

©Copyright, 2006. Todos os direitos são reservados. Será permitida a reprodução integral ou parcial dos artigos, ocasião em que deverá ser observada a obrigatoriedade de indicação da propriedade dos seus direitos autorais pela INTERFACEHS, com a citação completa da fonte. Em caso de dúvidas, consulte a secretaria: interfacehs@interfacehs.com.br

AMBIENTE DE TRABALHO E A SAÚDE DO TRABALHADOR: UMA PROPOSTA DE CONTROLE DO RUÍDO

Cláudia Giglio de Oliveira Gonçalves; Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela; Renata Faccin; Tatiani de Moraes Bolognesi; Ricardo Bertola Gaiotto (*in memoriam*)

RESUMO

Numa iniciativa de integração de atividades interdisciplinares, este projeto reuniu três áreas do saber, Fonoaudiologia (audiologia), Engenharia de Produção e Arquitetura e Urbanismo, para realizar um estudo das condições reais de um galpão de produção de uma indústria metalúrgica. O desenvolvimento deste projeto possui um cunho social, relacionado à qualidade de vida no ambiente de trabalho, e busca promover um melhor conforto ambiental na área da linha de produção mediante intervenções que reduzam o ruído no espaço físico interno ao setor de produção.

Palavras-chave: efeitos do ruído; conforto acústico; saúde do trabalhador; perda auditiva provocada por ruído.

Nos últimos anos, assistimos a substanciais mudanças nos modelos de produção industrial, resultando em diversos estudos que analisam o impacto dessas transformações na saúde dos trabalhadores (ANTUNES, 1999). Como efeito, a população trabalhadora vem sofrendo a ação dessas condições de trabalho, o que poderá potencializar problemas de saúde já existentes ou desencadear novos (PORTO & FREITAS, 1997).

As condições determinadas por alguns processos de produção industrial geram doenças às quais os trabalhadores estão submetidos, constituindo as doenças relacionadas com o trabalho.

Para se evitar o dano, garantindo a proteção à saúde dos trabalhadores, ações interdisciplinares devem identificar as condições de risco e sugerir as alternativas de mudanças nos processos de trabalho ou nas condições de trabalho, propondo programas preventivos voltados aos trabalhadores (GONÇALVES, 1999).

Com relação ao ruído, agente físico mais comum nos ambientes de trabalho, é fato que a exposição continuada em níveis elevados pode acarretar conseqüências como a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), que possui características irreversíveis e insidiosas, causa incapacidades auditivas e dificuldades psicossomáticas que interferem na qualidade de vida de seu portador (OLIVEIRA, 2001). Nos países da Organização de Cooperação de Desenvolvimento Econômico (OCDE), estima-se que 16% da sua população (ou 110 milhões de indivíduos) está exposta ao ruído em níveis capazes de causar danos (NUDELMANN et al., 1997).

Phaneuf e Héту (1990) constataram ser o ruído ocupacional a causa mais freqüente das alterações auditivas na população adulta, que apresentava uma prevalência de perda auditiva em torno de 77 casos em mil entre os homens e de 70 em mil entre as mulheres.

A PAIR é uma alteração auditiva do tipo neurossensorial, irreversível, que afeta uma ou mais freqüências na faixa auditiva de 3 mil a 6 mil Hz. Ocorrem alterações mecânicas ou metabólicas nas estruturas cocleares, principalmente no órgão de Corti, sendo as células ciliadas externas as mais lesadas (OLIVEIRA, 2001).

Não é novidade que o ruído intenso traz danos na audição. A exposição ao ruído foi correlacionada com consistência epidemiológica à alteração auditiva pela primeira vez em 1960, com os estudos de Passchier-Vermer e de Burns e Robinson (citados em PELMEAR, 1991). E, nas últimas décadas, as pesquisas vêm relacionando à perda auditiva os fatores de interação considerados exógenos (SELIGMAN, 1993).

Mesmo conhecendo-se o impacto do ruído na audição dos trabalhadores, ainda são incipientes as medidas para o controle do ruído de maneira coletiva nos locais de trabalho. Com relação aos aspectos referentes ao ambiente construído, observa-se que os projetos arquitetônicos, muitas vezes, consideram os aspectos térmicos, ergonômicos e de iluminação, muito mais do que os aspectos voltados ao tratamento acústico (ORNSTEIN & ROMÉRO, 1992).

Percebe-se, assim, a necessidade de avaliações e acompanhamento por equipes de profissionais envolvidos, tanto na área da saúde como nas da construção civil e da engenharia de produção, no sentido de alcançar soluções eficazes no controle do ruído.

Para se evitar o impacto negativo do ruído na qualidade de vida do trabalhador faz-se necessária a implantação de medidas que tenham integrado programas preventivos, conforme define a Norma Regulamentadora nº 9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA), a qual estabelece ao empregador a obrigação de agir na fonte do risco, de modo a prevenir e eliminar a existência de riscos ao trabalhador. Além desse programa geral, outras atividades preventivas devem ser direcionadas para a preservação da audição, conhecidas como Programas de Preservação Auditiva, cujo objetivo deve ser a preservação da audição por meio de identificação de risco, monitoramento auditivo, medidas de proteção contra o ruído e medidas educativas.

Há três possíveis formas de intervenções para o controle do ruído nos ambientes de trabalho (MATOS & SANTOS, 1994):

- Intervenção sobre a fonte emissora: consiste no controle ou redução da emissão de ruído de máquinas e equipamentos;
- Intervenção sobre a propagação sonora: consiste na utilização de barreiras sonoras, através de blindagens ou barreiras, utilização de silenciadores e tratamento fonoabsorvente;
- Proteção sobre o indivíduo: medidas administrativas para redução do tempo de exposição ao ruído e uso de equipamentos de proteção individual.

Para análise e avaliação adequada do ambiente em relação ao ruído, considera-se: nível de ruído máximo recomendado; nível de ruído interno e externo observado; identificação das fontes ruidosas; isolamento, absorção e barreiras; e interferências entre atividades (SANTOS & SLAMA, 1993; SERRA & BIASSONI, 1994).

Assim sendo, este estudo buscou avaliar o ambiente de trabalho de uma indústria metalúrgica para propor ações de controle do ruído como parte do Programa de Preservação Auditiva.

MÉTODO

O estudo foi desenvolvido numa indústria metalúrgica de Piracicaba (SP), fundada em 1973, que produz equipamentos agrícolas, hidráulicos e pneumáticos para tratores, retro-escavadeiras, empilhadeiras e máquinas compactadoras. A partir de 1983, com uma estratégia de diversificação, passou a atuar no mercado de autopeças e prestação de serviços de usinagem de precisão. A empresa possui área total de 8.500 m², com 5.500 m² de área construída. O funcionamento da fábrica é realizado em dois turnos de trabalho, um diurno e um noturno, e os trabalhadores são fixos nos turnos. Há um total de 103 postos de trabalho.

Para o desenvolvimento deste estudo, analisaram-se os documentos da empresa – o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), o Mapa de Riscos e os laudos técnicos – e o perfil auditivo dos trabalhadores, para se verificar de que maneira o ruído na empresa é um risco para a saúde dos trabalhadores. No estudo do perfil auditivo caracterizaram-se as alterações auditivas segundo a NR 7, anexo I, através do diagnóstico por anamnese e avaliação audiológica (audiometria tonal via aérea e via óssea), identificando-se trabalhadores com alterações auditivas e a evolução destas (monitoramento auditivo) nos últimos anos.

Realizou-se uma avaliação técnica construtiva e funcional detalhada do edifício industrial, dando-se ênfase aos estudos no espaço da linha de produção. Observou-se que os pontos problemáticos do conforto ambiental nesse local apontam os materiais construtivos e a *performance* do maquinário como principais influentes no baixo desempenho do conforto acústico do ambiente.

A partir da quantificação desses elementos, iniciou-se o processo para o desenvolvimento do cálculo do Tempo de Reverberação utilizando-se a fórmula de Sabine. Para garantir a moderação acústica do ambiente, os cálculos foram desenvolvidos em três frequências: 125 Hz, 500 Hz e 2 mil Hz. Para identificação dos

coeficientes de absorção dos diferentes materiais lá encontrados, adotou-se a norma técnica NBR 12179 – Níveis de ruído para conforto acústico (1992) e Silva (1999).

$$Tr = \frac{0.161_x V}{\sum S_n \alpha_n}$$

Legenda:

Tr – Tempo de Reverberação (seg)

V – Volume (m³)

S – área de superfícies (m²)

α – coeficiente de absorção sonora

Os resultados dos cálculos apontaram, nas três frequências, valores muito superiores ao recomendado pela NBR 10152.

Realizou-se também o levantamento do Nível de Pressão Sonora (NPS) emitido por cada máquina. O critério adotado para a obtenção desse valor considerou a média acústica ponderada entre quatro pontos ao redor de cada máquina: na frente, atrás e dos lados direito e esquerdo. Utilizou-se um medidor de pressão sonora modelo LUTRON com protetor de espuma, e o levantamento seguiu critérios estabelecidos em normas técnicas.

Aplicou-se, em amostragem preestabelecida de trabalhadores, um questionário estruturado sobre a única medida de controle de ruído adotada pela empresa, ou seja, a utilização de protetores auriculares. O objetivo foi a investigação das condições em que essa ação ocorria. Além disso, observou-se como a comunicação entre os trabalhadores ocorria no ambiente de trabalho, uma vez que as instruções de trabalho são realizadas no próprio galpão. Nesta análise, utilizou-se a observação da atividade dos trabalhadores, focada nos momentos de comunicação, numa dinâmica de observação durante uma jornada de trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. O diagnóstico situacional

Na análise dos documentos da empresa observaram-se, no Mapa de Risco, os seguintes agentes:

- Considerado como risco de pequena gravidade:

Agente Físico: ruído nos setores: metrologia, almoxarifado, PCP, administrativo

Agente de Acidentes: recebimento, almoxarifado, usinagem CNC, usinagem convencional, PCP, montagem

Agente Químico: poeiras no setor de ferramentaria; óleo na usinagem CNC, thinner e querosene na montagem

Agente Ergonômico: esforço físico na usinagem CNC e pintura; postura no almoxarifado

- Considerado como risco de média gravidade:

Agente Físico: ruído no recebimento, na ferramentaria, carpintaria, soldagem; radiação não-ionizante na soldagem, brunimento, usinagem CNC, células hastes, usinagem convencional, lavagem, pintura, montagem

Agente Químico: produtos químicos no almoxarifado e lavagem; poeira na carpintaria; óleo no brunimento, células hastes e usinagem convencional; tintas, solventes e graxas na pintura; fosfolizante e óleo na montagem

Agente de Acidentes: recebimento, almoxarifado, ferramentaria (iluminação), fumos na soldagem carpintaria, soldagem, brunimento, usinagem CNC (iluminação), células hastes (iluminação), usinagem convencional (iluminação), lavagem, pintura, montagem

Agente Ergonômico: esforço físico e postura na soldagem, brunimento, usinagem convencional e montagem; postura na pintura e montagem; ritmo de trabalho na montagem

- Considerado como risco de grande gravidade: não há indicação de nenhum agente de risco grave na indústria.

No PPRA da empresa há avaliação do ruído, por função ou posto de trabalho em cada setor. As funções indicadas como expostas aos níveis de ruído mais intensos são: operador de brunidora e rebarbador.

O PPRA da empresa recomenda a utilização de protetores auriculares nos locais com ruído superior a 85 dBA. Há, ainda, a referência aos agentes químicos, como hidrocarboneto aromático, óleo, graxa, querosene e álcool isopropílico, nos setores: montagem (xileno, tolueno, benzeno), manutenção, usinagens; fluido de usinagem, nos setores de usinagens, retífica; fumos metálicos na solda.

O Mapa de Risco tem uma contribuição importante na identificação dos riscos do processo de produção pelos trabalhadores para nortear o planejamento de ações do programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Observa-se que o ruído foi considerado como um risco de média ou pequena gravidade, dependendo do setor. Já nos laudos técnicos o nível de ruído está acima de 85 dBA, o que implica alto risco para a audição, nesse ambiente. Há referências a outros agentes otoagressivos, como hidrocarbonetos, xileno e tolueno (MORATA et al., 1993).

Quanto ao perfil auditivo dos trabalhadores, observou-se que os exames audiométricos, como parte dos exames periódicos, foram realizados anualmente, mas não atingiram a totalidade dos trabalhadores da fábrica, ou seja, não se respeitou a legislação da área (NR 7).

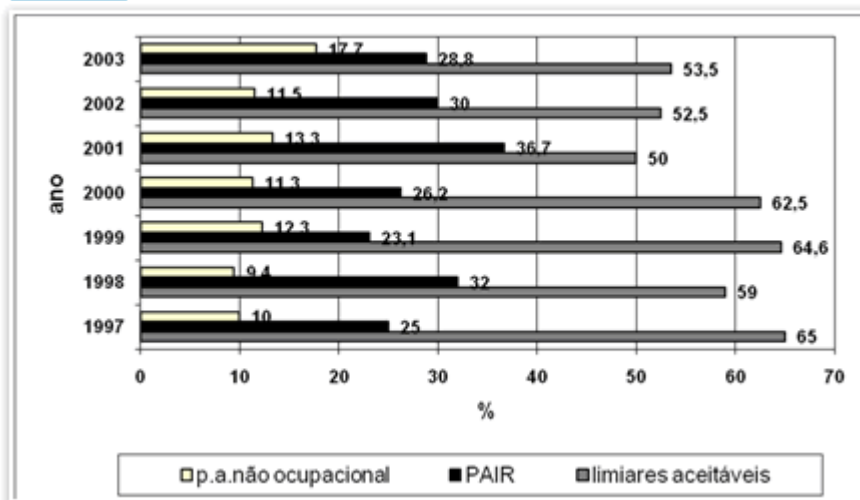
Tabela 1 – Audiometrias realizadas entre 1997 e 2003 na Empresa

Anos	Número de exames previstos	Exames realizados	% exames no ano
1997	104	80	77
1998	97	53	54,6
1999	100	57	57
2000	104	88	84,6
2001	93	60	64,5
2002	90	72	80
2003	90	70	77,7

No ano de 2000, a avaliação auditiva foi realizada em quase a totalidade dos trabalhadores (84,6%).

A realização incompleta dos exames periódicos, indicando um descumprimento da legislação, traz dificuldades no gerenciamento auditivo, dificultando o planejamento adequado das ações preventivas. Gonçalves e Iguti (2006) observaram, em seu estudo, falhas no cumprimento das legislações relacionadas à segurança e à saúde no trabalho quanto à realização dos exames periódicos de audiometria em empresas do interior de São Paulo.

Os casos de PAIR variam ano a ano pela não realização de audiometrias em todos os trabalhadores. Na Figura 1 podem-se observar os resultados das audiometrias, classificadas como: limiares auditivos normais, perda auditiva induzida por ruído PAIR e perda auditiva não ocupacional.

Figura 1 – Resultados das audiometrias, de 1997 a 2003.

Mesmo com uma variação do número de trabalhadores avaliados, observa-se que em torno de 28 a 30% dos trabalhadores apresentaram audiograma sugestivo de perda auditiva induzida por ruído ocupacional, evidenciando o risco do ambiente de trabalho. Diversos autores, entre os quais Guerra et al. (2005), relatam a alta prevalência da PAIR entre trabalhadores expostos ao ruído, principalmente entre metalúrgicos.

Analisaram-se os novos casos de PAIR ano a ano, como parte do monitoramento auditivo, e os resultados estão reunidos na Tabela 2.

Tabela 2 – Casos novos de PAIR ao ano, na Empresa

Ano	Casos novos de PAIR
1997 para 1998	1
1998 para 1999	0
1999 para 2000	3
2000 para 2001	4
2001 para 2002	0
2002 para 2003	1
2003 para 2004	0

Há alguns novos casos de PAIR na população trabalhadora analisada, quando se comparam os exames em anos consecutivos. Os casos de desencadeamento de PAIR ocorreram entre os torneiros (8 casos) e montadores/ajustadores (1 caso). A meta de um Programa de Preservação Auditiva é a manutenção dos limiares auditivos dos trabalhadores num período mínimo de cinco anos, o que ainda não foi atingido na empresa estudada (LEE-FELDSTEIN, 1993).

2. O diagnóstico do nível de pressão sonora

Realizou-se a avaliação do ruído em cada máquina e equipamento da linha de produção, ou seja, 49 equipamentos e/ou máquinas, perfazendo um total de 196 pontos medidos (à frente, atrás, nos lados direito e esquerdo de cada máquina). Havia 14 tornos CNC e cinco tornos convencionais, além de serra fita, retífica, politriz, mandrilhadora, fresadora, solda, faceadora, esmeril, furadeira, centradeira, centro de usinagem, brunidora e afiadora. O nível de ruído avaliado variou de 78 a 94,3 dB(A), por medidor de pressão sonora de leitura instantânea.

Através desse levantamento desenvolveu-se um mapeamento sobre o qual foi possível identificar não só os pontos críticos na linha de produção, mas também máquinas e equipamentos mais ruidosos, tais como:

- bico de ar comprimido: equipamento que acompanha o centro de usinagem, tornos, faceadoras, fresadoras e furadeiras, utilizado para limpar as peças pela liberação de ar comprimido (94,3 dBA);
- faceadora modelos Grob e FXLZDI60: o motor de sua bomba hidráulica de mesa está acoplado ao painel de comando e vibra, emitindo ruído excessivo (88 dBA);
- brunidora: máquina antiga, formada por um conjunto vertical que vibra e transmite essa vibração para o piso e os equipamentos adjacentes. Seu motor elétrico também produz ruído intenso (89,8 dBA);
- carrinho de transporte de peças: os carrinhos para transporte são caçambas metálicas com rodas metálicas, que em contato com o piso de concreto provocam grande atrito, além do choque de peças nas atividades de descarga (90 dBA).

As máquinas e equipamentos na empresa são fontes geradoras de ruído intenso. Segundo Gerges (1992), as fontes de ruídos intensos numa indústria são: ventiladores, exaustores, válvulas, motores elétricos e a diesel, compressores, turbinas, engrenagens e rolamentos. O som gerado nas fontes ruidosas se propaga no ar e nos sólidos, na forma de vibração, e precisa ser controlado (MATOS & SANTOS, 1994).

3. O diagnóstico do ambiente

Durante as visitas técnicas foram identificados os tipos de materiais construtivos utilizados na construção do prédio, permitindo a elaboração da Tabela 3 com os resultados do cálculo de reverberação sonora no recinto. Observaram-se características como pé-direito de 6 metros, aberturas para entrada e saída de ar nas laterais e um corredor de acesso e de ventilação direta, os quais não eliminam a exaustão do trabalhador em seu dia-a-dia. As laterais do galpão são de calhetão de fibrocimento recoberto por folhas de zinco, com sustentação de estrutura metálica e vigas de concreto. Há também telhas de material plástico transparente. A entrada e a saída do galpão são de alvenaria em bloco de concreto revestido de pintura à base de óleo. O piso é de concreto e as janelas são de vidro. A maioria dos materiais encontrados no ambiente avaliado funciona como espelho acústico e não como absorvente do som.

O volume total do galpão é de 19.800 m², e a área total de superfície ou de elementos utilizados para o cálculo de reverberação foi de 7.548,38 m², considerando o maquinário, os materiais do prédio e a presença dos trabalhadores.

Tabela 3 – Comparativo entre a reverberação existente e a Norma Técnica

	125 Hz	500 Hz	2.000 Hz
Tempo de reverberação calculado (seg.)	5,77	5,72	7,61
Tempo ótimo de reverberação (seg.)*	2,45	1,69	1,69

* O tempo ótimo de reverberação foi extraído da curva de correção de reverberação segundo a NBR 12179. Na frequência de 125 Hz, utilizou-se o fator de correção segundo De Marco (1990).

Essa combinação entre um grande volume e materiais altamente refletores influenciou negativamente o desempenho acústico dos ambientes.

4. O diagnóstico dos protetores

A partir das entrevistas com uma amostra de trabalhadores (total de 46), investigou-se a utilização dos protetores auriculares como a única medida adotada para controle do ruído.

A empresa fornece três modelos de protetores auriculares: de inserção (três flanges, descartável e tipo oliva) e de concha, e o tipo três flanges foi o mais utilizado (32%).

Todos os funcionários avaliados são do sexo masculino (100%), com idades entre 19 e 55 anos, média de 35,5 anos e mediana de 37 anos.

O tempo de serviço com exposição ao ruído variou de menos de 1 ano a 33 anos. A maioria (37,2%) vem trabalhando entre 10 a 20 anos em contato com ruído.

Quanto ao uso do protetor auricular, 93,5% o usam e 6,5% o fazem às vezes. A maior parte disse que recebeu orientações sobre os protetores auriculares em palestras 57,8%, enquanto 22,2% na ocasião da admissão, 11,1% no momento da audiometria e 8,9% na Sipat (Semana Interna de Prevenção a Acidentes de Trabalho).

Sobre as queixas em relação ao uso do protetor auricular, 24,4% sentem algum desconforto durante o uso. Na observação do estado geral do protetor, 97,4% estavam bons e 2,6% estavam ruins, ou seja, deformados ou deteriorados; 82,1% estavam limpos

e 17,9% sujos. Analisando a forma de colocação dos protetores, 65% colocaram da maneira correta, de acordo com o tipo.

Observa-se que a maioria dos trabalhadores utiliza o protetor auricular (93,5%) e o troca no período adequado (97,4% em bom estado), porém 35% não estavam inserindo adequadamente o protetor auricular na orelha, o que pode comprometer a atenuação do ruído que chega até a orelha interna. Gonçalves (2004) também encontrou, em seu estudo, uma quantidade significativa de trabalhadores com protetores auriculares colocados de maneira ineficiente.

Mesmo aqueles que utilizam os protetores auriculares retiram-no freqüentemente durante sua jornada de trabalho, para poderem se comunicar. Na análise da interferência do ruído na comunicação entre os trabalhadores, o que provocava a retirada do protetor auricular, observou-se no *layout* que 9% da área total da empresa está definida como área com ruído controlado (área onde a ação de comunicação é exercida sem nenhum tipo de comprometimento ao trabalhador); em 45% da área registraram-se instruções simples (definidas como ações de comunicação rápidas, quando a repetição do ato de retirada do EPI se dá no máximo duas vezes, durando em média 60 segundos, e a compreensão da nova tarefa é rápida); em 37% da área observou-se a ocorrência de instruções intermediárias (definidas como ações de comunicação com repetição entre duas a quatro vezes em média, durando em média 120 segundos, pois o grau de explicação da tarefa é mais lento do que o necessário para a instrução simples); e em 6% da área total verificaram-se instruções complexas (definidas como ações de comunicação ilimitadas, em razão da grande demanda de alternância de ações executivas e da constante orientação dos funcionários, com duração média de 60 segundos).

A área configurada como de instrução complexa, embora com pequena porcentagem de representatividade dentro da linha de produção (6%), coincide com uma das áreas de ponto crítico quanto ao NPS, e é também o setor que necessitava repetição mais freqüente de instruções dentro do processo produtivo. Assim, essa área foi considerada de alta prioridade na redução do ruído. Requer intervenções junto ao maquinário e ao ambiente, para garantir a melhora da qualidade de vida do trabalhador.

PROPOSTA DE CONTROLE DO RUÍDO

A integração entre as atividades interdisciplinares, nas três áreas do saber, Fonoaudiologia (audiologia), Engenharia de Produção e Arquitetura e Urbanismo, permitiu um aprofundamento na investigação da qualidade acústica do ambiente industrial através da qual foi possível identificar necessidades de aplicação de medidas de controle do ruído coletivas, sobre as fontes geradoras de ruído e no trajeto do som até os usuários do ambiente avaliado.

1. Medidas de controle de ruído na fonte sonora

Os pontos identificados como os mais críticos na geração de ruído foram:

1. Bico de ar comprimido: com o intuito de atenuar esta fonte emissora de ruído há alguns modelos de bocais menos ruidosos, como o de múltiplos orifícios, pois, além de ser qualificado tanto para ejeção quanto para limpeza de peças, apresenta a maior vazão mássica entre os bocais do mercado e possui um baixo nível de pressão sonora.
2. faceadoras modelo FXLZDI60 e Grob: uma possível solução para esse problema é retirar o motor da bomba hidráulica da mesa e instalá-lo no chão, isolando-o do painel de comando, que vibra e transmite o som para o ambiente.
3. carrinhos para transporte de peças: instalar mantas de borracha reforçada para evitar grandes choques nas atividades de descarga e substituir as rodas metálicas por emborrachadas.
4. motores elétricos: uma modificação fácil de efetuar em relação aos motores elétricos é a instalação de Vibra Stop. Trata-se de um isolante de vibrações que deve ser instalado nas bases das máquinas.
5. brunidora: uma possível intervenção consiste em segregá-la do piso metálico das brunidoras, instalando também Vibra Stop. Um dos seus motores, elemento vibrante que está junto ao painel de comando, deveria ser retirado dessa posição e fixado ao chão. Já o segundo motor, mesmo já estando fixado ao chão, apresenta um NPS elevado. Para este caso, uma possível intervenção é enclausurar o motor,

tomando as devidas precauções para não impedir sua refrigeração, o que levaria a um aquecimento excessivo.

2. Medidas de controle de ruído no ambiente

A melhoria do desempenho acústico na linha da produção está diretamente ligada aos componentes existentes do ambiente, à configuração desse local e ao comportamento do som em função da forma e dos tipos de superfícies presentes. O resultado dessa relação influencia na qualidade das atividades lá desenvolvidas.

Sendo assim, os materiais encontrados no ambiente avaliado, por serem altamente reflexivos, não auxiliam na absorção do ruído produzido pelas máquinas e equipamentos. Também as superfícies construtivas predominantes dentro do ambiente têm por característica a reflexão do som e conseqüentemente contribuem com a alta reverberação no ambiente. Portanto, é necessário controlar o ruído.

Dessa forma, sugere-se a colocação de materiais resistivos e reativos ao som. Os primeiros, por sua característica, absorvem melhor os sons médios e agudos, transformando a energia sonora em energia térmica. Trata-se das espumas de poliuretano, por exemplo, mas esses materiais devem receber tratamento com aditivos de retardância à chama. Já os materiais reativos atuam mais como atenuadores dos sons na faixa dos graves, reduzindo sua intensidade a níveis imperceptíveis ao ouvido humano. São, por exemplo, os painéis ressonadores suspensos e dispostos em sentido perpendicular ao teto. A disposição desses materiais no ambiente deverá ser futuramente projetada para garantir a eficácia da proposta através de estudos específicos.

Em uma intervenção desse porte, é fundamental a compatibilização entre todos os aspectos do conforto ambiental, uma vez que a solução de um pode interferir no desempenho do outro. Por exemplo, as soluções acústicas com colocação de *banner* podem interferir na circulação do ar e na iluminação do local. No entanto, para que se alcance o conforto ambiental são necessárias medidas em escala mais ampla, como a reestruturação do edifício, mudanças construtivas etc., o que foge ao objetivo deste trabalho.

Observou-se que uma proposta mais eficaz exige um aperfeiçoamento das investigações com a metodologia de Avaliação de Pós Ocupação (APO), para que se

obtenha melhor informação sobre a relação entre os materiais construtivos existentes e adequação de seu uso do ponto de vista do conforto ambiental; o levantamento de informações sobre o gerenciamento do espaço físico, em relação a comunicação interna na linha de produção; o mapeamento dos momentos de maior necessidade de verbalização entre os trabalhadores dentro do processo produtivo e também a dosimetria pontual, a qual indica com mais precisão de que forma o ruído interfere nas atividades dos trabalhadores.

3. Medidas de controle de ruído no indivíduo

Quanto às medidas de controle de ruído individuais, sugerimos uma investigação mais rigorosa das razões e dificuldades dos trabalhadores em usar de modo contínuo e sistemático os protetores individuais, uma vez que foi identificado por Bolognesi (2008) que várias tarefas realizadas pelos trabalhadores exigem comunicação e interação verbal intensa para a compreensão das instruções e detalhes das peças a serem trabalhadas. Verificou-se, também, que os trabalhadores retiram os protetores auriculares justamente nesses momentos.

Ao invés de insistirmos na idéia tradicional dos SESMST e dos serviços de assessoria em saúde ocupacional, os quais afirmam que os trabalhadores ficam surdos por falta de consciência dos riscos a que estão expostos, devemos buscar compreender o trabalho real e suas necessidades, como determinantes dos comportamentos das pessoas em situação concreta.

A ergonomia da atividade pode contribuir para um avanço nas práticas preventivas e revelar a impotência e insuficiência dos ditos cursos de capacitação e conscientização, uma vez que os operadores encontram-se concretamente diante das exigências de comunicação para exercer seu trabalho (WISNER, 1997; GUÉRIN et al., 2001).

Ainda com o olhar da ergonomia da atividade (escola francesa) devemos questionar a presença do ruído somente como variável importante do ponto de vista da perda auditiva. Essa é a abordagem clássica da higiene ocupacional, preocupada com as perdas auditivas provocadas por exposições acima de 82 dB(A). Para fins de conforto, em atividades que exigem concentração a Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e emprego (NR 17) define como parâmetro o nível máximo de 65 dB(A) para situações como salas de controle, escritórios etc. A NR 17 deixa de considerar, todavia, que a dinâmica da automação industrial associada às mudanças gerenciais vem impondo ao chão de fábrica equipamentos de controle numérico de alta tecnologia e múltiplas tarefas

como *set up*, interpretação de desenhos e ajustes finos com elevada exigência cognitiva. Além da justa preocupação com a perda auditiva, a situação dos operadores é ainda muito mais grave, pois se reconhecem os efeitos do ruído como concorrente e dificultador da concentração dos operadores, levando a erros, acidentes, estresse, nervosismo etc. Esta abordagem aponta para a necessidade de interagir com os operadores perguntando por que eles agem como agem. Compreendendo o trabalho real a partir de uma visão de baixo para cima e não da visão dos especialistas, podemos reforçar a necessidade e o imperativo da adoção de soluções coletivas para o problema do ruído como as propostas no presente estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ruído presente no ambiente de trabalho estudado está acima do nível de ação e exige, portanto, a adoção de medidas preventivas. O impacto do ruído na audição dos trabalhadores pode ser evidenciado com o significativo índice de perdas auditivas induzidas por ruído existentes e os desencadeamentos de PAIR ocorridos nos últimos cinco anos.

Sugerimos maneiras de diminuir o ruído das máquinas, como por exemplo o enclausuramento que encobre completamente as fontes de ruído. O controle de ruído por enclausuramento é uma solução prática e viável para redução de ruído de uma máquina que já está instalada e em funcionamento, mas cada caso deve ser estudado buscando-se a melhor alternativa, como as sugeridas para o carrinho de transporte, os motores elétricos e os bicos de ar comprimido.

A relação entre o homem e o ambiente envolve aspectos físicos e funcionais que contribuam para com uma harmonização simbiótica. Em ambientes do tipo laboratorial, a qualidade de vida é um item fundamental e influencia diretamente na produtividade do indivíduo. Dessa forma, o desempenho do ambiente do ponto de vista físico deve favorecer o metabolismo do indivíduo no sentido de proporcionar condições adequadas às suas exigências físicas e, do ponto de vista funcional, deve contribuir para que as atividades sejam desenvolvidas com qualidade e eficiência. O conforto ambiental proporciona isso, e cada um de seus aspectos – térmica, iluminação e acústica – deve estar em consonância para se alcançar a qualidade ambiental adequada.

O conforto acústico, objeto deste trabalho, é um dos aspectos mais importantes e relevantes na qualidade de vida dos usuários, bem como para a produtividade industrial. Concluiu-se que as características arquitetônicas não contribuem positivamente para o conforto acústico; as fontes de ruído geram altos NPS que se agravam com o tempo de reverberação elevado proveniente das características físicas do ambiente. Portanto, há necessidade de tratamento acústico e isolamento em alguns pontos críticos. Identificou-se ainda a necessidade de aprofundamento no levantamento de NPS, com diferenciação de freqüências, na funcionalidade do ambiente, na conversação necessária entre os trabalhadores e na dosimetria.

Concluimos que a existência de problemas de saúde no trabalho está relacionada com o modo de produzir, determinado não só pelas características técnicas de produção, mas também pelas relações existentes entre empresários e trabalhadores. A doença ocupacional, como a PAIR, só existe na nossa sociedade, pois estamos num sistema político-econômico no qual uma margem excessiva de lucros é prioridade, o que significa investir pouco em maquinário, em ambiente de trabalho menos insalubre e em promoção da saúde dos trabalhadores. É preciso maior conscientização dos empresários sobre a necessidade de investimento nas questões de segurança e saúde no trabalho, trazendo para esses serviços a mesma qualidade conquistada na produção de seus produtos.

Outros estudos são necessários para demonstrar que as medidas de proteção individuais, as únicas reconhecidas pelos empresários para o controle do ruído, são insuficientes, pois elas interferem e dificultam o exercício da atividade, especialmente em locais com exigências de comunicação, interação e altas concentrações como é o caso da operação de máquinas de controle numérico, em processos produtivos que cobram dos operadores a realização de tarefas múltiplas e cada vez mais complexas.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, R. *Adeus ao trabalho?* Ensaios sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho. 6.ed. São Paulo: Cortez, 1999.

BOLOGNESI, T. *Acústica e intervenção no ambiente construído*: mapeamento dos riscos e estimativa de redução do ruído a partir de propostas de intervenção em uma indústria

metalúrgica. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba. Santa Bárbara d'Oeste (SP), 2008.

GERGES, N. Y. S. *Ruído: fundamentos e controle*. Florianópolis: Imprensa Universitária UFSC, 1992.

GONÇALVES, C. G. O. Implantação de um programa de preservação auditiva em metalúrgica: descrição de uma estratégia. *Revista Distúrbios da Comunicação*, v.16, n.1, p.43-50, 2004.

Programa preventivo voltado ao trabalhador exposto a ruído. In: Jornada de Fonoaudiologia da Universidade Metodista de Piracicaba, IV. *Anais...* Piracicaba: Ed. Unimep, 1999. p.22-24.

GONÇAVES, C. G. O.; IGUTI, A. M. Análise de programas de preservação da audição em quatro metalúrgicas de Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v.22, n.3, p.609-618, 2006.

GRANDJEAN, E. *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

GUÉRIN, F. et al. *Compreender o trabalho para transformá-lo*. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

GUERRA, M. R; LOURENÇO, P. M. C.; TEIXEIRA, M. T. B.; ALVES, M. J. M. Prevalência de perda auditiva induzida por ruído em metalúrgica. *Revista de Saúde Pública*, v.39, n.2, p.238-244, 2005.

LEE-FELDSTEIN, A. L. Five-years follow-up study of hearing loss at several locations within a large automobile company. *American Journal of Industrial Medicine*, v.24, p.41-54, 1993.

MATOS, M. P.; SANTOS, U. P. Conceitos e aplicações práticas sobre controle do ruído. In: SANTOS, U. P. (Org.) *Ruído, riscos e prevenção*. São Paulo: Hucitec, 1994.

MORATA, T. C. D.; DUNN, D. E.; KRETSCHMER, L. W.; LEMASTERS, G. K.; KEITH, R. W. Occupational exposure to organic solvents and noise: effects on hearing. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health*, v.19, p.245-254, 1993.

NUDELMANN, A. A. et al. (Org.) *Perda auditiva induzida pelo ruído*. Porto Alegre: Bagagem Comunicações, 1997.

OLIVEIRA, J. A. A. Prevenção e proteção contra PAIR. In: NUDELMAN (Org.) PAIR II. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

ORNSTEIN, S. W.; ROMÉRO, M. *Avaliação pós-ocupação do ambiente construído*. São Paulo: Studio Nobel; Edusp, 1992.

PELMEAR, P. Noise and vibration. In: McDONALD, C. *Epidemiology of work related diseases*. New York: BMJ Publish Group, 1991.

PHANEUF, R.; HETU, R. An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. *The Journal of Otolaryngology*, v.19, n.1, p.31-40, 1990.

PORTO, M. F. S.; FREITAS, C. M. Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador. *Cadernos de Saúde Pública*, v.13 (supl. 2), p.59-72, 1997.

SANTOS, J. L. P. dos. Estudo de materiais alternativos para uso de absorção acústica. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC), II. *Anais...* Florianópolis: s.n., 1993.

SANTOS, M. J.; SLAMA, J. G. O. Ruído no ambiente escolar: causa e consequência. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC), II. *Anais...* Florianópolis: s.n., 1993. p.301. 1993.

SELIGMAN, J. Efeitos não-auditivos e aspectos psicossociais no indivíduo submetido a ruído intenso. *Revista Brasileira de ORL*, v.59, n.4, p.257-259, 1993.

SERRA, M. R.; BIASSONI, E, C. Influência de los parâmetros acústicos de recintos escolares em los processos de compresion y memorizacion. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VIII. *Anais...* Florianópolis: s.n., 1993. p.361.

SILVA, P. Materiais acústicos absorventes. In: SILVA, P. *Acústica arquitetônica e condicionamento de ar*. s.d.e., 1999.

WISNER, A. *A inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia*. São Paulo: Fundacentro, 1993.

Artigo recebido em 23.04.2008. Aprovado em 27.05.2008.