

# Doenças do Ouvido Relacionadas com o Trabalho

Everardo Andrade da Costa

Thaís Catalani Morata

Satoshi Kitamura

- › **Introdução**
- › **Ocorrência de doenças do sistema auditivo relacionadas com o trabalho**
- › **Bases epidemiológicas**
- › **Elementos essenciais de anatomia e fisiologia do ouvido humano**
  - O órgão periférico
  - O órgão espiral
- › **Bases fisiopatológicas e tipos de resposta do sistema**
- › **Fatores que influenciam a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**
  - Interação com outros agentes nocivos
- › **Diagnóstico**
  - Anamnese clínica e a história ocupacional
  - O exame físico
  - Os testes audiométricos
  - A audiometria tonal
  - Critérios de avaliação das perdas auditivas
    - Crítérios não oficiais
    - Crítérios oficiais
  - Seguimento audiométrico
  - Diagnóstico diferencial
- › **Evolução e prognóstico**
- › **Conduta**
  - Estabelecimento do nexa causal
  - A incapacidade laborativa por perda auditiva
  - Notificação e encaminhamento
- › **Programas de prevenção de perdas auditivas no trabalho**
  - Etapas relacionadas com o trabalhador
    - O exame audiométrico
    - O afastamento da exposição nociva
    - Programas de treinamento
  - Etapas relacionadas com o ambiente físico de trabalho
- › **A eficácia das intervenções**
- › **Referências**



## D Introdução

Durante a atividade laboral, o sistema auditivo pode ser danificado de formas diversas. A exposição continuada a **ruído intenso pode gerar perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR)**; a exposição crônica a alguns **produtos químicos pode resultar em** efeitos semelhantes aos da PAIR; a exposição súbita a um ruído muito intenso pode provocar um **trauma acústico** e outros **traumatismos físicos**, dentre os quais o **barotrauma**.

Dentre todos os fatores ou agentes que se constituem em **risco ocupacional**, certamente o ruído aparece como o mais frequente, o mais universalmente distribuído e, portanto, o que expõe o maior número de trabalhadores. A **perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR)** tem sido apontada, dentre as doenças relacionadas ao trabalho, como uma das de maior ocorrência. E, dentre as perdas auditivas do tipo sensorio-neural, só perde, em ocorrência, para a **presbiacusia**, a surdez dos idosos (Nudelmann *et al.*, 1997). A importância da PAIR transcende a área médica, pois, além de seus efeitos sobre a audição, ela pode originar importantes **distúrbios psicossociais**, que interferem profundamente na qualidade de vida de seus portadores. Tanto é assim, que a sua abordagem envolve a participação de diversos profissionais.

Quando se estudam as perdas auditivas de origem ocupacional, deve-se levar em consideração a existência de agentes causais que, independentemente da exposição ao ruído, podem gerar perdas auditivas, além de, agentes que, em interação com a exposição ao ruído, podem potencializar seus efeitos sobre a audição. Dentre outros, pode-se citar a exposição às **vibrações**, a alguns **produtos químicos** e o uso de alguns medicamentos (**ototoxicos**).

Por outro lado, a exposição não ocupacional ao ruído intenso deve, também, ser levada em conta, por sua grande e crescente incidência na população, particularmente entre os jovens. Pelo fato de comprometer a audição da mesma forma, ela pode se somar aos efeitos da exposição ao ruído no trabalho, comprometendo a eficiência de toda uma série de medidas preventivas patrocinadas pelo empregador, dificultando, sobremaneira, o controle da ocorrência das perdas auditivas.

O serviço militar, o lazer e o esporte são, também, fatores importantes na causalidade da perda auditiva por exposição não ocupacional. No Brasil, dentre as atividades de lazer, a música amplificada desenvolve um papel importante. Exposições a níveis muito elevados de pressão sonora têm ocorrido, com muita frequência, em cultos religiosos, danceterias, apresentações de conjuntos musicais, trios elétricos e, até mesmo, no uso de aparelhos com fones de ouvido (Deus, 1998; Jorge Jr., 1993; Marcon, 1999; Miranda, Dias, 1998). Como consequência, passou-se recentemente a utilizar a expressão **perda auditiva induzida pela música**, pois a exposição à música nem sempre é estressante ou indesejada, podendo ter efeitos distintos da exposição ao ruído (Mendes, Morata, 2007).

Austrália, Suíça, Itália, Áustria, Finlândia e Suécia são alguns dos países que dispõem de recomendações específicas sobre os limites de exposição ocupacional em atividades musicais, ou ao ruído, na indústria do entretenimento, recomendações essas voltadas tanto para os músicos, quanto para o público. Mesmo que algumas dessas normas sejam bastante semelhantes às recomendações gerais voltadas à exposição ao ruído no trabalho, elas sinalizam que os trabalhadores expostos à música em alta intensidade também podem estar em risco e devem tomar medidas de precaução para evitar os efeitos auditivos.

Alguns esportes, como os motorizados e o tiro ao alvo, exercem, também, um papel importante como causa de perda auditiva induzida pelo ruído, **tanto para o público, como para os profissionais envolvidos na atividade**. Raramente, porém, estas exposições estão associadas a alguma ação preventiva (Seballos, 1995).

## D Ocorrência de doenças do sistema auditivo relacionadas com o trabalho

Desde tempos remotos, o ruído intenso vem sendo apontado como causa de perda auditiva e de transtornos à população. Há inúmeros relatos sobre os ferreiros e os forjadores de metais que, desde a antiguidade, não só incomodavam a comunidade com os seus ruídos, mas eram, também, portadores de perdas auditivas.

O uso de armas de fogo em atividades bélicas, desde a invenção da pólvora, por volta do século XIV, muito contribuiu para aumentar a ocorrência da perda auditiva induzida pelo ruído. Posteriormente, a exposição ocupacional ao ruído intenso das fábricas, com a Revolução Industrial, aumentou consideravelmente a população acometida. Mais modernamente, podem ser citadas outras fontes de ruído nocivo, como os meios de transporte terrestres, aquáticos e aéreos, cada vez mais utilizados, atingindo passageiros e operadores. Não é demais lembrar, também, dos equipamentos domésticos e dos equipamentos de lazer, que passaram a compor, de maneira importante, o grande contingente de fontes ruidosas do cotidiano das pessoas. Nos dias de hoje, pode-se dizer que a civilização está definitivamente comprometida com um crescente **ruído ambiental**.

Estima-se que, mundialmente, 16% das perdas auditivas associadas a algum dano ou impedimento possam ser atribuídas à exposição excessiva ao ruído (Leigh *et al.*, 1999; Nelson *et al.*, 2005). No Brasil, é possível que algumas centenas de milhares de trabalhadores estejam acometidos por esse agravo (Nudelmann *et al.*, 2000).

Assim que a audiometria tonal foi introduzida na prática audiológica, no começo do século XX, já começaram a surgir relatos de entalhes audiométricos na faixa de 4.000 Hz, para pessoas expostas a ruído intenso.

No Brasil, as primeiras publicações sobre audição e ruído referiam-se, predominantemente, ao pessoal da aviação civil



e militar (Neves-Pinto, Monteiro, Seligman, 1997). Até a década de 1980, no país, não foram muitas as publicações sobre as exposições ocupacionais ao ruído (Alexandry, 1978; Astete, Kitamura, 1978; Mocellin, 1951; Pereira, 1978; Zlotnik, 1976). Tem crescido muito o número de trabalhos que demonstram a extensão dos danos causados por essas exposições e a crescente necessidade do estabelecimento de programas preventivos e, mais recentemente, encontram-se estudos sobre a efetividade desse tipo de medidas (Costa, 2000).

Em razão da significativa ocorrência da doença e dos graves problemas gerados pelo ruído intenso sobre a população, o estudo da PAIR adquiriu grande importância, passando a interessar diretamente a profissionais de diversas áreas e a um grande número de instituições.

Quando expostas a níveis equivalentes de ruído, pelo mesmo período de tempo, pessoas distintas podem responder de forma bem diferente. Essa variabilidade na suscetibilidade não depende exclusivamente das características físicas do som, mas de uma série de fatores endógenos e exógenos que podem afetar a audição e interagir com o ruído (Lindgren, 1987).

É comum que, nos ambientes de trabalho, esteja presente uma série de agentes físicos e químicos que, combinados com estressores psicossociais e organizacionais, possam representar riscos à saúde dos expostos. Estudos sobre ambientes de trabalho relatam que, nas indústrias, podem ser encontrados até nove agentes nocivos simultaneamente, sendo a média de 2,7 agentes (Rentzsch, Prescher, Tolsdorf, 1992). Levando-se em consideração apenas os agentes químicos, não só sua diversidade, como o número de combinações possíveis, são substanciais.

Propriedades ototóxicas foram identificadas para várias classes de produtos químicos industriais, como metais, solventes, agrotóxicos, bifenilas policloradas (PCBs) e asfixiantes (Fechter, 1989; Haider *et al.*, 1990; Morata *et al.*, 1993; Morata *et al.*, 1997a; Morata *et al.*, 1997b; Russo, 1993; Souza, 1994). É possível afirmar-se que, se a exposição a estes produtos atingir certos níveis, esta poderá representar um risco à audição, mesmo se não houver exposição a níveis excessivos de ruído, como é sugerido por vários autores (Agency for Toxic Substances and Disease Registry – ATSDR, 1993; Discalzi, Capellaro, Bottalo, 1992; Discalzi, Fabbro, Meliga, 1993; Jacobsen, Hein, Suadicani, 1993; Schwartz, Otto, 1987).

Portanto, os estudos sobre os efeitos da exposição combinada a agentes presentes no trabalho, embora complexos, constituem um importante desafio na área de Saúde Ocupacional. Se esses fatores não forem levados em consideração, podem limitar o sucesso de programas de prevenção de perdas auditivas (Franks, Davis, Krieg, 1989; Héту, Phaneuf, Marien, 1987; Jacob, 2000; Phaneuf, Héту, 1990; Teixeira, 2000). Recentes avanços na área, observáveis pelo aumento no número de conferências e de publicações sobre os efeitos combinados, indicam um interesse crescente por essa abordagem holística.

## D Bases epidemiológicas

Assim como outras doenças relacionadas com o trabalho, a perda auditiva de origem ocupacional pode ser também classificada entre as moléstias de “ocorrência desnecessária”, isto é, perfeitamente evitáveis. Sua simples detecção entre os trabalhadores já representa a ocorrência de falha no sistema preventivo.

A perda auditiva de origem ocupacional será abordada aqui sob dois aspectos principais: o clínico, em que se enfocam a fisiologia e a fisiopatologia da doença, e os aspectos de diagnóstico clínico e diferencial; e o epidemiológico, ou seja, a análise do agente e do meio, buscando-se, assim, os caminhos que conduzam ao único tratamento efetivo e eficaz para esta doença: a prevenção.

A ocorrência deste tipo de perda auditiva depende de fatores ligados ao trabalhador, ao ruído e ao meio ambiente através do qual este se transmite. Dos fatores ligados ao trabalhador, é de grande importância a suscetibilidade individual, nem sempre ligada apenas a características hereditárias ou inatas. Fatores externos como exposições extraocupacionais, algumas enfermidades sistêmicas, outras doenças do sistema auditivo, o uso de medicamentos ototóxicos, entre outros, são fatores predisponentes ou agravantes, que tornam a orelha mais suscetível à ação do ruído (Morata *et al.*, 1997b).

Dos fatores ligados ao agente e ao meio ambiente, destacam-se a intensidade e a qualidade do som e, talvez o mais importante, o modo como a exposição se dá. Aliás, deve-se lembrar que, em Saúde Ocupacional, exposição não significa apenas o simples contato entre o agente e o hospedeiro. Para que haja exposição, o contato deve ocorrer de maneira e intensidade suficientes para a ocorrência da doença. Isto quer dizer que o ruído, com determinadas características de intensidade e de qualidade, deve atuar sobre a orelha suscetível durante um tempo suficiente para que ocorra a perda auditiva. Este “tempo”, aqui referido, pode ser traduzido como o somatório das horas de exposição diária, ao longo de vários anos (exposição diária e crônica).

Nos programas de prevenção de perdas auditivas, tão necessários nos locais de trabalho barulhentos, deve-se enfatizar a premissa epidemiológica de que, faltando um dos fatores contributivos, a ação não se concretizará. Assim, não bastam “uma orelha” desprotegida e “um ruído” intenso se o tempo de exposição não for suficiente para causar danos. Da mesma forma, o ruído intenso, durante um tempo de exposição suficiente, não deverá provocar a doença se a orelha for pouco suscetível ou estiver adequadamente protegida.

Para as orelhas suscetíveis, entretanto, as premissas expostas podem não ter plena validade, pois, para estas, a palavra “suficiente”, dentro do conceito de exposição, tem um peso diferente. Desta forma, ambientes saudáveis para a maioria dos trabalhadores podem ser “insalubres” para os



suscetíveis, assim como uma proteção suficiente para aqueles pode ser insuficiente para estes.

Então, a simples presença de agentes ou fatores de risco no ambiente laboral não implica a ocorrência de doenças causadas pelo trabalho. A doença pode ocorrer devido a fatores ligados à agressividade do agente, a algumas de suas características, à forma e à intensidade de sua ocorrência, à relação do trabalhador com o agente, e ainda, a certas características próprias do trabalhador (**hospedeiro**).

Não será diferente com o ruído e a perda auditiva por ele induzida. A simples ocorrência de ruído acima de 85 dB(A), limite de tolerância reconhecido pela legislação no Brasil e tecnicamente aceito como limite de exposição ocupacional permissível para 8 horas de trabalho por dia (40 horas semanais), não é suficiente para caracterizar a exposição excessiva. Como já foi salientado, **exposição** significa o contato direto (sem proteção) do hospedeiro (o trabalhador) com o agente (o ruído), de forma e em dose suficientes para lesar a sua saúde.

Assim, o trabalhador estará, de fato, exposto, quando, de forma desprotegida, trabalhar em ambiente onde o nível médio de ruído estiver acima de 85 dB(A) durante as 40 horas semanais de exposição (ou de trabalho). Em alguns países, inclusive no Brasil, prevalece o conceito de **dose equivalente de exposição**. Embora matematicamente questionável, baseia-se na exposição equivalente a 85 dB(A), oito horas por dia, cinco dias por semana (Tabela 35.1).

No Brasil, à semelhança do que ocorre nos Estados Unidos, adota-se o fator de duplicação (também chamado fator "q") igual a 5 (cinco). Hoje em dia, há uma forte tendência internacional em favor do fator equivalente a 3 (três). O fator "q" indica o valor, em decibéis, que deve ser acrescentado a um determinado nível de pressão sonora, quando ela é duplicada. Exemplificando,  $(90 \text{ dB} + 90 \text{ dB}) = 95 \text{ dB}$  ou seja,  $2(90 \text{ dB}) = 95 \text{ dB}$ . É por isso que a exposição a 85 dB(A), durante 8 horas por dia, equivale à exposição a 90 dB(A), durante 4 horas diárias. É por isso, também, que, no Brasil, o Nível de Ação, valor acima do qual devem ser iniciadas medidas preventivas, equi-

valente a 50% do Limite de Tolerância, é de 80 dB para 8 horas de exposição (Brasil. Ministério do Trabalho, 1994).

Os agentes químicos podem causar perdas auditivas com as mesmas características audiométricas que as perdas por ruído, ou podem variar muito (Morata, Lemasters, 1995). Essa variabilidade pode ser atribuída aos seguintes fatores: multiplicidade de produtos químicos existentes (com diferentes estruturas moleculares), diferenças dos ambientes de trabalho, infinitas possibilidades de combinações de produtos químicos, e variações na intensidade e nos parâmetros de exposição (i.e., ela pode ser aguda, intermitente, crônica).

Até o momento, poucos estudos epidemiológicos examinaram o período de tempo necessário para que exposições químicas industriais cheguem a afetar o sistema auditivo e ainda há incerteza sobre se o processo é agudo ou crônico. Serão, os picos de exposição não triviais (como no caso de limpeza de equipamentos, de falhas nos sistemas de ventilação ou exaustão, ou de vazamentos acidentais ou durante processos de amostragem rotineiros etc.), elevados o suficiente para causarem uma alteração? É improvável, uma vez que os efeitos destes produtos têm sido observados em populações numerosas.

As investigações publicadas até o momento indicam que os efeitos dos solventes podem ser detectados a partir de dois ou três anos de exposição, mais precocemente do que os efeitos do ruído isoladamente (Morata *et al.*, 1993; Morata *et al.*, 1997a; Morata *et al.*, 1997b). Outro estudo, entretanto, detectou efeito significativo dos solventes a partir dos cinco anos de exposição (Jacobsen, Hein, Suadicani, 1993). A questão da latência depende, certamente, do produto em consideração e das características da exposição e necessita ser explorada mais extensivamente.

As propriedades ototóxicas de produtos químicos industriais e a interação destes com o ruído só foram investigadas, até o presente, para um número reduzido de substâncias. Neste cenário, devem ser obtidas informações sobre a toxicidade e neurotoxicidade das exposições químicas e sobre as queixas apresentadas pelas populações expostas. Estas servirão para uma avaliação preliminar do risco potencial à audição, para, então, tomar-se uma série de decisões quanto às medidas de avaliação e de prevenção a serem adotadas.

## ► Elementos essenciais de anatomia e fisiologia do ouvido humano

A audição humana constitui um dos sistemas mais complexos e elaborados do organismo. O sistema auditivo humano é capaz de detectar, com precisão, sons dos mais graves (frequências baixas- 16 Hz) aos mais agudos (frequências altas- cerca de 20.000 Hz); dos mais tênues (20 mPa) aos mais intensos (200 Pa). É capaz de dar a sensação de **frequência** (*pitch* ou *fonía*), de **intensidade** (*loudness* ou *sonía*) e dos mais variados timbres (identifica instrumentos musicais, vozes, o estado emocional de quem fala etc.). Tem capacidade

**Tabela 35.1. Doses equivalentes de exposição permitida segundo o Anexo I da NR nº 15 (Portaria nº 3.214, de 8/06/1978)**

Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente	
Nível de ruído em dB (a)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
90	4 horas
95	2 horas
100	1 hora
105	30 minutos
110	15 minutos
115	7 minutos



de **discriminar** sons similares, mas diferentes e simultâneos; de **reconhecer** ou **identificar** dados sonoros, com base em conhecimentos antes adquiridos; de interpretá-los em nível de **compreensão**; de priorizar uma dentre várias informações sonoras competitivas (**atenção**) e de armazenar dados sonoros na memória, para poder evocá-los no futuro.

A percepção auditiva humana tem, ainda, a extraordinária capacidade de integrar padrões de estímulos auditivos incompletos, apresentados separadamente (**síntese**); de entender a mensagem inteira quando partes são omitidas (**fechamento**); de localizar fontes sonoras (**localização**) e de identificar uma mensagem na presença de sons concorrentes (**figura-fundo**). Todas essas habilidades envolvem a participação de todo o sistema, desde os órgãos periféricos até as mais intrincadas e pouco conhecidas integrações do sistema nervoso central (Russo, Behlau, 1993; Russo, Santos, 2005).

A orelha humana tem uma sensibilidade diferenciada para cada frequência de som, isto é, ouve menos ou mais cada "grupo" de sons, de acordo com as características de frequência. Por exemplo, um som de 80 dB NPS (Nível de Pressão Sonora), emitido na frequência de 1.000 Hz, é ouvido de forma bem mais intensa do que outro som na frequência de 250 Hz, emitido com a mesma pressão sonora e à mesma distância da fonte.

Para melhor compreensão do conceito de isoaudibilidade, a Fig. 35.1 mostra as curvas isoaudíveis, segundo Robinson e Dadson (1961), incluídas na recomendação ISO R 226 (1961). Cada curva representa a mesma intensidade com que os sons, em diferentes frequências, são percebidos pelo Homem. Essa sensibilidade diferenciada, que privilegia os sons que lhe são de maior importância, como os sons da fala, ocorre devido a uma série de características anatomo-funcionais, que serão detalhadas nas próximas seções deste capítulo.

### O órgão periférico – orelha externa, orelha média, orelha interna

A orelha externa é constituída pelo **pavilhão** e pelo **meato acústico externo**. A orelha humana, diferentemente da de alguns mamíferos, está permanentemente aberta à entrada dos sons, até mesmo durante o sono. Seu formato afunilado facilita a captação das ondas sonoras do ambiente. As vibrações sonoras do ar penetram no meato acústico externo e fazem vibrar a **membrana do tímpano**. Além da captação e da transmissão dos sons, a conformação anatômica do meato já faz uma seleção inicial de frequências, valorizando, por maior ressonância, aquelas mais relacionadas com a fala.

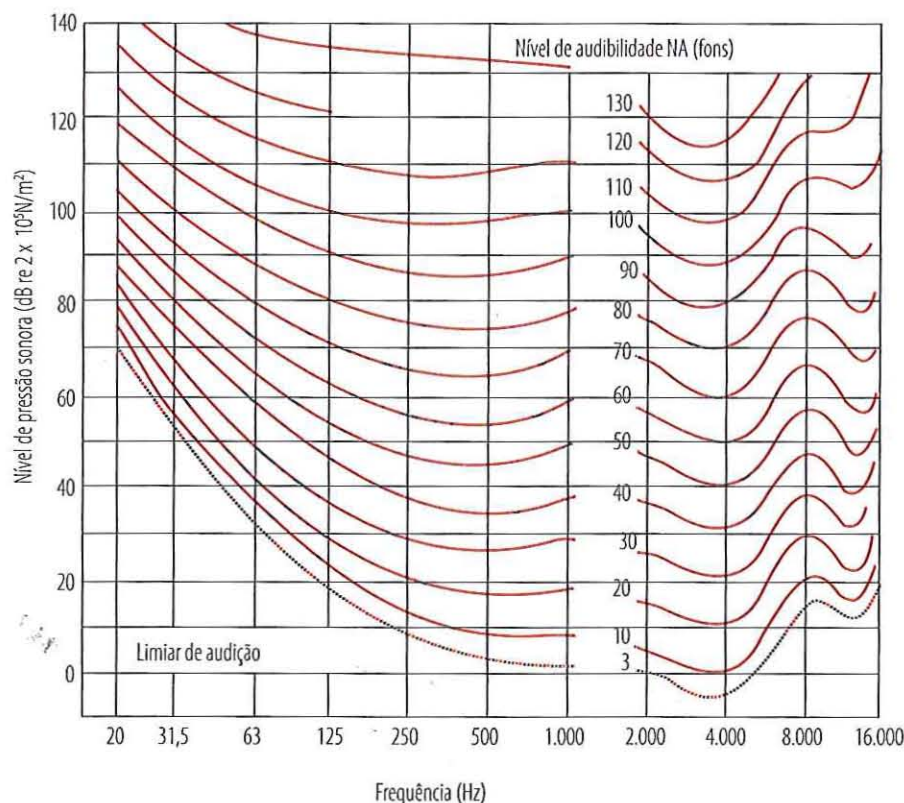


Fig. 35.1. Curvas de isoaudibilidade, segundo Robinson e Dadson (1961).



A orelha média é constituída pela **caixa do tímpano** e pelo **antro da mastoide**. A membrana timpânica, que sela a cavidade lateralmente, absorve a vibração sonora da orelha externa e a transmite, pela **cadeia ossicular** (constituída pelos ossículos **martelo**, **bigorna** e **estribo**), para o meio líquido da **orelha interna**, através da **janela oval**, onde se encaixa, como um pistão, a base do estribo (Fig. 35.2). Sendo uma cavidade aérea, a caixa do tímpano comunica-se com a rinofaringe através da **tuba faringo timpânica**, a qual garante uma pressão interna igual à pressão atmosférica, mantendo, com isso, a membrana timpânica em estado de complacência máxima, para a total absorção das ondas sonoras. A cadeia de ossículos é mantida suspensa, por ligamentos elásticos, às paredes da caixa, o que lhe permite transmitir as vibrações independentemente da vibração óssea do crânio. Além disso, é servida por dois músculos tensores (o tensor do tímpano e o do estribo), que têm função protetora e seletiva à transmissão sonora ossicular.

A parte anterior da orelha interna é constituída pela **cóclea**, ou **caracol**, que responde pela audição; e a parte posterior, pelo **vestíbulo** e pelos **canais semicirculares**, que respondem pelo equilíbrio. A cóclea apresenta, em seu interior espiralado, três canais membranosos paralelos: a **escala vestibular** e a **escala timpânica**, que contêm **perilinf**a e se comunicam, no ápice coclear, através do **helicotrema**; e a **escala média** ou **ducto coclear**, que contém **endolinf**a (Fig. 35.3). A perilinf a tem uma composição química semelhante à dos líquidos extracelulares, ricos em sódio, enquanto que a endo-

linf a assemelha-se aos líquidos intracelulares, ricos em potássio. No interior do ducto coclear, desde a base até o ápice, está situado o **órgão espiral**, que contém as **células ciliadas sensoriais**, incumbidas de transformar as vibrações sonoras em estímulos elétricos, que são transmitidos pelas fibras do **nervo estatoacústico** para o sistema nervoso central. No extremo lateral do ducto coclear, situa-se a **estria vascular**.

### O órgão espiral

O órgão espiral analisa as características do som (frequência e intensidade) e envia as informações, devidamente decodificadas, ao **córtex cerebral**, que as organiza em nível de consciência.

Em toda sua extensão, ao longo das espiras da cóclea, o órgão espiral apresenta três fileiras de **células ciliadas externas** e uma fileira de **células ciliadas internas**, que compõem a parte sensorial do sistema (Fig. 35.4). Estima-se a existência de 3.500 células ciliadas internas e de 10.000 a 14.000 células ciliadas externas, em cada cóclea humana. Apoiadas pelas **células de sustentação**, este conjunto se assenta sobre a **membrana basilar**, no assoalho do ducto coclear. Esta membrana é mais estreita na espira basal, onde estão representadas as frequências altas e se alarga em direção ao ápice, onde se representam as frequências baixas. Desta forma, os sons agudos, que são representados pelas frequências mais altas, vibram com amplitude máxima na espira basal, enquanto

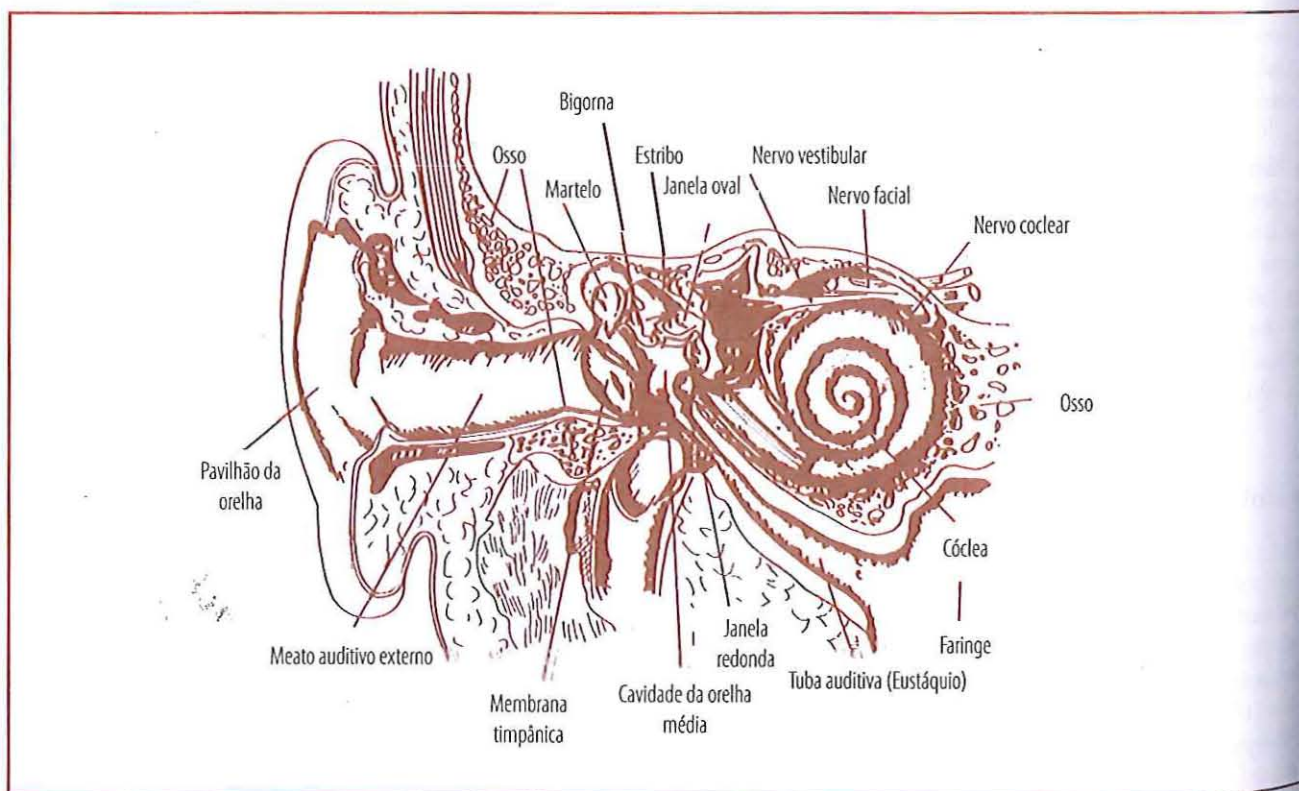


Fig. 35.2. Corte frontal do órgão periférico (orelhas externa, média e interna).



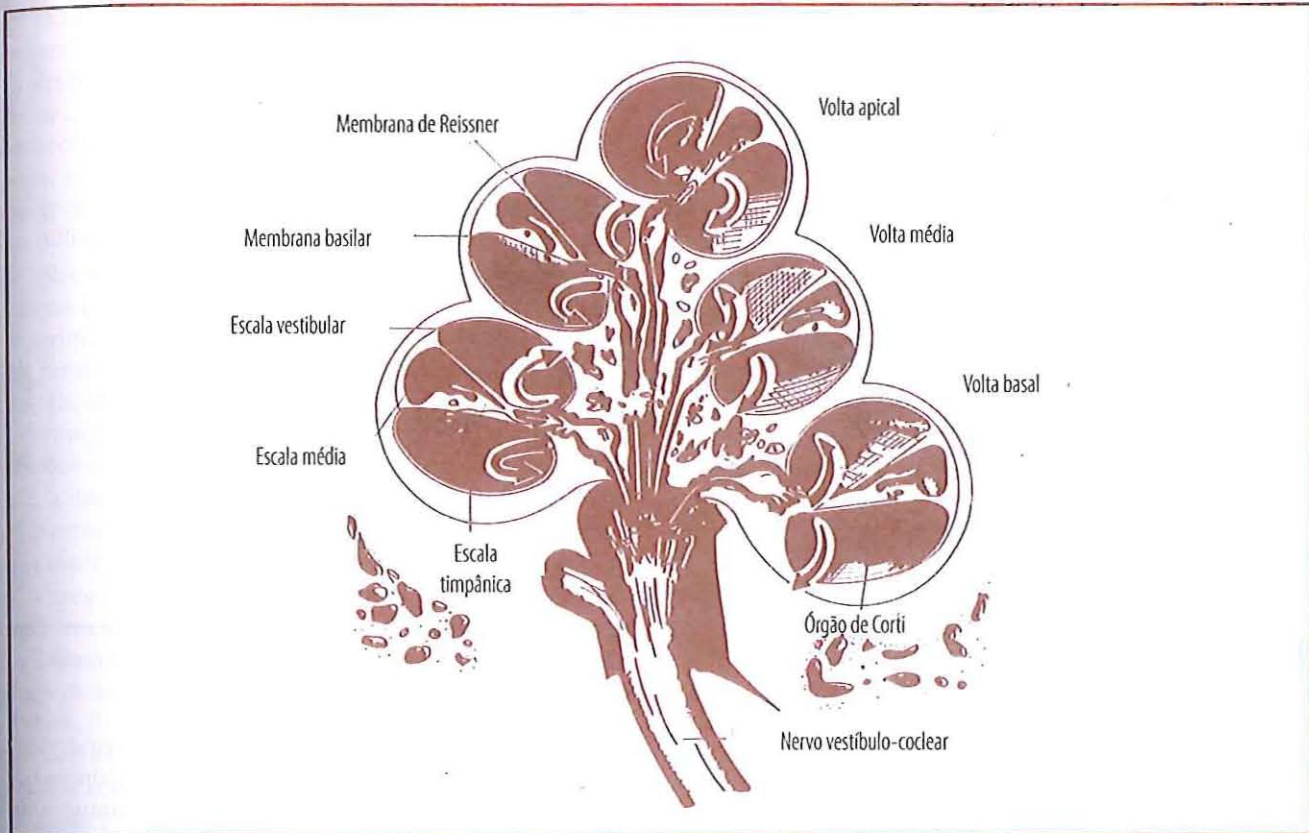


Fig. 35.3. Corte transversal da cóclea.

que os sons graves, de baixa frequência, têm amplitude máxima nas espiras mais próximas do ápice coclear.

As células ciliadas do órgão espiral fazem contato com a membrana tectória através dos cílios situados em seus topos e fazem sinapses com as terminações nervosas pelas suas bases. Nessas sinapses, são liberadas substâncias químicas – os neurotransmissores e os neuromoduladores – que interferem diretamente nos mecanismos de transmissão sináptica. Sua importância tem sido muito valorizada ultimamente, pois abre inúmeras possibilidades de mediação medicamentosa, tanto na facilitação quanto na atenuação da transdução coclear dos sinais sonoros (Oliveira, 1997).

As fibras nervosas podem ser aferentes ou eferentes. As aferentes têm seus corpos celulares situados no gânglio espiral, no interior da cóclea, e contatam-se predominantemente com as células ciliadas internas. As fibras eferentes têm seus corpos situados nos núcleos do tronco encefálico e suas sinapses se fazem, predominantemente, com as células ciliadas externas. O conjunto dessas fibras constitui a divisão coclear do oitavo par craniano.

#### *As vias auditivas centrais*

De cada cóclea saem aproximadamente 30.000 fibras nervosas aferentes que, a partir dos núcleos do tronco encefálico,

fálico, fazem sucessivas conexões ascendentes ipsi e contralaterais, até alcançar o córtex cerebral, nos lobos temporais. Em cada conexão, o número de fibras se multiplica e são estabelecidas numerosas interligações com outros sistemas e com a via eferente.

No tronco encefálico inferior situam-se os núcleos cocleares (dorsal e ventral), de onde a via alcança os núcleos do complexo olivar superior, uma parte do mesmo lado, outra do lado oposto. A sutil diferença de tempo de chegada do som nas duas orelhas é captada aqui e isto possibilita a localização da origem da fonte sonora. Seguindo a via ascendente, acham-se os núcleos do lemnisco lateral e, depois, os núcleos do colículo inferior. A seguir, a via ascende ipsilateralmente para os núcleos do corpo geniculado medial e, dele, para as áreas subcorticais e corticais.

As sinapses, em cada um desses núcleos citados, correspondem às espículas dos traçados dos potenciais evocados de tronco encefálico (BERA). As vias nervosas eferentes têm idêntico trajeto, mas em sentido contrário. A área do córtex cerebral correspondente à audição situa-se no lobo temporal, no fundo da cisura de Silvius, no chamado lóbulo da ínsula. Como uma parte da via ascendente é cruzada e a outra é direta, o estímulo de uma orelha é capaz de estimular os dois lados do cérebro.



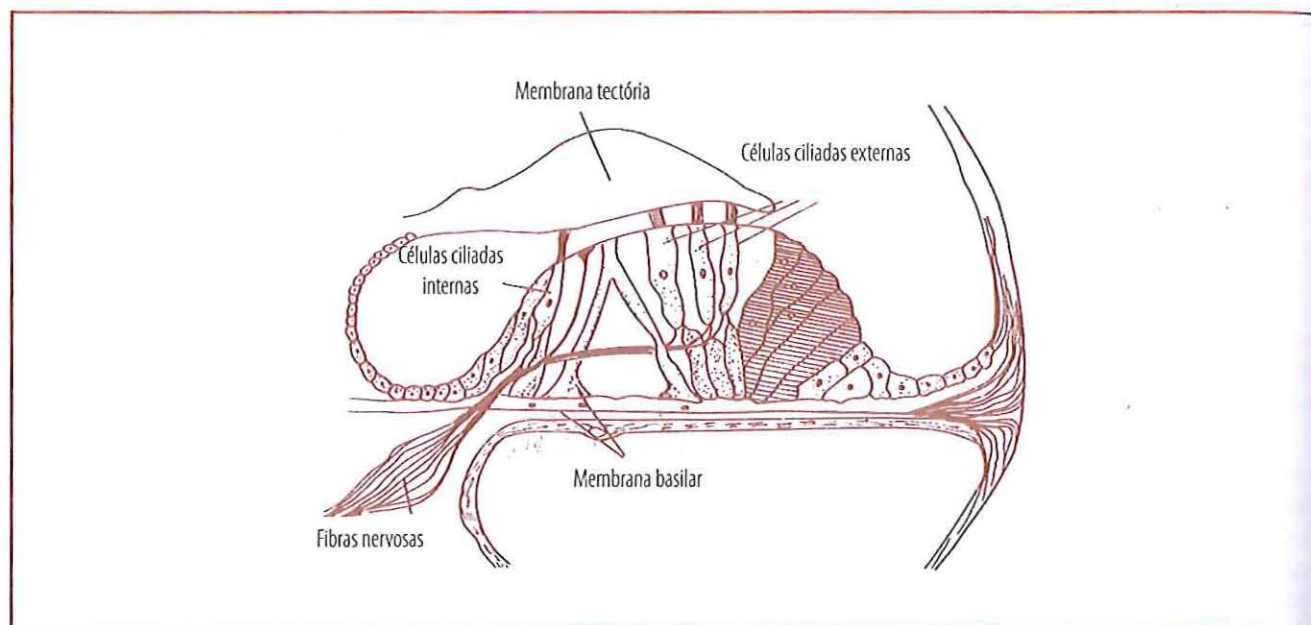


Fig. 35.4. Corte esquemático do órgão de Corti.

### A transmissão das vibrações sonoras

As vibrações sonoras chegam à orelha interna através de duas vias de condução: a aérea e a óssea.

Pela **condução por via aérea**, o som é captado pela orelha externa, absorvido pela membrana do tímpano e transmitido à cóclea pela cadeia ossicular, através da articulação da base do estribo com a janela oval. Pela grande diferença de ressonância, o som não se transmite bem de um meio aéreo para um meio líquido ou sólido: é substancial a perda de energia.

Diferentemente dos seres de vida aquática, que só possuem orelha interna, as aves e os mamíferos dispõem de um sistema tímpano-ossicular destinado a superar este obstáculo natural à transmissão sonora do ar exterior para os líquidos endococleares. Nesse trajeto, as vibrações sonoras passam por uma **seleção** devida às ressonâncias próprias do meato e do sistema tímpano-ossicular; por uma **amplificação**, de 22,1 vezes (cerca de 26 dB), devida às diferenças de áreas entre a membrana timpânica e a da janela oval (mecanismo hidráulico) e de comprimento entre o cabo do martelo e o processo longo da bigorna (mecanismo de alavanca de primeiro grau) (Nicola, Nicola, 2005); por um sistema de **proteção**, para sons intensos, de baixas frequências, pela contração dos músculos timpânicos (tensor do tímpano, ramo do V par craniano e o do estribo, ramo do VII par craniano) (Sebastián, 1999).

Para a **condução por via óssea**, há cinco mecanismos descritos: primeiro, a vibração sonora é transmitida, pelo crânio, por nodos de compressão que atingem o meio líquido endococlear, privilegiando as frequências altas. Pelo segundo, a inércia do fluido coclear, em relação à vibração do crânio, contemplando mais as frequências baixas e a inércia da cadeia ossicular, em relação à vibração do crânio, fazendo

com que a base do estribo provoque movimentos equivalentes na janela oval, importantes mecanismos de condução óssea para as frequências médias; outros dois mecanismos de transmissão por via óssea são a compressão do líquido pelo aqueduto coclear e a irradiação sonora, pelo meato acústico externo, quando este está ocluído. Ambos só contemplam as frequências baixas e representam muito pouco na condução por via óssea (Stenfelt, Goode, 2005). As estimativas teóricas e experimentais sugerem que a audição óssea seja aproximadamente 60 dB pior do que a aérea em ouvintes normais (Mangabeira-Albernaz, 1981). A transmissão de ruído por via óssea, sendo atenuada de 45 a 55 dB, pelos ossos e tecidos moles, pode ser ignorada, na maioria dos casos (Gerges, 1992; Gerges, 2003).

Isto significa que a perda auditiva induzida pelo ruído, por via óssea, só seria possível, teoricamente, para a exposição continuada a sons acima de 130 dB, incomuns em plantas industriais. E isso só ocorreria quando a fonte sonora estivesse em contato direto com o corpo do hospedeiro. Se estiver distante e for transmitida pelo ar, mais de 99% da energia se dissipa ao contato com o corpo, seja pela atenuação de partes moles (pelos, vestimentas), seja por reflexão nas superfícies lisas (Sebastián, 1999).

### A transdução das vibrações sonoras em impulsos nervosos

Durante muito tempo, acreditou-se que a **transdução** das vibrações sonoras em estímulos nervosos se dava pela despolarização passiva das células sensoriais do órgão espiral, ao terem seus cílios deslocados, pela vibração, ao contato com a membrana tectória. No modelo coclear proposto por von Békésy, em 1960, as ondas sonoras “viajavam” ao lon-



go das espiras da cóclea, contidas dentro de "envelopes" que teriam sua deflexão máxima em pontos representativos das diversas frequências do espectro audível (Mangabeira-Albernaz, 1981). As vibrações mecânicas da membrana basilar fornecem, contudo, uma informação tonotópica muito grosseira, em contraste com a precisa seletividade de frequência observada nas curvas de resposta das fibras nervosas aferentes (Oliveira, 1997).

Nas últimas décadas, novos conceitos foram introduzidos na explicação desses fenômenos, baseados em estudos experimentais. Hoje, sabe-se que 95% das fibras aferentes do nervo coclear servem às células ciliadas internas e apenas 5%, às células ciliadas externas, que não geram qualquer informação auditiva; estas são mais ligadas às fibras eferentes, que estimulam suas **contrações lentas**. Tudo isto indica que a informação auditiva parte das células internas e que as externas tenham funções ativas, mais relacionadas com a qualidade da decodificação (Spoendlin, 1972; Zlotnik, 1976).

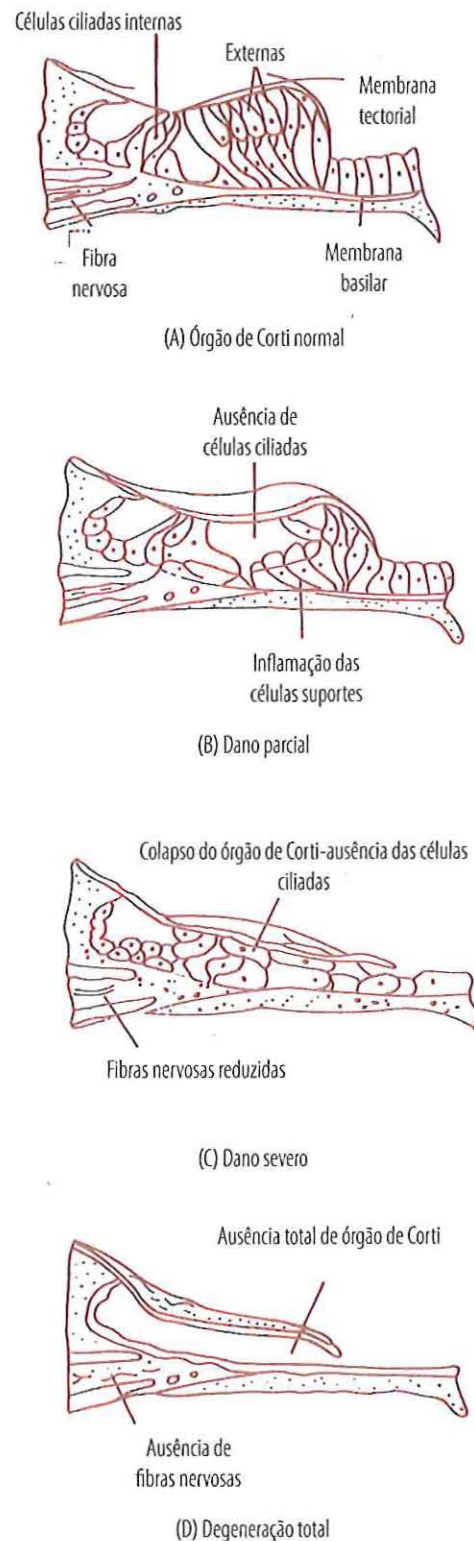
Esses novos conceitos, conhecidos como **cóclea ativa**, atribuem às células ciliadas externas um papel fundamental na delimitação dos filtros acústicos, que permitem a perfeita decodificação de sons complexos. Pelas **contrações rápidas** dessas células, desencadeadas pelo movimento vibratório, são delimitados diminutos filtros que permitem ao sistema amplificar ou atenuar a faixa crítica de transdução, disponibilizando populações maiores ou menores de células ciliadas internas a serem estimuladas. Através das **contrações lentas**, estimuladas pela via nervosa eferente, as células ciliadas externas controlam o tônus das contrações rápidas, em um mecanismo protetor, predominantemente para as frequências altas (Oliveira, 1997). É importante destacar que 70% desta via (feixe olivococlear) é contralateral e que isto pode ter implicação na bilateralidade das lesões, mesmo quando a exposição a ruído intenso é de origem unilateral.

## ► Bases fisiopatológicas e tipos de resposta do sistema

### Alterações do órgão espiral e suas consequências

Os ruídos muito intensos, de impacto, tendem a produzir lesões mecânicas nas estruturas do órgão espiral, com consequente processo degenerativo. Já os ruídos contínuos e intermitentes originam alterações, predominantemente, por exaustão metabólica (Spoendlin, 1972).

As células ciliadas externas, com grande atividade mecânica e pouco protegidas, pelas células de sustentação, degeneram-se primeiro e em maior quantidade. Com o avanço do tempo de exposição, deterioram-se, depois, as células ciliadas internas e as fibras nervosas, sempre em menor extensão. Em fases mais adiantadas, degeneram-se também as células de sustentação, despovoando e colabando todo o órgão espiral no respectivo setor (Fig. 35.5). A área mais alterada localiza-se na espira basal da cóclea, correspondente às frequências em torno de 4.000 Hz (Bohne, 1976; Slepecky, 1986).



**Fig. 35.5.** Degeneração progressiva dos componentes do órgão de Corti, pelos efeitos do ruído.



Como consequência dessas lesões, além da perda da sensação auditiva, surgem diversas alterações, como a hiperacusia, que se reflete na intolerância a sons intensos, e, nos exames audiológicos, o recrutamento. Em face do crescente conhecimento sobre a atuação das vias auditivas centrais, já se podem explicar alguns outros sintomas da PAIR: a dificuldade para reconhecer sons complexos (como os da fala) em situações ambientais desfavoráveis à escuta (com ruído de fundo, fala competitiva, reverberação das paredes, sinais com emissão defeituosa etc.); as lesões bilaterais com estímulos unilaterais; a dificuldade para localizar fontes sonoras e até muitos aspectos dos acúfenos ou zumbidos, que acometem boa parte dos portadores da PAIR (Oliveira, 1997).

### Os efeitos da exposição intensa

O dano auditivo produzido pela exposição a níveis elevados de pressão sonora pode ser classificado como sendo de três tipos: *trauma acústico*, *perda auditiva temporária* e *perda auditiva permanente*.

#### O trauma acústico

Recomenda-se denominar como **trauma acústico** apenas a perda auditiva de instalação súbita, provocada por ruído repentino e de grande intensidade, como o de uma explosão ou uma detonação. Geralmente ocorrem lesões estruturais importantes das orelhas médias e/ou internas (Canlon, 1988). O trauma acústico, assim conceituado, deve ser distinguido da perda auditiva induzida pelo ruído, de instalação lenta e insidiosa, como será comentado posteriormente.

Em alguns casos de trauma acústico, a audição pode ser recuperada total ou parcialmente com tratamentos imediatos (com anti-inflamatórios, expansores do plasma e ativadores da microcirculação). Eventualmente, o trauma pode ser acompanhado por uma ruptura da membrana timpânica e/ou pela desarticulação da cadeia ossicular, que podem ser corrigidas com tratamento cirúrgico. Mesmo do ponto de vista legal e previdenciário, o trauma acústico merece um tratamento diferenciado da PAIR, por constituir-se um **acidente tipo**, diferentemente da **doença profissional ou do trabalho** (Brasil. Ministério da Previdência e Seguro Social, 1998).

No Brasil, são de relevante prevalência os acidentes com fogos de artifício e fâscia elétrica, além do uso desprotegido de armas de fogo. Muitas vezes, também, os traumatismos físicos de crânio, face, pescoço e orelhas podem dar origem a perdas auditivas súbitas, capazes de gerar consequências semelhantes às do trauma acústico.

#### A perda auditiva temporária

Conhecida também como **mudança temporária do limiar de audição**, ou TTS (*Temporary threshold shift*), ocorre após a exposição a ruído intenso, por um certo período de

tempo e tende a regredir espontaneamente, após minutos, horas, ou até mesmo, dias de repouso auditivo. A Fig. 35.6 mostra audiogramas realizados antes e depois da exposição de um indivíduo com audição normal a um ruído de 103 dB(A) durante duas horas contínuas. Os exames audiométricos realizados 30 segundos, 15 minutos, 5 horas e 24 horas após o término da exposição estão registrados no esquema e mostram a melhoria progressiva da perda auditiva instalada, após aquela exposição, ao longo das 24 horas subsequentes.

Por muito tempo, acreditou-se existir uma correspondência direta entre a perda temporária de audição e a perda permanente. Entretanto, os mecanismos de lesão são diferentes nas duas situações, pois as alterações observadas no órgão espiral são de natureza distinta.

Desta forma, diferentemente do que se pensava no passado, não se pode prever como será a perda permanente, a partir da análise da perda temporária. O que é certo é que um ruído capaz de gerar uma perda temporária é, também, capaz de gerar uma perda permanente, desde que por tempo prolongado e em dose de exposição suficiente. Explica-se, com essa constatação, o grande investimento que vem sendo efetuado no estudo da perda auditiva temporária induzida pelo ruído excessivo.

O *National Institute for Occupational Safety and Health* (USA. NIOSH, 1998), em 1998, recomendou que a testagem auditiva anual fosse realizada no final do turno de trabalho, justamente para detectar a ocorrência de alguma mudança temporária de limiar. Se fosse notada uma mudança de limiar igual ou superior a 10 dB, em qualquer frequência, em relação ao ano anterior, o trabalhador deveria ser retestado em repouso auditivo, para confirmar se a mudança foi mesmo temporária. Nessa oportunidade, o examinador deveria tentar identificar porque essa mudança ocorreu (por exemplo, se o trabalhador não utilizou o EPI adequadamente, ou se o EPI foi insuficiente etc.), além de intervir para que essa

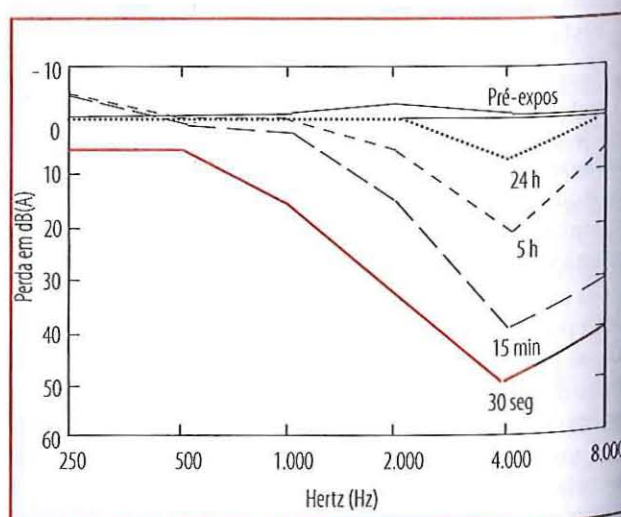


Fig. 35.6. Níveis de audição de um indivíduo normal exposto a um ruído de 103 dB(A) (perda auditiva temporária).



perda não venha a tornar-se permanente. Entretanto, apesar de aceita como uma prática desejável, essa conduta é difícil de ser adotada no Brasil, pois contraria a recomendação existente nas legislações atuais, como se descreve adiante (Brasil. Ministério do Trabalho, 1978).

Embora seja adotada em alguns países, a avaliação das perdas auditiva temporárias (TTS) não é aplicada no Brasil, nem recomendada pela legislação. Ela tornaria possível a realização do exame audiométrico a qualquer momento da jornada de trabalho, desde que se tomasse o cuidado de considerá-lo como um “exame realizado na pior situação”.

### A perda auditiva permanente

A exposição repetida, dia após dia, ao ruído, em níveis e duração excessivos, pode levar, ao cabo de alguns anos, a uma perda auditiva permanente ou irreversível. De instalação lenta e progressiva, ela passa despercebida por muito tempo. Geralmente, a pessoa só se dá conta do problema quando as lesões já estão avançadas.

A perda auditiva relaciona-se a um grau de destruição menor ou maior de setores do órgão espiral e de fibras nervosas. Por conseguinte, ela é sempre do tipo sensorineural, enquanto as perdas condutivas e mistas indicam alterações nas orelhas média e externa. Como a maior concentração das lesões situa-se na espira basal da cóclea, ela compromete primeira e predominantemente as frequências altas e, só em fases mais avançadas, atinge as frequências médias e baixas. Por isso, os traçados audiométricos da PAIR têm sempre um formato característico, de entalhe nas frequências altas, similar bilateralmente, embora sejam comuns as assimetrias nos agudos.

Está estabelecido nas normativas que, cessada a exposição ao ruído, a perda audiométrica deixa de progredir (Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, 1999). Achados recentes em estudos com animais jovens indicam que uma exposição a ruído precoce pode tornar os indivíduos mais susceptíveis a perdas auditivas, quando eles atingem a idade adulta (Kujawa, Liberman, 2006; Kujawa, Liberman, 2009).

A detecção e a avaliação da perda auditiva induzida pelo ruído, tanto a temporária quanto a permanente, ainda é realizada, universalmente, por meio do exame audiométrico tonal, por via aérea e via óssea. Embora alterações dispersas do órgão espiral sejam encontradas ao longo de todas as espiras cocleares (Lipscomb, 1978), principalmente nas fileiras das células ciliadas externas, a audiometria exibe um traçado bem característico, com um entalhe inicial em torno de 4.000 ou 6.000 Hz. Com a continuação da exposição, o entalhe tende a se aprofundar e a se alargar na direção das frequências vizinhas, uma evolução inversa à do TTS, mostrada na Fig. 35.6.

Na maioria das vezes, a perda auditiva é bilateral e mais ou menos simétrica, mas isso pode não ocorrer em todos os casos. As assimetrias de traçados audiométricos na PAIR são relativamente frequentes. Por outro lado, a existência da PAIR

unilateral é discutível. Mas, se ocorrer, será em raros casos em que uma das orelhas seja excepcionalmente suscetível e a outra excepcionalmente resistente. A exposição unilateral gera, usualmente, perdas bilaterais. Basta lembrar que 70% das fibras da via eferente olivococlear são cruzadas, e são elas que controlam a contração lenta das células ciliadas externas do lado oposto, de efeito modulador (Oliveira, 1997).

### Os acúfenos ou zumbidos

Acúfenos, ou zumbidos, ou *tinnitus*, constituem uma queixa frequente em mais de um terço dos trabalhadores com lesões auditivas induzidas pelo ruído. Podem prejudicar a concentração e a atenção, a indução do sono e, por vezes, chegam a níveis insuportáveis, mas podem, também, desaparecer espontaneamente. Ainda não está esclarecido qual seria o substrato anatomopatológico dos zumbidos, na PAIR, mas tudo leva a crer que eles possam ter origem multifocal, tanto central, quanto periférica. Atualmente, muitos portadores de zumbidos têm se beneficiado com medidas terapêuticas, isoladas ou combinadas (Sanchez *et al.*, 1997).

### A hiperacusia

A *hiperacusia* é uma sensação de incômodo causada pelos sons de níveis elevados. A percepção de intensidade do som (*loudness* ou *sonía*) cresce de modo anormalmente intenso, à medida que o nível de pressão sonora aumenta. A degeneração de grandes populações de células ciliadas externas privam a orelha da perfeita delimitação dos filtros acústicos, que controlam a sensação de intensidade. Esta manifestação incômoda é revelada, no exame audiológico, sob a forma de **recrutamento**.

O recrutamento é próprio das patologias cocleares e independe da perda auditiva. O ouvido normal opera numa faixa de audição que se estende desde um **limiar mínimo (de audibilidade)** até um **limiar máximo (de desconforto)**. Esta faixa chama-se **campo dinâmico**. Os recrutantes têm o limiar de desconforto menor e, muitas vezes, o limiar auditivo maior, reduzindo sensivelmente seu campo dinâmico de audição.

De modo geral, os portadores de PAIR queixam-se do incômodo causado por sons intensos e não se sentem confortáveis em ambientes ruidosos. Trata-se de um sintoma precoce, que acomete grande parte dos trabalhadores expostos antes mesmo de surgirem as alterações audiométricas.

Existem várias técnicas audiológicas para se comprovar e avaliar a presença de recrutamento, mas, na rotina ocupacional, a presença dele pode ser sugerida pelos baixos limiares dos reflexos estapedianos, principalmente em 3.000 e 4.000 Hz, quando comparados com os limiares audiométricos tonais.

### Deterioração do reconhecimento da fala

Os portadores de perda auditiva induzida pelo ruído podem ter reduzida a capacidade de distinguir detalhes dos



sons complexos, como os da fala, quando em condições ambientais desfavoráveis, como, por exemplo, na presença de ruído de fundo, de fala competitiva ou em ambientes de muita reverberação. Em locais silenciosos, eles costumam ter um bom desempenho na conversa coloquial. Tanto assim, que sempre têm bom desempenho nos testes convencionais de reconhecimento de fala (IRF ou Índice de Reconhecimento de Fala), que são realizados em cabinas audiométricas, em condições ótimas de audibilidade.

A fala é constituída de sons da mais alta complexidade. Uma cóclea saudável é capaz de proporcionar a distinção de sons superpostos ou subsequentes, assim como os microintervalos de tempo entre elas, enviando ao córtex cerebral os sinais decodificados com absoluta precisão. Já com a cóclea lesada, o indivíduo ainda pode ter um bom reconhecimento da fala, em condições favoráveis de audibilidade, por se valer de outras pistas de compensação, constituídas pelas redundâncias extrínsecas (próprias dos sinais da fala) e intrínsecas (próprias das integrações da via auditiva no sistema nervoso central) (Schochat, 1996). O som competitivo e a reverberação ambiental afetam, contudo, estes mecanismos de compensação, reduzindo a qualidade da percepção da fala nos indivíduos.

Em situações do dia a dia, os portadores de cocleopatias podem ter dificuldades para manter uma conversação em grupo, para entender o que se fala na televisão em meio ao ruído doméstico, para ouvir uma pregação em igreja, para se comunicar em repartições públicas, em aglomeração de pessoas ou dentro de veículos de transporte coletivos etc.

Os testes logaudiométricos rotineiros estudam o reconhecimento ou a identificação de palavras, quantificando os resultados em percentuais de acerto (IRF). São realizados em cabinas audiométricas, com os sinais de fala sendo apresentados em níveis confortáveis de audição. Em tais condições, os portadores de PAIR mostram percentuais de reconhecimento semelhantes aos dos ouvintes normais. Quando os índices apresentam-se rebaixados, a tendência é de se pensar em outra enfermidade coclear ou retrococlear.

Algumas pesquisas, com testes de fala sensibilizados por ruído competitivo, têm sido publicadas, inclusive no Brasil. Nestes testes, trabalhadores expostos ao ruído têm demonstrado índices de reconhecimento rebaixados em relação a ouvintes normais. Tais exames, se introduzidos na rotina audiológica ocupacional, poderão se transformar em útil instrumento de avaliação das dificuldades de comunicação dos portadores de PAIR (Cóser, 1999; Costa, 1992A; Costa, 1992B; Costa, 1997; Costa, 1998; Costa, 2001; Schochat, 1991; Schochat, 1994).

### A otalgia

Sons excessivamente intensos, acima do limiar de desconforto, podem provocar otalgias, às vezes acompanhadas de distúrbios neurovegetativos. Eventualmente, podem até provocar rupturas timpânicas, com dor intensa e sangramento.

A otalgia é habitual no trauma acústico, mas costuma ceder espontaneamente. Na exposição crônica, ela raramente ocorre. Entretanto, pacientes fortemente recrutantes, ou usuários de aparelhos de surdez, podem ter otalgias com sons de níveis de intensidade mais baixos. No caso de trabalhadores expostos a ruído, são muito mais comuns as otalgias decorrentes de inadequação do uso de protetores auditivos, muitas vezes associadas a afecções do meato acústico externo.

### Outros efeitos

Um dos efeitos do ruído mais facilmente notados pelas pessoas é a sua influência sobre a comunicação oral. O ruído intenso provoca o mascaramento da voz ou de outros sinais sonoros. Os sons nas faixas de frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz são os que mais interferem na comunicação.

Este tipo de interferência pode atrapalhar a execução ou o entendimento de ordens, a recepção de avisos de alerta etc. Em Higiene do Trabalho, calcula-se o Nível de Interferência com a Comunicação (NIC), que dá uma estimativa da possibilidade de comunicação no ambiente ocupacional (Astete, Kitamura, 1978). Nos portadores de PAIR, a dificuldade para comunicar-se costuma ser maior ainda. Paradoxalmente, os protetores auditivos que, via de regra, não afetam a comunicação entre ouvintes normais, dificultam-na entre os portadores de cocleopatias.

Outros efeitos têm sido usualmente relatados por trabalhadores, com ou sem perdas auditivas, que, de alguma forma, poderiam ter relação com a exposição ao ruído no trabalho. São distúrbios do sono, do equilíbrio, neurológicos, cardiovasculares, hormonais, digestivos e comportamentais. Muitos deles têm sido referenciados na literatura médica (Ogido, Costa, Machado, 2009).

### D Fatores que influenciam a perda auditiva induzida pelo ruído

A ocorrência da perda auditiva depende de fatores ligados ao indivíduo (**suscetibilidade individual**), às características do ruído e do ambiente e ao tipo da exposição (Ward, 1995).

Acredita-se que um ruído de 80 dB(A) seja inofensivo para a maioria das pessoas, para uma exposição máxima diária de 16 horas. Algumas possuem maior "facilidade" que outras para desenvolver perda auditiva quando expostas às mesmas condições ruidosas. São os chamados "ouvintes de cristal". Outras são capazes de passar toda a vida profissional sob exposição, sem proteção ao ruído excessivo, e não desenvolver qualquer perda auditiva. São os chamados "ouvintes de pedra"...

A suscetibilidade individual pode ser influenciada por determinantes ocupacionais e extraocupacionais. A exposição simultânea ao ruído e a vibrações ou a produtos químicos ototóxicos pode tornar o indivíduo mais suscetível. Os traumatismos de crânio, de face, de orelhas ou de coluna cervical



podem, também, aumentar a suscetibilidade aos efeitos do ruído. A ocorrência de algumas doenças sistêmicas, como as metabólicas, hormonais, vasculares, hemáticas, autoimunes, renais, infecciosas, assim como o uso de alguns medicamentos, também potencializam a chance de desenvolvimento de perda da audição.

Deve-se considerar que a orelha de um lado pode ser mais suscetível que a do outro. E o mesmo indivíduo pode passar por momentos de maior ou de menor suscetibilidade, dependendo de seu estado físico, nutricional e emocional. Pessoas com 10 a 15 anos de exposição ao ruído intenso tornam-se mais resistentes do que os jovens em início de exposição. Além disso, pessoas idosas parecem ser mais suscetíveis à exposição ao ruído.

Ainda não está bem definido quem é mais suscetível ao ruído intenso: o homem ou a mulher. Especula-se que os homens se exponham mais ao ruído extraocupacional e com isto se tornem, estatisticamente, mais acometidos que as mulheres. Da mesma forma, algumas pesquisas têm evidenciado que indivíduos de raça negra são mais resistentes que os caucasianos, pelo teor de melanina presente na orelha interna (Costa, Castro, Macedo, 2008).

Indivíduos já portadores de perda auditiva serão menos suscetíveis ao ruído se a perda for do tipo condutivo, como, por exemplo, nas sequelas de otite média crônica, nas perfurações timpânicas, nas timpanosclerose etc. Já os portadores de perda sensorioneural não ocupacional são naturalmente mais sensíveis e constituem um grupo de alto risco para trabalhar em ambientes ruidosos, mesmo com o uso de protetores.

Os portadores de perda auditiva induzida pelo ruído, apesar de tratar-se de perda sensorioneural, tendem a apresentar estabilidade audiométrica depois de 10 a 15 anos de trabalho em ambientes ruidosos (American College of Occupational Medicine, 1989; Cóser, 1999). Não há comprovação de que a evolução da doença esteja, também, estabilizada, mas isso tem grande implicação nos critérios de avaliação admissional para trabalhos que se realizam em ambientes de níveis elevados de ruído (Klockhoff *et al.*, 1973).

É bom lembrar que, dentre os portadores de PAIR, apenas casos em agravamento e os suscetíveis constituem alto risco para futuras exposições. As normas oficiais, tanto do Ministério da Previdência, quanto do Ministério do Trabalho, são bem claras neste posicionamento quando estabelecem que a PAIR, por si só, não gera incapacidade laborativa (Brasil. Ministério do Trabalho, 1998). Nessa avaliação, devem ser levados em conta todos os fatores ambientais e individuais e, dentre estes, a suscetibilidade.

Dentre as características importantes do ruído para causar a PAIR, destacam-se a intensidade (nível de pressão sonora), a qualidade (espectro de frequência dos sons componentes) e o tipo (contínuo, intermitente ou de impacto). São, também, muito importantes o tempo de exposição a cada tipo de agente e os intervalos de repouso. Nas avaliações ambientais, não bastam as sucessivas medições de níveis

e de espectros do ruído. A dosagem da exposição (dosimetria) é fundamental, seja por estimativa (Brasil. Ministério do Trabalho, 1978), seja através do emprego de dosímetros individuais para, de fato, medir a exposição do trabalhador e, então, poder firmar, com mais segurança, a existência de nexo causal entre a exposição e a lesão.

### Interação com outros agentes nocivos

O estado físico ou psíquico do indivíduo pode torná-lo temporariamente mais suscetível ao ruído, agindo como interagentes de certos estados mórbidos (como diabetes, hipertensão e infecções), de cansaço, estresse e até mesmo de problemas familiares, sociais e financeiros. A ocorrência de outros agentes de interação com o ruído ambiental deve ser considerada sempre que se avaliam os critérios de insalubridade. A exposição simultânea ao ruído intenso e a vibrações, tão frequente em algumas atividades profissionais, pode ter, também, um efeito interativo na perda auditiva (Boetcher *et al.*, 1987).

Existem medicamentos e produtos químicos que, por si só, podem lesar as estruturas da orelha interna, sejam as cocleares, sejam as vestibulares, temporária ou permanentemente. Quando o efeito final for igual ou similar à soma dos efeitos de cada um dos agentes, denomina-se **efeito aditivo**. Entretanto, se o efeito final é muito maior que a soma dos efeitos individuais, dá-se o nome de **efeito potencial** (ou **sinergismo**).

Entre os medicamentos, destacam-se os antibióticos aminoglicosídeos, os salicilatos, alguns diuréticos, alguns oncotéricos e o quinino. Hoje em dia, existe evidência de propriedades ototóxicas de vários produtos químicos industriais, como certos **fumos metálicos** (de chumbo, mercúrio, manganês), alguns **gases asfixiantes** (monóxido de carbono, cianeto de hidrogênio, acrilonitrila, tetracloreto de carbono) e muitos **solventes orgânicos** (misturas de solventes, tolueno, xileno, estireno, n-hexano, tetracloreto de carbono e combustíveis). Como populações numerosas de trabalhadores encontram-se expostas a esses produtos em seu ambiente de trabalho, esse tema tem recebido uma atenção crescente por parte de muitos pesquisadores e profissionais ligados à área ocupacional.

A exposição aos produtos químicos citados acima pode afetar o sistema cócleo-vestibular periférico e as vias auditivas centrais (Morata, 1986; Morata *et al.*, 1993; Morata, 1997a; Morata *et al.*, 1997b; Teixeira, 2000). Em estudos com animais, obteve-se evidência sólida de que a exposição a determinados solventes atinge a cóclea, assim como o faz o ruído (Campo *et al.*, 1999; Johnson, 1994; Pryor, Dickinson, Feeney, 1984). A exposição a tolueno, estireno e a monóxido de carbono, afetou funcionalmente e morfológicamente as células ciliadas de animais de laboratório. Em animais também foi confirmado o sinergismo entre a exposição a ruído e estes agentes químicos (Fechter, Young, Carlisle, 1988, John-



son, 1994; Lataye, Campo, Loquet, 2000). Estudos clínicos e epidemiológicos indicaram uma associação entre a exposição a uma série de solventes e alterações auditivas, inclusive nas vias auditivas centrais (Abbate *et al.*, 1993; Jacob, 2000; Möller *et al.*, 1989; Morata *et al.*, 1993; Ödkvist, Bergholtz, Åhlfeldt, 1982; Ödkvist *et al.*, 1987; Teixeira, 2000). Os achados audiométricos associados à exposição a solventes revelaram perdas auditivas de leves a moderadas; entretanto, no caso dos metais pesados, as perdas auditivas podem chegar a ser profundas (Franks, Morata, 1996).

Vários produtos químicos são reconhecidamente neurotóxicos e podem afetar a audição ou o equilíbrio, agindo primeiramente ao nível de tronco encefálico ou das vias auditivas/vestibulares centrais (Thomas, 1985). A indicação de que alguns produtos químicos industriais podem alterar a função auditiva através de um processo ototóxico ou neurotóxico, ou da combinação destes dois processos, deve ser considerada, especialmente quando se selecionam testes diagnósticos. Nessas circunstâncias, o uso de testes audiológicos que avaliam porções mais centrais do sistema auditivo se tornam essenciais (Jacob, 2000). Estudos clínicos com populações expostas a solventes indicaram que o impacto das perdas auditivas dessas populações, no reconhecimento de fala, são estatisticamente mais graves do que em populações expostas exclusivamente ao ruído (Ödkvist, Bergholtz, Åhlfeldt, 1982; Ödkvist *et al.*, 1987).

Em estudos de campo, é enorme o desafio de se analisar que tipo de interação ocorre entre dois agentes, pela dificuldade de localizar populações com exposições equivalentes para comparação. Porém, vários estudos confirmam que, quando comparadas a populações expostas exclusivamente ao ruído, populações expostas ao ruído e a produtos químicos apresentam maiores graus de perda auditiva, isto é, um maior número de trabalhadores é afetado. Além disso, populações expostas a alguns produtos químicos desenvolvem perdas auditivas mesmo que expostas a níveis de ruído abaixo de 85 dB(A). Essas populações podem ser consideradas, nesse momento, como desassistidas em relação a programas preventivos. Internacionalmente, não se exige que populações expostas a níveis de ruído abaixo de 85 dB façam parte de programas para prevenção de perdas auditivas, mas institutos de pesquisa como o NIOSH (USA. NIOSH, 1998) e a Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (American Conference of Governmental Industrial Hygienists- ACGIH, 2010) recomendam que indivíduos expostos a produtos químicos ototóxicos sejam incluídos em programas para a prevenção de perdas auditivas.

## ■ Diagnóstico

O diagnóstico das perdas auditivas causadas pelas exposições ocupacionais a agentes otoagressores é feito, de rotina, a partir de achados em exame audiométrico tonal, por via aé-

rea, aplicados periodicamente aos trabalhadores que fazem parte do Programa de Conservação da Audição (PCA). Levantada a suspeita de ocorrência de uma perda auditiva, caberá ao Médico do Trabalho responsável proceder ao seu esclarecimento, incluindo: anamnese e antecedentes mórbidos individuais e familiares, para a investigação de ocorrências que possam explicar a doença; antecedentes ocupacionais, e participação e comprometimento individual com o PCA. Finalmente, cabe ao médico encaminhar o trabalhador para uma consulta especializada, para o estudo de diagnósticos diferenciais.

Raramente se fechará um diagnóstico de certeza. A impossibilidade de se acompanhar a evolução de uma perda auditiva, gradual e progressiva, ao longo de muitos anos, impede que o avaliador tenha uma convicção absoluta sobre o nível, o tempo e a dose da exposição, além do desconhecimento de algumas das variáveis que influenciam a suscetibilidade individual. Assim sendo, o diagnóstico será de probabilidade ou por exclusão, por convicção profissional, o que explica o fato de as normas oficiais recomendarem a adoção de expressões como “sugestivo de” ou “compatível com” o diagnóstico de PAIR.

## A anamnese clínica e a história ocupacional

A entrevista pode ser realizada oralmente ou através de questionários. Devem ser anotados o nome, a idade e a identificação do trabalhador, a data do exame, as características da ocupação, dados sobre o uso de protetores (Equipamentos de Proteção Individual ou EPI) e sobre a história ocupacional, na empresa atual e nos empregos anteriores. Os trabalhadores devem exibir sempre um documento de identidade e, se possível, a carteira profissional, para uma maior correção dos dados apurados.

É importante saber como o indivíduo avalia a sua própria audição, de ambos os lados: se tem alguma dificuldade para entender uma conversa e em que situações; se relata queixas de zumbidos ou de hiperacusia; se tem dificuldades para localizar fontes sonoras; se tem tido otalgias, tonturas, cefaleias, cervicalgias, insônia ou irritabilidade; se tem experimentado alguma dificuldade no relacionamento social, familiar, no trabalho ou na interação com os sons ambientais. Deve-se indagar, também, se é portador de alguma doença, se faz uso de algum medicamento, se tem hábitos de consumo de tabaco, de bebidas alcoólicas ou de drogas.

É preciso perguntar, também, sobre os antecedentes mórbidos (auriculares e gerais) ou traumáticos (de orelhas, face, crânio ou de coluna cervical; trauma acústico; barotrauma), sobre o uso prévio de medicamentos potencialmente ototóxicos e sobre a ocorrência de tratamentos cirúrgicos. Na medida do possível, verificar se o paciente tem conhecimento de alguma anormalidade com a mãe na sua gravidez. A anamnese deve incluir os antecedentes mó-



bidos familiares, envolvendo a ocorrência de doenças que levam à perda auditiva.

Anota-se, ainda, sobre a exposição a ruído e a outros agentes otoagressores, dentro e fora do ambiente do trabalho, no presente ou no passado. Por serem tão comuns, precisam ser registrados: a exposição a música em alto volume, com destaque para sons em fones de ouvidos, no interior de veículos, em festividades e mesmo em cultos religiosos; o uso de armas de fogo, explosivos ou fogos de artifício; a ocorrência de acidentes com eletricidade (faíscas elétricas); uso de motocicletas e realização de esportes motorizados e muitos outros.

Da história ocupacional, devem constar, para cada ocupação exercida no passado, informações sobre o tipo de trabalho executado, a descrição do ambiente em que este se realizava, em particular sobre o nível de barulho e sobre substâncias químicas manipuladas (pelo próprio trabalhador e, quando for cabível, por seus companheiros de trabalho). Na medida do possível, este relato deve ser ordenado cronologicamente, de preferência com um ordenamento inverso, i.e., do presente para o passado. É, também, relevante conhecer sobre a utilização de equipamentos de proteção auditiva, a participação em programas de conservação da audição e, inclusive, sobre a realização de exames audiométricos, nos empregos anteriores.

### O exame físico

O exame físico geral é parte importante da avaliação diagnóstica, tanto no que diz respeito ao estado geral do indivíduo, quanto no que se refere ao estado otorrinolaringológico, com destaque especial para a inspeção dos meatos acústicos externos, cujo resultado precisa ser registrado junto ao exame audiométrico. A otoscopia deve preceder, obrigatoriamente, os testes auditivos. Através dela, descartam-se as afecções de orelha externa (rolha de cerume, secreções, descamações, edemas, hiperemias, colabamentos, corpos estranhos, osteomas etc.) e algumas de orelha média (sequelas de otite média, perfurações timpânicas, otites serosas, hemotímpanos, disfunções tubárias etc.). Tais alterações costumam gerar perdas auditivas do tipo condutivo e devem ser tratadas, quando for possível, antes de se pesquisarem os efeitos do ruído sobre a audição.

Muitas doenças gerais podem gerar perdas auditivas ou aumentar a suscetibilidade ao ruído. Afecções de cavidades nasossinusais e faríngeas também podem resultar em alterações auditivas.

### Os testes audiométricos

Nos consultórios dos especialistas, os testes fundamentais são as provas com diapásões (Testes de Rinne e Weber); a audiometria tonal liminar, por via aérea (havendo rebaixamento audiométrico acima de 20 dB NA, testa-se, tam-

bém, por via óssea); a logaudiometria (os Índices de Reconhecimento de Fala – IRE e os Limiares de Reconhecimento de Fala – LRF ou SRT); e a imitanciometria (timpanograma, complacência estática e limiares dos reflexos estapedianos). Havendo certas dificuldades diagnósticas, apela-se para provas objetivas, como o exame dos potenciais evocados de tronco encefálico (BERA), o exame das emissões otoacústicas com produto de distorção (EOA-DP) ou a eletrocoileografia (ECogHG). Eventualmente, solicitam-se, também, os exames otoneurológicos. Os exames de laboratório e de imagem são frequentemente utilizados no diagnóstico diferencial.

Em Medicina do Trabalho, a audiometria tonal, por via aérea, é soberana e adotada universalmente, seja nos programas preventivos, seja nos previdenciários e securitários. Tem inestimável valor de orientação para o Médico do Trabalho, para fins preventivos, notificações, encaminhamentos e, sobretudo, para monitorar a eficiência dos programas de conservação da audição da empresa.

Nas áreas previdenciária, trabalhista e cível, a audiometria tonal constitui a referência básica para a avaliação da perda auditiva. Lamentavelmente, a audiometria tem sido supervalorizada, em detrimento de outras informações clínicas e ocupacionais de suma importância. Pelo fato do diagnóstico de certeza da perda auditiva de origem ocupacional, em particular da PAIR, estar entre os atos médicos muito difíceis de serem realizados, não se deve jamais menosprezar a necessidade da capacitação profissional do médico. O diagnóstico, portanto, é presuntivo, i.e., por convicção do facultativo, baseado em uma série de informações colhidas e, principalmente, em sua experiência pessoal. A audiometria tonal não é suficiente para permitir a distinção entre os efeitos do ruído e os de outros agentes, nem tampouco permite um diagnóstico diferencial em relação a perdas auditivas de outras etiologias. Por isso, é importante destacar que, embora os profissionais do judiciário não possam prescindir de dados numéricos ou quantitativos (audiogramas, por exemplo), não podem e não devem, nesses casos, desconsiderar o diagnóstico médico.

Em um estudo com trabalhadores de uma indústria gráfica de São Paulo (Morata *et al.*, 1997a), uma porcentagem elevada de alterações audiométricas foi encontrada, mas o teste de regressão logística múltipla revelou que essas alterações estavam associadas com a exposição ao tolueno, e não com a exposição ao ruído. Este resultado mostra com propriedade que, além das informações pertinentes ao trabalho e ao ambiente em que este era executado, foram necessários outros instrumentos científicos, não tipicamente da área médica, quais sejam, a bioestatística e a epidemiologia. O diagnóstico etiológico, neste exemplo citado, tem implicações fundamentais para os métodos de controle e de melhoria do ambiente e para as condições de trabalho: o foco não deve e nem pode ser o ruído excessivo, mas sim, o controle da contaminação do ambiente de trabalho.



## A audiometria tonal

O exame audiométrico deve ser executado por profissional legalmente qualificado, com experiência em audiologia ocupacional. Segundo a Portaria nº 19, do Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil. Ministério do Trabalho, 1998), esse exame só pode ser feito por médico ou fonoaudiólogo, de acordo com pareceres específicos dos respectivos conselhos profissionais federais, que regulamentam o exercício daquelas profissões no país.

O local do exame deve ser silencioso; se possível, em cabina audiométrica ou sala silenciosa que tenha como níveis máximos de ruído de fundo os recomendados pela norma ISO 8253.1 (International Organization for Standardization, 1989). O audiômetro deve ser submetido a calibração eletroacústica periódica, em laboratório habilitado, e a aferição biológica, esta mais frequente, feita pelo profissional que realizar os exames.

A recomendação do Ministério do Trabalho acompanha a da *Occupational Safety and Health Administration* – OSHA (Möller *et al.*, 1989), que exige que o indivíduo a ser examinado compareça ao exame após repouso auditivo, para sons intensos, de pelo menos 14 horas. Já o NIOSH (USA. NIOSH, 1998), órgão de pesquisa do Ministério da Saúde norte-americano, sugere que o exame audiométrico seja feito durante a jornada de trabalho, para que possíveis alterações temporárias sejam detectadas, facilitando intervenções preventivas.

Desde que o exame seja realizado em trabalhador protegido da forma usual, servirá, também, para avaliar a proteção fornecida e utilizada. Pela norma brasileira, apenas os exames referenciais devem ser precedidos de repouso auditivo de 14 horas (Brasil. Ministério do Trabalho, 1998). Nos exames periódicos, são toleradas pequenas exposições, protegidas com EPI, antes dos testes, com o registro da exposição prévia junto ao resultado do exame. Na ocorrência de uma mudança significativa, o teste será repetido com o repouso.

O examinando deve, inicialmente, receber as informações sobre os objetivos do exame e ser instruído sobre a forma como deve informar quando ouvir o som apresentado. Em seguida, deve ficar confortavelmente sentado, voltado para uma parede e os fones deverão ser adequadamente colocados sobre suas orelhas, sem dobrar o pavilhão nem comprimir o porus acústico externo.

As frequências serão testadas na seguinte ordem: 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000, 8.000, 500 e 250 Hz, de um lado e depois do outro. A seguir, retesta-se 1.000 Hz do primeiro lado, pois se houver diferença maior do que 5 dB, a sequência deverá ser repetida. Em audiologia ocupacional, é comum excluírem-se as frequências de 250 e 8.000 Hz nos cálculos de resultados, mas é recomendável que elas sejam sempre testadas, pois isto pode ser útil para o diagnóstico diferencial. Se possível, a via óssea deverá ser testada em 1.000, 2.000, 3.000, 4.000 e 500 Hz, nesta ordem, sempre que a via aérea, nessas frequências, resultar em limiares acima de 20 dB NA. Os resultados serão anotados em audiogramas ou em tabelas, para processamento e arquivamento (Fig.35.7 e 35.8).

A inobservância das normas da técnica audiométrica tem feito com que muitos audiogramas não possam ser comparados ou considerados fidedignos, trazendo confusão aos profissionais da Medicina do Trabalho, da Perícia Médica e a outros profissionais da saúde que necessitam interpretar os dados do exame. Por este motivo, a Portaria nº 19 regulamentou a formatação do resultado gráfico (Brasil. Ministério do Trabalho, 1998) (Fig.35.7).

## Crítérios de avaliação das perdas auditivas

A literatura médica é farta em critérios de classificação das perdas auditivas induzidas pelo ruído, critérios propostos com diferentes objetivos, que muito auxiliam a Medicina do Trabalho na avaliação coletiva de grupos de trabalhadores expostos a ruído ocupacional (Nudelman *et al.*, 1997). É consensual, hoje, a recomendação de que as classificações e as quantificações disponíveis na literatura sejam evitadas nas avaliações individuais, principalmente nas áreas pericial, jurídica ou previdenciária. Como já foi referido anteriormente, elas supervalorizam o traçado audiométrico, em detrimento das demais informações clínicas e da história de exposição ocupacional, propiciando enorme margem de erro. Tal erro pode significar a negação de uma oportunidade de emprego ou a geração ou a negação de um benefício ou de uma indenização, indevidamente. Além do mais, não há evidências epidemiológicas de que o exame audiométrico tonal reflita as reais incapacidades dos trabalhadores.

Arslan e Merluzzi (1992) recomendam que as avaliações das perdas auditivas de origem ocupacional sejam realizadas em níveis diferentes, com critérios específicos para cada nível:

- **Primeiro nível** – nível de fábrica (ou mesmo de consultório): são os exames admissionais, periódicos e demissionais (equivalentes às triagens audiométricas de rotina);
- **Segundo nível** – nível de consultório do especialista: diagnóstico diferencial e grau de risco ou suscetibilidade);
- **Terceiro nível** – níveis pericial e acadêmico: aqui são utilizados **todos** os dados acessíveis.

Esta prática tem se mostrado muito útil para a disponibilização de critérios a serem usados e, principalmente, na programação antecipada dos custos.

## Crítérios não oficiais

Fletcher, em 1929 (*apud* Glorig, 1981), introduziu uma fórmula para se calcular a perda auditiva, em percentuais, a partir da média aritmética dos limiares audiométricos tonais em 500, 1.000 e 2.000 Hz. Depois de ter sido usado por anos e anos, o método passou a ser muito criticado e acabou por ser abandonado, mesmo tendo se tornado norma oficial em muitos países. Permaneceu, contudo, o falso conceito de que estas três frequências representariam a capacidade de se ouvir bem a fala do dia a dia.



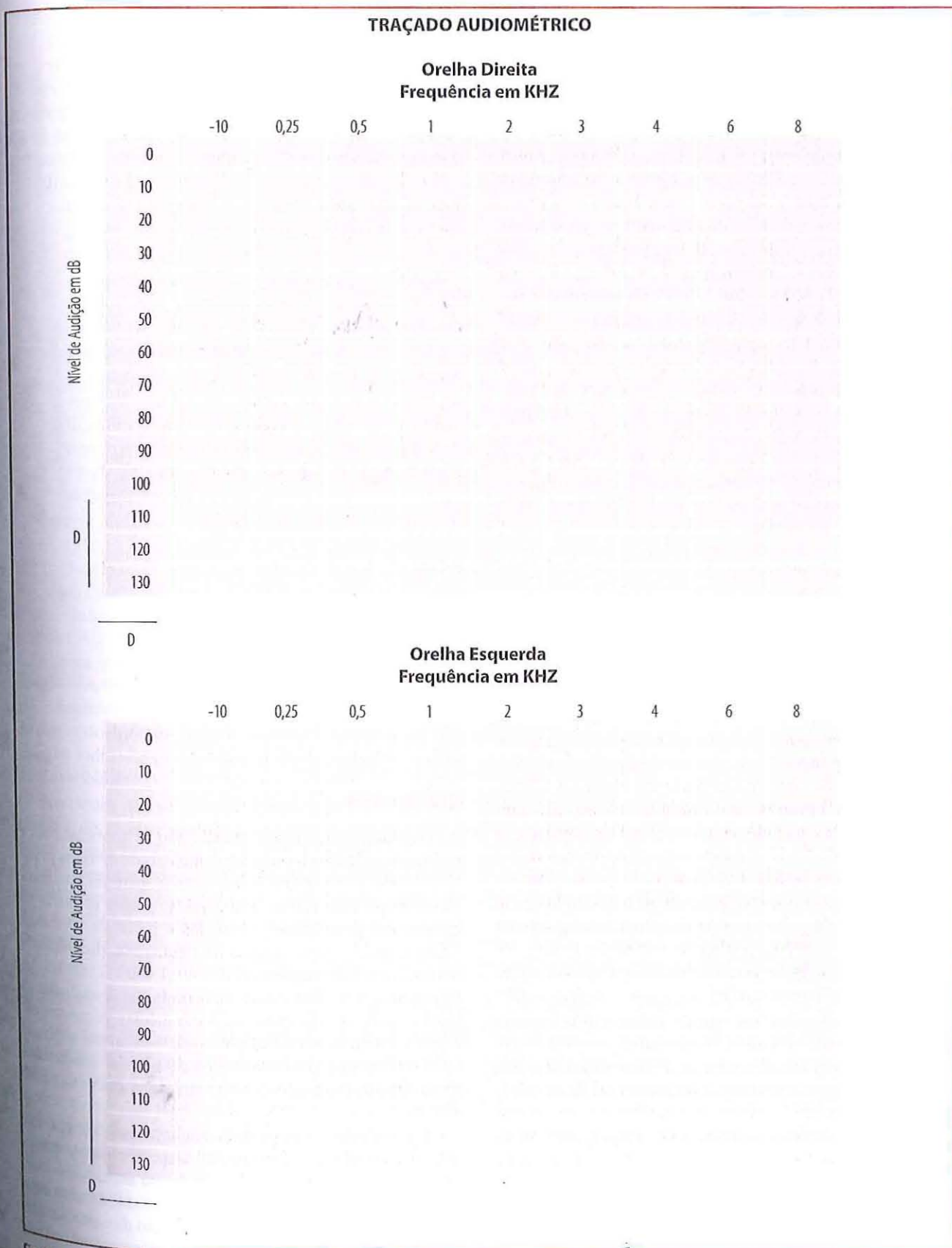


Fig. 35.7. Audiograma em formato gráfico (modelo recomendado pela norma ISO 8253.1). Ver Gráfico da Portaria nº 19, do MTE (1998).



[illegible]

**Fig. 35.8.** Exemplo de modelo tabular de audiograma sequencial, para análise evolutiva.

Fowler (1942) propôs, após exaustivas observações epidemiológicas, um método empírico, estabelecendo pesos diferentes (15, 30, 40, 15), respectivamente, para os limiares tonais nas frequências 512, 1.024, 2.048 e 4.096 Hz. Utilizando uma tabela, passou a calcular o grau da perda auditiva em porcentagem. Este método foi, mais tarde, consagrado em tabela própria, adotado oficialmente por muito tempo, em diversos países, inclusive no Brasil, e posteriormente abandonado (Costa, Kitamura, 2004).

Muitas classificações têm sido propostas e utilizadas, no Brasil e no exterior. Algumas se baseiam na representação gráfica do audiograma (Ferreira Jr., 1990; Klockhoff *et al.*, 1973; Man, Naggan, Bergman, 1981; Merluzzi *et al.*, 1979; Brasil, Ministério do Trabalho, 1998). Outras usam tabelas com médias aritméticas de limiares por grupos de frequências (Costa, 1988; Costa, 1992a; Haider *et al.*, 1990; Lafon, 1981; Pereira, 1978; Pereira, 1989; Tempest, 1977). Essas classificações significam, na prática, uma tentativa de simplificação e de metodização, destinada a fins específicos. Elas jamais satisfarão a todos, pois estarão sempre sujeitas a incorreções, para casos específicos (Santino; Couto, 1995).

### *Critérios oficiais*

Os critérios chamados "oficiais" são os adotados por organismos securitários ou governamentais de diversos países. Visam mais à quantificação das perdas, para fins indenizatórios ou previdenciários. Em geral, as perdas auditivas são cotadas em percentuais, calculados a partir de médias de limiares auditivos por grupos de frequências. Inicialmente, baseavam-se nas frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz. Ultimamente, têm sido muito valorizadas as frequências de 3.000 e 4.000 Hz, na composição das médias, para esses cálculos. Os valores apurados para cada orelha, em separado, ou a combinação dos valores dos dois lados, combinados, vão determinar um valor para o *handicap* auditivo da pessoa afetada.

A perda auditiva por envelhecimento (presbiacusia) tem sido descontada, a partir dos 60 anos, em alguns países. Hoje em dia, essa prática vem caindo em desuso. Em 1998, o NIOSH (USA. NIOSH, 1998) apresentou toda uma argumentação para recomendar que a correção da perda por idade não seja aplicada para indivíduos, justamente pela grande diferença de suscetibilidade existente.



As normas brasileiras são regidas pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, e têm passado, ao longo do tempo, por sucessivos processos de modificação e atualização, através de decretos, portarias e normas regulamentadoras. Atualmente, a Portaria nº 19 (Brasil. Ministério do Trabalho, 1998) propõe uma classificação essencialmente qualitativa e de grande aplicabilidade prática. Para a análise de audiometrias únicas, ela recomenda:

- Os audiogramas estão **dentro dos limites aceitáveis** quando todos os limiares são iguais ou menores que 25 dB NA, em todas as frequências;
- O audiograma registra uma ou mais frequências acima de 25 dB, predominantemente na faixa de 3.000 a 6.000 Hz, com o formato em colher: **sugestivo de perda auditiva induzida pelo ruído**;
- O audiograma apresenta limiares acima de 25 dB, em uma ou mais frequências, mas sem as características de perda auditiva induzida pelo ruído, ou seja, com rebaixamentos atípicos, em variadas faixas de frequências (**não sugestivo de perda auditiva induzida pelo ruído**).

Deve-se observar que, dentro do primeiro grupo poderão estar alguns “casos lesados”, cujos audiogramas ainda não ultrapassaram os limites convencionados como aceitáveis. São casos de trabalhadores expostos que estão iniciando a história natural da PAIR, como de praxe, totalmente assintomática. Da mesma forma, no segundo grupo, nem todos os traçados que apresentam o entalhe característico na faixa de 4.000 a 6.000 Hz correspondem à perda induzida por ruído. E finalmente, no terceiro grupo podem estar portadores de outras doenças auditivas associadas (concausa), ou não, a perdas induzidas pelo ruído, o que dificulta muito o diagnóstico etiológico.

Por razões não só de ordem legal, mas principalmente técnica, não mais se justifica o uso de outras classificações correntes para a avaliação de resultados audiométricos individuais. Para os estudos da coletividade de indivíduos expostos, ou simplesmente examinados, e de grupos populacionais, o avaliador escolherá aquela que melhor atenda a seus propósitos de pesquisa.

### Seguimento audiométrico

Quando se implanta um Programa de Prevenção de Perdas Auditivas (também chamado de Programa de Conservação da Audição – PCA) em uma empresa, uma das primeiras tarefas consiste em fazer um levantamento audiométrico de todos os trabalhadores que atuam em áreas de risco. Embora esse grupo seja o foco do Programa, recomenda-se que todos os trabalhadores sejam submetidos ao exame audiométrico. Obtém-se, assim, um exame audiométrico basal de cada trabalhador.

Nas empresas em que o programa já está em andamento, o exame basal do trabalhador corresponderá àquele obtido

no ato de sua admissão, ou seja, ao **exame audiométrico admissional**. Este audiograma servirá de **referência** para ser comparado com os futuros exames audiométricos feitos na empresa, os exames sequenciais ou **periódicos**. A partir desta comparação, serão avaliados o comportamento auditivo do trabalhador, ao longo de sua permanência naquele trabalho, e a eficiência das medidas preventivas adotadas pelo programa. (Kitamura, Campoy, 1990)

Nos Estados Unidos, a OSHA (1974) considera **piora significativa** a diferença entre a audiometria periódica e a basal (STS ou *Significant Threshold Shift*) quando a diferença, na perda, for de 10 dB ou mais entre as médias dos limiares nas frequências de 2.000, 3.000 e 4.000 Hz. Já a *American Academy of Otolaryngology – Head and Neck Surgery* (American Academy of Otolaryngology on Hearing and Equilibrium; American Council of Otolaryngology Committee on the Medical Aspects of Noise, 1979) considera a diferença significativa se a perda for de 10 dB ou mais na média das frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz, ou na média em 3.000, 4.000 e 6.000 Hz. A legislação brasileira, pela Portaria nº 19, em 1998, passou a recomendar este último critério, das médias aritméticas de limiares nos dois grupos de frequências. Para variações em frequências isoladas, só considera significativa uma piora de 15 ou mais decibéis (Brasil. Ministério do Trabalho, 1998).

Alguns serviços consideram, também, a **melhora significativa** quando a média aritmética de limiares, em um dos grupos de frequências, for 5 dB ou mais, melhor do que no exame de referência, por razões de segurança. É muito comum uma melhora gradual nos primeiros exames sequenciais, devido ao fator **aprendizagem**. Na realidade, o que melhora não é a sensibilidade auditiva da pessoa, mas a qualidade de seu exame. Em termos preventivos, é interessante que, nestas situações, o exame de referência seja trocado pelo de menor valor (ou seja, pelo exame melhor). Se houver piora futura, devida a exposição, este critério faz com que as medidas de proteção sejam tomadas mais cedo (Gobbato *et al.*, 2004).

Quando da cessação do contrato de trabalho entre o empregado e a empresa, será obrigatória a realização do **exame audiométrico demissional**, que será igualmente comparado com o exame de referência. Recomenda-se, fortemente, que todos os trabalhadores, independentemente de terem trabalhado em áreas com barulho, sejam submetidos à audiometria, por ocasião de seu desligamento da empresa. Este procedimento permite ao médico do trabalho uma análise cuidadosa da condição de saúde e de aptidão ao trabalho do indivíduo, no seu último contato com o trabalhador. Esta audiometria, bem como os resultados de todos os exames, devem ser registrados no prontuário médico.

### Diagnóstico diferencial

Um simples exame audiométrico é, certamente, insuficiente para se diagnosticar a causa da perda auditiva. É mister o registro do histórico ocupacional (área de trabalho,



função exercida, períodos de atuação, transferências de setor etc.), assim como do histórico de exposições ocupacionais, não só ao barulho, mas também a substâncias químicas, em especial, aos produtos reconhecidamente ototóxicos.

Os resultados da avaliação de higiene ocupacional são de fundamental importância. Este registro mostrará, de forma cabal, as exposições ocupacionais capazes de gerar perda auditiva. O exame audiométrico ocupacional deve ser considerado apenas como triagem, para orientar os profissionais envolvidos com a saúde ocupacional. O diagnóstico diferencial é da competência exclusiva dos especialistas, que lançam mão de outras provas diagnósticas e nem sempre chegam a uma definição categórica.

Deve-se destacar o fato de que a audiometria, por si só, não define nem pode definir a etiologia da perda auditiva. Daí os grupos estarem definidos como "compatível com". Pela ocorrência frequente, é válido reafirmar que peca, por imperícia, o profissional que estabelece o diagnóstico de PAIR, e mais ainda, de PAIR de origem ocupacional, baseado apenas na audiometria.

Sataloff (1980) enumera várias doenças auditivas capazes de resultar em perdas auditivas na faixa dos 4.000 Hz (Tabela 35.2).

Pode-se, ainda, acrescentar as perdas auditivas de origem vascular ou por osteoartroses cervicais. Deve-se pensar, também, nos simuladores e dissimuladores, assíduos frequentadores das clínicas audiológicas ocupacionais.

Em suma, o ruído não é o único fator determinante da perda auditiva. A presença de outros fatores ocupacionais e não ocupacionais deve ser sempre levada em conta na apreciação individual de cada caso (Phaneuf, Héту, 1990).

## ► Evolução e prognóstico

O Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, do Brasil, caracteriza a perda auditiva induzida pelo ruído – PAIR como aquela que quase nunca é de grau profundo; geralmente não passa dos 40 dB, nas baixas e médias frequências, e de 75 dB, nas altas; e, à medida que a perda aumenta, a velocidade de sua progressão diminui. As investigações sobre perdas auditivas associadas à exposição a produtos químicos sugerem uma caracterização da patologia muito similar à da PAIR (Marcon, 1999). Entretanto, no caso de PAIR, a perda maior situa-se geralmente em torno de 4.000 Hz e leva muito tempo para se estender além da faixa de 3.000 a 6.000 Hz. Dentro desta faixa, em condições estáveis de exposição, as perdas em 3.000, 4.000 e 6.000 Hz costumam atingir o limite máximo em 15 anos de exposição. As perdas auditivas por produtos químicos parecem atingir as frequências de 2.000 Hz e 8.000 Hz mais precocemente do que nos casos de PAIR.

Segundo Glorig (1980), a perda auditiva induzida pelo ruído atinge sua maior proporção dos 5 aos 7 anos de exposição, reduzindo o índice de progressão até os 15 anos, quando tende a se estabilizar, desde que mantidas as condições de exposição e na ausência de outros fatores causais. Embora a

**Tabela 35.2. Diagnóstico diferencial**

- 1 – Perda auditiva induzida pelo ruído
- 2 – Infecções virais (rubéola, sarampo, caxumba, herpes simples, inclusão citomegálica e viroses respiratórias).
- 3 – Traumatismo de crânio
- 4 – Perda auditiva hereditária
- 5 – Ototoxicoses (por antibióticos aminoglicosídeos, diuréticos, quimioterápicos, aspirina em altas doses e por outros produtos químicos).
- 6 – Neurinoma do acústico
- 7 – Surdez súbita
- 8 – Esclerose múltipla
- 9 – Outras (infecções bacterianas, tipo meningite, endotoxinas, hipóxia neonatal e icterícia)

Fonte: Sataloff (1980)

perda audiométrica tenda a se estabilizar, não há evidências de que a doença pare de evoluir com a continuidade da exposição. A evolução dos sintomas não acompanha a evolução audiométrica e os agentes concausais podem atuar em qualquer estágio da doença.

Como a maioria das perdas auditivas neurossensoriais, a induzida pelo ruído é de natureza irreversível. As células sensoriais do órgão espiral não se regeneram depois de destruídas e não existe um tratamento clínico para restaurar a audição perdida. Entretanto, há vários estudos experimentais, em aves, de regeneração de células sensoriais do órgão espiral e de recuperação funcional após exposições a ruído excessivo (Nelson *et al.*, 2005).

Os aparelhos de amplificação sonora individual eram, a princípio, de difícil adaptação, devido ao recrutamento e ao problema do reconhecimento da fala. Mas, com os recentes avanços tecnológicos, tanto da microeletrônica digital, quanto das técnicas de adaptação e de treinamento, muitos portadores de PAIR têm se beneficiado significativamente com o uso desses aparelhos. Mesmo assim, enquanto prevalecer o conceito da irreversibilidade da perda auditiva, o melhor procedimento diante deste problema é a prevenção.

## ► Conduta

Do ponto de vista exclusivamente ocupacional, diante da perda auditiva do trabalhador, deve o profissional atentar para as seguintes rotinas (Brasil. Ministério da Previdência e Seguro Social, 1998; Brasil. Ministério do Trabalho, 1998):

1. Estabelecer (ou não) o **nexo causal** entre a exposição ao ruído e a perda auditiva, caracterizando-a (ou não) como perda auditiva causada pelo trabalho, i.e., como Doença do Trabalho – Acidente do Trabalho – Doença Profissional. Sempre que possível, deverá estabelecer, também, o **nexo técnico**, o que, na lin-



guagem previdenciária, significa que o ruído causal relaciona-se diretamente com o exercício do trabalho habitual.

2. Estabelecer ou não a existência de algum tipo de **incapacidade** originada pela perda auditiva.
3. Decidir sobre a necessidade de **notificação** do problema às instituições oficiais indicadas pela norma legal.
4. Decidir sobre a necessidade de **encaminhamento** a um especialista, para diagnóstico, aconselhamento de risco ou reabilitação auditiva.
5. Decidir sobre a necessidade de um trabalho de **reabilitação profissional** para a troca de função laboral.
6. Decidir sobre a necessidade de engajamento do trabalhador em um **Programa de Conservação de Audição**.

### Estabelecimento do nexo causal

Será estabelecido o nexo causal entre a perda auditiva e a exposição ao ruído, primeiro, quando houver clara evidência de que a perda auditiva apresenta características audiométricas compatíveis com as induzidas pelo ruído e, segundo, se corresponder perfeitamente à exposição ao(s) agente(s) (ao tempo, tipo e intensidade da exposição). A forma técnica e mais correta de se estabelecer as características da exposição é através da análise dos resultados de avaliações de Higiene Ocupacional. Neles se inclui a dosimetria, que é capaz de identificar e caracterizar a exposição real de cada trabalhador. Com base neste método, é possível prever, com mais segurança, se a exposição de um trabalhador de um grupo deles (grupo homogêneo de exposição) foi suficiente para causar a perda auditiva detectada pelos métodos médicos.

Se já é difícil estabelecer um diagnóstico etiológico de certeza, será mais próximo do utópico, ou do impossível, tentar chegar a esse diagnóstico sem os parâmetros da Higiene Ocupacional. Se, firmar o nexo causal, relacionando a perda auditiva por exposição ocupacional ao ruído, com base apenas em audiometria(s), é um ato de imperícia, fazê-lo sem conhecer as condições de exposição (avaliação de Higiene Ocupacional), caracterizará negligência e, consequentemente, uma imprudência.

É de Sataloff (1980) o seguinte comentário:

*Um audiograma mostrando um entalhe em 4.000 Hz não constitui evidência para se diagnosticar a perda auditiva induzida pelo ruído. Para tanto, deve-se ter, pelo menos, a história de exposição suficiente a ruído intenso. Nem sempre é possível afirmar perda ocupacional ou descartar completamente outras causas. Tendo havido, entretanto, a superexposição e descartando-se outras causas, um diagnóstico de perda ocupacional pode ser feito com razoável certeza na presença do audiograma característico.*

O Decreto nº 3.048, da Previdência Social, de 6 de maio de 1999 (Brasil. Ministério da Previdência e Seguro Social, 1999), reconhece os “homólogos do benzeno otoneurotóxicos” (tolueno e xileno) e “solventes orgânicos otoneurotóxicos” como agentes etiológicos ou fatores de risco de natureza ocupacional para a “Hipoacusia Ototóxica”. Esse decreto indica que as exposições a estes agentes também devem ser consideradas, quando se examina o nexo entre uma perda auditiva e as condições do ambiente de trabalho.

### A incapacidade laborativa por perda auditiva

Desde que um trabalhador ingresse em uma empresa, sadio, e, com o exercício profissional, contraia alguma deficiência de órgão ou de função em consequência do trabalho exercido, tal deficiência pode ser caracterizada como uma Doença do Trabalho e, em casos especiais, como Doença Profissional.

A avaliação das incapacidades de um trabalhador, induzidas pela exposição laboral a agentes agressores, envolve uma ampla escala de variáveis que um simples exame audiológico não pode comportar. Esta investigação deve contemplar as diferentes dimensões de estados de saúde (com ela relacionados), sob as perspectivas biológica, individual e social (Organização Mundial da Saúde, 2003).

Em 1958, os norte-americanos introduziram, nos critérios de avaliação, os conceitos de:

- *Impairment* (ou dano): uma mudança para pior na estrutura ou função;
- *Handicap*: uma desvantagem suficiente para afetar a eficiência em atividades diárias;
- *Disability* (ou desabilidade): a incapacidade de permanecer exercendo as mesmas funções.

Estes conceitos foram oficializados pela *American Academy of Otolaryngology* e pelo *American Council of Otolaryngology*, em 1979 (American Academy of Otolaryngology on Hearing and Equilibrium; American Council of Otolaryngology Committee on the Medical Aspects of Noise, 1979).

A Organização Mundial da Saúde (World Health Organization – WHO; 1980) conceituou estas deficiências, em 1980, de maneira um pouco diferente:

- *Impairment* ou dano: anormalidade de estrutura ou função (distúrbio em nível de órgão);
- *Disability* ou desabilidade: consequência da anormalidade na atividade ou no desempenho de funções (em nível de pessoa);
- *Handicap*: desvantagem na atividade do indivíduo e na sua integração com o ambiente (em nível social e profissional).

Depois de duas décadas de uso, de mudanças nos sistemas de saúde e no entendimento das repercussões das condições de saúde sobre o indivíduo, tornou-se óbvia a necessidade de uma atualização destes conceitos. Em 1999, a Organiza-



ção Mundial da Saúde revisou esse sistema de classificação e, depois de uns poucos anos de discussão, em nível mundial, publicou o documento ICF – *International Classification of Functioning, Disability and Health* (World Health Organization, 2001), já com versão em português, a CIF – Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (Organização Mundial da Saúde, 2003). De acordo com essa nova classificação, o estado de saúde de um indivíduo é determinado por três dimensões de saúde: 1) pelo dano ou impedimento (dimensão relacionada a função ou estrutura corporal); 2) pela atividade e 3) pela participação (Fig. 35.9). Nesse modelo, essas três dimensões estão interrelacionadas, e também são influenciadas por dois fatores contextuais: ambientais e pessoais.

Uma importante característica desse modelo é o reconhecimento de que uma deficiência pode ser causada por interações complexas entre vários níveis, incluindo o biológico (do dano), o pessoal (no desempenho de uma atividade) e o social (havendo participação ou não). As implicações dessa proposta para área da Audiologia encontram-se detalhadas em Gagné (2000).

Na avaliação e na conceituação da perda auditiva de origem ocupacional, todos estes conceitos devem ser levados em conta, e não apenas a leitura do audiograma, como habitualmente ocorre no Brasil.

Segundo a Portaria nº 19, do Ministério do Trabalho, “a perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados, por si só, não é indicativa de inaptidão para o trabalho” (Brasil. Ministério do Trabalho, 1998). Da mesma forma, a Ordem de Serviço nº 608, do Instituto Nacional do Seguro Social dispõe que:

*a perda auditiva sensorio-neural por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora, na grande maioria dos casos, não acarreta incapacidade para o trabalho (...) sua presença, no exame audiométrico admissional, não deve desclassificar o trabalhador para o exercício profissional, pois além de não interferir em sua capacidade laborativa, pode não ser de origem ocu-*

*pacional.* (Brasil. Ministério da Previdência e Seguro Social, 1998).

Ainda, pela norma oficial, na avaliação da incapacidade laboral de um trabalhador, devem-se levar em conta fatores relacionados com o indivíduo e fatores relacionados com o ambiente de trabalho. Entre os primeiros, citam-se: a história clínica e ocupacional do trabalhador; o resultado da otoscopia e de outros testes audiológicos complementares; a idade do trabalhador; o tempo de exposição pregressa e a atual a níveis de pressão sonora elevada; a exposição não ocupacional a níveis de pressão sonora elevados e a capacitação profissional do trabalhador examinado.

Com relação ao ambiente, consideram-se: os níveis de pressão sonora a que o trabalhador está, estará ou esteve exposto no exercício do trabalho; a demanda auditiva do trabalho ou da função; as exposições ocupacional e não ocupacional a outro(s) agente(s) de risco ao sistema auditivo e os programas de conservação auditiva aos quais tem ou terá acesso o trabalhador.

O médico deve decidir pela existência ou não da incapacidade parcial ou total para o trabalho, levando sempre em conta o conjunto dos fatores envolvidos. Grosso modo, um trabalhador será considerado incapaz caso já apresente um comprometimento grave, ou em risco de agravamento, mesmo com proteção individual e coletiva, ou quando seu desempenho profissional ficar comprometido em razão da perda auditiva (Ferreira Jr., 1998).

### Notificação e encaminhamento

Estabelecido o nexo causal, deve-se procurar caracterizar algum tipo de incapacidade: física, profissional, social etc. Se ela não existir, o trabalhador não necessita afastar-se do trabalho, devendo, no entanto, ser incluído no Programa de Conservação da Audição da empresa. Havendo incapacidade, a ocorrência deve ser notificada aos organismos oficiais. Através da Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT) o trabalhador será encaminhado à Previdência Social. Por decisão da perícia médica previdenciária, poderá o trabalhador ser afastado, ou não, do exercício de suas funções habituais; poderá, ou não, ser habilitado a receber os benefícios previdenciários; poderá retornar às mesmas funções ou ser treinado para o exercício de função diversa daquela em que contraiu o problema (Brasil, Ministério da Previdência e Seguro Social, 1998). É recomendável que a empresa, em caráter preventivo, troque de função um empregado na iminência de riscos de desencadeamento ou agravamento de uma perda auditiva, independentemente do encaminhamento à previdência oficial.

Nos casos de perdas auditivas mais intensas, nas perdas assimétricas ou incompletas, será necessário o encaminhamento ao otorrinolaringologista, para realização de diagnóstico diferencial, aconselhamento de risco e, se possível, de reabilitação auditiva.

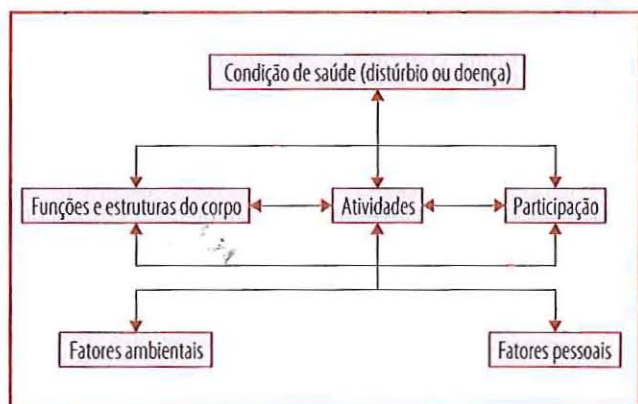


Fig. 35.9. Interação entre os componentes da CIF, proposta pela Organização Mundial da Saúde (2001).



### Aconselhamento de risco

Os casos não sugestivos de PAIR, assim como os de perda auditiva grave, de origem não ocupacional, deverão ser submetidos a uma bateria de exames otológicos para o diagnóstico definitivo. Boa parte das perdas auditivas condutivas e mistas não constitui alto risco para o trabalho em ambiente ruidoso. Já os portadores de perda sensorineural (não ocupacional) podem ser considerados de alto risco de piora e receber recomendação de não retornar ao trabalho em ambiente ruidoso, mesmo utilizando-se das medidas de proteção.

Quanto aos portadores de PAIR, o aconselhamento do especialista deve limitar-se ao risco clínico, ficando a cargo do médico do trabalho, conhecedor do ambiente laboral e do histórico evolutivo da perda, a decisão sobre o risco ocupacional.

### Reabilitação social

Compete a todos os profissionais envolvidos com o trabalhador portador de PAIR, cada qual na sua área de competência, propiciar-lhe apoio, para que ele consiga superar os problemas psicossociais gerados pelas desabilidades relativas à enfermidade.

Todo trabalhador deficiente precisa receber informações, conselhos e suporte para firmar opiniões, atitudes e comportamento no trato de seu dia a dia. O trabalhador afetado pela doença deve ser informado sobre a natureza e a extensão de seu problema e sobre as soluções possíveis. Para tanto, é preciso conhecer qual a sua demanda auditiva, tanto no trabalho, quanto na família e na sociedade. Além de receber informação, ele deve ser aconselhado a cumprir as normas de proteção, a evitar exposições extraocupacionais e a sugerir melhorias em seu posto de trabalho. E deve ser encorajado a discutir francamente com os colegas e com as chefias os problemas gerados por sua incapacidade. Com uma postura compreensiva ante suas emoções e ansiedades, o profissional pode facilitar-lhe a aceitação do problema e motivá-lo a buscar soluções.

O uso de aparelhos de amplificação individual deve ser encorajado, seja o tipo para assistir televisão, seja o de uso auricular. Até recentemente, os aparelhos de surdez não desfrutavam de boa aceitação por parte dos portadores de PAIR. Hoje, este panorama está muito mudado, graças às estratégias de adaptação e a técnicas de avaliação e treinamento, somadas ao avanço tecnológico, que fizeram melhorar a qualidade da amplificação, principalmente para a hiperacusia, zumbidos e reconhecimento de fala, além de se ter verificado uma progressiva queda de preços.

Além disso, recomenda-se captar a colaboração dos colegas de trabalho e dos familiares, no sentido de procurar minimizar as limitações do trabalhador deficiente e de incentivar as discussões conjuntas, a reivindicação de melhorias, a motivação para uma melhor participação social, para

a aceitação de equipamentos de amplificação e de técnicas de reabilitação.

Este trabalho não precisa ser desenvolvido necessariamente dentro da empresa, mas através de uma atuação comunitária. A monitoração de resultados dos grupos que já vêm, há tempos, realizando tal trabalho, tem mostrado melhorias substanciais na qualidade de vida dos portadores da PAIR (Hétu, Getty, Quoc, 1995).

### D Programas de prevenção de perdas auditivas no trabalho

Se a prevenção se apresenta como a principal e a melhor opção no trato da perda auditiva de origem ocupacional, cabe aos profissionais ligados à área de Saúde Ocupacional, a missão de incentivar e defender a adoção de medidas que visem, pelo menos, estacionar as perdas auditivas em progressão. Cabe, também, interferir decisivamente contra o surgimento de novos casos.

Neste sentido, sugere-se a adoção de um **programa**, bastante abrangente e consistente, em que todas as condutas, visando à prevenção das perdas e à conservação da audição dos trabalhadores, estejam previstas claramente. O programa deve ser elaborado e adotado para um determinado contexto, uma vez que envolve, em cada alínea, decisões de ordem ética, política, legal e econômica, entre outras, bastante peculiares a cada empresa.

A decisão, em geral de ordem administrativa, pela adoção de um programa, deve ser tomada com o envolvimento de toda a hierarquia da empresa, desde a sua diretoria até o nível das chefias imediatas dos trabalhadores, uma vez que todos terão o seu papel a cumprir. Naturalmente, será obrigatório o envolvimento e o comprometimento de todos os trabalhadores com o programa, tanto no seu planejamento como na sua implantação e manutenção.

O Programa de Prevenção de Perdas Auditivas deve conter, em seu corpo, dois tópicos maiores:

- **A política de saúde ocupacional da empresa:** devem estar claramente definidos os princípios que norteiam as atividades econômicas, no que concerne à saúde de seus trabalhadores. Aliás, todo o programa se baseia e se orienta nestes princípios. O **programa:** nele se detalham os grandes itens, que podem ser considerados um resumo das ações a serem tomadas, isto é, uma decisão gerencial/administrativa, considerados os aspectos éticos, políticos, legais, técnicos, sociais etc.

Se houver falhas em qualquer dos dois aspectos e faltar a participação efetiva da alta direção da empresa, bem como dos trabalhadores, o programa estará fadado, de início, ao insucesso, e não terá sustentação ao longo do tempo. Por outro lado, embora a abrangência do programa seja restrita ao interior da em-



presa, é de suma importância a conscientização dos trabalhadores para a conservação da audição frente ao ruído, seja no local do trabalho, seja fora dele.

O Programa de Prevenção deve abordar os agentes de risco sob o ponto de vista da Higiene Industrial, isto é, o seu reconhecimento, avaliação e controle. Deve também atender aos aspectos médico e médico-legal, quais sejam, a realização de avaliações específicas de exames otológicos (incluindo os audiométricos), o estudo epidemiológico, a comunicação de seus resultados aos interessados, a notificação dos órgãos competentes, a tomada de providências junto à Previdência Social e companhias seguradoras etc. Para a sugestão de práticas que facilitam o sucesso de programas preventivos, recomenda-se a leitura dos documentos NIOSH. Preventing Occupational Hearing Loss – A Practical Guide (USA. NIOSH, 1996, disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/96-110/>) e “Criteria for a Recommended Standard – Occupational Noise Exposure” (USA. NIOSH, 1998, disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/>).

### Etapas relacionadas com o trabalhador

O Programa deve contemplar principalmente os aspectos preventivos, tais como a realização de exames audiométricos, tanto os de referência quanto periódicos, visando à detecção, o mais cedo possível, de suscetíveis ou de casos no seu início ou em progressão.

Nas empresas em que as atividades econômicas prece-deram a programação das atividades médico-preventivas – com certeza a imensa maioria delas – muitos casos de perda auditiva já devem existir. Nestas situações, o programa deverá prever um “ponto de partida” e procurar resolver as pendências médicas, previdenciárias e jurídicas previamente existentes.

Alguns tópicos fazem parte obrigatória de um Programa de Prevenção de Perdas Auditivas, no que diz respeito ao trabalho (Tabela 35.3).

### O exame audiométrico

Todo trabalhador que for atuar em locais onde o ruído médio exceda a 80 dB(A) (Nível de Ação, Portaria nº 25 de MTE, 1994), deve ser submetido a exame audiométrico antes de ser admitido para o trabalho. Este exame deve ser repetido após seis meses de atividade laboral e, a seguir, anualmente, e na demissão (Portaria nº 19, MTE, 1998). Devem ser, também, submetidos a exames audiométricos todos os trabalhadores que trocam de função (com mudança de risco ambiental) e os que retornam ao trabalho depois de mais de 30 (trinta) dias de afastamento (Portaria nº 24, MTE, 1994). Outros exames especializados podem ser solicitados para a

**Tabela 35.3. Programa de Prevenção de Perdas Auditivas**

Programa preventivo	
Com o trabalhador	Exames audiométricos
	Afastamento do risco
	Instrução e treinamento
	Participação ativa e comprometida no uso do EPI
Com o ambiente	Identificação de causas
	Avaliação ambiental
	Controle do risco
	Novos projetos
Avaliação do programa	Vigilância ambiental
	Check list
	Resultados
	Acompanhamento permanente

elucidação diagnóstica, preferentemente sob orientação de um especialista em otorrinolaringologia ocupacional. O intervalo entre os exames audiométricos poderá ser reduzido, a critério do médico Coordenador do PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, mediante notificação feita por de médicos agentes de inspeção ou negociação em convenções coletivas do trabalho (Portaria nº 19, MTE, 1998), que levarão em conta a dose de exposição, a idade, o estado de saúde, o tempo de trabalho e a legislação em vigor.

É muito importante que o trabalhador receba uma atenção individualizada quando do retorno do resultado de seu exame. Pesquisas internacionais apontam esta oportunidade como a mais eficiente para transmitir ao trabalhador a importância de sua participação para o sucesso das medidas de prevenção adotadas e, também, para falar sobre o impacto de uma eventual perda auditiva em sua vida pessoal, familiar ou profissional.

Uma das etapas fundamentais para o sucesso de programas preventivos é o gerenciamento dos dados audiométricos. Só o acompanhamento e a análise cuidadosa desses dados são indicadores precisos do alcance ou não dos objetivos do programa adotado. São fundamentais: o acompanhamento evolutivo dos limiares auditivos tonais, de preferência com o uso de planilhas; o rigoroso cumprimento da periodicidade estabelecida para os exames; a realização de **reteste**, em todos os casos em que as respostas auditivas forem consideradas inconsistentes; o levantamento anual, para instrução sobre as metas do ano seguinte.

### O afastamento da exposição nociva

Deve ser prioritário o afastamento de qualquer indivíduo da exposição nociva. Para tanto, dispõe-se de dois processos fundamentais: a eliminação ou controle da exposição excessiva ao ruído e a proteção individual.

Muito embora a proteção individual apareça como a primeira opção, para muitos profissionais que atuam em programas de saúde e segurança, ela deve ser sempre colocada



em segundo plano. Em Higiene Industrial, os métodos técnicos de controle são prioritários aos de proteção individual. Assim, consideradas todas as demais formas de controle, e na falta de uma opção imediata melhor, recomenda-se a utilização do protetor individual, preferentemente em caráter emergencial e temporário (Fechter, 1988). Nem por isso ele deve ser implantado de forma aleatória e desordenada. Há que se cumprir um protocolo, que inclui a informação e o treinamento da população envolvida.

É importante observar que a proteção individual, quando bem indicada, e a sua utilização, bem orientada e bem monitorada, têm efeito positivo imediato. Há, porém, que se tomar o cuidado de não torná-lo o método de escolha "permanente".

### *Programas de treinamento*

Para que cada uma das ações previstas no Programa tenha êxito, ela deve ser precedida de um amplo plano de divulgação, educação e treinamento. Além disso, todo o programa precisa ser bem informado e a sua execução aprovada pelos trabalhadores. Para tanto, um grande programa de treinamento e de conscientização deve ser empreendido e repetido periodicamente.

É óbvio que a atenção principal do treinamento de um programa preventivo é direcionada ao trabalhador. Os trabalhadores devem estar bem informados sobre as razões e os requisitos do programa como um todo. O treinamento dos trabalhadores deve ser uma atividade permanente, marcada pela ênfase em um determinado aspecto, em diferentes momentos. Para serem efetivos, os programas devem ser específicos para as condições de trabalho e as necessidades preventivas do grupo em questão (Berger, 1981). Os tópicos mínimos a serem incluídos envolvem (American Occupational Medical Association- AOMA, 1987; USA. NIOSH, 1996; USA. NIOSH, 1998; Royster, Royster, 1990):

- Requisitos legais para adoção do programa.
- Efeitos do ruído sobre a audição, com maior ênfase no impacto de uma perda auditiva no dia a dia do trabalhador.
- Medidas adotadas pela empresa para a redução dos níveis de ruído (presentes ou futuros) ou de outros agentes nocivos.
- Fontes de ruído ou de outros tipos de exposição (resultados de medições, sinalização usada para indicação de risco).
- Protetores auriculares: devem-se destacar os aspectos relevantes para seleção e a adaptação aos mesmos, com exercícios práticos supervisionados.
- Audiometria: a instrução deve incluir a exposição da razão para realização do teste, a descrição deste, a interpretação e a avaliação das implicações dos resultados – deve-se deixar claro que mudanças de limiar requerem o exame da prática de trabalho e das medidas preventivas.

- Responsabilidade individual pela prevenção da perda auditiva. A discussão sobre as fontes de ruído não ocupacionais e o levantamento de sugestões para o controle da exposição a essas fontes vão contribuir para o sucesso do programa como um todo.
- Comprometimento de todos, desde a alta direção até cada um dos trabalhadores envolvidos pelo programa.

Pesquisas sobre o comportamento de adultos sugerem que é importante propiciar aos trabalhadores a percepção de que eles têm algum controle sobre a situação e que têm responsabilidade por sua saúde e segurança (Schwartz, Otto, 1987). Para isso, o programa deve demonstrar alguma flexibilidade e estimular a contrarreferência dos participantes, para que cada um evolua de acordo com as necessidades do grupo. O documento NIOSH (USA. NIOSH, 1996) discute as vantagens e as desvantagens de várias abordagens (como a recompensa ou a punição) na motivação de trabalhadores.

Apesar de a ênfase no treinamento dever ser dirigida aos trabalhadores, é importante que os envolvidos na decisão da implantação do programa, bem como com suas demandas técnicas e econômicas estejam bem informados sobre todos aspectos envolvidos no projeto (American Occupational Medical Association- AOMA, 1987).

### *Etapas relacionadas com o ambiente físico de trabalho*

#### *Identificação e classificação dos locais conforme o risco*

Para cada local de trabalho é necessário o reconhecimento e a avaliação do ruído, ou, mais do que isso, da exposição dos trabalhadores aos agentes otoagressores. Esta etapa permite, *a posteriori*, a avaliação do risco de perda auditiva e a sua classificação segundo locais, atividades ou funções. Esta atitude permitirá priorizar ações de eliminação ou de redução da exposição excessiva ao ruído, procurando atingir níveis compatíveis com a preservação da saúde ocupacional.

#### *Novos projetos e modificações*

Para todos os novos projetos e modificações que vierem a ser introduzidos na empresa, a questão do ruído deve ser levada em conta. Processos mais silenciosos, um maquinário menos ruidoso, a redução do ruído ambiental etc., devem passar a ser tópicos prioritários nas tomadas de decisão de Engenharia. O Programa deve prever ações na padronização de condutas, regras de Engenharia precisas, as exigências tecnológicas, satisfazendo novos padrões de admissibilidade para fontes de ruído, novos parâmetros para atingir a conformidade técnica etc.

#### *Estudo e implantação de projetos para o controle de riscos*

Nem sempre é possível eliminar o agente, mas sempre será possível eliminar o risco (entenda-se por risco, a pro-



bilidade de alguma coisa acontecer) de perdas auditivas. Múltiplas ações podem ser tomadas no sentido de evitar a ocorrência de novos casos de perdas auditivas ou a progressão dos que já existem. Reduzir o nível de ruído ou a concentração de produtos químicos no ambiente é sempre importante, mas saber reduzir a exposição é fundamental. Modificações de Engenharia podem ser decisivas, mas não se podem descartar alterações nas rotinas de trabalho: o reestudo da organização e de métodos, a promoção da alternância de dois ou mais grupos de trabalho e, até mesmo, a utilização parcial de protetores individuais podem ser decisivos para o controle adequado da exposição nociva.

### Vigilância ambiental

A realização de monitoramento ambiental periódico, principalmente quando ocorrerem alterações de processos, de equipamentos ou no ambiente de trabalho de uma forma geral, é de fundamental importância. Todo e qualquer acréscimo no nível de ruído do ambiente de trabalho deve ser olhado com reservas e analisado profundamente. A supervisão do local e o próprio departamento médico e de segurança devem ser notificados. Dependendo da gravidade do caso, merecerá um reestudo de Engenharia.

### Etapas de avaliação da eficácia do programa

O Programa de Prevenção de Perdas Auditivas deve passar por reavaliações periódicas, para determinar em que extensão ele está realmente atuando, se está sendo realmente eficaz e se existem problemas que precisam ser resolvidos para seu bom funcionamento.

Esta avaliação pode ser efetuada de duas maneiras:

- Conferindo a qualidade e a totalidade da execução de cada etapa do programa em separado, em auditorias periódicas.
- Analisando os resultados dos testes audiométricos, tanto individualmente, quanto por setores da empresa. Desta forma, os pontos críticos poderão ser identificados e passarão a ser alvos de medidas especiais de controle e de atuação preventiva (Bohne, 1976; Lindgren, 1987). A participação dos trabalhadores é fundamental para que o programa dê bons resultados. Da mesma forma, será importante a sua participação no processo de avaliação da eficácia do mesmo (Santos, 1994).

Para um detalhamento das alternativas de avaliação da eficácia do programa sugere-se a leitura dos dois documentos do NIOSH (USA, NIOSH, 1996; USA, NIOSH, 1998) já relacionados. Todas as verificações baseadas em medições dos efeitos produzidos sobre a saúde do trabalhador (geralmente baseadas no surgimento de novos casos ou na deterioração dos casos existentes) são secundárias e menos indicadas, mormente neste caso em que se aborda uma doença que, quando instalada, é progressiva e permanente.

### ► A eficácia das intervenções

Claramente, a perda auditiva induzida pelo ruído é perfeitamente evitável, o que não significa que ela esteja sendo, de fato, prevenida, apesar do conhecimento existente sobre as medidas preventivas “ideais” para se atingir esse objetivo. Parte do desafio envolve justamente a complexidade das medidas descritas acima, que não focam sua atenção na etapa mais importante do programa, que é a do controle da exposição na fonte ou na transmissão (Suter, Franks, 1990). Já em 1995, discutia-se a eficácia dos programas de conservação auditiva (Dobie, 1995) e, mais recentemente, duas revisões sistemáticas da literatura avaliaram o estado da arte (El Dib *et al.*, 2006; El Dib, Mathew, 2009).

Na revisão mais abrangente (Verbeek *et al.*, 2009), que incluía as estratégias não medicamentosas para o controle da exposição ao ruído, ou para a prevenção de perdas auditivas relacionadas ao trabalho, foram encontrados 21 estudos que atendiam aos critérios de elegibilidade para participação. Os principais resultados indicam que legislações que restringem o nível de ruído foram eficazes em promover a redução do problema na indústria de mineração; que militares expostos a ruído de tiro tiveram um risco significativo de perda auditiva, quando comparados com uma população não exposta, mesmo com o uso de proteção individual; que existem resultados conflitantes, indicando que alguns programas de conservação eliminam o risco, e que programas classificados como de melhor qualidade são mais eficazes do que outros, considerados de baixa qualidade.

A segunda revisão sistemática avaliou estratégias para a promoção do uso de equipamento de proteção auditiva individual (El Dib *et al.*, 2006; El Dib, Mathew, 2009), observando: que não houve diferença no sucesso alcançado por uma ação educativa ministrada através de vídeo, quando comparada a uma ação educativa ministrada por um programa de computador; que o dobro dos participantes de um programa educativo usado em uma escola vocacional, por um período de quatro anos, usava protetores auditivos, quando comparados a uma população similar que não recebera tal educação; e que uma ação educativa que usava conteúdos preparados especificamente para uma população, demonstrou um aumento no uso de protetores de 8,3%, quando comparada com um aumento de 6,1% em uma população que recebeu um treinamento mais genérico.

Existe consenso de que as iniciativas para a prevenção de perdas auditivas precisam ser mais bem implementadas e de que mais estudos sobre os efeitos de longo prazo destas intervenções são necessários.

### ► Referências

Abbate C, Giorgianni C, Munao F, Brecciaroli R. Neurotoxicity induced by exposure to toluene; an electrophysiologic study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 64: 389-92, 1993.



Agency for Toxic Substances and Disease Registry – ATSDR. Division of Health Studies: National Exposure Registry – Trichloroethylene (TCE) Subregistry- Baseline Technical Report – 1993. Washington DC: US Department of Health and Human Services, 1993.

Alexandry FG. O problema do ruído industrial e seu controle. São Paulo: Fundacentro, 1978.

American Academy of Otolaryngology on Hearing and Equilibrium. American Council of Otolaryngology Committee on the Medical Aspects of Noise. guide for the evaluation of hearing handicap. The Journal of the American Medical Association, 241: 2055-9, 1979.

American College of Occupational Medicine Noise and Hearing Conservation Committee. Occupational noise-induced hearing loss. Journal of Occupational Medicine, 31: 1989.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH. Threshold limit values and biological exposure indices 2010. Cincinnati: ACGIH.

American Occupational Medical Association – AOMA. American Occupational Medical Association's Noise and Hearing Conservation. Committee of the Council on Scientific Affairs. Guidelines for the conduct of an occupational hearing conservation program. Journal of Occupational Medicine, 29(12): 981-2, 1987.

Arslan E, Merluzzi F. Aspetti preventivi e diagnostici della ipoacusia da rumore professionale. Rivista degli Infortuni e delle Malattie Professionali (INAIL), 3: 203-17, 1992.

Astete MGW, Kitamura S. Manual prático de avaliação do barulho industrial. São Paulo: Fundacentro, 1978. 120p.

Berger EH. EARLOG monographs on hearing and hearing protection: motivating employees to wear hearing protection devices. Indianapolis: Cabot Safety Corporation, EARLOG 7, 1981.

Boetcher FA, Henderson D, Gratton MA, Danielson RW, Byrne CD. Synergistic interactions of noise and other ototraumatic agents. Ear Hearing, 8: 192-212, 1987.

Bohne B. Mechanisms of noise damage in the inner ear. In: Henderson D, Hamernick RP, Dosanjh DS, Mills JH. Effects of noise on hearing. New York: Raven Press, 1976. p.41-68.

Brasil. Ministério da Previdência e Seguro Social. OS/INSS nº 608, de 5 de agosto de 1998. Aprova norma técnica sobre perda auditiva neurossensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora de origem ocupacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 ago. 1998. Disponível em: <[http://www.oficinet.com.br/arquivos\\_links/INSS/OS608-INSS-05-08-98.pdf](http://www.oficinet.com.br/arquivos_links/INSS/OS608-INSS-05-08-98.pdf)>

Brasil. Ministério da Previdência e Seguro Social. Decreto nº 3.048, de 6 de maio de 1999. Aprova o Regulamento da Previdência Social, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 maio 1999. Republicado em 12 maio 1999. Última atualização em out. 2010. Disponível em: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/23/1999/3048.htm>>

Brasil. Ministério do Trabalho em Emprego. Portaria MTB nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jul. 1978. Disponível em: <<http://www3.dataprev.gov.br/sislex/paginas/63/mte/1978/3214.htm>>

Brasil. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no trabalho. Portaria nº 24, de 29 de dezembro de 1994 – NR-7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 dez. 1994. Seção 1, p.21.278 e 21.280. Disponível em: <[http://www3.mte.gov.br/legislacao/portarias/1994/p\\_19941229\\_24.pdf](http://www3.mte.gov.br/legislacao/portarias/1994/p_19941229_24.pdf)>

Brasil. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no trabalho. Portaria nº 25, de 29 de dezembro de 1994 – NR-9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 dez. 1994. Republicada em 15 dez. 1995. Seção 1, p.1.987-1.989. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEA44A24704C6/p\\_19941229\\_25.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEA44A24704C6/p_19941229_25.pdf)>

Brasil. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no trabalho. Portaria nº 19, de 09 de abril de 1998. Diretrizes e parâmetros mínimos para avaliação e acompanhamento da audição em trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 abr. 1998. Seção 1, p.64-66. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEEB7F30751E6/p\\_19980409\\_19.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEEB7F30751E6/p_19980409_19.pdf)>

Campo P, Loquet G, Blachère, Roure M. Toluene and styrene intoxication route in the rat cochlea. Neurotoxicology and Teratology, 21(4): 427-34, 1999.

Canlon B. The effect of acoustic trauma on the tectorial membrane, stereocilia, and hearing sensitivity; mechanisms underlying damage, recovery, and protection. Scandinavian Audiology, 27: 1-45, 1988. Supplement.

Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. Boletim nº 1: Perda auditiva induzida pelo ruído relacionada ao trabalho (14/11/1999). São Paulo, 1999.

Cóser PL. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em indivíduos portadores de perda auditiva induzida pelo ruído Tese de doutorado – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1999.

Costa EA. Classificação e quantificação das perdas auditivas em audiometrias industriais. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, 16: 35-8, 1988.

Costa EA. Estudo da correlação entre a audiometria tonal e o reconhecimento de monossílabos mascarados por fala competitiva nas perdas auditivas induzidas pelo ruído Dissertação de mestrado – Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992a.

Costa EA. Estudo comparativo entre audiometria tonal e testes de reconhecimento de fala: aplicação em Audiologia ocupacional. In: Seminário Internacional de Controle de Ruído, IV, 1992. Anais. Rio de Janeiro: SOBRAC, 1992b. p.189-92.

Costa EA. Os testes logaudiométricos e sua aplicação em audiologia ocupacional. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN (Org.). PAIR: Perda auditiva induzida pelo ruído. Porto Alegre: Bagaggen, 1997. p.223-35.

Costa EA. Desenvolvimento de teste de reconhecimento de fala, com ruído, em português do Brasil, para aplicação em audiologia ocupacional. Tese de doutorado – Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

Costa EA. Teses e dissertações brasileiras sobre a perda auditiva induzida pelo ruído ou por outros agentes otoagressores. In:



Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN. PAIR – Perda auditiva induzida pelo ruído. Rio de Janeiro: Revinter, 2000. v.2

Costa EA. Brazilian Portuguese speech material and its application on occupational audiology. *Audiology*, 40(3): 123-32, 2001.

Costa EA, Castro JC, Macedo MEG. Iris pigmentation and susceptibility to noise-induced hearing loss. *International Journal of Audiology*, 47: 115-8, 2008.

Costa EA, Kitamura S. A Tabela de Fowler e a avaliação da perda auditiva induzida pelo ruído. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, 2(1): 74-7, 2004.

Costa EA, Seligman J. A incapacidade laborativa nas perdas auditivas induzidas por ruído. In: Nudelmann AA, Seligman J. Aspectos legais e éticos em otorrinolaringologia. Porto Alegre: AGE, 2008. p.253-63.

Deus MJ. Os efeitos da exposição à música e avaliação acústica do ambiente de trabalho em professores de academia de ginástica. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

Discalzi GL, Capellaro L, Bottalo D. Auditory brainstem evoked potentials (BAEPs) in lead-exposed workers. *Neurotoxicology*, 13: 207-10, 1992.

Discalzi GL, Fabbro D, Meliga E. Effects of occupational exposure to mercury and lead on brainstem auditory evoked potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 14: 21-5, 1993.

Dobie RA. Prevention of noise-induced hearing loss. *Archives of Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 121(4): 385-91, 1995.

El Dib RP, Mathew JL. Interventions to promote the wearing of hearing protection. *Cochrane Database System Review*, 4, 7 Oct. 2009, CD005234.

El Dib RP, Verbeek J, Atallah AN, Andriolo RB, Soares BG. Interventions to promote the wearing of hearing protection. *Cochrane Database System Review*, 2, 19 Apr. 2006, CD005234. Review. Update in *Cochrane Database System Review*: 4, 2009, CD005234.

Fechter LD. A mechanistic basis for interactions between noise and chemical exposure. *Archives of Complex Environmental Studies*, 1(1): 15-22, 1989.

Fechter LD, Young JS, Carlisle L. Potentiation of noise induced threshold shifts and hair cell loss by carbon monoxide. *Hearing Research*, 34(1): 39-47, 1988.

Ferreira JRM. Perda auditiva induzida pelo ruído – PAIR: nova proposta de classificação. *Revista Distúrbios da Comunicação*, 3: 149-55, 1990.

Ferreira JRM. PAIR: Perda auditiva induzida pelo ruído, bom senso e consenso. São Paulo: VK, 1998. 121p.

Fowler EP. A simple method of measuring percentage of capacity for hearing speech. *Archives of Otolaryngology – Head and neck surgery*, 36: 874-90, 1942.

Franks JR., Morata TC. Ototoxic effects of chemicals alone or in concert with noise: a review of human studies. In: Axelsson A, Borchgrevink HM, Hamernik RP, Hellström PA, Henderson D, Salvi R (Ed.). Scientific basis of noise-induced hearing loss. New York: Thieme, 1996. 472p.

Franks JR, Davis RR, Krieg EF. Analysis of a hearing conservation program database: factors other than workplace noise. *Ear and Hearing*, 10(5): 273-80, 1989.

Gagne JP. What is treatment evaluation research? What is its relationship to the goals of audiological rehabilitation? Who are the stakeholders of this type of research? *Ear and Hearing*, 21: 60S-73S, 2000. 4 Supplements.

Gerges SNY. Ruído: fundamentos e controle. Florianópolis: SNY Gerges, 1992. 600p.

Gerges SNY. Protetores auditivos. Florianópolis: NR Consultoria e Treinamento, 2003.

Glorig A. Noise: past, present and future. *Ear and Hearing*, 1980. p.4-18.

Glorig A. Compensation for industrial hearing loss: the practice in the United States. In: Beagley HA. *Audiology and audiological medicine*. Oxford: Oxford UP, 1981. p.861-79.

Gobbato LHFG, Costa EA, Sampaio MH, Gobbato Jr. FM. Estudo do efeito aprendizagem em exames audiométricos sequenciais de trabalhadores de indústria metalúrgica e suas implicações nos programas de conservação auditiva. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 70(4): 540-4, 2004.

Haider M, Kundi M, Groll-Knapp E, Koller M. Interactions between noise and air pollution. *Environment International*, 16: 593-601, 1990.

Hétu R, Getty L, Quoc HT. Impact of occupational hearing loss on the lives of workers. *Occupational Medicine*, 10(3): 495-512, 1995.

Hétu R, Phaneuf R, Marien C. Non-acoustic environmental factor influences on occupational hearing impairment: a preliminary discussion paper. *Canadian Acoustics*, 15(1): 17-31, 1987.

International Organization for Standardization. ISO R226: Normal equal loudness contours for pure tones and normal threshold of hearing under free-field estimating conditions. Geneva: International Organization for Standardization, 1961.

International Organization for Standardization. ISO 8253-1: Acoustics – Audiometric test methods, Part 1: basic pure tone air and bone conduction threshold audiometry. Geneva: International Organization for Standardization, 1989.

Jacob LCB. Efeitos da exposição simultânea ao chumbo e ao ruído sobre o sistema nervoso auditivo central em trabalhadores de uma fábrica de baterias. Tese de doutorado – Universidade de São Paulo, Bauru, 2000.

Jacobsen P, Hein HO, Suadicani P. Mixed solvent exposure and hearing impairment: an epidemiological study of 3284 men. The Copenhagen male study. *Journal of Occupational Medicine*, 43(4): 180-4, 1993.

Johnson A-C. The ototoxic effect of toluene and the influence of noise, acetylsalicylic acid or genotype, a study in rats and mice. *Scandinavian Audiology Supplementum*, 39: 1-40, 1994.

Jorge Jr. JJ. Avaliação dos limiares auditivos de jovens e sua relação com hábitos de exposição à música eletronicamente amplificada. Tese de doutorado – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

Kitamura S, Campoy MG. Contribuição ao estudo da audiometria normal: os exames audiométricos pré-admissionais. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 18: 46-9, 1990.

Klockhoff I, Drettner B, Hagelin KW, Lindholm L. A method for computerized classification of pure tone screening audiometry



results in noise-exposed groups. *Acta Oto-Laryngologica*, 75: 339-40, 1973.

Kujawa SG, Liberman MC. Acceleration of age-related hearing loss by early noise exposure: evidence of a misspent youth. *The Journal of Neuroscience*, 26(7): 2115-23, 2006.

Kujawa SG, Liberman MC. Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after "temporary" noise-induced hearing loss. *The Journal of Neuroscience*, 29(45): 14077-85, 2009.

Lafon JC. Measurement of hearing level in occupational noise-induced hearing loss. *Audiology*, 20: 79-85, 1981.

Iataye R, Campo P, Loquet G. Combined effects of noise and styrene exposure on hearing function in the rat. *Hearing Research*, 139: 86-96, 2000.

Leigh J, Macaskill P, Kuosma E, Mandryk J. Global burden of disease and injury due to occupational factors. *Epidemiology*, 10(5): 626-31, 1999.

Lindgren F. Clinical investigations of noise-induced temporary hearing loss. Tese de doutorado – University of Göteborg, Göteborg, 1987.

Man A, Naggan L, Bergman M. Classification of the severity of acoustic trauma based on pure tone threshold audiometry. *Acta Oto-Laryngologica*, 92: 25-31, 1981.

Mangabeira-Albernaz PL. Exame da função auditiva. In: Mangabeira-Albernaz P. *Otorrinolaringologia prática*. 10a ed. São Paulo: Sarvier, 1981. p.14-30.

Marcon SI. Estudo da alteração temporária do limiar auditivo em jovens do sexo feminino da cidade de Farroupilha (RS). Dissertação de mestrado – Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 1999.

Mendes MH, Morata TC. Exposição profissional à música: uma revisão. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 12(1): 63-9, 2007.

Merluzzi F, Parigi G, Cornacchia L, Terrana T. Metodologia di esecuzione del controllo dell'udito dei lavoratori esposti a rumore. *Nuovo Archivio Italiano di Otolologia Rinologia e Laringologia*, 7: 695-712, 1979.

Miranda CR, Dias CR. Trios elétricos e efeitos: a perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de bandas musicais na Bahia. *Proteção*, 52-60, fevereiro de 1998.

Mocellin L. Profilaxia dos traumatismos sonoros na surdez profissional. Tese para concurso à livre docência da cadeira de Clínica otorrinolaringológica da Faculdade de Medicina da Universidade do Paraná, Curitiba, 1951.

Möller C, Ödkvist LM, Thell J, Larsby B, Hydén D, Bergholtz LM, Tham R. Otoneurological findings in psycho-organic syndrome caused by industrial solvent exposure. *Acta Oto-Laryngologica*, 107: 5-12, 1989.

Morata TC. Saúde do trabalhador: estudo sobre a exposição simultânea a ruído e dissulfeto de carbono. Dissertação de mestrado – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1986.

Morata TC, Lemasters GK. Epidemiologic considerations in the evaluation of occupational hearing loss. In: Morata TC, Dunn DE. (Ed.). *Occupational hearing loss*, *Occupational Medicine: State of the art reviews*, 10(3): 641-56, 1995.

Morata TC, Dunn DE, Kretschmer LW, Lemasters GK, Keith RW. Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 19: 245-54, 1993.

Morata TC, Engel T, Durão A, Costa TRS, Krieg E, Dunn DE, Lozano MA. Hearing loss from combined exposures among petroleum refinery workers. *Scandinavian Audiology*, 26: 141-9, 1997a.

Morata TC, Fiorini AC, Fischer FM, Colacioppo S, Wallingford KM, Krieg E, Dunn DE, Gozzoli L, Padrao MA, Cesar C. Toluene-induced hearing loss among rotogravure printing workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 23: 289-98, 1997b.

Mosci AS. Perfícias médicas relacionadas com o trabalho. In: Epiphany EB, Vilela JRPX. *Perfícias médicas; teoria e prática*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. p.268-82.

Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *American Journal of Industrial Medicine*, 48(6): 446-58, 2005.

Neves-Pinto RM, Monteiro ARC, Seligman J. Perda auditiva induzida pelo ruído; revisão das publicações por brasileiros no período de 1938-1970. *Folha Médica*, 114: 47-62, 1997. Suplemento 2.

Nicola JH, Nicola EM. D. A física do som. In: Campos CAH, Costa HOO (Ed.). *Tratado de otorrinolaringologia*. São Paulo: Roca, 2005, p.45-60.

Nudelmänn AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN (Org.). PAIR: Perda auditiva induzida pelo ruído. Porto Alegre: Bagaggen, 1997. 297p.

Nudelmänn AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN. PAIR: Perda auditiva induzida pelo ruído. Rio de Janeiro: Revinter, 2000. v.2.

Occupational Safety and Health Administration – OSHA. Proposed OSHA occupational noise exposure standard. Washington, DC: OSHA, 1974. (Federal Register, 39(207)

Ödkvist LM, Bergholtz LM, Åhlfeldt H. Otoneurological and audiological findings in workers exposed to industrial solvents. *Acta Oto-Laryngologica*, 386: 249-51. 1982. Supplement.

Ödkvist LM, Arlinger SD, Edling C, Larsby B, Bergholtz LM. Audiological and vestibulo-oculo-motor to findings in workers exposed to solvents and jet-fuel. *Scandinavian Audiology*, 16(2): 75-84, 1987.

Ogido R, Costa EA, Machado HC. Prevalência de sintomas auditivos e vestibulares em trabalhadores expostos a ruído ocupacional. *Revista de Saúde Pública*, 43(2): 377-80, 2009.

Oliveira JAA. Fisiologia clínica da audição – cóclea ativa. In: Nudelmänn AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN (Org.). PAIR: Perda auditiva induzida pelo ruído. Porto Alegre: Bagaggen, 1997. p.101-42.

Oliveira JAA. Prevenção e proteção quanto à perda auditiva induzida pelo ruído. In: Nudelmänn AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN. PAIR: Perda auditiva induzida pelo ruído. Rio de Janeiro: Revinter; 2000. v.2.



Organização Mundial da Saúde. Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde – CIF. São Paulo: Edusp, 2003. 325p.

Pereira CA. Surdez profissional em trabalhadores metalúrgicos: estudo epidemiológico em uma indústria da Grande São Paulo. Dissertação de mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

Pereira CA. Surdez profissional: caracterização e encaminhamento. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 17: 43-54, 1989.

Phaneuf MS, Héty R. An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. *Journal of Otolaryngology: Head and Neck Surgery*, 19: 31-40, 1990.

Pryor GT, Dickinson J, Feeney E. Hearing loss in rats first exposed to toluene as weanlings or as young adults. *Neurobehavioral Toxicology and Teratology*, 6(2): 111-9, 1984.

Rentzsch M, Prescher W, Tolksdorf M. New models, methods of evaluation and design solutions for combined load and strain. *Archives of Complex Environmental Studies*, 4(3): 55-63, 1992.

Royster JD, Royster LH. Hearing conservation programs: practical guidelines for success. Chelsea, MI: Lewis Publishers, 1990. p.73-5.

Russo ICP. Acústica e psicoacústica aplicados à fonoaudiologia. São Paulo: Lovise, 1993. 178p.

Russo ICP, Behlau M. Percepção da fala: análise acústica. São Paulo: Lovise, 1993. 57p.

Russo ICP, Santos TMM. Prática da audiologia clínica. São Paulo: Cortez, 2005. 375p.

Sanchez TG, Zonato AI, Bittar RSM, Bento RF. Controvérsias sobre a fisiologia do zumbido. *Arquivos da Fundação Otorrinolaringologia*, 1: 2-8, 1997.

Santino E, Couto HA. Guia prático: audiometrias ocupacionais. Belo Horizonte: Ergo, 1995. 115p.

Santos UP (Org.). Ruído: riscos e prevenção. São Paulo: Hucitec, 1994. 157p.

Sataloff RT. The 4,000-Hz audiometric dip. *Ear, Nose and Throat Journal*, 59: 24-32, 1980.

Schochat E. Percepção de fala entre indivíduos portadores de perda auditiva induzida pelo ruído. Dissertação de mestrado- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

Schochat E. Percepção de fala: presbiacusia e perda auditiva induzida pelo ruído. Tese de doutorado -Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

Schochat E. Processamento auditivo. São Paulo: Lovise, 1996. 142p.

Schwartz J, Otto D. Blood lead, hearing thresholds, and neurobehavioral development in children and youth. *Archives of Environmental Health*, 42: 153-60, 1987.

Seballos SL. Condição auditiva de praticantes de tiro com arma de fogo. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.

Sebastián G. Audiología práctica. 5ª ed. Buenos Aires: Panamericana, 1999. p.11-24.

Slepecky N. Overview of mechanical damage to the inner ear: noise as a tool to probe cochlear function. *Hearing Research*, 22: 307-21, 1986.

Sociedade Brasileira de Anatomia. Nomenclatura anatômica. Tradução brasileira da PNA. *Arquivos de Cirurgia Clínica e Experimental*, 24(3/4): 1-11, 1961.

Souza MT. Efeitos auditivos provocados pela interação entre ruído e solventes: uma alternativa em Audiologia, voltada à saúde do trabalhador. Dissertação de mestrado – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1994.

Spoendlin H. Innervation densities of the cochlea. *Acta Otolaryngologica*, 73: 235-48, 1972.

Stenfelt S, Goode RL. Bone-conducted sound: physiological and clinical aspects. *Otology & Neurotology*, 26: 1245-61, 2005.

Suter AH, Franks JR (Ed.). A practical guide to effective hearing conservation programs in the workplace. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health, 1990. 56p. (Department of Health and Human Services – DHHS-NIOSH Publication nº 90-120)

Teixeira CF. Exposição ocupacional aos inseticidas e seus efeitos na audição: a situação dos agentes de saúde pública que atuam em programas de controle de endemias vetoriais em Pernambuco. Dissertação de mestrado – Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2000.

Tempest W. The assessment of hearing handicap. *Journal of the Society of Occupational Medicine*, 27: 134-7, 1977.

Thomas WG. Clinical assessment of auditory dysfunction. In: Hayes AW. Toxicology of the eye, ear and other special senses. New York: Raven Press, 1985.

USA. National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH. Preventing occupational hearing loss – A Practical Guide, 1996, p.96-110. Editores: Franks JR, Stephenson M, Merry C. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/96-110/>

USA. National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for a Recommended Standard – Occupational Noise Exposure. Revised Criteria 1998, 1998, p.98-126. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/>

Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler W, Sorgdrager B. Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss. *Cochrane Database System Review*, 8(3), Jul. 2009, CD006396.

Ward WD. Endogenous factors related to susceptibility to damage from noise. In: Morata TC, Dunn DE (Ed.). Occupational hearing loss. *Occupational Medicine: State of the art reviews*, 10(3): 561-75, 1995.

World Health Organization – WHO. International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps. Geneva: World Health Organization, 1980. 256p.

World Health Organization – WHO. International Classification of Functioning, Disability and Health – ICF. Geneva: World Health Organization, 2001. 228p. [Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde, São Paulo: Edusp, 2003, 327p. [www.usp.br/edusp](http://www.usp.br/edusp)]

Zlotnik J. Aspectos do ruído industrial em Curitiba. Tese de doutorado – Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1976.

Introdução  
Nomenclatura  
Avaliação  
História  
Análise  
Exame  
Exame  
Nosologia  
Problemas  
Problemas  
Problemas  
Diagnóstico  
Bibliografia



**3ª Edição**

# **Patologia**

## **DO TRABALHO**

**René Mendes**

 **Atheneu**

**2**



# Patologia do Trabalho

3ª edição

**René Mendes (Organizador)**

Médico especialista em Saúde Pública e em Medicina do Trabalho. Mestre, Doutor e Livre-docente em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo.

Professor Titular do Departamento de Medicina Preventiva e Social da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG (aposentado). Foi Presidente da Associação Nacional de Medicina do Trabalho – ANAMT, 2001-2004, 2004-2007. Membro Honorário da Comissão Internacional de Saúde Ocupacional (ICOH). Consultor.

2

 **Atheneu**



EDITORA ATHENEU

São Paulo Rua Jesuino Pascoal, 30  
Tel.: (11) 2858-8750  
Fax: (11) 2858-8766  
E-mail: [atheneu@atheneu.com.br](mailto:atheneu@atheneu.com.br)

Rio de Janeiro Rua Bambina, 74  
Tel.: (21) 3094-1295  
Fax: (21) 3094-1284  
E-mail: [atheneu@atheneu.com.br](mailto:atheneu@atheneu.com.br)

Belo Horizonte Rua Domingos Vieira, 319, conj. 1.104

PRODUÇÃO EDITORIAL: Sandra Regina Santana

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Patologia do trabalho/René Mendes, (organizador). – 3. ed. – São Paulo: Editora Atheneu, 2013.

Bibliografia  
Vários colaboradores.  
ISBN 978-85-388-0375-1

1. Doenças profissionais 2. Medicina do trabalho 3. Saúde pública 4. Serviços de saúde ocupacional 5. Trabalho e classes trabalhadoras – Doenças 6. Trabalho e classes trabalhadoras – Cuidados médicos I. Mendes, René, 1945-.

13-04386

CDD-616.9803  
NLM-WA 400

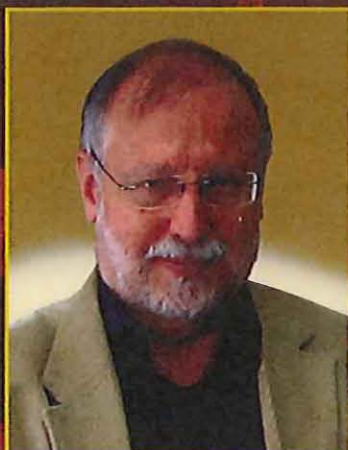
Índices para catálogo sistemático:

1. Patologia do trabalho : Medicina 616.9803
2. Trabalho : Patologia : Medicina 616.9803

MENDES R.  
*Patologia do Trabalho*

©Direitos reservados à Editora ATHENEU — São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, 2013





**René Mendes**

**P**atologia do Trabalho surge em sua 3ª inédita edição, integralmente revista, atualizada e ampliada. Sua base didática mantém a mesma e vitoriosa estrutura da 2ª edição:

<b>PARTE A</b>	<b>Bases Históricas e Conceituais. Ferramentas de Abordagem e de Análise</b>
<b>PARTE B</b>	<b>Principais Perigos e Riscos do(na) Trabalho</b>
<b>PARTE C</b>	<b>Estudo da Patologia do Trabalho, Sistematizado segundo os Grupos da CID-10</b>
<b>PARTE D</b>	<b>A Promoção da Saúde e a Prevenção do Adoecimento Relacionado com o Trabalho</b>

O livro apresenta (1) Organizador Editorial, (104) Colaboradores, (4) Partes, (58) Capítulos, (1) Posfácio, (1.950) páginas, (2) volumes.

É, sem sombra de dúvida, a maior obra brasileira sobre o assunto e quiçá no exterior, motivo de orgulho para os seus Colaboradores e, por extensão, para os especialistas em Medicina do Trabalho e outros profissionais que atuam no campo da Saúde do Trabalhador, e que bem atesta o alto grau de maturidade alcançado por esses conhecimentos em nosso país.

Torna-se valioso acrescentar alguns comentários expendidos pelo Organizador Editorial, Professor René Mendes, em seu Prefácio à 3ª edição:

*“todos os blocos foram revistos, atualizados e ampliados, na tentativa de acompanhar a evolução em todas as frentes: novas e mais refinadas ferramentas de trabalho e de análise; a introdução de perigos e riscos, se não rigorosamente novos, apenas mais recentemente admitidos e reconhecidos como tal; doenças e agravos à saúde não necessariamente novos na sua existência, mas reconhecidos na categoria de “relacionados com o trabalho” há relativamente pouco tempo e, por último, o resgate, a valorização e a visibilidade dadas a abordagens e estratégias mais ampliadas e diversificadas, destinadas a promover a saúde e, principalmente, a prevenir, controlar e, na medida do possível, eliminar a Patologia do Trabalho”.*

**Patologia do Trabalho**, 3ª edição, continuará, assim, o seu vitorioso percurso para a melhor qualificação profissional de seus leitores, para a melhoria dos ambientes e condições de trabalho, e – o mais importante – a promoção e proteção da saúde do trabalhador brasileiro.

ISBN: 978-85-388-0375-1

