonômicos*: trabalho físico pesado, posturas incorretas, treinamento inadequado/inexistente, trabalhos em turnos, trabalho noturno, atenção e responsabilidade, monotonia, ritmo excessivo, etc.
- *Agentes mecânicos*: arranjo físico deficiente, máquinas e equipamentos, ferramentas defeituosas, inadequadas ou inexistentes, transporte de materiais, armazenamento inadequado, etc.

É importante saber que a presença de produtos ou agentes no local de trabalho não quer dizer que, obrigatoriamente, existe perigo para a saúde. Isso depende da combinação de muitas condições como a natureza do

produto, a sua concentração, o tempo e a intensidade que a pessoa fica exposta a eles.

3.2. MAPEAMENTO DE RISCOS

O mapa de riscos é a representação gráfica dos riscos de acidentes nos diversos locais produtivos, inerentes ou não ao processo produtivo, de fácil visualização e afixada em locais acessíveis no ambiente de trabalho, para informação e orientação de todos os que ali atuam e de outros que eventualmente transitem pelo local, quanto às principais áreas de risco.

No mapa de riscos, círculos de cores e tamanho diferentes mostram os locais e os fatores que podem gerar situações de perigo pela presença de agentes físicos, químicos, ergonômicos e mecânicos. É considerada indispensável, portanto, a participação das pessoas expostas ao risco no dia-a-dia.

O mapeamento ajuda a criar uma atitude mais cautelosa por parte dos trabalhadores diante dos perigos identificados e graficamente sinalizados. Desse modo, contribui para a eliminação ou controle dos riscos detectados.

Para o empresário, as informações mapeadas são de grande interesse com vista à manutenção e ao aumento da competitividade, prejudicada pela descontinuidade da produção interrompida por acidentes. Além de que permite a identificação de pontos vulneráveis na sua planta.

3.3. MAPEAMENTO DO RUÍDO

No estudo de redução de ruído, um dos primeiros passos é a preparação de um mapa ou levantamento topográfico do ruído. Um esboço razoável deve ser desenhado, mostrando as posições relativas de todas as máquinas. A esse esboço são adicionados os níveis de pressão sonora (dB), tomados

em um número conveniente de posições em torno da área que está sendo investigada. Traçando-se linhas de conexão entre os pontos de iguais níveis, tem-se uma melhor visualização dos modos de distribuição do ruído. Um levantamento deste tipo mostrará, de imediato, as zonas de ruído perigosas.

4. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RISCO

Uma vez identificados os riscos presentes no ambiente de trabalho, é necessário que haja uma avaliação da exposição do trabalhador ao risco. No caso do agente ser o ruído, esta avaliação consiste em:

- Avaliar se o ruído o qual o trabalhador está exposto afeta sua saúde física e mental;
- Avaliar se o ruído presente interfere na comunicação oral e no reconhecimento de sinais acústicos necessários ao trabalho;
- Identificar e avaliar as fontes emissoras de ruído;
- Avaliar como o meio interfere na propagação do ruído.

5. PROPOSTAS PARA ELIMINAÇÃO OU DIMINUIÇÃO DO RISCO

Riscos identificados e avaliados, é preciso que sejam propostas medidas para eliminação/controle do risco. No caso do ruído estuda-se:

- Medidas de controle ambiental: medidas de engenharia que provocam modificações nos equipamentos, alterações na emissão de ruído na fonte ou na transmissão.
- Medidas organizativas: medidas que têm como objetivo alterar o esquema de trabalho ou das operações.
- Avaliação e monitoramento audiológico: exames audiométricos para avaliar a situação auditiva e a eficácia das medidas de controle

6. PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA

Entende-se por Programa de Conservação Auditiva um conjunto de medidas a serem desenvolvidas com o objetivo de prevenir a instalação ou evolução de perdas de audição.

Um Programa de Conservação Auditiva (PCA) beneficia tanto a empresa como os empregados. Estes são protegidos da perda auditiva e as evidências sugerem que têm menos cansaço no trabalho e geralmente melhor saúde. A empresa se beneficia pela elevação da moral e da eficiência no trabalho pela redução de despesas médicas. A existência do PCA não garante a prevenção da Perda Auditiva por Indução de Ruído (PAIR). Experiências com PCA's mostram que os empresários necessitam aderir aos adequados procedimentos desde o início.

É importante que todos os escalões da empresa participem do PCA, e mesmo que as gerências recebam inicialmente as informações, lhes sendo explicitado qual a sua responsabilidade, que não dirige unicamente para a produção mas também para a segurança. Isto é importante em empresas de grande porte, onde os profissionais da área de segurança e medicina do trabalho podem ter alguma dificuldade para estabelecer adequados canais de comunicação com os operários. Estes procedimentos cobrem a integração do PCA nos programas de segurança e saúde da empresa, a designação de um encarregado pela implantação com definitivas responsabilidades por toda condução do programa, em condutas padronizadas para cada fase, a identificação correta de recursos internos ou externos, e a aquisição de equipamentos apropriados.

Os sete componentes básicos do PCA são:

- A. Monitoramento da exposição ao ruído
- B. Medidas de controle administrativas e de engenharia
- C. Avaliação audiométrica

- D. Uso de Equipamentos de proteção auditiva
- E. Educação e motivação
- F. Conservação dos registros
- G. Avaliação do Programa

Geralmente o PCA é executado por uma equipe cuja composição e tamanho varia conforme o tamanho da empresa e do número de empregados expostos ao ruído. A equipe pode ser constituída por médicos, enfermeiras, fonoaudiólogos, técnicos de segurança do trabalho e engenheiros.

A. Monitoramento dos Níveis de Ruído

Corno em toda situação perigosa, é da maior importância determinar os exatos níveis de ruído, para identificar os empregados expostos. Os responsáveis por este aspecto do programa precisam assegurar-se de que a exposição de todos os empregados foi propriamente avaliada, bem como reavaliações necessitam ser efetuadas quando ocorrerem trocas nos equipamentos ou operações que possam alterar significativamente os níveis de ruído.

Esta monitoramento é conduzida por vários motivos:

- a - para determinar se existem situações perigosas à audição;
- b - para determinar se os níveis de ruído presentes possam interferir com a comunicação e a percepção audível de sinais de alerta;
- c - para identificar empregados que vão participar do PCA;
- d - para priorizar os esforços de controle do ruído e definir e estabelecer práticas de proteção auditiva;
- e - para avaliar o trabalho de controle do ruído.

B. Controles de Engenharia e Administrativos

Os controles de engenharia e administrativos podem ser essenciais para consumir um efetivo PCA. O uso destes controles deve reduzir a exposição ao ruído a um ponto onde o risco à audição seja eliminado, ou ao menos controlado. Em muitos casos, a aplicação de controles relativamente simples do ruído reduzem a implementação de outros elementos do programa, como testes audiométricos ou o uso de EPI's. Em outros casos, a redução do ruído pode ser mais complexa, e precisa ser desenvolvida em estágios, durante algum tempo.

Para os propósitos de PCA, as medidas de engenharia são definidas como toda modificação ou substituição de equipamento, que cause alteração física na origem ou na transmissão do ruído (com exceção dos EPI's), reduzindo os níveis de ruído que chegam no ouvido do empregado.

C. Avaliação Audiométrica

Avaliação audiométrica é importante para o sucesso de PCA, já que é a única maneira de determinar se PAIR está sendo prevenida. Quando a comparação entre audiogramas mostra perdas auditivas temporárias, precoces perdas permanentes ou agravamento de perdas já estabelecidas, é tempo de tomar atitudes rápidas para que não ocorram maiores alterações.

D. Equipamento de Proteção Auditiva de Uso Individual

Um EPI é tudo que pode ser usado para reduzir o nível de ruído que entra no ouvido. "Conchas", protetores de inserção são os tipos mais utilizados. Cada empregado reage de forma diferente ao uso destes equipamentos, e o PCA deve estar apto a atender a estas necessidades individuais.

E. Treinamento, Educação e Motivação

Para se obter participação ativa no PCA por parte dos empregados, e sincera atitude por parte dos empregadores, é necessário educar e motivar ambos os grupos. Os empregados que entendem as razões e as mecânicas do funcionamento do PCA dele participarão em seu próprio benefício, não vendo no PCA uma imposição.

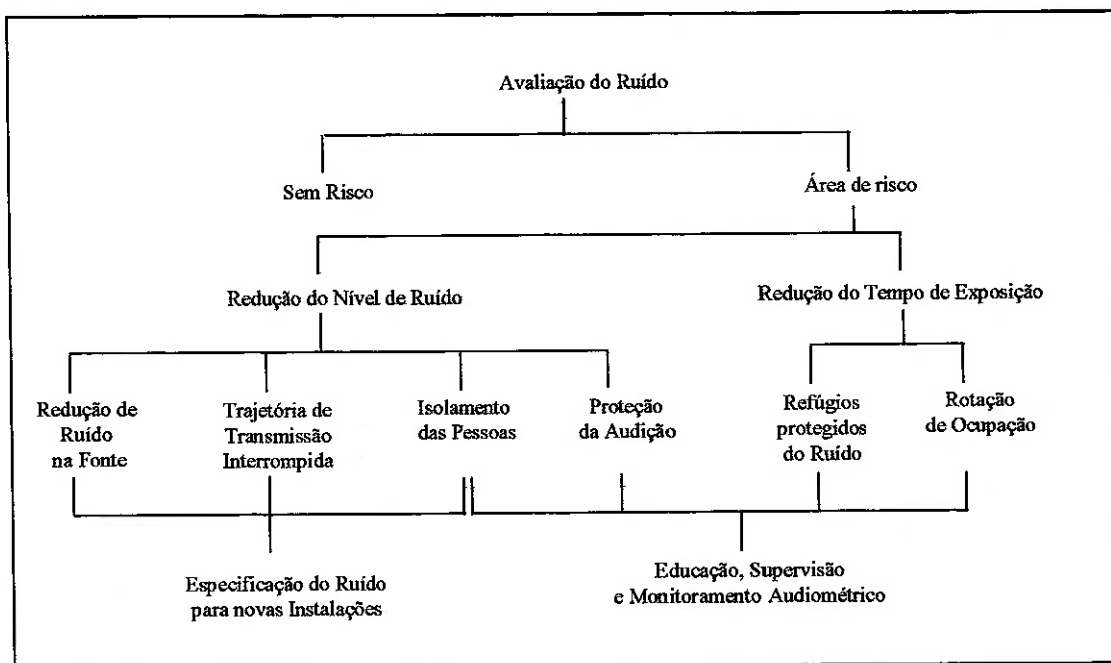
F. Conservação das Informações

O arquivamento das informações relacionadas ao PCA freqüentemente não é valorizada. Mas as informações audiométricas, as informações sobre o uso dos EPI's e a análise do monitoramento das áreas de ruído deveriam gerar arquivos informatizados, para que pudessem prontamente ser verificados.

As informações do PCA que devem ser arquivadas são aquelas relacionadas às fases do programa: (1) monitoramento das áreas de ruído, (2) planos de controle administrativos e/ou de engenharia, (3) avaliações audiométricas, (4) uso dos EPI's, (5) atividades relacionadas aos treinamento, educação e motivação dos empregados, e (6) avaliação do PCA.

G. Avaliação do Programa

A intenção final de todo PCA é reduzir, e eventualmente eliminar, a perda auditiva induzida pelo ruído no lugar de trabalho. Mesmo que os empregadores tenham a melhor das boas intenções, e cumpram cuidadosamente com todas as fases do programa, esta intenção pode não ser alcançada. Uma cuidadosa avaliação da efetividade de todo o PCA é necessária para saber realmente o que está acontecendo.



Organização de um programa de conservação da audição - Fonte: GERGES, Samir, *Ruído e Suas Conseqüências*, 1994.

O PROCESSO DE FABRICAÇÃO

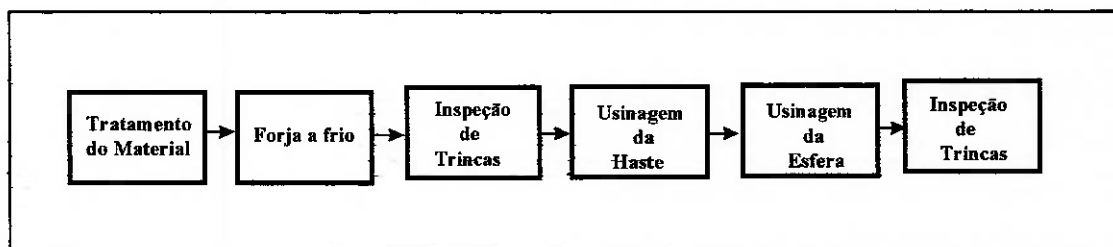
1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será descrito todo o processo de fabricação do pino esférico, apresentando de forma mais detalhada a área de usinagem que apresentou o problema mais crítico de toda a sua produção e onde o trabalho foi realizado.

2. PROCESSO DE FABRICAÇÃO

O processo de fabricação de pinos esféricos pode ser dividido em 5 etapas:

1. Tratamento do material
2. Forja a frio
3. Inspeção de trincas
4. Usinagem
 - 4.1 - Usinagem de Haste
 - 4.2 - Usinagem de Esfera
5. Inspeção de trincas pós-usinagem



Etapas do Processo de Fabricação - elaborado pela autora

1. Tratamento do material

O material (Aço 41Cr-4) é recebido em forma de rolos de arame, denominado fio máquina, e pelo fato de ser acondicionado em um estoque à céu aberto, apresenta-se enferrujado quando encaminhado para a fabricação dos pinos esféricos. Portanto, é necessário que o material seja submetido a um processo de tratamento denominado processo de

desoxidação. Através de uma empilhadeira, o fio máquina é levado para a área de tratamento. Esta área possui aproximadamente 100m².

Este tratamento consiste em colocar o fio máquina em um tanque onde o material é submetido a vários banhos químicos:

1. Banho de água e sabão
2. Banho de desengraxante
3. Banho ácido para a retirada da camada de óxido
4. Banho de limpeza do ácido

Uma vez tratado, o fio máquina é levado por uma empilhadeira para a área de forja a frio, onde fica em um estoque intermediário.

II. Forja a frio

Esta área ocupa 80m². É nesta etapa que o material será cortado em tarugos (máquina extrusora GB4) e deformados segundo as especificações determinadas. Se trata de um processo automático contando com apenas um operador da máquina, cuja função se restringe em colocar o arame na máquina e acionar os botões de execução. São fabricados aproximadamente 40 pinos/minuto.

As etapas nesta área são as seguintes:

1. Operador posiciona o início do rolo de arame no trilho de trefilação da máquina.
2. Operador aciona os botões de execução.
3. A máquina puxa o rolo, trefilando-a.
4. O material fica na dureza e nas dimensões desejadas.
5. A guilhotina da máquina corta o rolo em tarugos (aproximadamente 7cm de comprimento e 2 cm de diâmetro).
6. Os tarugos fixados em pinças sofrem 4 batidas em apenas uma das extremidades, deformando-a em uma esfera.

7. Os pinos são depositados em uma caçamba.

III. Inspeção de trincas

Os pinos depositados na caçamba (aproximadamente 8.000 unidades) são levados para a área de inspeção de trincas. Esta área ocupa 30 m² e conta com 3 funcionários, onde há um revezamento de 20 a 30 minutos/turno.

As etapas envolvidas nesta área são as seguintes:

1. Operador com o auxílio de uma pá, retira os pinos da caçamba e os coloca em uma esteira rolante.
2. Os pinos passam por uma bobina, onde são magnetizados.
3. Já magnetizados, os pinos passam por um banho de um material químico, que penetra nas trincas.
4. Os pinos entram em uma câmara escura, onde são submetidos a luz ultravioleta. Através da luz, é possível identificar trincas existentes nas peças.
5. Os pinos com trincas são separados para sucata e os outros continuam na esteira.
6. Os pinos passam novamente por uma bobina, onde são desmagnetizados.
7. Os pinos caem em uma caçamba.

IV. Usinagem

Os pinos nas caçambas são transportados por uma empilhadeira até a área de usinagem. Esta área possui 400 m² e é onde o trabalho será realizado. Maiores detalhes referentes a quantidade de funcionários, turnos, níveis de ruído entre outros, serão melhor detalhados no capítulo seguinte.

A usinagem pode ser dividida em duas etapas:

A. Usinagem da haste

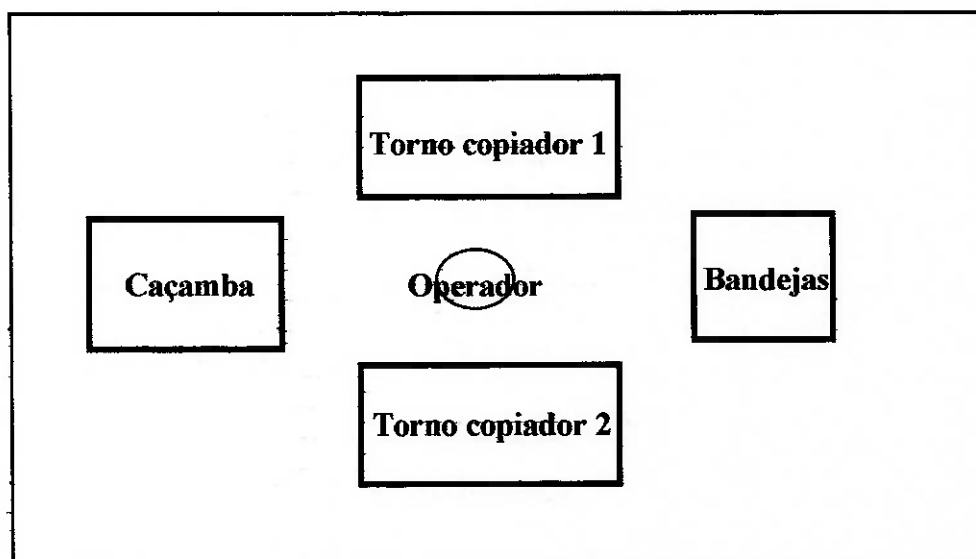
B. Usinagem da esfera

A. Usinagem da haste

A máquina utilizada é um torno copiador de haste. Nesta etapa a haste é usinada, apresentando todas as especificações desejadas. Ao lado das máquinas, há uma caçamba trazida da inspeção de trincas com os pinos prontos para serem usinados.

Os tornos copiadores de haste tem 1,50m de altura, 3,00m de comprimento e 1,00m de largura, possuem aproximadamente 15 anos e são de fabricação interna. A ferramenta de corte é feita de metal duro, tipo TNMG, triangular 4mm de espessura.

Cada operador trabalha em duas máquinas simultaneamente, na posição a seguir:



Esboço da disposição dos Equipamentos - elaborado pela autora

As etapas deste processo são as seguintes:

1. Operador pega com as mãos os pinos da caçamba (altura de 12 cm a 50cm).
2. Operador encaixa o pino no trilho da máquina (1,20m de altura).
3. Operado aciona botão e a máquina pinça a peça.
4. Operador fecha a porta protetora e aciona o botão de execução.

5. A ferramenta de corte da máquina executa apenas um passo a uma rotação de 1.200 a 1.500 rpm.
6. Terminada a operação, a máquina automaticamente desliga.
7. Operador abre a porta de proteção e aperta botão para que a pinça da máquina solte a peça.
8. Operador pega a peça , checa suas dimensões e a acondiciona individualmente em bandejas. São alocadas 50 peças/bandeja. A bandeja fica em uma mesa de 1,00m de altura e a partir da segunda bandeja, elas vão sendo empilhadas até atingir uma altura de aproximadamente 1,50m (7 bandejas).

Etapas	Tempo Médio
1	3s
2	5s
3	1s
4	4s
5	6s
6	3s
7	4s
8	10s

Tempo médio de da operação

Enquanto a peça está sendo usinada, o operador vai retirando o cavaco da máquina, com o auxílio de uma vara metálica ,e colocando-o em um tambor.

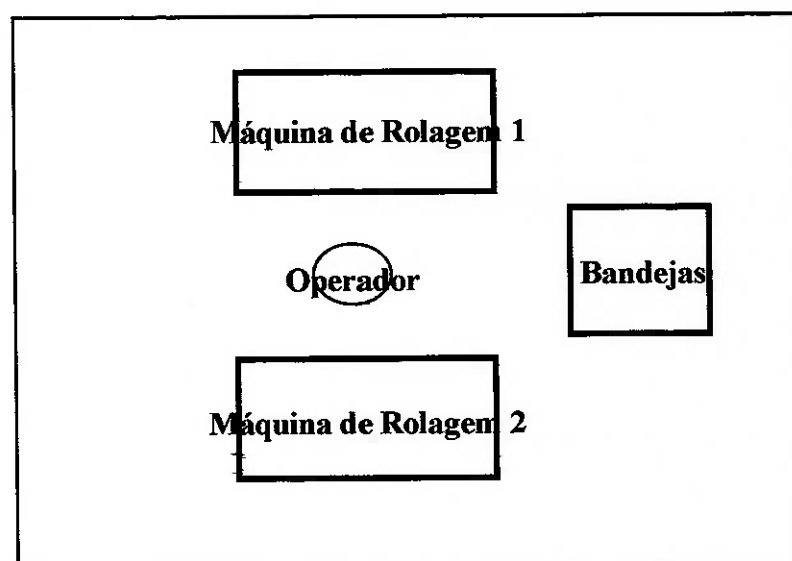
O tempo total gasto desta operação, desde o operador pegar o pino na mesa até colocá-lo na bandeja é de aproximadamente 36 segundos, sendo que o tempo de usinagem é de aproximadamente 6 segundos. E a rugosidade final da peça deve ser de 10 μ .

B. Usinagem da esfera (Rolagem)

As bandejas então são transportadas por carrinhos manuais para os tornos esféricos, onde serão usinadas as esferas dos pinos. . Nesta etapa a esfera é usinada, apresentando todas as especificações desejadas. Ao lado das máquinas, estão as bandejas com os pinos prontos para serem usinados.

As máquinas de rolagem tem 1,50m de altura, 3,00m de comprimento e 1,00m de largura, possuem aproximadamente 15 anos e são de fabricação interna. A ferramenta de corte é feita de metal duro, tipo TNMG, triangular 4mm de espessura.

Cada operador trabalha em duas máquinas simultaneamente, na mesma posição que o operador de a seguir:



Esboço da disposição dos Equipamentos - elaborado pela autora

As etapas deste processo são as seguintes:

1. Operador pega o pino da bandeja (altura de 1,00, a 1,50m) e o coloca no trilho da máquina (1,20m de altura).
2. Operador aciona botão e a máquina pinça a peça.

3. Operador fecha a porta protetora e aciona o botão de execução e a ferramenta de corte da máquina a uma rotação de 2.000 a 2.200 rpm que se movimenta ao longo da peça.

3a. No primeiro passo a ferramenta de corte deixa a parte esférica da peça já com as dimensões finais.

3b. Para o segundo passo, a ferramenta de corte é trocada automaticamente pela máquina e é feito o acerto da rugosidade da esfera do pino.

4. Terminada a operação, a máquina automaticamente desliga.

5. Operador abre a porta protetora e aperta botão para que a pinça da máquina solte a peça.

6. Operador pega a peça, checa suas dimensões e a reacondiciona individualmente nas bandejas. São alocadas 50 peças/bandeja. A bandeja fica em uma mesa de 1,00m de altura e a partir da segunda bandeja, elas vão sendo empilhadas até atingir uma altura de aproximadamente 1,50m (7 bandejas).

Etapa	Tempo Médio
1	5s
2	1s
3	15s
4	3s
5	4s
6	10s

Tempo médio de da operação

Enquanto a peça está sendo usinada, o operador vai retirando o cavaco da máquina, com o auxílio de uma vara metálica ,e colocando-o em um tambor.

O tempo total gasto desta operação, desde o operador pegar o pino na bandeja até devolvê-lo novamente é de aproximadamente 38 segundos,

sendo que o tempo de usinagem é de aproximadamente 15 segundos. E a rugosidade da peça deve ser de 3μ .

A dureza das peças então são 100% testadas, que devem apresentar 20 a 28 Rockell.

V. Inspeção de trincas pós-usinagem

Todas as peças são submetidas para análise de trinca por ultra-som. As bandejas são transportadas por carrinhos manuais para inspeção que fica na mesma área de usinagem. A máquina utilizada possui 3,00m de comprimento, 2,00m de largura e 1,80m de altura.

As etapas deste processo são as seguintes:

1. Operador alimenta a máquina colocando peça a peça em um trilho.
2. O trilho entra na máquina e um cabeçote vai analisando cada peça, verificando a existência de trincas por meio de ultra-som.
3. Automaticamente a máquina vai separando as peças com trincas, que são encaminhadas para a sucata.
4. As peças saem do trilho e caem numa esteira. O operador coloca peça a peça novamente na bandeja.

As peças 100% inspecionadas são encaminhadas para um estoque intermediário para serem levadas para a linha de montagem.

3. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO NA USINAGEM

Ao final de cada mês, o setor de usinagem recebe um relatório com a programação do mês da área de PCP (Programação da Produção), com o número de peças a ser produzido, tipo de peça e prazo de entrega. Através deste relatório, o supervisor programa a produção para todo o período.

Diariamente através do terminal, o supervisor gera ordens de serviço e os repassa para os operadores das máquinas, contendo as seguintes informações:

- Nome da peça
- Código da peça
- Quantidade de peças
- Código interno
- Número do lote
- Etapas da produção (a - Usinagem de Haste, b- Usinagem de Esfera)
- Campo de liberação

De acordo com o código da peça, os operadores já sabem com quais especificações as peças devem ser fabricadas. À medida que as peças vão sendo usinadas e colocadas nas bandejas é afixado um cartão amarelo indicando "Peça em Produção - Não Liberado" .

A cada sete bandejas preenchidas, o operador troca o cartão amarelo por um azul indicando "Peças Liberadas", a espera da inspeção. O supervisor inspeciona 100% das peças e as libera para outra etapa de produção assinando a ordem de serviço.

Ao fim de cada dia, o operador deve entregar um apontamento ao supervisor indicando:

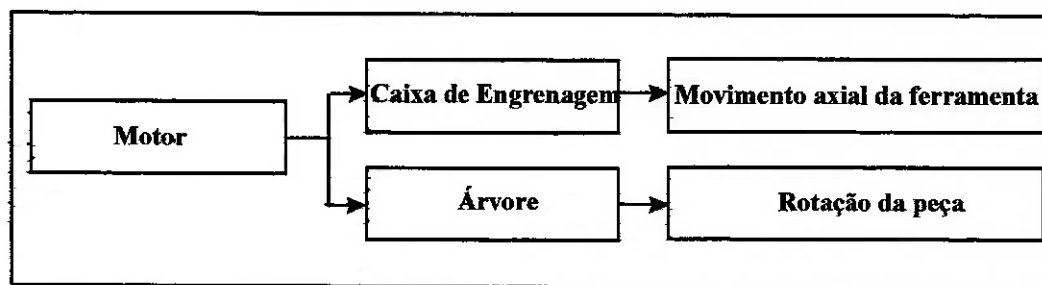
- Número da matrícula (número de identificação do funcionário)
- Centro de Custo (neste caso, usinagem de pinos esféricos)
- Data
- Código da peça
- Código interno
- Número do lote
- Quantidade de peças aprovadas
- Quantidade de peças reprovadas
- Número da máquina

Estes dados são inseridos no terminal, onde o supervisor é capaz de analisar e avaliar a produtividade de cada funcionário/máquina.

4. FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DA ÁREA DE USINAGEM

O torno copiador e a máquina de rolagem possuem o mesmo tipo de funcionamento. A usinagem se dá devido ao movimento de rotação da peça e ao movimento no sentido axial da ferramenta de corte. Partes do equipamento:

- Motor
- Caixa de engrenagem
- Árvore



Partes do Equipamento - elaborado pela autora

A árvore é uma peça cilíndrica de metal com dois rolamentos, onde no lado direito se encontra uma placa de fixação (onde a peça é fixada) e do lado esquerdo um conjunto de polias que se conecta ao motor através de correias.

A caixa de engrenagem movimenta o carro principal (onde a ferramenta se encontra fixa) ao longo da peça. A caixa de engrenagem se conecta com o motor através de correia.

5. MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Na área de usinagem de pinos esféricos não é realizada manutenção preventiva, apenas corretiva. É uma área onde ocorrências são frequentes,

apresentando em média 1 a 2 ocorrências por dia. Por se tratarem de equipamentos semelhantes, as ocorrências apresentadas são praticamente as mesmas.

As ocorrências mais comuns são:

- Parte elétrica: problemas na fiação, queima de fusível, mau contato no painel de acionamento.
- Parte mecânica: vazamento de óleo, desgaste do rolamento, desgaste da engrenagem.

A justificativa da área em haver apenas manutenção corretiva se dá pelo fato dos equipamentos serem antigos e mal conservados, dificultando o início de um programa de manutenção corretiva. O maior problema alegado é o fato de ser muito difícil acertar os ajustes dos equipamentos dentro da faixa de alerta.

A ÁREA DE USINAGEM DE PINOS ESFÉRICOS

1. INTRODUÇÃO

Uma vez detalhado o processo de fabricação de pinos esféricos, é necessário realizar uma análise do ambiente a fim de que os riscos sejam identificados e a exposição dos trabalhadores aos riscos presentes na área avaliada.

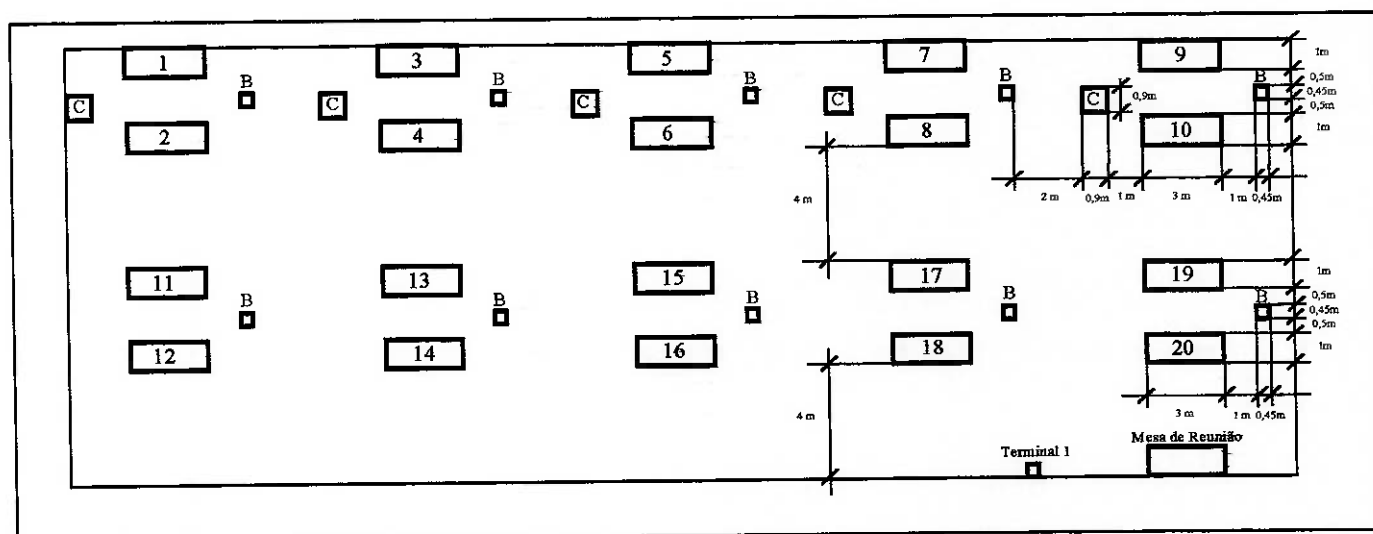
2. ANÁLISE DO AMBIENTE

2.1. DISPOSIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

A área de usinagem de pinos esféricos abrange aproximadamente 600 m², onde estão dispostos 10 tornos copiadores e 10 máquinas de rolagem. Possui pé direito de 10m, piso de concreto e cobertura de telha "Eternit". A temperatura no local é de aproximadamente 23°C. Os equipamentos estão em contato direto com o chão.

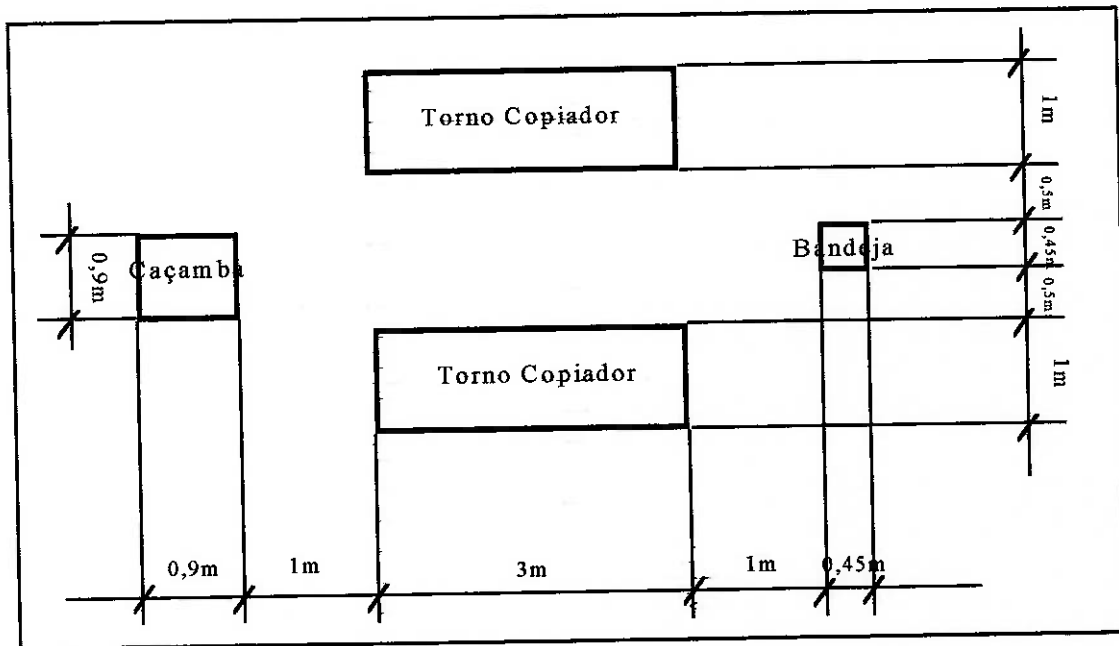
A área é dividida em duas linhas de usinagem:

- Linha A: processo de usinagem da haste (tornos copiadores).
- Linha B: processo de usinagem da esfera (máquinas de rolagem)

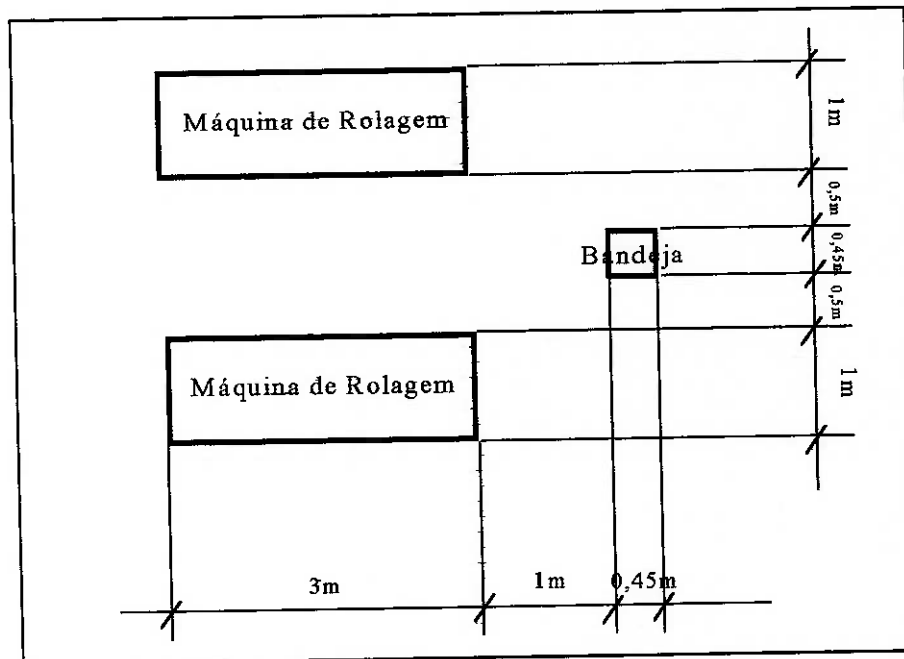


Disposição dos Equipamentos na Área de Usinagem de Pinos Esféricos - Escala 1:300 - elaborado pela autora

- 1 a 10: tornos copiadores
- 11 a 20: máquinas de rolagem
- 21 a 24: equipamentos inativos
- C: caçambas
- B: bandejas

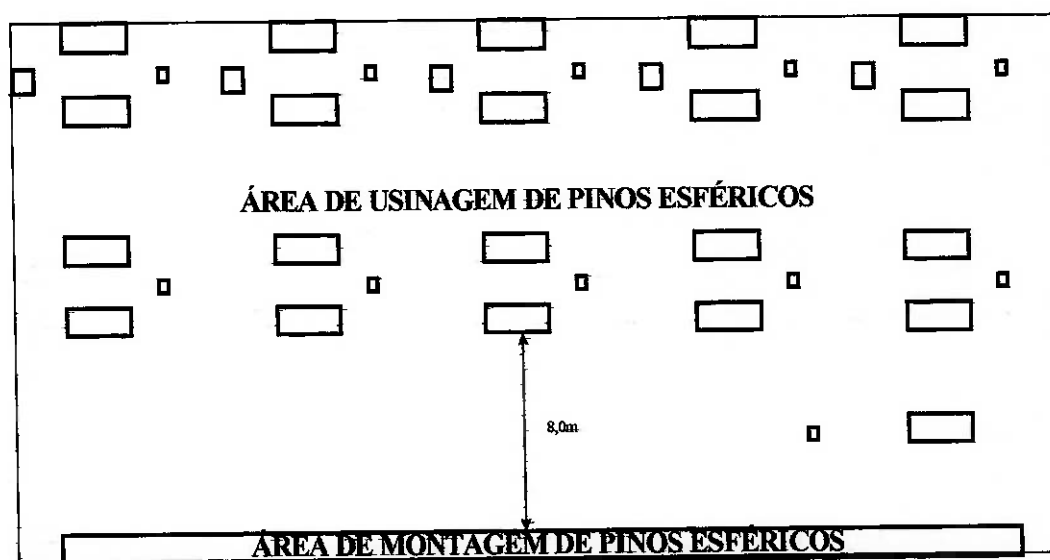


Disposição dos equipamentos no posto de trabalho da Linha A - Torno Copiador - Escala 1:75 - elaborado pela autora



Disposição dos equipamentos no posto de trabalho da Linha B - Máquina de Rolagem - Escala 1:75 - elaborado pela autora

A distância entre as linhas de produção A e B é de 4,0m e a distância entre dois postos de trabalho é de 2m. A área de usinagem de pinos esféricos está localizada entre uma parede (blocos de cimento) e a área de montagem de pinos esféricos.



Esboço da disposição das Áreas de Usinagem e Montagem de Pinos Esféricos - elaborado pela autora

Na linha de montagem de pinos esféricos estão alocados 10 funcionários.

2.2. JORNADA DE TRABALHO

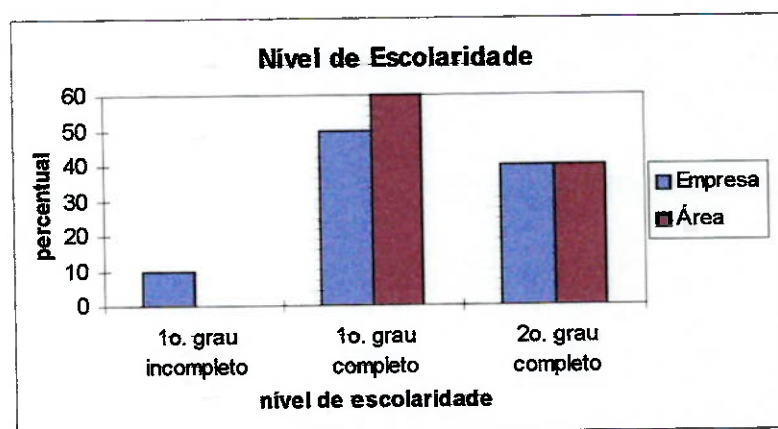
A jornada de trabalho é de 9 horas e dividida em 2 turnos. Há uma pausa de 60 minutos em cada turno para refeição. O horário dos turnos estão distribuídos da seguinte forma:

Turno	Entrada	Saída	Entrada	Saída
Diurno	07:00	11:00	12:00	17:00
Noturno	18:30	22:30	23:30	04:00

2.3. A POPULAÇÃO

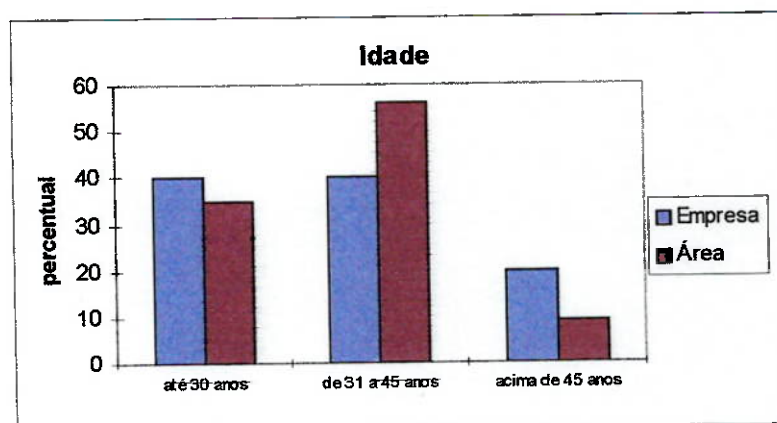
Nesta área encontram-se alocados 28 funcionários, sendo que 14 pertencem ao turno diurno e 14 ao turno noturno. Deste quadro, há apenas 2 mulheres no turno da manhã e nenhuma no turno noturno.

A maioria dos funcionários (60%) possuem o segundo grau completo e 40% concluíram apenas o primeiro grau.



Empresa X Área - Funcionários de produção - elaborado pela autora

A média de idade dos funcionários é de 32 anos, sendo que o mais novo tem 22 anos e o mais velho está com 47 anos.



Idade - Empresa X Área - elaborado pela autora

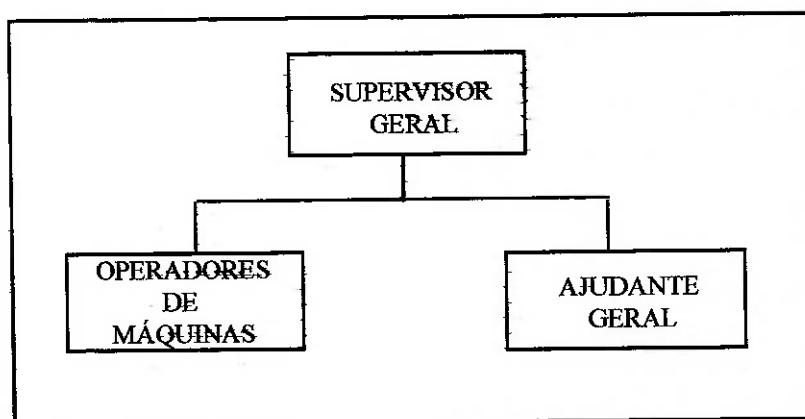
A média de tempo na empresa é de 7 anos, sendo que o funcionário mais recente possui 2 anos de empresa e o mais antigo 9 anos.

A maioria (70%) destes funcionários começaram na própria área de terminais de direção, os que não pertenciam a esta área vieram de outra áreas também relacionadas a usinagem.

2.4. FUNÇÕES

Nesta área encontram-se as seguintes funções:

- Supervisor Geral
- Operador de Máquina A
- Operador de Máquina B
- Ajudante Geral



Organograma da área de Usinagem de Pinos Esféricos - elaborado pela autora

Os operadores de máquina A e B executam a mesma função, sendo que a diferença entre eles refere-se ao salário devido a experiência do operador (operador de máquina A possui maior experiência que operador de máquina B).

Segue abaixo a distribuição dos funcionários em cada turno:

Funções	Turno Diurno	Turno Noturno
Supervisor	1	1
Operador de Máquina A	3	5
Operador de Máquina B	7	5
Ajudante Geral	3	3

A definição de cada função está documentada em relatório da empresa (Anexo).

2.5. ABSENTEÍSMO E ACIDENTE DO TRABALHO

O índice de absenteísmo na área de usinagem de pinos esféricos tem sido elevado e tem ficado fora da meta da empresa. A meta estabelecida pela empresa é de 1,8%, contra uma média de 3,6% da área em estudo e 2,1% da empresa.

Grande parte do absenteísmo é decorrente segundo os médicos de doenças corriqueiras (gripe, diarreia, cólicas) e problemas na família.

Em acidente do trabalho, a área de usinagem de pinos esféricos tem estado dentro da meta, não apresentando nenhum acidente no ano (até junho/98).

3. IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS

3.1. MAPA DE RISCOS

Apesar da obrigatoriedade do mapeamento de riscos ambientais, não havia um mapeamento de risco próprio da área. O mapa de risco existente abrangia de forma geral diversas áreas do setor de terminais de direção, não ficando claro os verdadeiros riscos existentes em cada área.

Juntamente com o engenheiro de segurança foi realizado o seguinte mapeamento:

Agente	No. de Pessoas Expostas	Fonte Geradora	Operação	Tipo (Gravidade)	Recomendação
GRUPO I: RISCOS FÍSICOS					
Ruído	28	Motores	Usinagem	Grande	Protetor auricular
GRUPO II: RISCOS QUÍMICOS					
Gás	28	Empilhadeira	Transporte de Materiais	Pequeno	Instalar catalisador
Produto Químico	20	Óleo de corte, lubrificante	Usinagem	Pequeno	Luvras, óculos
GRUPO III: RISCOS BIOLÓGICOS					
Bactérias	20	Óleo solúvel vencido	Usinagem	Médio	Controlar Data de Vencimento
GRUPO IV: RISCOS ERGONÔMICOS					
Trabalho Físico	6	Movimentação de bandejas	Transporte de Peças	Pequeno	Limitar peso máximo
Trabalho Noturno	10	Necessidade do Processo	Usinagem	Pequeno	Conscientizar em relação a atenção
GRUPO V: RISCOS DE ACIDENTES					
Edificação	28	Piso Irregular	Circulação em Geral	Pequeno	Nivelar Piso

Mapa de Riscos - elaborado pela autora

Foi constatado que a área apresenta em maior grau: o Risco Físico (ruído) e o Risco Biológico (bactérias presentes no óleo de corte).

3.2. RISCO BIOLÓGICO

Há cinco anos atrás, a área apresentava um considerável índice de problemas de dermatose (frequência de 3 casos por semana). A dermatose normalmente é causada pela exposição, intencional ou não, a determinados agentes químicos (produtos químicos propriamente ditos), físicos (luz solar, radiações, traumas, atrito, pressão, calor e frio) ou biológicos (vírus,

bactérias, fungos, plantas e animais). Dessa exposição, que pode ser freqüente ou esporádica, surgem os primeiros sintomas do problema.

Os casos mais freqüentes de dermatoses ocupacionais são as chamadas dermatites de contato. Elas são desencadeadas por três formas de contato: por irritantes absolutos (no caso, a dermatite já é sentida no primeiro contato com o produto), irritantes relativos (a dermatite surge após sucessivas exposições ao agente com maior ou menor grau de intensidade, de acordo com a concentração do agente desencadeante da reação) e sensibilizante (surge após um período variável de exposição ao agente; neste caso pode demorar semanas, meses ou mesmo anos para aparecer). As demartites de contato podem ser desencadeadas por vários tipos de substâncias: metais, detergentes, solventes, plásticos, resinas, borracha natural, tintas, vernizes, corantes, petróleo e seus derivados, ácidos, entre outros.

No caso da usinagem de pinos esféricos o tipo de contato é por irritantes relativos. O problema se agravava devido a demora da troca de óleo nas máquinas e a falta de uso do EPI (luvas), apesar de obrigatório. Portanto, o maior problema era a falta de informação do trabalhador com relação aos produtos causadores das dermatoses, manuseio inadequado e falta de conscientização no uso freqüente das luvas.

A atitude tomada frente ao problema apresentado foi a troca de óleo com maior freqüência, o que fez com ocorrências de dermatose se reduzisse drasticamente. Quanto ao EPI (luvas protetoras) os operadores demonstram certa displicência no seu uso, alegando dificuldade no manuseio das peças.

3.3. RISCO FÍSICO

O risco de maior gravidade detectado na área foi o elevado ruído causado pelas máquinas de usinagem (torno copiador e máquina de rolagem).

É possível utilizar duas grandezas para avaliar os níveis do ruído de um trabalhador em determinado ambiente industrial:

a) *Nível de Pressão Sonora Total (Global) em dBA*: esta grandeza é medida usando medidor de nível de pressão sonora (sem filtro) em circuito de compensação A (slow), nas posições de ouvido dos trabalhadores (1,5 m de altura aproximadamente). Na prática, o nível de pressão sonora (NPS) em um ponto em determinado ambiente não é constante. O NPS depende da rotação das máquinas, carga, tempo de operação, entre outras. Portanto, o NPS deve ser medido em vários intervalos e determinar o nível máximo e mínimo.

Foi realizada a medição do ruído das máquinas em estudo em 10/04/1998.

Os resultados foram os seguintes:

Máquina	Nível de Ruído dB
1	85/88
2	85/88
3	87/90
4	84/89
5	89/92
6	87/89
7	83/86
8	87/90
9	86/88
10	89/92
11	88/92
12	84/89
13	87/90
14	89/92
15	88/90
16	80/85

17	85/93
18	88/92
19	85/87
20	89/90

b) *Dose Diária de Ruído "D"*: é um indicador sobre o limite permitido de ruído do trabalhador em forma de %. O dosímetro pode medir a Dose de Ruído durante uma jornada de trabalho. D pode também ser calculada pela seguinte equação:

$$D = C1/T1 + C2/T2 + C3/T3 + \dots$$

Onde:

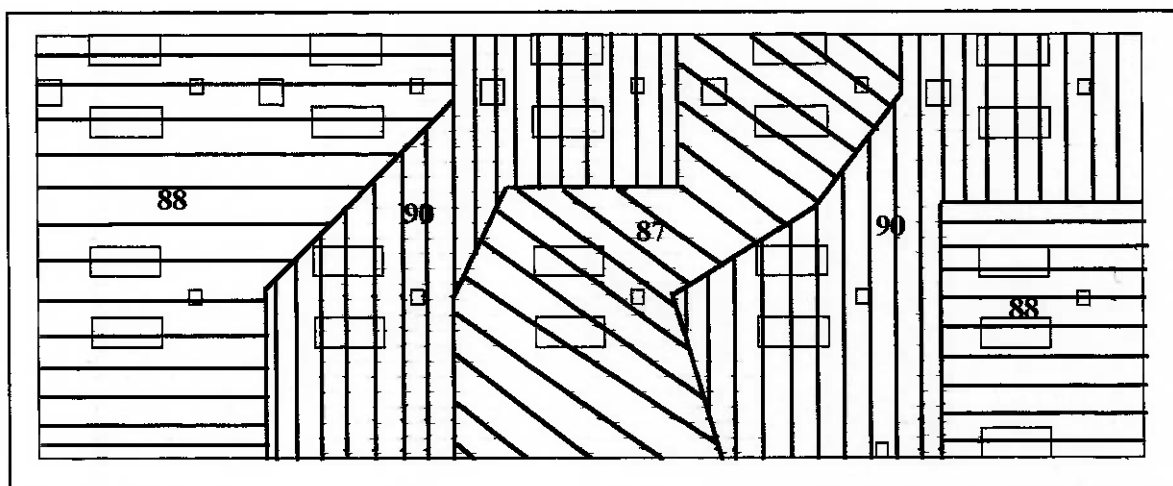
C1, C2, C3, ... são o tempo de exposição ao ruído

T1, T2, T3, ... são os correspondentes ao tempo permitidos para cada nível de exposição obtidas através da tabela NR-15 (Anexo).

Máquina	Média de Ruído dB	D
1	87	150%
2	87	150%
3	89	200%
4	87	150%
5	91	300%
6	88	180%
7	85	112%
8	89	200%
9	87	150%
10	91	300%
11	90	225%
12	87	150%
13	89	200%
14	91	300%
15	89	200%

16	83	-
17	89	200%
18	90	225%
19	86	128%
20	90	225%

3.4. MAPA DE RUÍDO



Mapa de Ruído - medidas em dB(A)- Escala 1:300 - elaborado pela autora

4. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RISCO

Uma vez com os dados coletados, deve ser realizado uma análise dos fatores que de certa forma podem contribuir com o agravamento do risco existente (ambiente de trabalho, fontes geradoras de ruído entre outras), a fim de possibilitar um posterior estudo para a eliminação ou diminuição do risco.

De acordo com os resultados demonstrados, pode-se chegar à conclusão que a atividade exercida na área de usinagem de pinos esféricos pode ser considerada insalubre, caso o agente agressor (ruído) não esteja sendo atenuado até os limites toleráveis.

Também é necessário analisar como o ruído vem interferindo nas atividades e na vida do trabalhador.

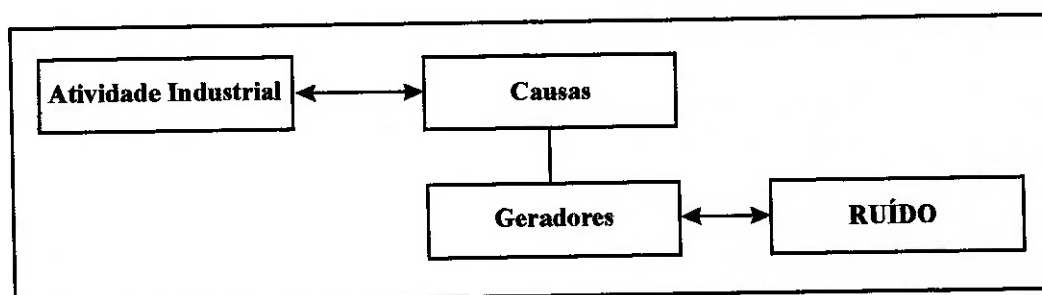
4.1. ANÁLISE DA NATUREZA DO RUÍDO

Para o caso do ruído industrial, uma fonte é um elemento estático que produz ruído por vibração interna e que a comunica ao exterior por radiação ao ar ou por propagação indireta a todos os elementos que a rodeiam. Devem ser distinguidos dois elementos de estudo:

1. a forma pela qual se gera o ruído
2. as partes da fonte causadoras do ruído

À primeira dá-se o nome de causas e à segunda de geradores. Vale lembrar que a natureza do controle obedece, essencialmente à causa, e que somente uma forma de controle envolve os geradores.

De uma forma ou outra, o ruído é produzido por algum gerador que, ao vibrar, comunica sua energia ao meio sem importar sua natureza para os efeitos finais. De tal maneira que, no processo de investigação, deve-se proceder ao estudo dos geradores para chegar à causa.



Relação entre Causas e Geradores - Fonte: GROENEWOLD ALEXANDRY, Federico, *O Problema do Ruído Industrial e Seu Controle*, 1978.

Apenas em casos em que os geradores não possam ser modificados, deve-se pensar em modificar as causas e, só no caso em que ambos não possam ser modificados deve-se pensar na modificação de uma atividade, ou a sua substituição total.

A modificação ou a substituição são operações que supõem grandes alterações. Isto implica em uma decisão das diretorias que, em geral, são contrárias a essas medidas. Assim, a fundamentação destas alterações é essencial para se estabelecer um controle na fonte, já que este implica, necessariamente, numa modificação: não se pode efetuar um controle na fonte sem uma decisão conjunta da engenharia, que projeta e prevê, e da diretoria que analisa os custos e oferece apoio econômico.

4.2. CAUSAS E GERADORES DO RUÍDO NA FONTE

As causas do ruído em uma fonte podem ser: mecânicas, pneumáticas, explosões/implosões, hidráulicas e magnéticas.

No caso da área em estudo nota-se que a causa do ruído da fonte é mecânica. Toda causa mecânica é uma forma de excitação cinética das diversas partes de uma máquina. Deve-se pensar que as causas mecânicas obedecem a uma peça em movimento efetivo. Ou seja, toda peça que se move, seja em translação ou rotação, ou ainda em movimentos compostos, pode causar ruído mecanicamente, ao levar outras peças à vibração. A causa é uma transformação de energia cinética ou potencial em energia acústica. As causas mecânicas requerem a interação de duas ou mais peças.

Como já foi acima mencionado, os geradores de ruído na fonte são as partes da fonte que estão causando o ruído. Tanto o torno copiador quanto a máquina de rolagem apresentaram os mesmos geradores de ruído. Isso se deve ao fato de possuírem estruturas mecânicas semelhantes.

Como geradores de ruído foram identificados o rolamento e a engrenagem. O fato de não haver uma manutenção preventiva na área de usinagem de pinos esféricos, faz com que os equipamentos apresentem como uma de

suas ocorrências mais freqüentes a existência de desgaste principalmente no rolamento e na engrenagem. E o desgaste causa ruído.

4.3. O MEIO

A disposição dos equipamentos na área de usinagem de pinos esféricos não impede de nenhuma forma a propagação do ruído. Os equipamentos em contato direto com o piso de concreto faz com que haja a transmissão de ruído por via sólida, atingindo diretamente o trabalhador.

O fato do teto ser coberto apenas por telha (tipo "Eternit"), faz com que o ruído seja refletido da mesma maneira que a luz é refletida pelo espelho, atingindo assim o trabalhador. Não há nenhuma interferência capaz de absorver parte do ruído.

4.4. TIPO DE TRABALHO

Devido à distância entre o operador e a fonte geradora de ruído ser pequena (aproximadamente 1,5m) não há dispersão do ruído direto emitido quando o mesmo chega ao ouvido do operador.

A comunicação na área não é afetada de maneira significativa, pois grande parte da comunicação envolvida nas atividades é feita por meio de cartões (descrito em capítulo anterior).

4.5. ESTADO DE SAÚDE

Para avaliar como o ruído vem interferindo nos trabalhadores da área, foram feitas "entrevistas informais" com 50% deles, pois o ambulatório médico não possui nenhuma documentação onde consta um acompanhamento de saúde de cada trabalhador.

*2 e daí
8/10*

Segundo os médicos, há em média três ocorrências na área de usinagem de pinos esféricos e estão distribuídos da seguinte forma:

Ocorrência	Frequência
Dor de Cabeça	60%
Gripe	20%
Dor de Ouvido	15%
Outros (visão, diarreia, estômago, etc)	5%

Nas "entrevistas", os trabalhadores se queixaram principalmente de:

- Dor de Cabeça
- Irritabilidade
- Insônia
- Fadiga

PROPOSTAS

1. INTRODUÇÃO

O ruído constitui-se em um dos problemas mais importantes de Saúde Ocupacional, seja pela sua ocorrência, seja pelo número de expostos, seja pela lesão permanente que causa.

Do ponto de vista de saúde ocupacional, o seu controle se faz adotando métodos de engenharia e médicos. Os primeiros envolvem profissionais de várias áreas de uma empresa: a manutenção, o planejamento e a higiene do trabalho. A participação médica no controle do ruído é extremamente necessário, mesmo que medidas de higiene do trabalho tenham sido tomadas.

Neste capítulo é proposto a implantação de um Programa de Controle Auditivo, onde são apresentadas propostas para atenuação do ruído na área em estudo e medidas de controle para a conservação da audição.

2. CONCEITO DE CONTROLE

Controle é uma operação que tende a evitar o efeito negativo de uma causa. Dada uma causa tal que apresente condições de invariância, a introdução do controle pode chegar a evitar seu efeito negativo e permitir os efeitos positivos.

O controle é uma medida preventiva, independente da causa em si. Controle não significa supressão da causa, mas sim uma manipulação do efeito. O controle pode ser eficiente ou deficiente, independentemente da causa em si, mas sua eficiência reside em que seja adequado à causa.

No caso do ruído são necessários três elementos para que se possa produzir-se a audição:



Elementos necessários para produzir a audição - elaborado pela autora

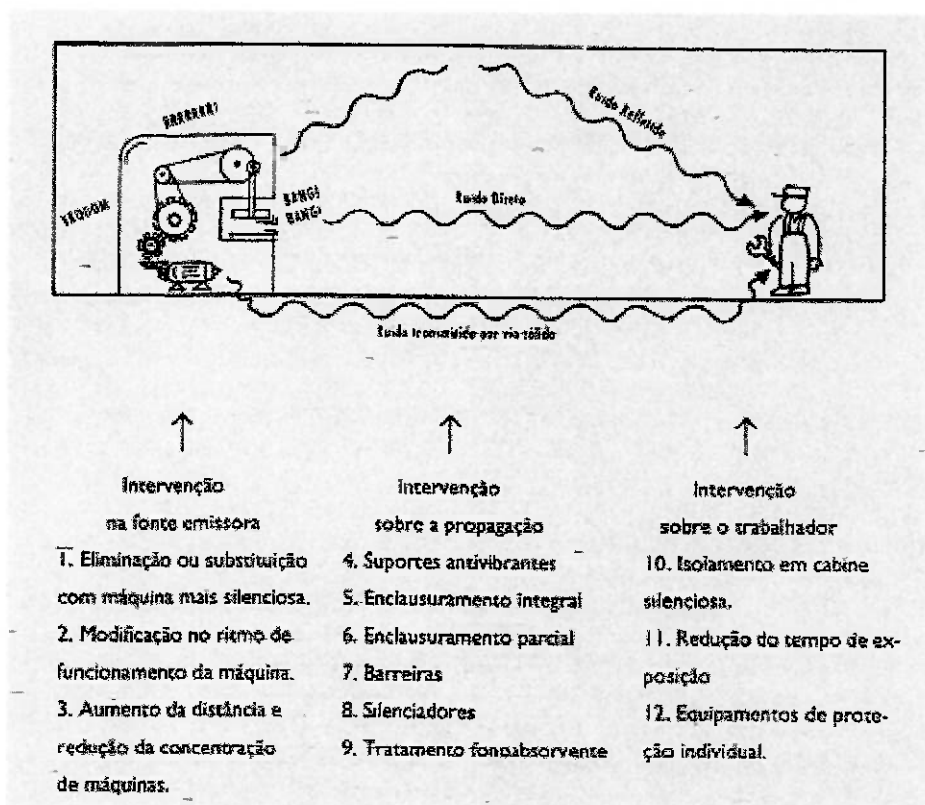
Na falta de qualquer um destes três elementos, não se produz o fenômeno sonoro. A fonte é a própria causa do ruído. Sua eliminação significará a eliminação do ruído, e também a eliminação da atividade em si. Portanto, a eliminação da fonte não significa controle.

A eliminação do meio é um método absurdo de controle, visto que o ruído pode chegar ao receptor pelo ar ou pelo solo. Nenhuma das duas possibilidades é viável.

A eliminação do receptor pode ser em última instância, uma boa solução de controle do ruído, fazendo com que as fontes trabalhem sozinhas. Mas mesmo assim, este procedimento se mostra pouco factível ou prático na realidade. De acordo com estes raciocínios de eliminação e pensando na impossibilidade da eliminação de qualquer um dos três elementos envolvidos no fenômeno sonoro, pode-se estabelecer uma hierarquização de controle em três etapas:

- Primeira etapa: controle na fonte
- Segunda etapa: controle no meio
- Terceira etapa: controle no receptor

Deve-se entender que a segunda etapa deve ser executada somente no caso de que a primeira seja irrealizável, e a terceira, no caso único em que as duas primeiras não sejam factíveis.



Representação esquemática das numerosas possibilidades de intervenção para redução do ruído - Fonte: DE PAULA SANTOS, Ubiratan, *Ruído - Riscos e Prevenção*, 1994

3. INTERVENÇÃO NA FONTE

As intervenções na fonte emissora consistem basicamente nos seguintes aspectos:

- aumento da distância da fonte emissora;
- redução da concentração das máquinas;
- substituição por máquinas mais silenciosas;
- alteração no ritmo de funcionamento;
- melhoria ou adequação da manutenção preventiva;

Para atuar sobre a fonte emissora é importante projetar as plantas industriais e demais atividades, visando a necessidade de um ambiente controlado. Modificar uma máquina ou um processo de produção já em andamento é uma tarefa mais difícil do que projetar um ambiente silencioso, antes de colocá-lo em atividade.

A alteração da distância da fonte emissora consiste em aumentar a distância entre a fonte de ruído e o receptor, porém isto não é possível devido ao modo de operação e estrutura do equipamento. Não há como separar o motor do equipamento colocando-o a uma distância maior, nem como fazer com que o operador trabalhe a uma outra distância do equipamento.

A alteração da concentração dos equipamentos (maior espaçamento entre os equipamentos) é possível mas não viável, uma vez que exigiria uma mudança total do lay-out da área. Também não apresentaria resultados significativos uma vez que o ruído gerado por cada um dos equipamentos é elevado, sendo que o principal receptor é o próprio operador que trabalha diretamente no equipamento .

A alteração no ritmo de funcionamento dos equipamentos é uma das alternativas menos desejadas para qualquer empresa pois acarreta diretamente na sua produtividade. É preciso estudar outras alternativas que não afetem diretamente no lucro da empresa.

A substituição dos equipamentos atuais por máquinas CNC atenuaria a questão do ruído. Um levantamento realizado sobre o custo incorrido na substituição dos equipamentos ficou em aproximadamente R\$60.0000,00 por máquina CNC. Uma das grandes vantagens das máquinas CNC é a segurança que ela oferece ao operador (equipamento silencioso, além de completamente fechado, não oferecendo risco do cavaco/peça atingir o operador). E ao contrário do que se pensa, foi constatado através de experiências na empresa que as máquinas CNC podem diminuir o ritmo de produção. Porém, as máquinas CNC possibilitam que um operador opere várias CNC ao mesmo tempo, reduzindo a quantidade de mão-de-obra.

Uma solução viável para a empresa é a implantação de um programa de manutenção preventiva na área. O desgaste existente nas engrenagens e rolamentos poderia ser minimizado se houvesse uma análise do tempo de

troca das peças, prazos estabelecidos de lubrificação, análise freqüente do equipamento que resultariam no aumento da vida útil do equipamento. Pelo fato dos equipamentos serem antigos e não ocorrer uma manutenção preventiva na área, os equipamentos estão muito mal conservados, o que de certa forma dificulta uma implantação de manutenção corretiva eficiente.

4. O MEIO

Como já mencionado acima, a supressão do meio de propagação é considerada como o mecanismo mais adequado para evitar os danos de fenômeno sonoro. No entanto, suprimir o meio é uma solução pouco realista, visto que, se as máquinas podem trabalhar no vácuo, a interface homem-máquina é impossível no vácuo.

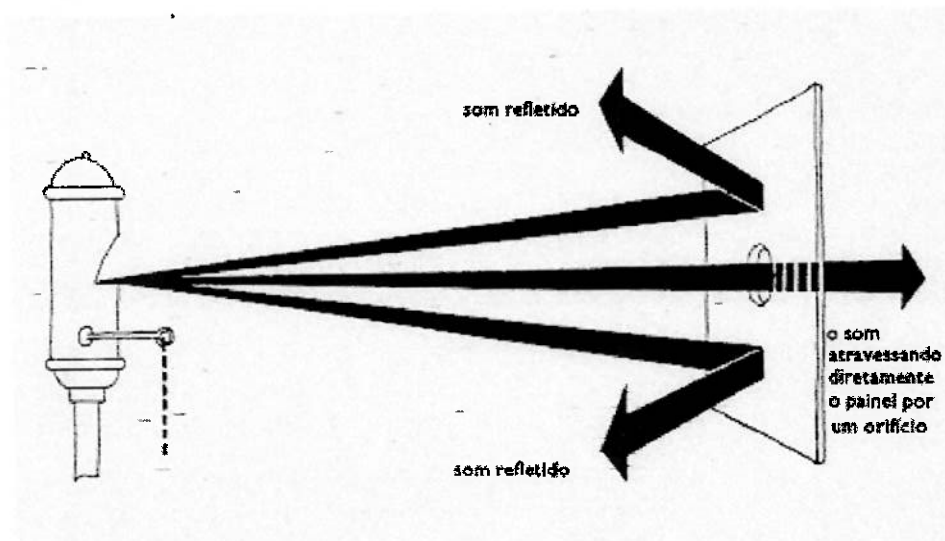
Assim o controle do ruído no meio pode realizar-se em duas fases:

1. tratar de evitar a propagação por meio de isolamento
2. tratar de conseguir um máximo de perdas energéticas por absorção.

I. ISOLAMENTO

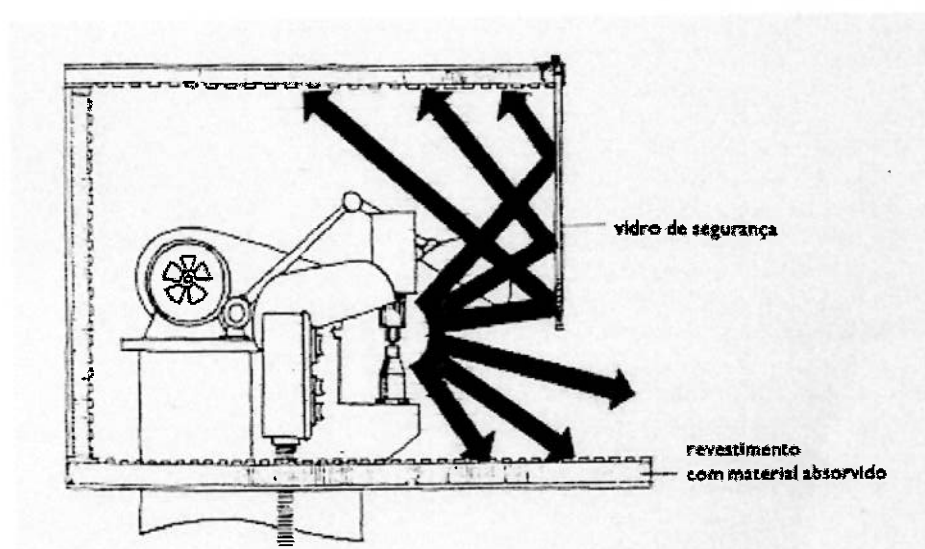
O ruído pode ser refletido por superfícies duras, da mesma maneira que a luz é refletida pelo espelho. Passa por aberturas de um painel como um feixe de luz, sem ser difundidos para os lados.

Princípio



Reflexão do som - Fonte: DE PAULA SANTOS, Ubiratan, *Ruído - Riscos e Prevenção*, 1994

A blindagem com uma abertura de acesso protege o trabalhador do ruído. O som refletido no vidro de segurança e outros sons provenientes da máquina em outras direções são absorvidas por materiais porosos, apropriados para tal situação. Pela abertura de acesso passa ainda o ruído, em níveis menores e a certa distancia da zona auditiva do trabalhador.



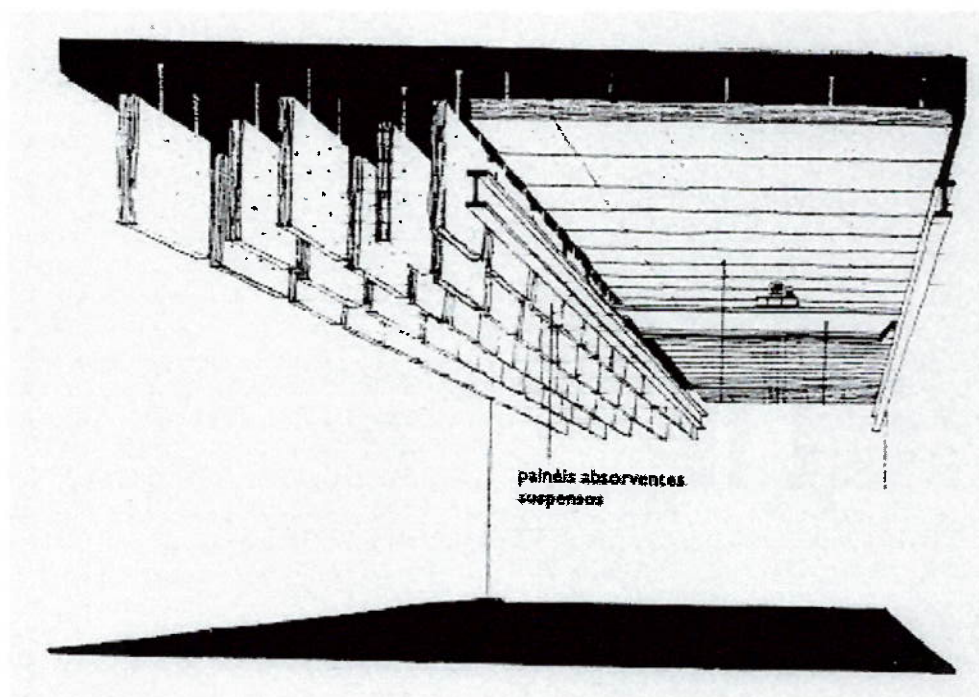
Enclausuramento parcial do equipamento - Fonte: DE PAULA SANTOS, Ubiratan, *Ruído - Riscos e Prevenção*, 1994

Uma empresa de isolamento acústico apresentou como alternativa o enclausuramento do equipamento (torno copiador/máquina de rolagem) em painel Wall 40mm de espessura (madeira prensada revestida em ambas as

faces por fibro-cimento), estruturado com perfis de aço revestido internamente com Sonex (espuma de poliéster). O custo aproximado é de R\$3.750,00 por equipamento. É garantida uma redução do nível de ruído entre 20 a 25%.

II. ABSORÇÃO

Materiais grossos e porosos podem se constituir em excelentes absorventes acústicos. Como exemplo, pode-se citar a fibra de vidro, a lã mineral, espuma de poliuretano, fibras de madeira, etc. Com exceção das zonas situadas próximo à fonte sonora é possível reduzir o nível geral em 10 dB.



Exemplo de instalação com painéis absorventes suspensos - Fonte: DE PAULA SANTOS, Ubiratan, Ruído - Riscos e Prevenção, 1994

Para a área em estudo é necessário 175 placas de baffle (0,7m X 1,0m) em material absorvedor Sonex e miolo em compensado. O custo total é de aproximadamente R\$15.750,00 e a redução do ruído está entre 6 a 8 dB.

Pelo fato dos equipamentos estarem em contato direto com o piso de concreto o ruído também é transmitido por via sólida (chão). Uma alternativa

é a implantação de amortecedores nos pontos de apoio dos equipamentos, resultando na absorção das vibrações. O modelo de amortecedor de malha (fio de aço tricotado) com 50 mm de espessura aplicados nos pontos de apoio custa em média R\$97,00 por equipamento.

Analisando as propostas acima apresentadas temos:

Medida	Custo	Resultado
Troca de todos equipamentos (CNC)	R\$1.200.000,00	Nível de ruído dentro do limite
Enclausuramento de todos equipamentos	R\$ 75.000,00	Nível de ruído dentro do limite
Placas de absorção	R\$15.750,00	Nível de ruído fora do limite
Amortecedor em todos equipamentos	R\$1.940,00	Eliminação apenas do ruído transmitido por via sólida

A aplicação de placas de absorção reduziria os níveis de ruído no ambiente, mas não diretamente no trabalhador que está em contato com o equipamento. Como os operadores de máquinas são os maiores prejudicados, esta alternativa não contemplaria a situação desejada.

A aplicação de amortecedores nas máquinas atenuaria apenas o ruído propagado por via sólida (chão), não reduzindo os níveis de ruído direto e a questão do ruído na área não estaria controlada.

Já a troca de equipamentos ou enclausuramento de máquinas atenuaria os níveis de ruído para limites toleráveis de trabalho. Estas alternativas contemplam situações diferentes: enquanto a primeira consiste numa reestruturação do sistema de produção da área (lay-out, ritmo de trabalho, mão-de-obra especializada, quantidade de operadores, treinamento, entre

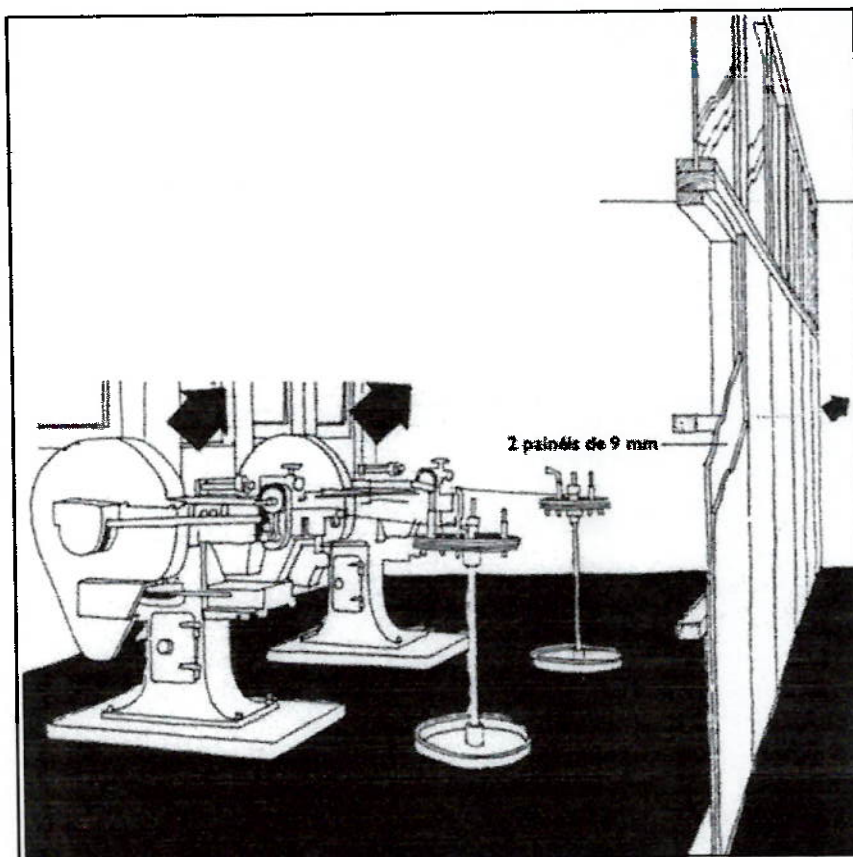
outros), o enclausuramento não requer nenhuma mudança no sistema de produção atual.

O enclausuramento dos equipamentos possui apenas um único fim: a eliminação do ruído na área. Já substituição de equipamentos por máquinas CNC possui vários propósitos: automação da produção, maior controle de qualidade, redução de mão-de-obra, redução do ruído, maior segurança para o trabalhador, etc.

Cabe à empresa estudar, avaliar e escolher a alternativa que melhor se ajuste a política da empresa. Pelo fato da empresa ser vendida durante a execução do trabalho, não foi possível discutir quais medidas consideradas viáveis e importantes para a empresa. Vale lembrar que as alternativas propostas também devem ser pensadas de forma conjunta.

III. REDUÇÃO DO RUÍDO POR BARREIRAS

A área de montagem de pinos esféricos é indiretamente afetada pelo ruído gerado na área de usinagem. Pode-se isolar a área de usinagem da de montagem de pinos esféricos através de dois painéis de gesso de 9mm de espessura revestidos com material Sonex. O custo da implantação é de aproximadamente R\$10.000,00



Exemplo de instalação com barreiras de isolamento - Fonte: DE PAULA SANTOS, Ubiratan, *Ruído - Riscos e Prevenção*, 1994

A desvantagem destes painéis é a necessidade de reestruturação no lay-out e na logística da área de terminais de direção, uma vez que uma parede entre as duas áreas não permitiria o transporte de materiais.

IV. ANTI RUÍDO

Sistema para eliminar ou reduzir o ruído que consiste na capacidade de duas ondas acústicas de igual intensidade se cancelarem mutuamente no instante em que se encontram.

Uma fonte sonora emite um som de mesma intensidade que a emitida pela fonte geradora de ruído, porém em fase contrária. Ambas se anularão e o ruído desaparecerá.

5. RECEPTOR

A intervenção sobre o operador consiste em:

- Redução do tempo de exposição
 - redução da jornada
 - reorganização do trabalho
 - aumento de pausas
- Proteção sobre o indivíduo
 - Cabines isolantes
 - Protetores auriculares

Na maioria das vezes a redução do tempo de exposição não é adotada por afetar diretamente na produtividade da empresa. O que se pode adotar neste caso, é a reorganização do trabalho.

A rotação de turnos pode ser um bom método coletivo de proteção ao receptor. Mas, longe de ser um método de proteção, este método implica na distribuição do risco entre mais trabalhadores, ou seja, a exposição do trabalhador é repartida entre seus companheiros. Para poder realizar uma efetiva rotação de turnos, necessita-se:

- acentuada diferença de níveis de exposição em diversos postos
- operadores qualificados desses postos para todos os da substituição
- desejo de revezamento com o companheiro

Devido às dificuldades encontradas com a realização deste trabalho após a venda da empresa, não foi possível estudar outros postos para que a rotação fosse possível.

As cabines isolantes ou de repouso são pequenas câmaras isoladas onde um trabalhador exposto a elevados níveis de ruído pode descansar durante alguns minutos e livrar-se dos incômodos criados por equipamentos de proteção individual.

As cabines, além de serem à prova de som, têm em geral ar condicionado, para manter temperatura e umidade agradáveis e para que o repouso seja efetivo. Uma recomendação prática é que os trabalhadores expostos passem 5 minutos na cabine a cada 55 minutos de trabalho. Deve-se verificar para que não haja mais de um trabalhador por vez dentro das cabines e que não se tornem locais para beber café ou água. São somente áreas de repouso.

Uma cabine de 4m² de área (2mX2m) e 2,5m de altura de painel Wall (madeira prensada revestida em ambas as faces por fibro-cimento) e revestidas internamente por Sonex possui um custo aproximado de R\$12.500,00.

Quando todos os outros métodos falharam, o último dos recursos é dotar o trabalhador exposto de um equipamento de proteção auditivo. Os principais tipos são:

- Protetores circunauriculares ("Concha")
- Protetores de inserção

Os protetores de inserção são colocados no interior do canal externo do ouvido. São mais confortáveis que os circunauriculares para exposição de longa duração. Apesar do nível de atenuação ser menor, são mais adequados por não causarem irritação e desconforto ao trabalhador.

P R O T E T O R E S	Tipo	Característica	Atenuação*	Inconvenientes
	inserção multiuso	disponível em vários tamanhos. Feito de borracha, silicone, plástico ou polímeros expansivos	15-20 dB	- dificuldade de encontrar tamanho exato - dificuldade em manter limpo.
	inserção uso descartável	disponível em espuma.	10-20 dB	
A U R I C U L A R E S	concha	composto por duas conchas de plástico revestidos por poliuretano e unidos por arco de metal.	20-40 dB	- para ser eficaz, precisa ter certo peso e aderir bem à orelha. - aquece muito a orelha. Não deve ser usado continuamente por toda jornada

Características e atenuação indicativa de protetores auditivos - Fonte: DE PAULA SANTOS, Ubiratan, *Ruído - Riscos e Prevenção*, 1994

O preço aproximado de um protetor auricular de inserção multiuso (30 dias de duração) é de R\$3,50/unidade, o de inserção uso descartável é de R\$1,50/unidade e o tipo concha é de R\$ 30,00.

Vale lembrar que em geral a grande variação da real atenuação entre os indivíduos e na prática, a atenuação é sempre inferior ao divulgado pelas empresas vendedoras.

Além disso, muitas vezes os trabalhadores que usam protetores têm atenuação abaixo do limite inferior da capacidade de redução dos protetores. Erros no posicionamento, trocas inadequadas, tempo efetivo de uso, estão entre as causas mais comuns.

É preciso considerar também que o uso de protetores interfere na percepção da localização do som, fato relevante para permitir o reconhecimento de sinais de alarme, cuja interferência pode ser a causa de acidentes de trabalho.

O correto é permitir ao empregado juntamente com a orientação dos executores do PCA escolher o EPI no qual se sinta mais confortável, uma vez que cada empregado reage de forma diferente e o PCA deve estar apto a atender às necessidades individuais.

6. AVALIAÇÃO MÉDICA DA AUDIÇÃO

Os limites de tolerância que são fixados para servirem de guia aos higienistas do trabalho, não são valores absolutos que separam o “perigo” do “seguro”. Baseado nos conhecimentos atuais, estabeleceu-se esse valor, abaixo do qual acredita-se que a maioria das pessoas não sofra alterações significativas de saúde.

Justifica-se portanto, a realização de um controle médico de todos os trabalhadores expostos ao ruído excessivo, recomendado-se a inclusão do próprio exame audiométrico na rotina de todo o exame periódico.

Além disso, vale lembrar que o controle médico dos trabalhadores com perdas auditivas significantes ou trabalhadores expostos ao ruído excessivo, recomendado-se a inclusão do próprio exame audiométrico na rotina de todo o exame periódico.

Deve-se efetuar três tipos de exames:

1. Exame de admissão ao trabalho
2. Exames periódicos (cada 3 ou 6 meses)
3. Exame final, quando o trabalhador for dispensado do trabalho

Através do exame de admissão pode-se determinar se um trabalhador se encontra apto ou não para ocupar um posto determinado.

Os exames periódicos têm como finalidade determinar se os protetores auditivos são adequados e se esse trabalhador está sensibilizado para o posto atribuído.

O exame final tem como objetivo identificar responsabilidades ocupacionais, sobretudo com fins legais.

O médico do trabalho da empresa é o responsável por fixar a periodicidade, forma e conteúdo dos exames, assim como pela interpretação e ação posterior relativa a cada um deles. Constitui sua responsabilidade o fornecimento oportuno de informações ao trabalhador e à diretoria da empresa, relativamente aos resultados obtidos.

7. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO AUDITIVA INDIVIDUAL

Os empregadores devem assegurar que os executores do PCA obtenham os EPI's que necessitam, bem como recursos para treinar os empregados no seu uso.

Os executores do PCA são os responsáveis em supervisionar o uso dos EPI's. Precisam estar aptos para avaliar de forma apropriada o EPI mais adequado para cada empregado, baseado no uso correto, na atenuação desejada conforme o nível de ruído ao qual o empregado esteja exposto.

Os executores do PCA precisam estar aptos para educar os empregados, de forma individual, a fim de assegurar que cada empregado tenha escolhido o melhor EPI para si, que o use corretamente e saiba o momento de substituí-lo.

Verificações periódicas na produção são necessárias para observar mau uso dos EPI's. Os executores do PCA precisam estar preparados para trabalhar com empregados que demonstrem atitudes negativas diante do EPI.

Os empregados precisam esforçar-se para obter informações completas sobre os EPI's e solicitar ajuda quando estão encontrando problemas no uso. Precisam verificar seus EPI's periodicamente para assegurar-se de sua viabilidade, e substituí-los quando necessário.

É importante aplicar uma lista de avaliação das medidas de controle dos EPI's. Algumas perguntas que podem ser feitas:

1. Os EPI's estão disponíveis a todos os empregados que trabalham em níveis de ruído igual ou superior a 85 dB?
2. A empresa dispõe de uma variedade de EPI's para que os empregados tenham possibilidade de escolha?
3. Os empregados usam o EPI cuidadosamente, atendendo à atenuação e ao conforto?
4. Os empregados recebem educação para o uso, não só no início mas ao menos uma vez por ano?
5. A substituição de EPI's se dá com facilidade?
6. Novos tipos de EPI's são avaliados?

8. CONSERVAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Os empregadores devem proporcionar todas as facilidades para que as informações (comparações audiométricas, informações sobre o uso de EPI's, análise do monitoramento das áreas de ruído) sejam arquivadas, de forma que os dados possam ser recuperados de forma rápida e adequada.

Os executores do PCA precisam assegurar-se de que todas as informações arquivadas são adequadas, completas e legíveis. É importante para um efetivo arquivamento de dados:

1. Padronização: assegura que os dados sejam comuns e obtidos sob um mesmo formato;
2. Manutenção: preservação dos dados;
3. Integração: permite que os dados sejam correlacionados a todas as fases do PCA;
4. Documentação: permite a análise a médio e longo prazos, porque as relações de causa e efeito ligadas ao ruído só se tornam evidentes com o tempo

9. ASPECTOS EDUCATIVOS

Os aspectos educativos deve, objetivar o conhecimento pelo trabalhador dos riscos à exposição e das medidas de controle ambiental e pessoal. O conhecimento e o envolvimento na implantação das medidas são essenciais para o sucesso da prevenção da exposição e seus efeitos.

Os empregadores precisam enfatizar a importância da fase educacional do PCA: efetuar sessões de treinamento, projetar filmes, espalhar cartazes e distribuir folhetos. A educação não deve se restringir aos operadores, mas também dirigir-se aos supervisores e chefes de setores de produção onde existe o ruído. Os próprios empregadores devem participar das atividades culturais, explicando os procedimentos sob o ponto de vista da empresa.

Estas atividades, que devem repetir-se anualmente devem contar com a presença de pessoas com conhecimento do PCA e boa capacidade de comunicação. Qualquer reunião que aborde questões relacionadas à segurança deve igualmente incluir o PCA, como o momento da execução do teste audiométrico, em que o uso adequado do EPI pode ser avaliado.

Deve haver reconhecimento dos setores da empresa quando ocorrer excelente desempenho no PCA (consistente e efetivo uso do EPI, e redução no agravamento dos limiares auditivos), acompanhado de congratulações de notas nos murais, boletins da empresa ou em artigos no jornal interno.

Os empregadores precisam assegurar-se de que os encarregados do PCA têm conhecimento detalhado de questões ligadas à psicopedagogia da conservação auditiva, e saber se eles estão capacitados a conduzir as sessões educativas, ou se a empresa necessita de assessoria externa para isto.

As sessões devem ser estruturadas em pequenos grupos, contando com os supervisor e empregados de uma unidade de produção. Estas pessoas têm em comum a exposição ao ruído, e devem ser incentivados a formular questões e a fazer comentários construtivos. É importante que as questões levantadas recebam respostas o mais rápido possível. Sessões especiais devem ser conduzidas para supervisores e chefes de setor, onde passam a ser discutidos seus problemas separadamente, como progressos ou retrocessos de pontos específicos do PCA, resultados do uso de EPI's, treinamento para responder questões que possam ser formuladas pelos empregados e conhecimento de problemas que possam surgir com o uso do EPI.

Os empregados precisam contribuir para sua própria educação, expressando opiniões e questões em relação ao PCA, informando quando os procedimentos não são práticos, e sugerindo alternativas que podem torná-los mais adequados. Estas medidas não precisam esperar os encontros anuais regulares, mas podem ser tomadas a qualquer momento.

Lista de avaliação das medidas de controle do treinamento, da educação e motivação:

1. O treinamento é executado ao menos uma vez ao ano?

2. As pessoas que executam este treinamento são qualificadas?
3. Cada programa de treinamento é avaliado?
4. Aos supervisores foram dadas informações adequadas, bem como atribuídas responsabilidades específicas, para supervisionar o uso adequado e os cuidados com os EPI's por parte de seus subordinados?
5. Os próprios supervisores usam EPI's nas suas respectivas áreas?
6. Os conteúdos dos programas de educação e motivação são acessíveis e de interesse dos empregados?
7. Estes conteúdos renova-se anualmente?
8. As pessoas que conduzem as sessões de educação e motivação estão capacitadas? São bem recebidas pelos empregados?
9. Os empregadores e supervisores estão diretamente envolvidos nestes processos?
10. Filmes, cartazes e folhetos são usados como reforços pedagógicos?
11. São tomadas ações disciplinares quando os empregados repetidamente recusam-se a usar os EPI's?

10. AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E EFICIÊNCIA DO PROGRAMA

A intenção final de todo PCA é reduzir, e eventualmente eliminar a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) no ambiente de trabalho. Mesmo que os empregadores tenham a melhor das boas intenções, e cumpram cuidadosamente com todas as fases do programa, esta intenção pode não ser alcançada. Uma cuidadosa avaliação da efetividade do PCA é necessária para saber realmente o que está acontecendo.

Esta avaliação não restringir-se a verificar se as leis e normas técnicas estão sendo seguidas, mas realmente verificar se a audição dos empregados está sendo conservada. Existem duas formas de se avaliar o PCA:

1. Estimando-se a totalidade das ações executadas em cada fase do programa, e sua qualidade, através das "Listas de avaliação", que podem ser implementadas e adaptadas à realidade de cada empresa;
2. Através dos testes audiométricos, onde todo teste individual deve ser comparado com os anteriores para detectar alterações nos limiares.

Os empregadores precisam dedicar suficientes recursos para que seja efetuado um adequado programa de avaliação, conduzido pelos executores do PCA. Também precisam atuar decididamente nas falhas eventualmente apontadas, solucionando os problemas que requeiram recursos materiais ou humanos. Medidas disciplinares precisam ser efetivadas quando ocorrem repetidos descumprimentos das normas.

Os executores do PCA precisam dispor de tempo e recursos para efetuar uma cuidadosa avaliação. Os resultados da avaliação devem ser comunicados aos empregadores e aos empregados.

Para que haja efetiva avaliação do programa, os empregados precisam comunicar seus problemas no PCA, como por exemplo explicar porque estão relutantes ou incapacitados em usar seus EPI's. Qualquer problema médico que possa afetar sua audição deve ser comunicado.

Os empregados precisam prestar atenção na alteração dos níveis de ruído provocados pelas máquinas que operam, bem como o inadequado funcionamento das medidas de controle de engenharia e dos EPI's que utilizam. Avaliação do programa, bem como sua condução, requer um trabalho de equipe.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. INTRODUÇÃO

Embora seja o ruído um dos agentes mais comuns nos locais de trabalho e existirem medidas eficazes no seu controle, ainda são poucas as empresas que adotam medidas de controle e programas de conservação auditiva.

O senso comum sugere sempre o uso de protetores auriculares para evitar os efeitos do ruído. Nas discussões diárias entre trabalhadores e empresários e nas ações de serviços que avaliam os ambientes de trabalho, a questão é a discussão entre medidas coletivas versus medidas individuais, estas sempre preferidas pelas empresas, apesar da pouca adesão dos trabalhadores.

É preciso reconhecer que este debate é muito mais amplo. Antes de mais nada é necessário afirmar que todo esforço deve ser realizado na criação de ambiente e condições de trabalho adaptadas ao homem.

Assim como em todo campo da saúde do trabalhador, a participação dos trabalhadores na discussão das medidas de controle do ruído é importante, pois desempenham papel determinante no monitoramento ambiental, na identificação de problemas e soluções em suas atividades diárias.

2. NECESSIDADE DE CONTROLE

A necessidade de controle do ruído industrial se deve ao fato de ser subjetivo (de forma geral não pode ser avaliado objetivamente) e um elemento de incômodo. O ruído é um elemento de ataque individual que atua cumulativamente, produzindo efeitos psicológicos e, posteriormente, fisiológicos, na maioria das vezes irreversíveis.

O problema da necessidade de controle do ruído deve ser focado de forma inversa, investigando o que representa esse fator para cada um dos

trabalhadores da empresa, e somente a soma destas avaliações determinará resultados coletivos.

Se o ruído produz efeitos transitórios diretamente sobre a produtividade de uma empresa, certamente produz efeitos permanentes indiretamente sobre a produtividade da empresa nos seguintes pontos:

- redução do absenteísmo
- conforto no trabalho
- satisfação pelo que faz
- desejo de progresso
- segurança no que se faz
- estabilidade emocional
- equilíbrio doméstico

A solução para estes pontos é o que o empresário normalmente denomina de "evitar problemas com o pessoal". Talvez os itens mais importantes sejam o conforto e a satisfação, porque neles reside a felicidade no trabalho.

Assim, não se deve buscar o controle do ruído por um desejo exagerado de saúde física ou de aumento de produtividade, mas sim, por uma saúde mental coletiva.

Um programa de conservação da audição incluindo audiometria, se feito com entusiasmo e perseverança, e tendo o apoio da gerência da empresa, sindicatos e corpo de segurança e saúde, deve reduzir consideravelmente a incidência da perda de audição ocupacional induzida por ruído dentro da indústria.

A propaganda se faz freqüentemente necessária para que seja superada a relutância aparentemente irracional que é detectada em alguns trabalhadores em usar adequadamente os protetores de ouvido.

A responsabilidade de tomar medidas apropriadas para a conservação da audição dos empregados é das empresas como empregadoras, seus gerentes e aqueles responsáveis pela saúde e segurança no trabalho.

Tendo sido começado o programa de proteção da audição, é importante que todos os esforços sejam feitos para mantê-lo. A educação do trabalhador é de importância fundamental dentro deste programa.

Um programa, para ser eficiente, deve ter apoio de todos, desde os mais altos escalões da empresa até os empregados que estão habitualmente expostos ao ruído. O programa será mais eficiente se for designado um membro responsável da organização como coordenador para iniciar o programa, e segui-lo em cada passo assegurando o apoio de todos.

Infelizmente devido à venda da empresa durante a execução do trabalho, não foi possível levar as propostas aqui apresentadas para a empresa. A partir de então, o trabalho teve um caráter teórico.

ANEXOS

DEFINIÇÃO DAS FUNÇÕES

A. Ajudante Geral

- Prepara posto de trabalho, obedecendo as instruções do superior imediato, providenciando paletes ou vasilhames para armazenamento de materiais e produtos, alimentando o posto com a matéria-prima ou componente a ser trabalhado e efetuando a arrumação física quanto a melhor disposição a fim de facilitar o desenvolvimento do processo produtivo.

- Executa trabalhos iniciais em peças e componentes, movimentando, agrupando, sobrepondo e montando conjunto, subconjunto ou parte de componentes, utilizando de dispositivos apropriados ou manualmente e acondicionando adequadamente conforme a seqüência do processo de fabricação, objetivando auxiliar o cumprimento aos programas de produção.

- Movimenta materiais, acondicionando-os adequadamente em paletes ou embalagens apropriadas, transportando-os através da utilização de carrinhos manuais e acondicionando em locais previamente estabelecido, a fim de propiciar o fluxo do processo produtivo.

- Auxilia os operadores de máquinas, providenciando o material para o processo produtivo, alimentando a máquina com o material a ser processado através do seu carreto posicionamento em dispositivos ou nos locais apropriados, segurando e ou removendo os materiais, peças ou sucata após o processo conforma as necessidades, com o intuito de proporcionar o cumprimento das metas produtivas.

- Opera dispositivos de simples funcionamento, efetuando atividades de cortar, limpar, fechar, unir, lacrar, rebarbar, montar e selar peças,

componentes e conjuntos, permitindo a continuidade do processo de fabricação.

- Efetua limpeza de peças e componentes, retirando rebarbas e resíduos aderidos na superfície, lavando e desengraxando através do uso de solventes ou soluções, separando e classificando retalhos e refugos, com a finalidade de garantir a qualidade do produto final.

- Executa a retirada de cavacos das máquinas e do pátio, utilizando-se de equipamentos adequados para o transporte até a área de estocagem, objetivando manter a segurança necessária ao desenvolvimento produtivo.

- Zela pela organização e limpeza dos postos de trabalho, limpando e recolhendo detritos, retalhos e sucatas, bem como, auxilia na arrumação física dos materiais e produtos em processo, acondicionando-os adequadamente em caçambas e armazenando nas áreas previamente definidas, a fim de preservar a qualidade do produto e as condições de trabalho.

- Executa os trabalhos obedecendo as folhas de instruções e de processos, preparando e operando a máquina e efetuando as operações conforme as normas e procedimentos, zelando pela sua limpeza e conservação, limpando e retirando os cavacos decorrentes do processo e acompanhando as condições de trabalho e a qualidade do produto.

- Executa outras atividades correlatas ao cargo, mediante solicitações do superior imediato.

B. Operador de Máquina

- Prepara máquinas de usinagem, acatando as instruções do superior imediato e obedecendo as especificações dos desenhos, montando e fixando os dispositivos e ferramentas de trabalho, verificando o funcionamento da máquina, ajustando e regulando os movimentos conforme sincronismo exigido, pressão, altura e posicionamento da peça, instalando pinos, guias, encostos e calços, produzindo a primeira peça e aferindo as dimensões, a fim de proporcionar a confecção de peças conforme o programa de produção.

- Opera máquinas operatrizes, posicionando a peça na base da máquina, efetuando os ajustes conforme pinos e guias de encosto, acionando botões de comando e acompanhando as operações de corte e visando a produção conforme as ordens de fabricação.

- Inspecciona as peças produzidas, aferindo as dimensões através do uso de instrumentos de medição e comparando com os padrões especificados. Se necessário, efetua ajustes na máquina ou nas ferramentas e libera o produto conforme a seqüência do processo produtivo, objetivando a produção conforme a qualidade exigida.

- Faz revisão nas peças produzidas, verificando suas características superficiais e aspectos de acabamento, lubrificando a peça em aceitabilidade e acondicionando-as em bandejas e suportes apropriados, com o objetivo de assegurar a qualidade do produto e dar encaminhamento conforme a seqüência do processo produtivo.

- Responde pela liberação da peça, certificando de suas características e aspectos dimensionais, acabamento e de funcionalidade após a inspeção. Bem como, quando há ocorrência de divergências, informa o superior

imediatamente a fim de assegurar a continuidade do processo produtivo conforme a qualidade especificada.

- Avalia as condições de funcionamento da máquina, dispositivos e ferramentas, verificando e analisando as deficiências apresentadas e registrando em diário de bordo com a finalidade de manter o seu histórico e propiciar a sua manutenção em condições produtivas.
- Identifica a matéria-prima e o produto durante o processo e após a aprovação, emitindo cartões e afixando no corpo do material conforme os procedimentos e instruções vigentes.
- Registra informações sobre horas trabalhadas, paradas, refugos e quantidades produzidas anotando em formulário apropriado, para gerar as informações necessárias ao sistema de produtividade.
- Movimenta materiais, utilizando-se de carrinhos manuais, transportando em embalagens adequadas e estocando em locais previamente determinados, com o objetivo de alimentar os postos de trabalho ou dar seqüência ao fluxo do produto.
- Lê e interpreta desenhos, verificando dimensões, tolerâncias, acabamento necessário e demais especificações sobre o produto e as condições produtivas, a fim de facilitar o desenvolvimento do trabalho e assegurar a qualidade exigida.
- Executa os trabalhos obedecendo as folhas de instrução e de processos, zelando pela organização do posto de trabalho, limpando e retirando os cavacos e retalhos decorrentes das operações. Zela pelo equipamento operando-o conforme as normas e procedimentos e mantém as peças, instrumentos e ferramentas de trabalho devidamente acondicionadas, a fim de assegurar as condições de trabalho e a qualidade do produto.

C. Supervisor

- Análise da programação da produção através do terminal. Identificação e análise das peças que necessitam de maior urgência para fabricação.
- Leitura da programação da produção, definindo a quantidade e tipo de peça a ser produzida de acordo com as especificações determinadas.
- Inspeção da produção a fim de zelar pelo bom andamento do mesmo, principalmente em relação a produtividade da área.
- Avalia as condições de funcionamento da máquina, acionando a área de manutenção quando necessário.
- Registra informações sobre operadores de máquinas e ajudantes em relação às horas trabalhadas, produtividade, faltas.
- Inspecciona as peças produzidas, aferindo as dimensões através do uso de instrumentos de medição e comparando com os padrões especificados.
- Inspecciona a área a fim de mantê-la limpa e bem organizada, evitando que acidentes aconteçam.

NR-15 - ANEXO NO.1**LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE**

Nível de Ruído dB	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
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

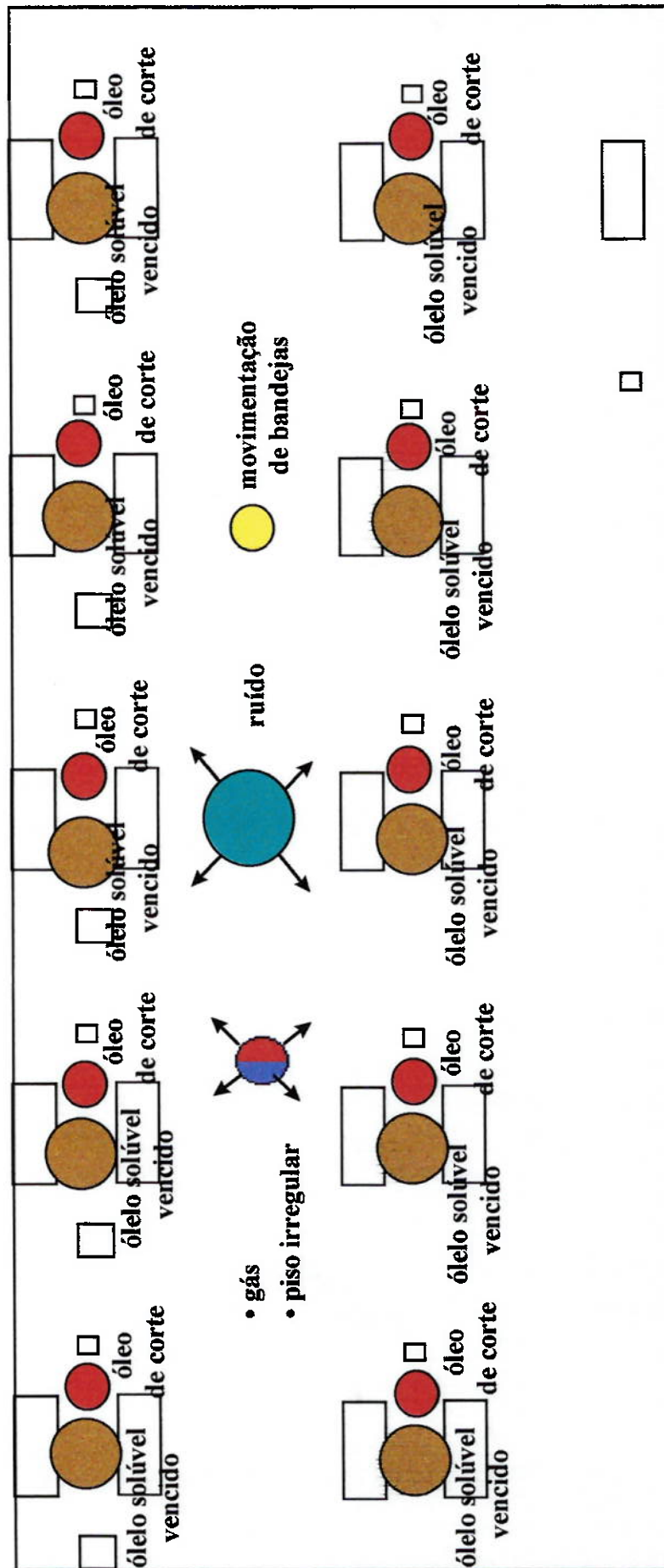
Mapa de Risco:

Agentes

- Agentes Químicos: Vermelho
- Agentes Físicos: Verde
- Agentes Biológicos: Marrom
- Agentes Ergonômicos: Amarelo
- Agentes Mecânicos: Azul

Risco

- Risco Grande: círculo grande
- Risco Médio: círculo médio
- Risco Pequeno: círculo pequeno



Como o equipamento mede

Os medidores de nível de pressão sonora, chamados de simplesmente de decibélmetros estão constituídos basicamente por um microfone que transforma a pressão sonora num sinal elétrico e um medidor que indica as variações do sinal.

Como o sinal fornecido pelo microfone é fraco, deve ser amplificado e depois retificado, a fim de obter uma leitura adequada, conforme mostra a figura abaixo:

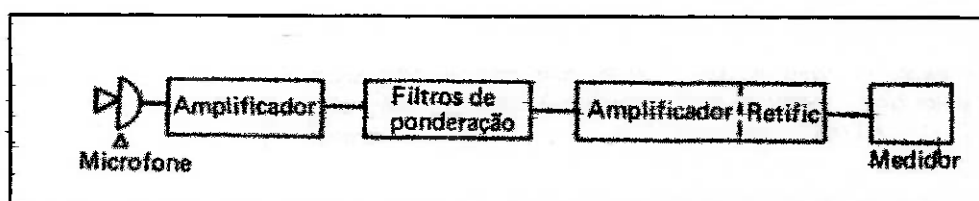
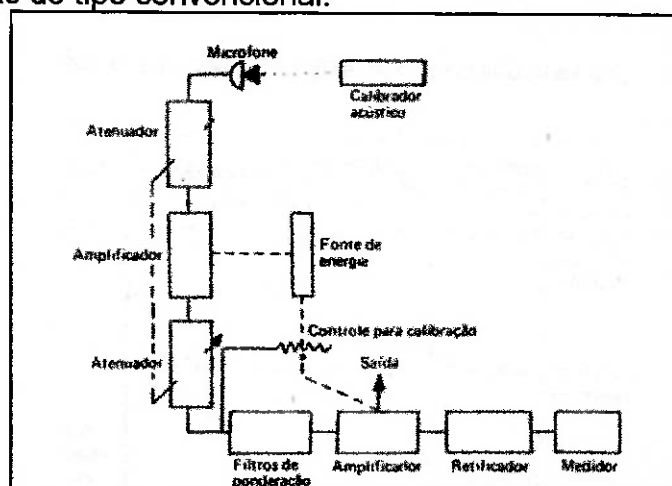


Diagrama de blocos simplificados do decibélmetro - Fonte: KITAMURA, Satoshi - *Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial*, 1978.

Os filtros de compensação intercalados servem para obter os níveis compensados em função da frequência. Normalmente, os aparelhos incluem as curvas A, B e C e às vezes D.

O esquema básico em forma de blocos fica com a adição acima de acordo com a figura abaixo. A fonte de energia do equipamento é normalmente uma ou várias pilhas do tipo convencional.



Arranjo simplificado típico - O segundo amplificador tem uma saída para levar o sinal para acessórios de registro gráfico ou gravação - Fonte: KITAMURA, Satoshi - *Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial*, 1978.

A figura mostra também a inclusão no diagrama, de um calibrador acústico, essencial para ajustar adequadamente a resposta do medidor. Consiste numa fonte sonora estável, que ajustada no microfone, produz um nível predeterminado de decibéis. A calibração acústica complementa a calibração elétrica interna incluída normalmente nos aparelhos.

Seleção de equipamentos

Segue abaixo um grupo de tabelas com características das partes principais dos aparelhos:

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS	OBSERVAÇÕES
Microfone (transdutor)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Boa sensibilidade (capacidade de captação de variações baixíssimas de pressão). 2) Boa estabilidade. 3) Produzir um baixo nível de som pelo seu próprio funcionamento. 4) Boa resposta para as diferentes frequências. 	Os vários tipos de microfones utilizados estão descritos em função destas características na Tabela VI.3.
Amplificadores	<ol style="list-style-type: none"> 1) Alta estabilidade. 2) Alto desempenho. 3) Larga faixa de frequência. 4) Baixo nível de som produzido pelo seu próprio funcionamento. 5) Devem ter circuito para verificar funcionamento da pilha. 	Deve ter circuitos para compensar variações de temperatura. As frequências mais importantes estão entre 50 e 6000 Hz.
Filtros	<ol style="list-style-type: none"> 1) Deve incluir pelo menos o filtro para se obter a compensação da curva A. 2) Podem incluir filtros de compensação A, B, C ou ainda D. 3) Para análises de frequência: <ul style="list-style-type: none"> - Banda de oitava. - Banda de terço de oitava. - Banda de largura constante. - Banda de porcentagem constante. 	<p>Útil para avaliação ambiental do barulho.</p> <p>Úteis para avaliações do tipo legal ou para barulho em aeroportos (Curva D).</p> <p>Úteis para determinar o espectro sonoro.</p> <p>Para avaliação industrial é suficiente o conjunto de filtros de banda de oitava.</p>

Características dos componentes principais dos aparelhos de medição - Fonte: KITAMURA, Satoshi - Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial, 1978.

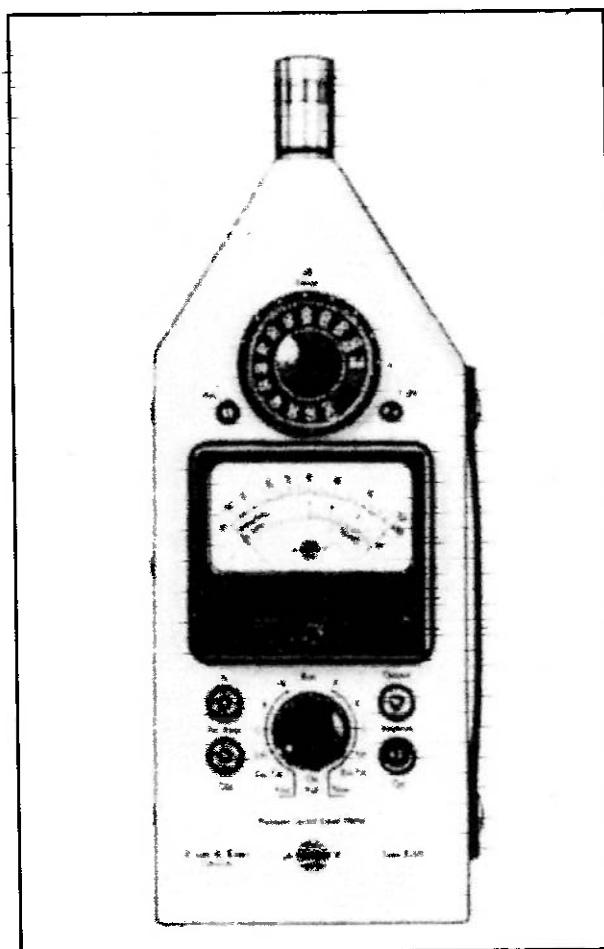
TIPO	MATERIAL	ESTABILIDADE	RESPOSTA FREQÜÊNCIA	SENSI- LIDADE	OBSERVAÇÕES
Piezo- elétrico (cerâm- ica ou cristal)	Sal de Ro- chelle	Acceptável	Linear	Excelente	Susceptível de ser danificado pela umidade. A temperatura alta pode afetá-lo (max 459 C)
	Quartzo	Muito boa	Linear	Muito boa	Accepta condições extremas de temperatura e umidade.
	Fosfato di- hidrogenado de amônio (ADP)	Muito boa	Linear	Muito boa	Não é útil para níveis abaixo de 80 dB Umidade máxima: 94%
	Titanato de bário	Bom	Linear	Acceptável a boa	Pouco sensível
	Zirconato de Chumbo	Muito boa	Linear	Bom	Accepta condições de alta umida- de. Limite de temperatura: 95°C.
Condens- ador (Eletro- stático ou capa- citor)	Diafragma esticado	Muito boa	Linear	Bom	Umidade acima de 95% pode afetá-lo. Não é adequado para medir NPS muito baixo (20 dB ou menos) Adequadamente utilizado, é uma excelente escolha.
Dinâm- ico (bo- bina)	Bobina móvel	Muito boa	Cai para baixas e altas freqüên- cias	Bom	Resposta não é adequada espe- cialmente nas baixas freqüências. Accepta condições de alta umidade

Características e limitações dos microfones - Fonte: KITAMURA, Satoshi - *Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial*, 1978.

VALOR DA PRESSÃO SONORA CONSIDERADA	OBSERVAÇÕES
Média quadrática (rms)	Forma normal de calibração. As compensações (A, B, etc.) são fei- tas sobre esses valores.
Média (absoluta)	Medição direta. Pouco utilizada em Higiene do Trabalho.
Pico	Medição direta. Utiliza-se para me- dir barulhos impulsivos ou de impacto.
Média pico a pico	Indica as variações de barulho de impacto.

Tipos de medições que podem ser obtidas em dB - Fonte: KITAMURA, Satoshi - *Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial*, 1978.

O circuito de medição dos aparelhos pode ter respostas lentas ou rápidas, que são incorporadas em medições do tipo rms (raiz média quadrática). A resposta lenta facilita as medições quando o barulho varia excessivamente, obtendo-se com ela uma medição "média". É o tipo de resposta recomendada para se usar quando estão se avaliando problemas em relação com Limites de Tolerância. A resposta rápida utiliza-se quando o barulho é contínuo e de nível constante ou quando se pretende determinar os valores máximos do ruído intermitente, desde que não seja do tipo impulsivo ou de impacto. A seleção do equipamento depende muito da possibilidade de poder usá-los para variados propósitos e da real possibilidade de obter assistência junto aos fornecedores. Este último ponto é chave porque o uso continuado obriga a revisões, calibrações ou troca de peças quebradas em batidas acidentais.



Aparelho para medir NPS nas escalas A, B e C - Fonte: KITAMURA, Satoshi - Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial, 1978.

INSALUBRIDADE

No artigo 189 da Consolidação das Leis do Trabalho (C.L.T.) encontra-se a definição legal de insalubridade. "Assim, são consideradas atividades ou operações insalubres aquelas que, por sua natureza, condições ou métodos do trabalho exponham os empregadores a agentes nocivos à saúde, acima dos limites de tolerância fixados em razão da natureza e da intensidade do agente e do tempo de exposição aos seus efeitos."

Insalubridade, portanto, é o defeito prejudicial correspondente do trabalho exercido em tais condições. A fixação dessas atividades cabe ao Ministério do Trabalho (artigo 190 da C.L.T.) incluída a estipulação das "medidas de proteção do organismo do trabalhador nas operações que produzem doença".

A insalubridade pode ser eliminada ou neutralizada quando se adotem medidas que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância ou com a utilização de equipamentos de proteção individual ao trabalhador, que diminuam a intensidade do agente agressivo a limites de tolerância (C.L.T. artigo 191), cabendo às Delegacias Regionais do Trabalho, comprovada a insalubridade, notificar as empresas, estipulando prazos para a sua eliminação ou neutralização.

A existência do efeito importará em pagamento de um adicional. Segundo o artigo 193, "O exercício de trabalho em condições insalubres, acima dos limites de tolerância estabelecidos pelo Ministério do Trabalho, assegura a percepção de adicional respectivamente de 40%, 20%, 10% do salário mínimo da região, segundo se classifiquem os graus máximo, médio e mínimo".

O fim do pagamento só se dá se cessar o risco à saúde ou integridade física. (artigo 194).

Para que haja direito ao adicional ou às medidas de proteção é indispensável a apuração do prejuízo por perícia a cargo de Médico do Trabalho, registrado no Ministério do Trabalho (artigo 195), facultando às empresas e aos sindicatos das categorias profissionais interessadas requererem ao Ministério do Trabalho a realização da insalubridade ou para delimitar as atividades por ele afetadas (artigo 195 P.1º).

Pode ocorrer que a pretensão ao adicional só seja deduzida em juízo por empregado ou por sindicato em favor do grupo de associados. Nesta hipótese, “ o juiz, designará perito habilitado (médico do trabalho), na forma deste artigo e onde não houver, requisitará perícia ao órgão competente do Ministério do Trabalho (artigo 195 P2º).

EPI

Segundo a Norma Regulamentadora - NR, considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI todo dispositivo de uso individual, de fabricação nacional ou estrangeira, destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador. A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento.

Os EPI's fornecidos na área são:

EPI	Agente
Óculos	Cavacos, óleo
Protetor Auricular	Ruído
Luva PVC	Óleo Mineral
Sapato com Biqueira	Queda de Materiais

EPI

Diz a Lei no. 6.514, de 22 de dezembro de 1997, Secção IV:

Artigo 166 - A empresa é obrigada a fornecer aos empregados gratuitamente, Equipamento de Proteção Individual adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes e danos à saúde dos empregados.

Artigo 167 - O Equipamento de Proteção Individual só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação do Ministério da Trabalho.

Artigo 191 - A eliminação ou neutralização da insalubridade ocorrerá:

I - Com a adoção de medidas que conservem o ambiente de trabalho, dentro dos limites de tolerância.

II - Com a utilização de Equipamentos de Proteção Individual pelo trabalhador, que diminuam a intensidade do agente agressivo a limites de tolerância.

Parágrafo único - Caberá às Delegacias Regionais do Trabalho, comprovada a insalubridade, notificar as empresas, estipulando prazos para sua eliminação ou neutralização, na forma deste artigo.

NR-6/6.6 - Para os fins de aplicação desta Norma Regulamentadora - NR - considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI - todo dispositivo de uso individual de fabricação nacional ou estrangeira, destinado a proteger a saúde e integridade física do trabalhador.

NR-6/6.2 - A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- a) sempre que as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou não oferecerem completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho e/ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas;
- c) para atender às situações de emergência.

BIBLIOGRAFIA

1. BEHAR, Alberto - *El Ruido y su control*. Arbó. Buenos Aires, 1977.
2. CAMAROTTO, João Alberto - *Uso de protetores auriculares: estudo e avaliação*, 1983.
3. DE PAULA SANTOS, Ubiratan - *Ruído - Riscos e Prevenção*. Editora Hucitec, São Paulo, 1994.
4. GERGES, Samir - *Ruído: Fundamentos e Controle*. UFSC, 1992.
5. GROENEWOLD ALEXANDRY, Federico - *O problema do ruído industrial e seu controle*. FUNDACENTRO, São Paulo, 1978.
6. HOME PAGE MECANICA UFPR: www.demec.ufpr.br
7. KITAMURA, Satoshi - *Manual Prático de Avaliação do Barulho Industrial*. Série Técnica H6, 1ª. edição, Fundacentro, 1978.
8. KWITKO, Ailton - *Tópicos em Audiometria Industrial e Conservação da Audição*. CIPA, São Paulo, 1993.
9. LORD, P. - *Noise Measurement and Control*. London Heywood & Company LTD, 1963.
10. ODDONE, Ivar - *Ambiente de trabalho: a luta dos trabalhadores pela saúde*. Editora Hucitec, São Paulo, 1986.
11. OLIVEIRA, Juarez - *Consolidação das Leis do Trabalho*. Editora Saraiva, São Paulo, 1996.
12. WISNER, A. - *Por Dentro do Trabalho*. Oboré, São Paulo, 1987.

13. *Manuais de Legislação Atlas - Segurança e Medicina do Trabalho*, 24ª. edição, Editora Atlas, São Paulo, 1992.