

# **ESTRATÉGIA PARA A PREVENÇÃO E O CONTROLE DO RISCO DEVIDO AO RUÍDO**

Professor J Malchaire  
Universidade Católica de Louvain  
Unidade de Higiene e Fisiologia do Trabalho  
Clos Chapelle-aux-Champs 30-38, B - 1200 Bruxelles

## **SUMÁRIO**

### **Objetivos:**

Propor uma estratégia que possa, de forma progressiva, controlar, tanto quanto possível, a exposição ao ruído nas indústrias.

Propor um método que possa ser utilizado, em sua primeira etapa, pelos próprios trabalhadores e seus chefes a fim de possibilitar, tanto quanto possível, o controle da exposição ao ruído, e somente nas etapas seguintes, quando necessário, solicitar a ajuda, de forma progressiva, de especialistas e peritos, a fim de identificar soluções mais sofisticadas, organizar os meios de proteção e o controle médico.

### **Métodos:**

A estratégia envolve 3 níveis:

- Nível 1, "**Observação**", simples e fácil de ser utilizado pelos próprios trabalhadores, objetiva o reconhecimento dos problemas, a identificação de soluções imediatas e a solicitação de ajuda de especialistas, se necessário.
- Nível 2, "**Análise**", mais sofisticado, porém mais caro, executado com a assistência de especialistas da área de segurança e saúde ocupacional, busca a identificação de medidas de controle mais técnicas e a organização, em seguida, de um programa de conservação auditiva.
- Nível 3, "**Perícia**", executado por peritos em acústica a fim de encontrar soluções e medidas de controle especiais.

### **Conclusões:**

A estratégia proposta enriquece os métodos de avaliação normalmente recomendados, por proporcionar, em seu nível preliminar, sua utilização pelas pessoas diretamente envolvidas nos processos. Reconhece, explicitamente, a competência dos trabalhadores, e de sua gerência com relação às suas condições de trabalho, e postula a aplicação deste conhecimento em acústica. Além do mais, medições não são um pré-requisito absoluto para resolver – ao menos em parte – os problemas de ruído. Procura organizar de maneira seqüencial, fácil e estruturada a cooperação entre os trabalhadores, os especialistas em segurança e saúde ocupacional e os peritos em acústica.

## **KEYWORDS:**

Avaliação de riscos, PME's, perda auditiva induzida pelo ruído, programas de conservação da audição

## **INTRODUÇÃO**

Muitos livros, artigos, documentos têm descrito os critérios para os programas de conservação da audição [5, 6, 14, 16, 17, 19, 20]. Surpreendentemente, muito poucos dão uma clara definição dos objetivos de tais programas, exceto o de "impedir que os empregados desenvolvam perda auditiva induzida pelo ruído no trabalho"[18]. Geralmente são definidos apenas seus conteúdos, que de acordo com Suter e Franks [21] são: (1) a monitorização da exposição ao

ruído, (2) o controle administrativo e técnico, (3) as avaliações audiométricas, (4) o uso de equipamentos de proteção auditiva, (5) os treinamentos e a motivação, (6) a manutenção de registro e (7) a avaliação do programa. Estes documentos, contendo cerca de 70 páginas descrevem em detalhes estes 7 componentes.

Leinster e col. [9] investigaram os fatores de gestão, organização e os psicológicos, que estão envolvidos na limitação da perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) nos locais de trabalho, com o objetivo "de melhorar a compreensão do porquê as pessoas falham em suas ações para evitar a PAIR, na indústria". Examinando 48 organizações, mostraram que somente "40% tinham realizado avaliações adequadas de acordo com a legislação", "a maioria não tinha desenvolvido medidas de controle de engenharia suficientes", "50% tinham instruído os trabalhadores no uso de proteção individual e 26% possuíam um programa de treinamento específico sobre ruído".

As conclusões deste estudo, realizado em empresas de 150 ou mais empregados são decepcionantes. Como aproximadamente 50 % da força de trabalho estão em empresas menores, pode-se suspeitar que a adequação e a eficiência da legislação do trabalho com relação ao ruído nestas pequenas empresas seja mais decepcionante ainda. As razões são múltiplas. Leinster e col. [9] identificaram diversas delas: o ruído no trabalho é considerado como inerente ao mesmo e não é percebido como um problema sério, falta de liderança, indefinição de responsabilidade operacional, falta de competência técnica, a presunção de que as medidas de controle são caras.... Royster e Royster [18] mencionaram razões mais ou menos idênticas, adicionando mais uma: "uma excessiva dependência de empresas de prestação de serviços, contratadas para realizar programas de conservação auditiva (PCA)".

Estas conclusões não se restringem ao PCA e são válidas, muito provavelmente, para todos os problemas de segurança e saúde.

Este documento pretende sugerir que a comunidade científica pode ser, pelo menos em parte, responsável por não fornecer aos empregadores e à indústria métodos gerais, simples, baratos e eficientes para impedir ou controlar os problemas advindos do ruído, que possam ser utilizados por eles mesmos a fim de reconhecer os "problemas" e começar a fazer alguma coisa a respeito.

Em uma enciclopédia editada em 1998 [15] são propostos alguns protocolos para o desenvolvimento de um PCA. No primeiro item - sobre controle da exposição ao ruído –eles indicam que "Representativas exposições diárias individuais ao ruído (tem que ser) estabelecidas para todos os tipos de trabalho com exposição ao ruído" e que "um mapa de ruído da planta da empresa (deve ser) afixado." Outros documentos [21] fazem recomendações semelhantes para os primeiros níveis.

A pergunta é se os empregadores conhecem ou não conceitos tais como o de representatividade, exposições diárias, tipos de trabalho e mapas de ruído. Um exemplo notável de método de avaliação não utilizado (e provavelmente não utilizável) foi publicado pelo próprio autor [10]. Pode-se argumentar que isto é competência dos especialistas em saúde ocupacional e em especial de higienistas industriais. Com certeza, se tais especialistas são requisitados para avaliar e melhorar as condições de exposição ao ruído, isto implica que o PCA somente poderá ser desenvolvido quando os mesmos estiverem disponíveis ou forem chamados. Isto é provavelmente o que ocorre nas grandes empresas, sendo menos provável para as PME's, responsáveis por 50% da força de trabalho, que provavelmente não serão alcançados por estes programas.

Uma abordagem diferente é de desenvolver e propor um método simples que pode ser compreendido e usado por todas as empresas de qualquer tamanho e seus técnicos em segurança e saúde, ao menos para que se tornem cientes do problema e possam apontar algumas soluções imediatas. Os especialistas em segurança e saúde ocupacional seriam chamados nos níveis mais adiantados do método e quando se tornassem necessários, para ajudar a encontrar soluções mais sofisticadas, organizar programas, indicar proteções individuais e efetuar o controle médico.

Esta estratégia em três níveis é descrita abaixo. Seu objetivo é o de tornar possível iniciar e conduzir uma política de prevenção em todas as empresas, de qualquer tamanho ou tipo, baseada no conhecimento técnico interno e externo disponível nas mesmas.

Um método similar também foi proposto para a prevenção da exposição ao calor [11], vibrações [12] e esforços repetitivos [13].

## FILOSOFIA DO MÉTODO

O principal objetivo de uma **Análise** das condições de trabalho não deve ser simplesmente avaliar os riscos, mas impedir, eliminar ou ao menos reduzir os mesmos. O método descrito neste documento foi efetuado não para quantificar o risco, mas para coletar progressivamente as informações, conforme seja necessário para a adoção de medidas de prevenção/controlé.

Os postulados chave desta estratégia são os de que as medições em si não resolvem os problemas e de que a solução de um problema não requer necessariamente medições.

O número de situações de trabalho com exposição ao ruído é muito elevado e seria utópico estudar todas as situações em detalhes. Isto seria realmente inútil, mesmo porque, na maioria dos casos, ao menos soluções parciais podem ser encontradas facilmente, baseadas em "**Observações**" simples e diretas. Em alguns casos, entretanto, uma "**Análise**" mais detalhada é necessária, incluindo as medições, e em outros casos particulares, uma "**Perícia**" pode ser requerida, baseada em técnicas mais sofisticadas de avaliação.

O método tem como base, portanto, uma abordagem progressiva em três níveis com as suas características resumidas na tabela 1.

O nível 1, do método "**Observação**" deve ser utilizado por pessoas da empresa com amplo conhecimento das condições de trabalho, sem a necessidade de possuírem conhecimento sobre acústica ou audiometria. Seu objetivo é caracterizar a situação de trabalho em todas as suas circunstâncias, e não em um dado momento específico, identificar os "problemas" e determinar o que pode ser feito imediatamente para reduzir ou eliminar os mesmos. Obviamente isto deve ser feito com a ajuda dos próprios trabalhadores, que conhecem bem as condições de trabalho. Conhecimentos sobre acústica não são necessários neste nível, embora, naturalmente, possam ser úteis.

Ao final deste nível, os usuários devem decidir se o "problema" está satisfatoriamente controlado ou se será necessário a ajuda de um especialista .

O nível 2, do método "**Análise**" deve ser conduzido pelas mesmas pessoas do nível 1, mas com o auxílio de pessoas com formação específica sobre conservação da audição. Trata-se de situações de trabalho em circunstâncias particulares (uma operação ou uma máquina específica...) identificadas durante o primeiro nível e que poderão necessitar medições simples.

Novamente, o método deve ser efetuado com o objetivo de encontrar soluções técnicas. Quando a exposição é inaceitável, as medidas organizacionais, a proteção individual e o controle médico devem ser executados.

Ao final deste nível 2, a maioria das circunstâncias deve estar sob controle. Pode ser entretanto que, em casos muito especiais, devido a circunstâncias incomuns, um risco inaceitável, de desconforto ou de perda auditiva persista.

O nível 3, do método "**Perícia**" deve então ser utilizado, novamente, pelas mesmas pessoas, mas com o auxílio adicional de peritos altamente especializados . Neste nível serão tratadas circunstâncias complexas que poderão necessitar medições sofisticadas ou especiais. Este tipo de investigação geralmente será mais caro e deve conseqüentemente ser limitado às circunstâncias onde seja absolutamente necessário.

## CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS “OBSERVAÇÃO”, “ANÁLISE” E “PERÍCIA”

Uma estratégia similar foi desenvolvida para os problemas térmicos no trabalho.

Um estudo foi efetuado em 40 pessoas em diferentes situações, tipos de indústrias e países. Foi solicitado que tempo, esforços e competências estivessem disponíveis na indústria para tratar dos problemas térmicos e estabelecido quais critérios deveriam ser cumpridos para que uma estratégia de prevenção como esta pudesse ser interessante na prática. Os resultados não são específicos para os problemas de calor e serão resumidos a seguir:

- No nível 1, a fim de possibilitar a utilização do método pelos trabalhadores e sua gerência, qualquer termo especializado deve ser evitado, ele deve ser muito direto e necessitar menos de 90 minutos para ser usado em um determinado posto de trabalho. Deve ser explicitamente orientado para a prevenção e o controle dos “problemas” e evitar a coleta de dados desnecessários. As sugestões devem ser direcionadas para as medidas de prevenção.
- No nível 2, o método pode ser mais sofisticado e envolver medições. Entretanto, os conceitos e as medições que não sejam essenciais devem ser evitados. Os especialistas ocupacionais (médicos, engenheiros, higienistas ocupacionais, ergonomistas...) ainda possuem treinamento limitado em acústica e os equipamentos de medição são caros e pouco comuns. Estas medidas devem ser orientadas na busca de soluções técnicas ao invés da avaliação do risco. Tal **Análise** deve se limitar a apenas um dia, a fim possibilitar a sua utilização em uma grande quantidade de circunstâncias.
- a estratégia deve organizar a cooperação em cascata das diferentes pessoas, de trabalhadores a peritos, definindo quem deve fazer o que, quando devem pedir ajuda a outros e como deve se efetuar esta complementação.

A estratégia proposta no apêndice busca concretizar estes critérios.

### DESCRIÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DA ESTRATÉGIA

Para cada nível, o documento revisa os objetivos e quem devem ser os usuários. O método é então definido.

O documento deve ser, de maneira voluntária, breve e conciso, guiando os usuários em sua abordagem das condições de trabalho, e fornecendo somente a informação necessária para aquele momento, no local de trabalho, para se poder estimar e concluir.

O documento reproduzido no apêndice é acompanhado de um guia curto que fornece algumas informações adicionais em cada nível. Este documento não será discutido aqui.

#### 1. Nível 1, “Observação”

Ao contrário do que normalmente se acredita, as legislações sobre ruído –ou ao menos as diretivas europeias sobre ruído [2, 3] – não recomendam que o nível de exposição pessoal ao ruído seja abaixo de 90 ou 85 dB (A), mas que “os riscos que resultam da exposição ao ruído devem ser reduzidos ao nível mais baixo razoavelmente praticável, levando em conta o progresso tecnológico e a disponibilidade das medidas para controlar o ruído, especialmente na fonte”. Isto significa que um nível de exposição pessoal ao ruído de, por exemplo, 98 dB (A) deve ser reduzido a 75 dB (A) se razoavelmente possível, e a 94 dB (A) se somente uma redução de 4 dB for possível. Naturalmente, neste último caso, a exposição deve ser documentada e medidas adicionais devem ser implementadas (proteção individual, audiometria, informação aos trabalhadores...).

Conseqüentemente, isto significa que, ao invés de se efetuar medições de ruído, deve-se primeiramente determinar se alguma coisa pode ser feita para reduzi-lo na fonte, para

adequar as tarefas, as ferramentas, o ambiente..., independentemente do nível de ruído. As medições podem ser necessárias posteriormente para aprofundar a “**Análise**.” Isto está também de acordo com as exigências da diretiva europeia quando determina:[2] o ruído “será avaliado e, quando necessário, medido...”.

Além disso, toda medição apresenta problemas de representatividade. Os manuais de acústica fornecem informações detalhadas a respeito dos instrumentos, posição do microfone (10 cm da cabeça!), etc., no entanto, negligenciam ou tratam somente momentaneamente do problema da representatividade. Enquanto que nosso artigo mencionado anteriormente [10] mostra claramente, que a avaliação exata do nível de exposição pessoal ao ruído é extremamente complexa e na maioria dos ambientes industriais deve ser feita somente quando necessário, isto é, quando todas as possibilidades de solução para o problema de ruído já estiverem sido utilizadas.

Pode-se argumentar que, normalmente as medições ajudam a determinar o que pode ser feito para abaixar um determinado nível de ruído. Nossa experiência, entretanto, mostra que os instrumentos de medição são freqüentemente mal utilizados (muito perto ou muito longe da fonte, sem reconhecer outras fontes interferindo...) ou os resultados são mal interpretados (ignorando a reverberação...). Conseqüentemente, consideramos que medições efetuadas por pessoas sem formação podem ser enganosas e devem ser evitadas.

O nível 1, “**Observação**”, foi planejado para ser usado por pessoas do chão de fábrica, sem o auxílio de especialistas, desestimulando deliberadamente medições e confiando na opinião das pessoas diretamente envolvidas. Obviamente, estas opiniões e as estimativas de níveis da voz não são exatas. Entretanto, ao contrário de medições pontuais, têm ao menos a vantagem de refletir como estes trabalhadores “vivem” sua exposição ao ruído, não somente em um dado momento, mas durante as diferentes circunstâncias de trabalho.

O nível 1 se concentra na identificação das fontes de ruído. Inicia com a solicitação de um plano da área de trabalho, com a posição exata das fontes e dos trabalhadores, não apenas com o intuito de saber o local exato das fontes, mas sobretudo para orientar a discussão e verificar se estas localizações são adequadas.

Em seguida, para cada posto de trabalho, usa-se o nível da voz para se fazer entender a uma distância de meio metro para avaliar a severidade do “problema”. Isto foi escolhido para evitar o problema de medições e reproduzir melhor os problemas que as pessoas encontram de maneira repetida em seu cotidiano.

A partir do nível da voz, se obtém uma estimativa grosseira do nível de ruído, baseada na ISO 9921 [8] que define as distâncias de comunicação em função do nível de interferência na conversação. Nenhuma menção é feita sobre tal padronização neste documento, porque o mesmo não é facilmente disponibilizado, é de difícil compreensão e sugere a **Análise** de bandas de oitava do nível de ruído.

Desta forma, a severidade de uma situação particular é avaliada pela exposição ao ruído contínuo, de um leve desconforto a um elevado risco de perda auditiva. A escala usada é baseada no conhecimento comum para “leve” e “altamente” desconfortável e na norma ISO1999 [7] para risco de perda auditiva induzida pelo ruído. Assim, a partir deste padrão, pode-se derivar que a porcentagem adicional de pessoas que, com a idade 55 anos e após 30 anos de exposição, que desenvolverão uma perda auditiva média (média de 1k, 2k e 3kHz) maior que 25 dB, é de 3% para um nível de exposição pessoal de ruído igual a 85 dB (A), 10% para 90 e 49% para 100 dB (A). Esta perda auditiva é definida como “uma perda auditiva material” pela NIOSH [4].

Uma escala com 5 pontos foi escolhida deliberadamente a fim de mostrar diferentes graus de severidade e evitar o que se acredita comumente, que uma situação é inaceitável acima de 85 dB (A) (ou de 90) e aceitável abaixo.

Os usuários são convidados então a observar com cuidado cada fonte e tentar encontrar medidas de controle diretas, uma vez que estes usuários são os próprios trabalhadores e sua

gerência técnica, que conhecem em detalhes sua máquina e podem, mais facilmente do que um especialista, identificar medidas de controle eficientes que não interferirão com as tarefas. Sabem em geral que tipo de engrenagem é usada, que peças vibram, o que pode ser incluído...

O documento sugere uma série de ações possíveis, mas chama principalmente a atenção para os diferentes aspectos que devem ser considerados. Menciona também as soluções que não podem ser executadas sem o auxílio de especialistas: equilíbrio das peças, silenciadores, materiais absorventes... Estes foram incluídos deliberadamente a fim de ajudar estes usuários a reconhecer quando necessitam de auxílio e a solicitar a ajuda de especialistas para objetivos específicos.

Ao discutir soluções possíveis, os usuários são convidados a considerar sua eficiência potencial em controlar o ruído. Pode -se argumentar que os trabalhadores e sua gerência não terão o conhecimento necessário para que suas predições sejam confiáveis, o que certamente pode ser provável. Mas também é verdade que em muitos estudos sobre segurança e saúde ocupacional, mesmo se executado por especialistas, muito mais tempo e esforços são gastos no diagnóstico do que na prevenção, e as recomendações são feitas, na maioria das vezes, sem tentar avaliar o quanto a situação poderá ser melhorada. Chamar a atenção para esta eficiência é conseqüentemente uma etapa a ser desenvolvida adiante, tão logo os usuários reconhecerem a incerteza de suas estimativas.

Finalmente, o método acima convida os usuários a determinar quem fará o que, e quando, e a decidir se um especialista deve ser chamado para ajudar a executar uma "**Análise**" mais detalhada.

## 2. Nível 2, "Análise"

O nível 2, "**Análise**" segue de forma geral o mesmo método, desta vez estudando em detalhes as situações particulares que foram identificadas como insatisfatórias no final do nível 1, "**Observação**".

Primeiramente, faz-se uma tentativa para avaliar o nível de exposição pessoal ao ruído dos trabalhadores. Como a "**Análise**" será efetuada por especialistas com formação em segurança e saúde ocupacional, conceitos tais como: "grupo de exposição homogênea (HEG) e as amostras "representativas", podem ser usados. Estes vão determinar o momento e a duração apropriados das medições e controlar a validade da técnica de medição, a fim de executar as medições e estimar a duração da exposição para cada nível medido, se existirem circunstâncias diversas.

As medições serão restritas aos níveis de ruído na escala A . Devem preferencialmente ser executadas usando uma calibração do exposímetro registrando, por exemplo, o nível de ruído equivalente a cada 15 segundos. Tais instrumentos estão cada vez mais disponíveis e mais baratos, mas mesmo assim são acessíveis a poucos especialistas. Uma metodologia que requeira tais instrumentos será pouco utilizada. Deste modo, escolhemos não especificar a técnica de medição, deixando aos especialistas escolher o que podem fazer de melhor, nas diversas circunstâncias.

O mesmo é verdadeiro para as análises de freqüência, que fornecem informações úteis para otimizar algumas medidas de controle, tais como enclausurar máquinas, utilização de materiais absorventes... Escolhemos novamente não mencionar tais medições caras neste método, esperando que os especialistas que possuam os meios e a formação para fazer tais medições saibam enriquecer o método padrão.

Para os níveis de ruído equivalente  $L_{Aeq}$  e para as durações da exposição, recomenda-se computar os níveis de exposição pessoais parciais do ruído  $L_{PE, i}$ . Em nosso conhecimento, este conceito é novo. Este será verdadeiramente o nível de exposição pessoal ao ruído, se todas as outras exposições ao ruído forem insignificantes. Este nível parcial  $L_{PE, i}$  torna

possível determinar quais seqüências de trabalho, quais situações ou quais fontes de ruído são as mais responsáveis pelo risco de desconforto ou de perda auditiva.

O fator da redução para derivar  $L_{PE, i}$  de  $L_{Aeq, i}$  é dado por uma fórmula ou por uma tabela. Os nomogramas foram usados extensivamente no passado quando as possibilidades de cálculo eram limitadas. Agora devem ser considerados obsoletos.

O nível de exposição pessoal total ao ruído  $L_{PE}$ , é estimado, como usualmente, pela adição dos níveis de exposição parciais.

A escala de interpretação pode ser mais quantitativa do que no nível 1, "**Observação**". Novamente, a ISO 9921 [8] e ISO 1999 [7] fornecem padrões para uso, respectivamente, de escalas para o desconforto e o risco de perda auditiva induzida pelo ruído, e a interpretação não é feita simplesmente em termos de conformidade ou não com um limite, mas em uma escala contínua, do desconforto óbvio, a uma probabilidade de 75% para sofrer "uma perda auditiva material" na idade de 55 anos, no caso de uma exposição a estas circunstâncias durante 35 anos.

- o desconforto está ligado não ao nível de exposição pessoal ao ruído, mas de forma aproximada, ao nível equivalente em curto prazo.
- o risco de perda auditiva induzida pelo ruído, ao contrário, está relacionada ao  $L_{PE}$ . Uma escala em dobro para perdas auditivas de 25 e 50 dB é usada a fim de evitar também o que se acreditava ser verdadeiro: que um trabalhador seja "surdo" acima de um determinado limiar de perda e não seja "surdo" abaixo.

Os usuários são convidados então a realizar uma lista de soluções possíveis e a identificar o que poderá ser feito para reduzir o risco de desconforto ou de perda auditiva.

Como no nível 1, "**Observação**", vão estimar como a situação será se estas soluções forem implementadas e estimar o risco residual. Se este risco for inaceitável, esforços e informações adicionais devem ser requeridas: o nível 3, "**Perícia**", deve ser empreendido com o auxílio adicional de um perito.

Finalmente farão o inventário das medidas técnicas, definirão os prazos e alocarão os responsáveis pelas ações.

Neste nível, mais do que no nível 1, "**Observação**", os usuários possuem formação adequada e suficiente informação para determinar:

- se uma proteção individual deve ser usada;
- que proteção deve ser usada, por quem, quando e por quanto tempo;
- quem deve participar de um programa audiométrico, e quando.

O documento chama a atenção para alguns aspectos principais da proteção individual.

Estas recomendações são baseadas no fato que o melhor dispositivo protetor é aquele que é usado durante todo o período de tempo [1,4]. Sendo assim, a ênfase é dada na facilidade de uso, no conforto, na estética, muito mais do que na maior capacidade intrínseca de atenuação.

### 3. Nível 3, "**Perícia**"

Esta parte não será desenvolvida no apêndice. Certamente, neste nível, a situação total deve ser conhecida e a atenção se concentrará em itens mais específicos tais como a reverberação no ambiente, a colocação de materiais amortecedores em uma estrutura que vibra, o uso de silenciador em uma estrutura que provoca ressonância... Isto envolverá medições especializadas, altamente sofisticadas e os "peritos" deverão saber o que fazer em cada caso.

O único aspecto a reforçar é a necessidade absoluta de auxiliar este perito. Muito freqüentemente, o problema é transferido ao perito e espera-se que o mesmo o resolva sozinho.

Como sublinhado na tabela 1, esta estratégia é baseada na complementação entre a perícia efetuada pelos trabalhadores e a perícia dos especialistas.

#### 4. Conclusão

A estratégia se repousa em três princípios básicos:

1. É *realista*: as normas sobre ruído existem há décadas. Muitos trabalhadores encontram-se ainda expostos a níveis de ruído prejudiciais. Na indústria, a motivação tem sido limitada em termos de tempo, dinheiro, recursos técnicos e as competências em acústica são limitadas. Os métodos de avaliação e de prevenção devem ser otimizados, partindo não do método ideal como os cientistas gostariam, mas do que indústria pode e tem disponibilidade para fazer;
2. É *participativa*: os trabalhadores e sua gerência têm um papel essencial na dinâmica da melhoria das condições de trabalho. Os especialistas e os peritos em segurança e saúde ocupacional estão lá para ajudar, a fim de identificar as medidas de controle técnicas e organizacionais mais adequadas;
3. É *estruturada* em 3 níveis que requerem conhecimento e competências complementares:
  - no primeiro nível, "**Observação**" conhecimento do processo industrial, das máquinas e dos métodos de trabalho.
  - no nível, "**Análise**": auxílio de especialistas com conhecimento geral sobre aspectos metodológicos, medições simples e técnicas de avaliação, principais soluções técnicas;
  - no nível "**Perícia**": quando for absolutamente necessário, o auxílio de peritos altamente treinados que trarão seu conhecimento específico para a identificação de soluções particulares.

A estratégia não é projetada para peritos, mas para a indústria, apela-se aos especialistas e peritos quando necessário. Mesmo assim, isto pode ser utópico para muitas indústrias, ao menos atualmente. Os especialistas podem ainda usar a estratégia diretamente para iniciar o método, demonstrando sua simplicidade e uso. Ao contrário do que é feito freqüentemente, os "peritos" não são chamados aqui para serem os responsáveis por encontrar as soluções, mas todo processo de busca de soluções será realizado em completa parceria .

A estratégia, deste modo, não exclui a participação de um especialista no início. Simplesmente, não a confia somente a este.

Esperamos que com esta abordagem seja possível pelo menos algumas melhorias nas condições de trabalho em algumas PME.

#### 5. Referências

1. Berger EH, Franks JR, Lindgren F. International review of field studies of hearing protector attenuation. Proceedings of the 5th International Symposium on the Effects of Noise on Hearing. Gothenburg, Sweden.
2. European Union. Council Directive on the protection of workers from the risks related to exposure to noise at work (86/188/EEC). Official Journal of the European Communities 1986:No L 137/28-No L 137/34.
3. European Union. Directive 2003/10/CE du Parlement Européen et du Conseil du 6 février 2003 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit)
4. Franks JR, Stephenson MR, Merry CJ (eds). Preventing occupational hearing loss – a practical guide. National Institute for Occupational Safety and Health, 1996:pp. 92.



5. Hager WL, Hoyle ER, Hermann ER. Efficacy of enforcement in an industrial hearing conservation program. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1982;43:455-465.
6. Harrison RK. Hearing conservation: implementing and evaluating a program. *AAOHN Journal* 1989;37:107-111.
7. ISO 1999. Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment. International Organisation for Standardisation 1992.
8. ISO 9921-1. Ergonomic assessment of speech communication - Part 1: Speech interference level and communication distances for persons with normal hearing capacity in direct communication (SIL method). International Organisation for Standardisation 1996.
9. Leinster R, Baum J, Rong D, Whitehead C. Management and motivational factors in the control of noise-induced hearing-loss. *Annals of Occupational Hygiene* 1994;38:649-662.
10. Malchaire J, Piette A. A comprehensive strategy for the assessment of noise exposure and risk of hearing impairment. *The Annals of Occupational Hygiene* 1997;41:467-484
11. Malchaire J, Gebhardt HJ, Piette A. Strategy for evaluation and prevention of risk due to work in thermal environment. *The Annals of Occupational Hygiene* 1999;43,5:367-376.
12. Malchaire J., Piette A. (2001) Stratégie de prévention des risques dus à l'utilisation de machines vibrantes. Recueil des résumés du 9ème congrès international sur les vibrations mains-bras, Nancy, France, 5-8 juin.
13. Malchaire J., Piette A. (2002) Co-ordinated strategy of prevention and control of the biomechanical factors associated with the risk of musculoskeletal disorders. *Int. Arch. Occup. Environ Health*, 75, 459 - 467.
14. Melnick W. Evaluation of industrial hearing conservation programs: a review and analysis. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1984;45:459-467.
15. Mital A, Ayoub M, Kumar S, Wang M-J, Landau J (eds) *Industrial and occupational ergonomics: user's encyclopedia*. International Journal of Industrial Engineering – Theory, Applications and Practice 1998.
16. Pell S. An evaluation of a hearing conservation program. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1972;33:60-70.
17. Reynolds JL, Royster LH, Pearson RG. Hearing conservation programs (HCPs): the effectiveness of one company's HCP in a 12Hr work shift environment. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1990;51:437-446.
18. Royster JD, Royster LH. *Hearing conservation programs – Practical guidelines for success*. Chelsea, Michigan, USA, Lewis Publishers Inc., 1990.
19. Royster LH, Royster JD. Education and motivation. In: Berger EH, Ward WD, Morrill JC, Royster LH (eds) *Noise and hearing conservation manual*. Fairfax, Virginia, USA, American Industrial Hygiene Association, 1986:383-416.
20. Starck J. Noise and vibration. In: Brune D, Gerhardsson G, Crockford GW, D'Auria D (eds) *The workplace. Vol. 1 – Fundamentals of health, safety and welfare*. International Labour Office, Geneva, International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS), Geneva, and Scandinavian Science Publisher as. Oslo, 1997
21. Suter AH, Franks R. *A practical guide to effective hearing conservation programs in the workplace*. Cincinnati, Ohio, USA, NIOSH, DHHS Publication No 90-120, 1990.

## APÊNDICE

# ESTRATÉGIA PARA A PREVENÇÃO E O CONTROLE DO RISCO DEVIDO AO RUÍDO

## NÍVEL 1, "OBSERVAÇÃO"

### Objetivos

Os objetivos são:

- Coletar informações gerais sobre as fontes de ruído e sobre a exposição ao ruído no campo.
- Determinar as medidas técnicas imediatas que podem ser efetuadas para eliminar ou controlar o risco.
- Determinar se uma "**Análise**" detalhada (nível 2) é necessária, com que prioridade, e com que objetivos.

### Quem?

Pessoas da empresa, que conhecem perfeitamente as condições de trabalho. Idealmente, os próprios trabalhadores e a equipe técnica.

- O método utiliza um vocabulário simples, e termos tais como "risco", "problema" são usados em seu sentido comum.
- A situação de trabalho é caracterizada em todas as circunstâncias e não em um dado instante.
- Não requer nenhuma quantificação e conseqüentemente nenhuma medição

### Procedimentos

#### 1. Caracterização das fontes de ruído

- Indique a posição exata dos postos de trabalho e dos trabalhadores em um mapa da área.
- Identifique as principais fontes de ruído (exemplos: compressor, moedor, exaustor...).
- Faça uma discussão sobre estas fontes e suas localizações.

#### 2. Avaliação do risco na situação atual em cada posto de trabalho

- Avalie o nível da voz adotado espontaneamente neste ambiente ruidoso
- Derive a ordem de valor do nível de ruído e a severidade do risco na tabela abaixo e com base nas observações acima e nas opiniões dos trabalhadores (perda auditiva no final do dia, problemas de comunicação durante o trabalho...).

Nível da voz	Normal	Alto	Muito alto	Gritado	Gritado ao máximo
Nível (dB (A))	50	70	85	90	100
Interpretação	Desconforto		Risco de perda auditiva		
	leve	elevado	baixo	médio	elevado

- Anote os resultados em uma tabela tal como a seguinte (tabela 1):

Posto de trabalho	ANTES			DEPOIS			Necessidade de uma <i>Análise</i>
	Nível da voz	Nível ruído	Risco	Nível da voz	Nível ruído	Risco	

### 3. Controle do ruído

- Observa -se cada fonte e buscam-se soluções diretas para eliminar, reduzir ou controlar as emissões de ruído: a seguinte tabela apresenta os itens mais comuns que podem ser considerados neste nível.

Itens a considerar	Soluções possíveis
Vibrações das peças ou dos painéis	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apertar as peças ou os painéis</li> <li>▪ Recobri-los com um material emborrachado</li> </ul>
Solo vibrando	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalar blocos silenciadores</li> </ul>
Impactos de peças sobre uma superfície dura	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inclinar a placa onde as peças estão caindo</li> <li>▪ Ou recobri-las diretamente ou em sanduíche com material emborrachado</li> </ul>
Ruído mecânico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usar aletas helicoidais</li> <li>▪ Usar materiais plásticos</li> <li>▪ Equilibrar as peças que giram</li> </ul>
Ruído aerodinâmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evitar descontinuidades (cotovelos...) ou cantos nas saídas de ar</li> <li>▪ Usar silenciadores na saída dos dutos</li> </ul>
Jatos de ar	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usar exaustão para decompressão do jato de ar</li> <li>▪ Usar pistolas especiais</li> <li>▪ Reduzir a velocidade do jato de ar</li> <li>▪ Evitar o impacto do jato de ar com uma borda ou perpendicular a uma superfície afiada</li> </ul>
Enclausuramento acústico da máquina	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalar capotagem hermética coberta com materiais emborrachados</li> <li>▪ Instalar materiais absorventes na parte interior</li> </ul>
Tons puros	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Equilibrar as peças que giram</li> <li>▪ Colocar materiais amortecedores na lâmina das serras</li> <li>▪ Usar materiais emborrachados nas peças com ressonância</li> </ul>
Afastamento da fonte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Colocar a fonte afastada dos trabalhadores</li> <li>▪ Instalar painéis entre as fontes e os trabalhadores.</li> </ul>
Tratamento acústico do local	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adicionar materiais absorventes próximos à fonte se o ambiente for altamente reverberante</li> <li>▪ Controlar a transmissão do ruído que vem dos ambientes adjacentes ou do exterior</li> </ul>

- Registrar os resultados em uma tabela como a seguinte, indicando quem serão os responsáveis, quando serão efetuadas as modificações e o que é prioritário:

Fontes de ruído ou atividades	AÇÕES			
	O Que?	Quem?	Quando?	Prioridade

#### 4. Avaliação do risco residual após a execução das medidas de controle

- Repetir a etapa 2 como descrito acima após a realização das medidas de controle.
- Completar a tabela 1 de acordo.

#### 5. Conclusões:

- Existe necessidade de uma “**Análise detalhada**” (nível 2)
  - para que fontes?
  - para atingir qual nível de risco?
- Medidas em curto prazo (proteção individual): qual proteção, usada por quem, quando e por quanto tempo.

## NÍVEL 2, "ANÁLISE"

### Objetivos

Para os problemas não resolvidos satisfatoriamente no nível 1, “**Observação**” precedente, isto é, quando o risco residual estimado ao final do nível 1, “**Observação**” for inaceitável:

- Aprofundar a pesquisa de medidas de prevenção/controlado, realizando medições simples e técnicas mais especializadas.
- Dimensionar a exposição dos trabalhadores.
- Pesquisar medidas de prevenção/controlado mais sofisticadas .
- Organizar um programa de conservação da audição.
- Estimar se é necessário prosseguir a um nível mais detalhado 3, “**Perícia**”

### Quem?

As pessoas que executaram o nível 1, “**Observação**” com o auxílio de um especialista em segurança e saúde ocupacional com treinamento sobre conservação da audição:

- conceitos tais como: dano, exposição e risco são usados de forma mais rigorosa.
- medição da exposição ao ruído, usando instrumentos comuns.

### Procedimentos

#### 1. Exposição dos trabalhadores: situação atual

- Forme um grupo de trabalhadores com a mesma exposição (grupos homogêneos de exposição, HEG).
- Determine o período de tempo (horas, dias, semanas) para cobrir todas as circunstâncias de exposição ao ruído (diversos ciclos do trabalho, se existirem...).
- Determine os tempos e as durações apropriadas para a medição:
  - durante diferentes fases de trabalho,

- em datas e em horários representativos.
- Determine as técnicas de medição apropriadas.
- Medição do nível de ruído equivalente na escala A  $L_{Aeq,i}$  para cada fase  $i$ . de trabalho
- Avalie a duração da exposição no dia ou na semana para cada nível  $L_{Aeq,i}$
- Registre o nível de exposição pessoal parcial  $L$  ao ruído  $L_{PE,i}$  subtraindo do  $L_{Aeq,i}$  o valor  $k$  dado pelas seguintes expressões ou pela tabela, em função do tempo de exposição:

$$k = 10 \lg \left( \frac{8h \text{ or } 480 \text{ min}}{\text{duração por dia}} \right) \text{ ou } k = 10 \lg \left( \frac{40h \text{ or } 2400 \text{ min}}{\text{duração por semana}} \right)$$

Duração/semana	5'	25'	50'	100'	150'	225'	5h	7.5h	10h	15h	20h	25h	30h	40h
Duração/dia	1'	5'	10'	20'	30'	45'	1h	1.5h	2h	3h	4h	5h	6h	8h
k dB(A)	27	20	17	14	12	10	9	7	6	4	3	2	1	0

- Registre o nível de exposição pessoal do ruído  $L_{PE}$  combinando sucessivamente dois a dois os  $L_{PE,i}$  de acordo com sua diferença, usando a seguinte tabela.

Diferença em dB(A) Maior - menor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Diferença em dB(A) Total - o maior	3	2.5	2.1	1.8	1.4	1.2	1.0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2

- Estime o risco na situação atual:
  - Desconforto: a ser apreciado em comparação com a seguinte escala

$L_{Aeq,i}$ (dB(A))	50	60	70	80
Nível da voz	Normal	elevado	Alto	Muito alto
Desconforto	Leve	Médio	Elevado	Extremo

- Perda auditiva: a ser apreciada em comparação com 85 e 90 dB(A) e de acordo com a presença ou não de impactos > 140 dB.

A seguinte tabela dá a porcentagem de pessoas que, com a idade de 55 anos, após 35 anos de exposição ao nível de ruído atual, espera-se vai sofrer

- uma perda auditiva média superior a 50 dB,
- uma perda auditiva média superior a 25 dB.

$L_{PE}$ dB(A)	85	90	92	94	97	98	99	100
50 dB	4	5	7	9	15	18	21	26
25 dB	29	36	40	46	59	65	70	75

- Priorização das fases de trabalho:
  - determine as fases de trabalho que apresentam o  $L_{PE,i}$  maior do que o nível de ruído máximo aceitável ;
  - determine as principais fontes de ruído responsáveis por este  $L_{PE,i}$

<b>Síntese para a situação atual</b>						
<b>Avaliação da exposição e das contribuições das fases diferentes de trabalho</b>						
Grupos Homogêneos de Exposição						
Período representativo						
Medições:						
- Fases de trabalho						
- Data e hora						
- Representatividade						
- Instrumentos						
Fases de trabalho	Duração diária da exposição	L <sub>Aeq, i</sub> dB(A)	Impacto > 140 dB	L <sub>PE, i</sub> dB(A)	Comentários	Prioridade
L <sub>PE</sub> dB(A) =						
<b>Interpretação</b>						
Desconforto						
Risco grande de perda auditiva de 25 dB:						
Risco muito maior de perda auditiva de 50 dB						

## 2. Análise detalhada das condições de exposição

- Modifique as técnicas de trabalho mudando a tecnologia ou substituindo máquinas ruidosas.
- Caracterização das fontes de ruído:
  - Identifique as causas do ruído (exemplo: vibrações, impactos...) e as fontes de ruído (painéis e peças que vibram transmitindo e irradiando o ruído),
  - Meça o nível de ruído nas fontes para identificar as fontes de ruído reais e avaliar as trajetórias de transmissão do ruído.
- Redução do ruído:
  - Leve em consideração os pontos descritos na seção 3 do nível 1 com particular atenção para a transmissão da vibração às superfícies ou às peças.
- Propagação do ruído :
  - Leve em consideração os pontos descritos na seção 3 do nível 1 com particular atenção para as distâncias entre fonte e trabalhadores, a trajetória das fontes e os painéis entre fontes e trabalhadores.
- Tratamento acústico do local:

- Leve em consideração os pontos descritos na seção 3 do nível 1 com particular atenção aos ecos (reflexão entre superfícies paralelas), ao tempo de reverberação e sobre divisórias que refletem o ruído, teto ou piso,
- Adicione materiais absorventes se necessário.
- Isolamento acústico com os locais vizinhos e com o exterior:
  - Verifique e melhore o fechamento das portas e das janelas,
  - Elimine ou reduza as fendas, aberturas,
  - Coloque juntas sólidas,
  - Utilize barreiras mais sólidas.
- Reorganização do trabalho:
  - Reorganize os locais de trabalho, as seqüências de trabalho e a duração do trabalho a fim de reduzir a duração da exposição aos níveis de ruído mais elevados.

**3. Relate as ações planejadas em uma tabela tal como a seguinte, especificando quem fará o que e quando.**

Itens	AÇÕES			
	O Que?	Quem?	Quando?	Prioridade
Técnicas de trabalho				
Locais de trabalho				
Fontes de ruído				
Propagação do ruído				
Acústica do local				
Isolamento do local				
Organização do trabalho				
Duração do trabalho				

**4. Exposição dos trabalhadores: situação futura**

- Estime a exposição dos trabalhadores na situação futura:
  - Utilize os procedimentos descritos na seção 1, levando em consideração:
    - ◊ as medidas de prevenção e de controle na fonte, listadas acima
    - ◊ as modificações para o local e as divisórias
    - ◊ a reorganização do trabalho.
  - Registre o nível de exposição pessoal ao ruído  $L_{PE}$
- Estime o risco residual:
  - Tipo de risco residual : desconforto, ou perda auditiva
  - Predição do risco de perda auditiva.
- Estime a necessidade de um nível 3, "**Perícia**" com base no risco residual: com que prioridade e com que objetivo?

- Decida que medidas de proteção em curto prazo devem ser efetuadas, proteção individual: qual proteção, usada por quem, quando e por quanto tempo?
- Organize o controle médico: programe os exames audiométricos dentro do contexto de um programa de conservação da audição.

SÍNTESE PARA A SITUAÇÃO FUTURA						
Avaliação da exposição e das contribuições das diferentes fases de trabalho						
Fases de trabalho	Duração diária da exposição	L <sub>Aeq, i</sub> dB (A)	Impacto > 140 dB	L <sub>PE, i</sub> dB (A)	Comentários	Prioridade
L <sub>PE</sub> dB (A) =						
Nível de exposição máximo admissível ao ruído						
Risco residual da interpretação:						
<p style="margin-left: 40px;">Desconforto:</p> <p style="margin-left: 40px;">Risco de perda auditiva superior a 25 dB:</p> <p style="margin-left: 40px;">Risco de perda auditiva superior a 50 dB:</p>						
Necessidade de um nível 3, " <b>Perícia</b> "						
Proteção Individual		<p style="margin-left: 40px;">Qual?</p> <p style="margin-left: 40px;">Por quem?</p> <p style="margin-left: 40px;">Quando?</p>				
Controle médico (exames audiométricos)						

## NÍVEL 3 "**PERÍCIA**"

### Objetivos

- Através de medições especiais, melhor caracterizar determinado ruído e/ou determinados fenômenos acústicos no ambiente de trabalho.
- Através de uma **Análise** mais fina das atividades e das condições de ruído, identificar modificações finais de prevenção/controle.

### Quem?

Pessoas da empresa com o auxílio de peritos que possuam:

- Os equipamentos de medição especializados (analisadores de frequência, sistemas de medição do tempo de reverberação....) e formação para usar apropriadamente estas técnicas e para interpretar os resultados.
- Conhecimento técnico para a identificação de soluções técnicas especiais.



## Como?

Como este nível envolve circunstâncias acústicas especiais, não é nem necessário nem possível definir um método sistemático. O perito deve poder definir as técnicas de medição e de investigação mais apropriadas para o problema em tela.

A "**Perícia**" deve obviamente incluir a justificação das técnicas usadas.

No final, as diferentes etapas do nível 2, "**Análise**" devem ser repetidas, e em especial:

- As medidas de prevenção/controle recomendadas.
- Quem faz o que e quando?
- O risco residual após prevenção/controle.
- Os aspectos da proteção individual.
- O controle médico.

Esta síntese deve novamente ser feita com o auxílio de especialistas e de peritos, mas pelas próprias pessoas da empresa.

\*\*\*