

História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído

S. I. C. DE ALMEIDA, P. L. M. ALBERNAZ, P. A. ZAIA, O. G. XAVIER, E. H. I. KARAZAWA

Divisão de Segurança e Saúde do Trabalhador DRT/SP; Departamento de Otorrinolaringologia e Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, Serviço Médico de Saúde do Trabalhador do Sesi, São Paulo, SP.

RESUMO - OBJETIVO. Analisar as características clínicas e audiométricas da disacusia sensorio-neural ocupacional por ruído de acordo com a faixa etária e o tempo de exposição em anos.

MÉTODO. Foram estudados retrospectivamente 222 pacientes portadores de disacusia sensorio-neural ocupacional decorrente da exposição ao ruído no ambiente de trabalho, correlacionando-se as queixas clínicas auditivas, alterações de limiar audiométrico nas frequências de 250Hz a 8000Hz, índices de discriminação vocal com a faixa etária e o tempo de exposição. Como grupo controle, utilizou-se os limiares audiométricos de uma população de mesma média etária, sem antecedentes morbidos de doença auditiva, conforme preconiza a norma ISO 1999 (1990). O grupo foi dividido em subgrupos, tendo-se analisado três décadas de exposição.

RESULTADOS. Verificamos que a queixa clínica de hipoacusia aumenta de acordo com a faixa etária e o tempo de exposição, enquanto que a frequência da queixa *tinnitus* mantém-se constante. Os Limiares

audiométricos na segunda década de exposição apresentam variações que dependem da faixa etária analisada. As várias curvas audiométricas realizadas são paralelas entre si, mas não-horizontais, sendo que os piores limiares foram encontrados nas frequências agudas de 3000Hz a 8000Hz, como consequência clínica e fisiopatológica do acometimento mais acentuado das áreas basais da cóclea. A discriminação vocal também mostrou-se pior de acordo com o aumento das faixa etária e do tempo de exposição.

CONCLUSÃO. Indivíduos portadores de disacusia sensorio-neural por ruído ocupacional apresentam alterações audiométricas, características que variam de acordo com a faixa etária e o tempo de exposição. Estas características definidas e resumidas nas curvas audiométricas obtidas podem constituir padrão de comparação, avaliação e controle de outras populações também expostas.

UNITERMOS: Perda auditiva por ruído. Hipoacusia. Epidemiologia.

INTRODUÇÃO

O som é um agente físico resultante da vibração de moléculas do ar e que se transmite como uma onda longitudinal. É, portanto, uma forma de energia mecânica (WHO, 1980)¹.

O receptor periférico sensível a esta forma de energia, captando-a e transformando-a em impulso elétrico nervoso é o ouvido.

O aparelho auditivo humano consegue detectar variações de pressão do ar numa faixa de 0,00002 a 200 Newton/m² no limiar de audibilidade de frequências que é de 16 a 20.000 Hz. Portanto, nem toda onda sonora evoca a sensação auditiva.

Ruído é uma palavra derivada do latim *rugitu* que significa estrondo. Acusticamente é constituído por várias ondas sonoras com relação de amplitude e fase distribuídas anarquicamente, provocando uma sensação desagradável, diferente da música.

O ruído pode ser contínuo, ou seja, não há variação do nível de pressão sonora nem do espectro sonoro; de impacto ou impulsivo que são ruídos de alta energia

e que duram menos de 1 segundo (ISO 1973a)².

A mensuração do ruído pode ser realizada através de dosímetros. Estes aparelhos estimam o nível equivalente de energia (Leq) que atinge o indivíduo durante o período de medição que poderá variar de minutos até a jornada de trabalho integral.

Apesar das variações, através de estudos populacionais preliminares, sabe-se que o ruído industrial apresenta níveis médios de exposição de 90 dB Leq 8h com desvio de ± 5 dB (Hetu, Quoc, Duguay, 1990)³, constituindo este um parâmetro para realizar-se projeções.

Embora a disacusia sensorio-neural ocupacional por ruído seja uma doença de alta prevalência nos países industrializados, incluindo-se o Brasil, os estudos sobre a sua história natural são escassos, principalmente em nosso meio.

Tanto nos Estados Unidos quanto na Europa, estes trabalhos receberam grande incentivo devido ao alto custo social e econômico que passaram a acarretar às indústrias na década de 40, devido aos constantes processos judiciais e indenizatórios.

A partir dessa época, fatores de prevenção do problema, assim como os fatores de risco, passaram a ser alvos de estudos clínicos e experimentais em todo o mundo. Pesquisam-se períodos de exposições diários e níveis sonoros seguros para o não desencadeamento da lesão auditiva.

Embora a doença atinja proporções endêmicas em nosso meio industrial, os estudos são escassos fazendo com que importemos o conhecimento sobre a prevenção e evolução da lesão nos trabalhadores brasileiros.

Revisando conceitos históricos sobre a doença, procuraremos citar a evolução do conhecimento científico no último século sobre o assunto os quais exerceram repercussões sobre as modificações das Leis e Normas que regulamentam as consequências sociais da doença.

REVISÃO DE LITERATURA

Os trabalhos científicos publicados até 1890 faziam descrições e observações apenas clínicas; pioneiramente, Habermann (1890)⁴ descreveu os achados anátomo-patológicos detectados na cóclea e nervo coclear de caldeireiros. Verificou a característica das degenerações das células situadas na porção basal da cóclea.

Wittmack (1907)⁵, foi o precursor dos estudos experimentais realizados com animais em laboratórios. Este autor descreveu a exposição de cobaias a ruídos breves e de alto nível de pressão sonora, estudando o resultado histopatológico.

Fowler (1928)⁶ marcou o início das investigações com a utilização do audiômetro. Originou-se de seus estudos, a famosa Tabela de Fowler, adotada em nossa Legislação Trabalhista com a Portaria 3214 de 8/6/78.

Temkin (1933)⁷ sugere a existência histofisiológica de uma zona de audibilidade situada na cóclea mais suscetível à ação do ruído.

Bunch (1937)⁸ realiza um estudo no qual define as características auditivas e clínicas das discusias induzidas pelo ruído em trabalhadores. Destaca a natureza insidiosa do problema e a característica da lesão que acomete mais gravemente a frequência de 4000 Hz e a sua tendência de evolução atingindo outras frequências circunvizinhas.

Observa que os limiares tendem a recuperar-se na frequência de 8000 Hz. Verifica que as frequências graves, como 500 Hz, não são afetadas e, quando ocorre tal fenômeno, a gravidade nunca atinge os níveis de 4000 Hz. Conclui salientando sobre a necessidade de outros estudos referentes ao problema devido às implicações médico-legais que desencadeia, a fim de que o trabalhador receba um justo amparo legal e não se submeta apenas ao empirismo de advogados ou do empregador.

Este estudo marcou o final da década de 1930 nos Estados Unidos e é o reflexo da inquietação dos meios científicos, jurídicos e sindicais da época em relação à prevenção da doença.

Larsen (1946)⁹ atribui a um mecanismo de comprometimento da vascularização a lesão em 4000 Hz.

Almeida (1950)¹⁰ fez um mapeamento de risco nos escritórios da estrada de Ferro Sorocabana e, menciona não apenas a lesão auditiva advinda da exposição ao ruído, mas destaca os efeitos estressantes deste agente. Correlaciona este fator com o absenteísmo na empresa.

Mocellin (1951)¹¹ estuda vários casos de trabalhadores metalúrgicos expostos ao ruído e os analisa sob o aspecto clínico e auditivo. Não se limita à constatação da lesão, mas preocupa-se em algum tipo de prevenção do dano. Testa o uso de algodão vaselinado que é introduzido no conduto auditivo externo dos trabalhadores durante a jornada de trabalho e retesta-os audiometricamente após seis dias do uso, concluindo que houve melhora dos limiares.

Observa, também, que a legislação pertinente é de extrema importância, pois constitui forma de conscientização de trabalhadores e empregadores.

Suas conclusões evidenciam e refletem o problema epidemiológico que então se instalava em nosso meio. Dentre elas, a observação da alta incidência da doença em sua cidade; coloca a profilaxia do problema em primeira ordem e a necessidade de autoridades governamentais criarem um órgão técnico "a fim de pesquisar e prevenir a referida hipoacusia". Conclui ainda sobre a possível validade do uso de protetores auriculares durante a jornada. Solicita a atualização legislativa específica para proteção deste "sentido fundamental para a vida de relação".

A American Medical Association AMA (Council on Physical Medicine-1947)¹² atribuiu porcentagens de importância as frequências 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz com 15%, 30%, 40% e 15% respectivamente, para que o cálculo da incapacidade auditiva fosse realizado levando-se em consideração o comprometimento social da recepção da fala.

A American Medical Association (Council on Physical Medicine and Rehabilitation-1955)¹³ determina os princípios de avaliação das perdas auditivas, mas não define fórmulas.

Gravendeel & Plomp (1959)¹⁴ explicam a origem do termo C⁵, declive que se origina do 5º diapasão de teste e melhora com o teste de 2000 Hz e 8000 Hz. Estes autores indagam sobre a localização da lesão e sugerem que a perda maior possa ocorrer entre 2000 Hz e 4000 Hz ou entre 4000 Hz e 8000 Hz. Ao verificarem 288 declives e fazer a distribuição gráfica destes, observam que há concentração de maiores perdas em 6000 Hz. Não é realizada comparação com faixas etárias semelhantes, ignorando-se,

neste trabalho, o efeito da presbiacusia.

Harris, Haines, Myers (1960)¹⁵ destacam a importância dos limiars em 3000 Hz para compreensão da fala cotidiana.

O Committee on Medical Rating of Physical Impairment (1961)¹⁶ da AMA define a nova fórmula de avaliação das incapacitações incluindo apenas os limiars das frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz.

Waal & Holland (1961)¹⁷ estudaram 117 trabalhadores metalúrgicos sendo que 107 deles apresentavam desvios de limiars de 15 dB ou mais nas frequências de 1000 Hz a 8000 Hz. Verificaram que 69% dos desvios permanentes de limiar estavam concentrados entre 3000 Hz e 6000 Hz.

Glorig, Ward, Nixon (1961)¹⁸ realizaram um estudo retrospectivo no qual foi verificada a evolução dos limiars em pelo menos três décadas de exposição comparativamente a uma população controle não exposta.

Observaram que o maior contingente de perdas instalam-se nos primeiros cinco anos de exposição e atingiram a frequência de 4000 Hz principalmente. Com o passar dos anos, a lesão nesta frequência não evolui tão rapidamente e as outras frequências passam, então, a manifestar maior deterioração. Quando o ruído ambiental atinge níveis de pressão sonora mais intensos, o processo todo é acelerado. Isto é válido para os níveis de pressão sonora maiores que 90 dB.

Taylor *et al.* (1964)¹⁹ estudaram 251 trabalhadores aposentados que durante a sua vida ocupacional estiveram expostos a níveis de 99 a 102 dB SPL. Verificou deterioração da audição nos primeiros 10 a 15 anos de exposição seguidos por um período de 10 anos no qual a lesão atribuída ao ruído é pouco significativa, embora entre 20 e 25 anos de exposição sejam observadas degenerações dos limiars que atingem a frequência de 2000 Hz.

Atherley, Noble, Sugden (1967)²⁰ estudaram metalúrgicos de fundição de ferro, bronze e manganês. Os limiars dos trabalhadores em 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz e 6000 Hz é de 15 a 35 dB maiores que o dos outros grupos não expostos.

Marone (1968)²¹ realizou um estudo de revisão das disacusias ocupacionais, incluindo o trauma acústico ocupacional e a disacusia neuro-sensorial ocupacional por ruído.

Este autor disserta sobre as características da lesão audiométrica e clínica e propõe o uso da Tabela de Fowler como critério de avaliação da perda incapacitante funcionalmente.

Este trabalho exerceu grande influência em nosso meio, sendo adotado pelo Ministério do Trabalho, em 1978, os critérios de Fowler.

Atualmente, a Tabela de Fowler, que já foi utilizada nos Estados Unidos, apresenta apenas valor histórico.

Ward (1969)²² realiza um estudo sobre a evolução

auditiva de trabalhadores expostos ao ruído e verifica que a perda traduz-se por comprometimento predominante da frequência de 4000 Hz embora verifique lesões máximas individuais isoladas em 3000 Hz e 6000 Hz. Observa que com a evolução, o processo atinge as frequências mais graves.

Miller (1972)²³ observa, num estudo retrospectivo, que grupos de trabalhadores com diferentes períodos de exposição ao ruído em anos apresentam perdas mais proeminentes em 4000 Hz.

Estas alterações iniciais não seriam detectadas pelo próprio indivíduo. Com o aumento do tempo de exposição, outras frequências seriam envolvidas incluindo 500 Hz a 3000 Hz com consequências danosas para a recepção da fala.

Clark & Bohne (1978)²⁴ expõem cricetos por 9 ou 18 dias a um ruído com bandas de oitavas centradas em 500 Hz com 95 dB SPL. Após este período, realizam avaliação histológica das células cocleares correlacionando os achados com a audiometria condicionada destes animais. Estes autores questionam postulados anteriores sobre a presença de uma curva assintótica indicando que a orelha encontra-se em estado de "equilíbrio" após um período de perda auditiva audiométrica rápida.

Observam que com o aumento do período de exposição de 9 para 18 dias, aumenta a probabilidade de lesão na região das altas frequências cocleares e também há tendência ao aumento da severidade das lesões, enquanto que o dano celular às regiões apicais mantém-se constante.

Porém, não é constatada correlação entre o dano celular observado e a sua manifestação auditiva.

Embora os dados audiométricos sugerissem a existência de um "estado de equilíbrio", histologicamente não é observada a preservação celular, verificando-se a evolução da destruição de células cilicadas.

Constata-se também que, apesar de a energia sonora concentrar-se nas baixas frequências, as perdas permanentes ocorrem em altas frequências, fato este atribuído à conformação do meato acústico externo humano e à sua ressonância, que favorece uma concentração de energia de cerca de 15 dB em 4 KHz em relação as outras frequências.

Concluem que é possível haver perda de células ciliadas externas de cerca de 20% na região apical sem afetar os limiars para os tons de baixas frequências; há perda audiométrica para altas frequências mesmo quando as lesões basais são pouco proeminentes e o declive em 4 KHz foi produzido em cricetos com a exposição ao ruído de baixas frequências. Este mesmo declive, que aparece em humanos, não é peculiar à exposição ao ruído.

Verificam que o audiograma simples e convencional pode não avaliar toda a condição de lesão celular da orelha interna.

Pereira (1978)²⁵ realiza um estudo epidemiológico em trabalhadores metalúrgicos. Propõe uma classificação da lesão em conformidade com o nível dos limiares. Observa que a prevalência de perda auditiva naquele grupo de trabalhadores era de 53,1%.

Portaria 3214 de 8/6/78 do Ministério do Trabalho-Brasil (1978)²⁶ constitui um enorme avanço para a prevenção das doenças ocupacionais, incluindo as disacusias sensorioneurais ocupacionais por ruído.

Esta Portaria, através da Norma Regulamentadora nº 7, estabelece a obrigatoriedade dos exames audiométricos admissionais, periódicos e demissionais sempre que o ambiente de trabalho apresentar níveis de pressão sonora superiores a 85 dBA em 8 horas de exposição.

Estabelece limites de exposição e diferencia ruídos contínuos e impulsivos.

Em sua Norma Regulamentadora nº 15 define também os critérios ambientais que caracterizam o trabalho considerado insalubre por exposição ao ruído.

Council on Scientific Affairs da AMA, (1979)²⁷ inclui na avaliação da incapacidade auditiva a análise da frequência de 3000 Hz.

Environmental Health Criteria 12 - WHO (1980)¹ congrega estudiosos de todo o mundo para discussão e publicação dos efeitos lesivos do ruído ambiental, incluindo o ambiente do trabalho, na saúde do Homem.

Conclui que os governos devem adotar legislações modernas e, visto que se trata de um grave problema de saúde pública, alertar e orientar as comunidades.

Atherley & Johnston (1983)²⁸ consideram a disacusia por ruído como a doença ocupacional mais comum e questionam a validade da audiometria convencional para avaliar e classificar as lesões decorrentes desta doença.

Alberti (1982)²⁹ considera a disacusia por ruído endêmica em várias partes do mundo e relata um caso onde, além da exposição ao ruído, há várias outras causas concomitantes de perda auditiva. Descreve a experiência da Seguridade Social em Ontário. Observa em sua casuística que 65% dos expostos apresentam história positiva de tinnitus além da perda auditiva.

Almeida (1985)³⁰ estuda um caso de lesão auditiva de um trabalhador sob o aspecto clínico, procurando revelar fatores concomitantes que pudessem interferir com o ruído, abordando também os aspectos médicos-legais.

A autora estabelece a relação entre o ambiente ruidoso e a surdez; e entre a intensidade do ruído e a lesão, definindo-a como sensorioneural e bilateral. Conclui que na avaliação através do método de Fowler, o prejuízo auditivo mostra-se pouco significativo. Realiza propostas de controle audiométrico mesmo após a interrupção da exposição. Alerta que a detecção auditiva de desvios temporários de limiares podem representar um sinal precoce da suscetibilidade in-

dividual de exposição ao ambiente ruidoso.

Cavalcanti, Rezende de Almeida, Butugan (1985)³¹ realizam um levantamento clínico numa indústria metalúrgica; examinam 123 trabalhadores com faixa etária entre 18 e 58 anos e tempo de exposição de 4 meses a 24 anos. Observaram que 82 trabalhadores (66,66%) apresentam disacusia sensorioneural ocupacional por ruído. Além das perdas auditivas, verificaram que 72 (47,05%) tinham queixa clínica de tinnitus.

Na casuística, a lesão predomina entre as frequências de 3000 Hz a 6000 Hz.

Axelsson & Hamernik (1987)³² fazem uma revisão de 52 casos de trauma acústico ocupacional, nos quais há concomitância das duas entidades clínicas da doença: a forma crônica de exposição ao ruído e a aguda. Destacam que o problema é pouco conhecido tanto pelos trabalhadores quanto pelos otorrinolaringologistas. Relatam o problema dos militares que estão constantemente expostos ao ruído impulsivo das armas de fogo.

Estes autores verificam que as queixas mais frequentes são de hipoacusia seguida pelo tinnitus. Pode ser encontrada também a dor, hiperacusia e anestesia facial.

Estes casos se caracterizam por apresentaram três formas diferentes de audiograma: 76% com declive na região de 5500 Hz, declive dividido em 11% e, perda com queda abrupta em agudos em 13%. A incapacidade que o trauma produz é significativa e, portanto, militares, mesmo que expostos por um breve período, podem apresentar deficiências significativas.

A manifestação audiométrica, porém, pode ser constatada após alguns anos do trauma agudo apenas através do exame audiométrico envolvendo altas frequências acima de 8000 Hz.

Este estudo adiciona-se a outros já citados que concluem que a audiometria convencional nem sempre é capaz de detectar as lesões decorrentes da exposição ao ruído.

Osguthorpe (1988)³³ edita a publicação oficial da AAOHNS no qual o Subcomitee on the Medical Aspects of Noise delinea e atualiza toda a forma de controle e prevenção, assim como a avaliação dos critérios de incapacitação parcial da perda auditiva. Neste trabalho discute-se o conceito de lesão auditiva e incapacitação auditiva.

Esta publicação orienta e padroniza as formas de abordagem Clínica e Médico-Legal que devem ser praticadas pelo médico.

Osguthorpe & Klein (1989)³⁴ detalham, especificamente, o problema da disacusia neuro-sensorial por ruído e o trauma acústico ocupacional quanto à avaliação Médico-Legal. As normatizações propostas são os critérios mínimos adotados nos estados da Federação Norte-Americana.

Clark & Popelka (1989)³⁵ realizam um estudo auditivo em 9427 ferroviários no qual são comparados aos limiares da população controle do apêndice B., preconizado pela Norma ISO 1999 (1990)³⁶. Aplicam testes de análise de variância e verificam o efeito da evolução da idade. Concluem que ferroviários estudados por este método não diferem auditivamente da população.

Hetu, Quoc, Duguay (1990)³ aplicam as fórmulas preconizadas pela Norma ISO 1999 a uma população hipotética exposta a níveis de pressão sonora de 75 a 100 dB Leq e questionam a eficácia dos testes audiométricos convencionais com periodicidade anual para detecção das alterações de limiares permanentes.

Conraux (1990)³⁷ define a disacusia por ruído ocupacional como “surdez de percepção, bilateral, sensivelmente simétrica embora discreta assimetria possa ser encontrada” e que atinge preferencialmente a frequência de 4000 Hz, estendendo-se então às demais frequências. Considera que a fala social estará afetada quando a média aritmética dos limiares atingirem mais de 35 dB entre as frequência de 500 Hz a 4000 Hz. Destaca que estas afecção é irreversível e incurável e a sua profilaxia é o objetivo principal. Recomenda a audiometria a cada seis meses como meio de controle.

Pela legislação francesa, a surdez profissional é reconhecida como doença no quadro 42 do regime federal. Este quadro, intitulado “afecções profissionais provocadas pelo ruído” foi aprovado em 4/5/1981 (J.O. 14/5/1981) pelo *decreto nº 81-507. Por esta Lei, a doença é designada como lesão coclear bilateral, irreversível e que não se agrava após cessar a exposição ao risco.

Recomenda que a deficiência seja confirmada por novo exame audiométrico que deverá ser realizado de três semanas a um ano após a interrupção da exposição.

O prejuízo acarretado pela lesão é calculado considerando-se os limiares na melhor orelha através da média ponderada das frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz e multiplicando-se pelos coeficientes 2, 4, 3, 1, respectivamente, e deverá ser > 35 dBA.

As taxas de invalidez são estabelecidas utilizando-se as tabelas da surdez-doença.

Talbott *et al.* (1990)³⁸ estudam limiares auditivos de 245 metalúrgicos trabalhadores aposentados de Pittsburgh, com idade entre 56-68, anos e com mais de 30 anos de exposição a ambientes ruidosos com níveis superiores a 89 dBA. Os resultados mostram que 52% do mais jovens, com idade entre 53 e 62 anos, apresentam perda auditiva classificada como severa, ou seja, > 65 dBA em 3 KHz, 4 KHz, ou 6 KHz enquanto esta proporção aumentava para 67% dos mais velhos. São estudados índices de discriminação em ambiente ruidoso e houve correlação negativa entre os grupos com

perda severa e hipertensão arterial. Em relação aos limiares, constatam que se apresentam dentro dos limites normais até 1000 Hz seguindo-se por uma progressão de perda que começa por um declínio de 12 dBA entre 1000 Hz e 2000 Hz, um declínio de 30 dBA entre 2000 Hz e 3000 Hz que piora entre 3000 Hz e 6000 Hz e, finalmente, uma leve recuperação em 8000 Hz.

Os testes monossilábicos de discriminação vocal administrados em áreas silenciosas estão, em quase 100% da amostra, dentro do normal. Mas quando os mesmos testes são realizados com ruído de fundo, há diminuição dos índices com piora de cerca de 20%. Estes autores não fazem comparações com os padrões audiométricos normais para as respectivas faixas etárias.

Phaneuf & Hetu (1990)³⁹, através de estudos epidemiológicos, verificam que a disacusia sensorineural por ruído é a doença ocupacional mais prevalente. Suas estimativas são de que a incidência seja de 8 a 12/1000 pessoas, considerando-se que a prevalência total de perdas auditivas é de 77/1000 para homens e 70/1000 para mulheres.

Quanto aos efeitos da exposição ocupacional ao ruído, estes autores referem que a extensão de lesão de pessoas expostas é observada, audiometricamente, como rapidamente progressiva, diminuindo o seu ritmo de progressão após alguns anos. A diferença entre um grupo de indivíduos expostos ao ruído e um não-exposto inicia-se em zero, atinge um máximo e subsequentemente declina.

O efeito inicial manifesta-se na deterioração de 4 KHz, atingindo 3000 Hz e 6000 Hz. O declive audiométrico, causado pelo declínio em 4000 Hz, aumenta rapidamente, evolui para um achatamento da curva devido à “desaceleração” do efeito do ruído, época na qual 3000 e 6000 Hz atinge os níveis semelhantes aos de 4000 Hz.

Devido à deterioração de 6000 Hz com a idade, altera-se a forma do audiograma de um declive para um declínio progressivo, que o distingue de pessoas não-expostas e que mantiveram limiares melhores de 500 Hz a 2000 Hz.

Para estes autores, a relação entre ruído e idade não são adicionais. De acordo com os estudos da ISO 1999(1990), os efeitos da idade e ruído são aditivos até a soma de ambos atingirem 40 dB.

Vincent, Fraysse, Estève-Fraysse (1990)⁴⁰ classificam a disacusia por exposição ao ruído como um processo irreversível, progressivo e sugerem que controles através da audiometria de altas frequências entre 8000 Hz e 18000 Hz e a pesquisa das oto-

*** Decreto nº 81-507 Apud Conraux, C. Surdités Professionnelles, La Revue du Praticien, 40(19):1762-5, 1990.**

emissões acústicas poderão detectar mais precocemente o aparecimento de lesões em pacientes de risco, enquanto que o audiograma convencional ainda se encontra inalterado.

Úlehllová, Branis, Janisch (1990)⁴¹ estudam os ossos temporais de 41 mineiros com lesão audiológica de diversas severidades, com idade variando de 38 a 74 anos. Destes 41 casos, seis foram selecionados para serem comparados com os achados audiométricos de testes realizados entre duas semanas até três anos antes do óbito. Todos os seis ossos são expostos a ambientes ruidosos durante a vida ocupacional. Realiza-se contagem completa de células ciliadas de um extremo ao outro da membrana basilar. É observado que nos ossos temporais estudados havia áreas de total destruição do órgão de Corti atingindo a parte basal da membrana basilar, não acima de 14 mm da base coclear. Estes achados questionam a noção comum de que a destruição do epitélio do órgão de Corti resultará em perda auditiva tonotópica ao local da lesão.

Considerando a relação tonotópica da Membrana Basal são evidenciadas três lesões ao redor de 4 KHz, duas lesões em 10 KHz e 6 KHz e uma lesão em 3 KHz. Concluíram que a região mais vulnerável está em 4 KHz.

Axelsson & Hamernik (1987)³² e Hanner & Axelsson (1988)⁴² encontram que tanto o trauma acústico quanto a disacusia induzida por ruído afetam as freqüências agudas na seguinte ordem: 6 KHz, 4 KHz, 8 KHz, 3 KHz, 1 KHz.

Riko *et al.* (1990)⁴³ consideram a exposição ocupacional ao ruído como a principal causa de disacusia sensorineural com a conseqüente invalidez parcial para os trabalhadores. A reabilitação ocorre através da adaptação de prótese auditiva. The Workers Compensation Board em Ontário (WCBO) assume a responsabilidade pelas reabilitações nos casos em que a disacusia tem perda de 25 dBA ou mais nas freqüências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz em cada orelha ou quando a perda for de 35 dB ou mais em uma orelha, podendo ser inferior a 25 dBA na outra. Este processo é descentralizado e o WCBO paga os custos aos serviços comunitários. Neste estudo retrospectivo, referente à reabilitação, foram atendidos 3509 trabalhadores num período de 10 anos. A média de idade era de 56,4 anos, 98,7% do sexo masculino e o tempo médio de exposição de 25 anos. Os limiares por freqüências em ambas as orelhas são estudados e foi aplicada a classificação de Goodman Scale of Hearing Impairment que é a seguinte:

Normal	0	-	15 dB	Leve	16	-	40
Moderada	41	-	50	severa	>	55	

Observam que há predominância de perdas simétricas, bilaterais, leves ou moderadas (61%).

Concluem que todos os graus de perdas ocorrem nos reclamantes e 90% dos que realizam rea-

bilitação beneficiam-se do uso das próteses.

Lim & Stephens (1991)⁴⁴, ao estudarem a prevalência de perdas auditivas relacionadas com o idoso, encontram como fatores responsáveis pelas queixas 11,25% de disacusias por exposição ou ruído.

Norma ISO 1999 (1990)³⁶ atribui uma forma de cálculo para a previsão de risco de perda auditiva à população exposta, de acordo com a faixa etária e exposição, segundo o nível de pressão sonora equivalente contínuo - Leq de 8 horas diárias de exposição. Além da atribuição do risco, determina a perda auditiva de uma população otologicamente normal não-exposta ao ambiente ruidoso.

Almeida (1991)⁴⁵ discute e revê o diagnóstico diferencial da disacusia sensorineural ocupacional por ruído e destaca que esta doença necessita de uma avaliação clínica otorrinolaringológica e que o diagnóstico não deverá limitar-se à análise isolada de limiares audiométricos. São revistas doenças sistêmicas e otológicas que acarretam lesão na orelha interna.

Objetivos do trabalho

1. Caracterização quanto às queixas clínicas auditivas e aos limiares audiométricos de uma população de trabalhadores brasileiros expostos a níveis de pressão sonora em ambiente de trabalho superiores a 85 dBA para uma exposição diária mínima de 8 horas.
2. Relacionar os desvios de limiares por freqüência da audiometria tonal, faixa etária e tempo em anos de exposição.
3. Comparar os desvios de limiar por freqüência, anos de exposição e faixa etária com o risco apresentado pela norma ISO 1999 para uma população controle, sem antecedente de doença auditiva e que sofreu apenas a deterioração decorrente da idade.
4. Fornecer subsídios técnicos para as avaliações dos casos individuais.

MATERIAL E MÉTODO

Foi realizado um estudo retrospectivo em 222 casos classificados como "Surdez Profissional" induzida pela exposição ao ruído, de acordo com o CID 388.1 (classificação internacional das doenças).

Em todos os casos, tratavam-se de trabalhadores do sexo masculino que foram encaminhados ao Serviço Médico de Saúde do Trabalhador pertencente ao Serviço Social da Indústria (SESI), em Vila Leopoldina, São Paulo.

Todos os pacientes eram submetidos à exame clínico completo que se iniciava com anamnese profissional detalhada descrevendo a atividade exercida e especificando os agentes agressores existentes no ambiente de trabalho.

Estas informações eram seguidas por anamnese

clínica, na qual se exploravam possíveis queixas de origem otológica como hipoacusia, tinnitus, tonturas.

A história clínica era concluída com o interrogatório sobre diversos aparelhos (ISDA), antecedentes mórbidos e hábitos.

Após, realizava-se exame clínico completo e o paciente era encaminhado para avaliação auditiva, antes da qual o audiologista preenchia um questionário detalhado sobre a exposição ao ruído quanto ao tempo em anos (esta variável foi verificada por duas vezes: pelo médico e pelo audiologista). Para que o trabalhador realizasse a avaliação auditiva, exigia-se um período de repouso acústico mínimo de 14 horas, ou seja, afastamento do ambiente ruidoso durante este período mínimo.

Todos os exames foram realizados em ambiente com condições acústicas normatizadas internacionalmente e por profissional audiologista. Foi empregado para os testes audiológicos Audiômetro marca Amplaid 207 e Impedanciômetro Amplaid 702, ambos calibrados de acordo com os padrões ANSI.

Considerou-se requisito obrigatório para participação no estudo que a curva timpanométrica estivesse normal. Não foram analisados os casos de trauma acústico ocupacional agudo.

Com estes dados, construímos tabelas e gráficos, nos quais relacionamos a faixa etária, tempo de exposição ao ruído e limiares audiométricos. Devido ao caráter bilateral das lesões, optamos por estudar o limiar na melhor orelha.

A amostra foi dividida de acordo com o tempo de exposição em quatro categorias: (Tabelas 1 e 3)

- grupo 1: ≤ 10 anos de exposição ao ruído
- grupo 2: 11 - 15 anos de exposição ao ruído
- grupo 3: 16 - 20 anos de exposição ao ruído
- grupo 4: ≥ 21 anos de exposição ao ruído

A divisão da 2ª década de exposição em partes foi realizada devido ao maior número de trabalhadores que foram atendidos nesta fase de evolução do processo, tornando assim um período de interesse para o estudo da doença.

Cada um destes grupo foi subdividido de acordo com a faixa etária, resultando nos seguintes agrupamentos, conforme a Tabela 1.

- grupo 1-1: faixa etária até 39 anos ≤ 10 anos de exposição
- grupo 1-2: faixa etária até 39 anos 11 - 15 anos de exposição
- grupo 1-3: faixa etária até 39 anos 16 - 20 anos de exposição
- grupo 1-4: faixa etária até 39 anos ≥ 21 anos de exposição
- grupo 2-1: faixa etária 40 - 49 anos ≤ 10 exposição ao ruído
- grupo 2-2: faixa etária 40 - 49 anos 11 - 15 exposição ao ruído

Tabela 1 – Grupos por faixa etária e tempo de exposição ao ruído.

Tempo de exposição	Faixa etária		
	até 39 anos	40 - 49	≥ 50
≤ 10	Grupo 1-1	Grupo 2-1	Grupo 3-1
11 - 15	Grupo 1-2	Grupo 2-2	Grupo 3-2
16 - 20	Grupo 1-3	Grupo 2-3	Grupo 3-3
≥ 21	Grupo 1-4	Grupo 2-4	Grupo 3-4

grupo 2-3: faixa etária 40 - 49 anos 16 - 20 exposição ao ruído

grupo 2-4: faixa etária 40 - 49 anos ≥ 21 anos de exposição ao ruído

grupo 3-1 faixa etária ≥ 50 anos de idade ≤ 10 anos de exposição

grupo 3-2 faixa etária ≥ 50 anos de idade 11 - 15 anos de exposição

grupo 3-3 faixa etária ≥ 50 anos de idade 16 - 20 anos de exposição

grupo 3-4 faixa etária ≥ 50 anos de idade ≥ 21 anos de exposição

Devido ao insignificante número de casos, não foram analisados os grupos 3-1, 3-2, 1-4 que tinham 1,1 e quatro casos, respectivamente, assim como não se realizaram gráficos para os grupos 3-3 e 2-1.

As tabelas 2 e 3 mostram o número de casos em cada grupo com suas respectivas médias de idade e desvios padrões, assim como a média dos anos de exposição ao ruído, desvios padrões e atividade profissional.

Calculamos a média dos limiares audiométricos com os respectivos desvios padrões para cada grupo, considerando-se sempre a melhor orelha do trabalhador. Os valores obtidos estão contidos na Tabela 4.

Utilizando a idade média de cada grupo da amostra (Tabela 2) e tomando-a como parâmetro para o cálculo dos limiares audiométricos de uma população controle otologicamente normal e sem história ocupacional de exposição ao ruído, conforme o preconizado pela norma ISO 1999 (1990)³⁶, calculamos os limiares esperados para os percentis 10, 50 e 90 desta população nas frequências de 250 Hz a 8000 Hz. Os valores obtidos estão na tabela 5.

Foram realizados gráficos para cada grupo que continham os seguintes dados:

- 1-Valor do limiar audiométrico esperado por frequência dos percentis 10, 50 e 90 da população controle para a média de idade encontrada no respectivo grupo amostral;
- 2-Valor do limiar médio por frequência para o grupo estudado;
- 3- Desvios padrões por frequência para cada grupo estudado.

Para análise estatística destes grupos foram utilizados testes de Análise de Variância com delimitação de intervalos de confiança de Tukey, teste de X

Tabela 2 – Tamanho de cada amostra em cada grupo e respectivas médias do tempo de exposição em anos, ambos com os seus desvios padrões.

Tamanho		Idade		Tempo de exposição	
Grupo da amostra		Média aritmética	Desvio padrão	Média aritmética	Desvio padrão
1-1	32	32.13	5.375	6.13	2.756
1-2	41	34.90	2.719	13.24	1.428
1-3	29	35.55	2.443	17.38	1.208
2-1	6	43.33	2.805	8.67	2.338
2-2	20	42.35	2.368	13.50	1.469
2-3	36	42.92	2.335	18.61	1.440
2-4	30	43.73	2.924	24.1	1.989
3-3	6	52.50	2.345	17.00	1.549
3-4	16	56.13	4.272	25.13	4.241

Tabela 3 – Freqüências (número de pessoas na amostra) das profissões para cada grupo - Ramo de profissão

Ramo de Profissão	Grupo								
	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	2-4	3-3	3-4
Metalurgia	23	34	25	6	16	34	22	5	10
Gráfica	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Têxtil	2	0	0	0	0	0	0	0	1
Alimentação	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Química	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Carpintaria	2	0	0	0	1	0	0	0	0
Não especificado	4	6	4	0	3	1	7	1	1
Total	32	41	29	6	20	36	30	6	16

Tabela 4 – Média dos limiares audiométricos e respectivos desvios padrões para cada grupo e para cada freqüência.

Grupo	Freqüências (Hertz)															
	250		500		1000		2000		3000		4000		6000		8000	
	Média	Desv. Padr.	Média	Desv. Padr.	Média	Desv. Padr.	Média	Desv. Padr.	Média	Desv. Padr.	Média	Desv. Padr.	Média	Desv. Padr.	Média	Desv. Padr.
1-1	17.73	8.50	14.84	7.24	14.22	8.81	17.50	13.32	28.36	14.26	37.66	14.08	35.55	17.28	28.91	20.39
1-2	22.07	10.25	18.66	10.73	17.20	12.55	25.73	17.27	42.74	15.06	52.20	13.04	52.20	15.00	39.15	19.55
1-3	18.28	8.69	15.00	9.16	14.31	11.08	23.97	13.72	38.02	15.77	45.52	11.75	44.22	18.86	32.76	21.32
2-1	18.33	9.31	14.17	6.65	14.17	6.65	15.00	8.94	30.00	10.95	42.50	7.58	42.08	6.00	32.50	21.62
2-2	20.25	8.66	18.50	9.05	17.75	13.23	25.25	15.85	39.63	15.71	51.50	16.07	45.13	18.65	33.75	21.45
2-3	25.13	8.33	19.03	9.84	23.19	13.64	31.94	17.33	46.94	18.46	54.03	14.18	52.85	22.00	44.72	24.93
2-4	18.92	5.86	16.33	6.01	17.50	9.35	27.67	15.18	39.83	16.25	48.17	15.51	49.33	18.93	38.50	20.73
3-3	14.17	3.76	11.67	5.16	22.50	11.73	32.50	17.54	47.50	15.08	50.00	15.49	46.67	25.43	31.67	30.44
3-4	21.88	9.46	21.88	11.81	25.31	16.58	38.13	18.15	48.75	14.89	54.69	13.22	59.06	21.77	49.38	24.49

Quadrado para análise de queixa clínica otológica. Foram realizados vários tipos de gráficos para atingir o objetivo de comparar os parâmetros coletados entre os grupos e entender a evolução da doença nos diversos grupos etários e nos diferentes períodos de exposição. (Motta Singer & Andrade, 1986)⁴⁶.

RESULTADOS

1. Queixas Clínicas

Verificamos que em todos os grupos, exceto no grupo 1-1, foi maior o número de queixas de hipocúcia em relação a tinnitus (Tabela 6).

Testou-se a hipótese de independência entre os

grupos e a queixa clínica contra a hipótese alternativa de que haveria dependência.

Em todos os casos, exceto tinnitus por tempo de exposição, a hipótese nula de independência foi rejeitada.

2. Análise dos limiares audiométricos por freqüência

Foram elaborados gráficos comparativos (1 a 7) entre os limiares da população em estudo com os seus respectivos desvios padrões e os percentis 10, 50 e 90 de uma população controle sem lesão otológica.

Para estudar se existiam diferenças entre os limiares segundo a freqüência, faixa etária e tem-

Tabela 5 – Limiares audiométricos normais conforme o estabelecido para população controle na Norma ISO 1999 (1990).

Idade média (anos)	Percentil	Frequência (Hertz)							
		250	500	1000	2000	3000	40000	6000	8000
32	10	9.47	8.93	9.08	11.42	13.51	15.62	17.66	20.31
	50	0.59	0.69	0.78	1.37	2.25	3.14	3.53	4.31
	90	-6.53	-5.90	-5.84	-6.66	-6.76	-6.85	-7.77	-8.49
35	10	9.91	9.43	9.66	12.45	15.19	17.95	20.28	23.52
	50	0.87	1.01	1.16	2.02	3.32	4.62	5.20	6.36
	90	-6.37	-5.72	-5.64	-6.31	-6.18	-6.04	-6.86	-7.38
37	10	10.25	9.83	10.11	13.24	16.49	19.76	22.32	26.01
	50	1.08	1.26	1.44	2.53	4.15	5.78	6.50	7.94
	90	-6.26	-5.58	-5.48	-6.04	-5.73	-5.41	-6.16	-6.52
42	10	11.26	11.01	11.46	15.60	20.38	25.17	28.40	33.44
	50	1.73	2.02	2.30	4.03	6.62	9.22	10.37	12.67
	90	-5.91	-5.17	-5.02	-5.22	-4.39	-3.54	-4.06	-3.94
43	10	11.5	11.3	11.8	16.1	21.3	26.4	29.8	35.1
	50	11.88	2.19	2.50	4.38	7.19	10.00	11.25	13.75
	90	-5.83	-5.08	-4.91	-5.03	-4.08	-3.11	-3.60	-3.36
52	10	14.00	14.20	15.11	21.98	30.85	39.74	44.80	53.48
	50	3.47	4.05	4.62	8.092	13.29	18.50	20.81	25.43
	90	-4.96	-4.07	-3.76	-3.01	-0.76	1.50	1.62	2.99
56	10	15.35	15.78	16.92	25.14	36.05	46.97	52.94	63.43
	50	4.33	5.05	5.78	10.11	16.61	23.10	25.99	31.77
	90	-4.49	-3.52	-3.13	-1.92	1.04	4.01	4.44	6.44

Tabela 6 – Porcentagens de queixas por grupos.

Grupo	Hipoacusia	Tinnitus
1-1	0.19	0.25
1-2	0.49	0.39
1-3	0.62	0.28
2-1	0.83	0.50
2-2	0.55	0.25
2-3	0.67	0.28
2-4	0.57	0.27
3-3	0.83	0.50
3-4	0.75	0.31
Total	0.55	0.31

po de exposição, foi utilizada a análise Univariada de Perfis (Modelo Univariado) para os Grupos 1-1, 1-2, 1-3, 2-2, 2-3, 2-4 e 3-4.

Verificamos que os grupos da 2ª década de exposição (1-2, 1-3, 2-2, 2-3) apresentaram interação entre idade e tempo de exposição ($p = 0,0039$), ou seja, o comportamento dos limiares para os dois grupos de idade testados não é o mesmo, variando conforme o tempo de exposição ao ruído.

Para verificarmos entre quais grupos ocorria diferença foi feito o gráfico de intervalos de confiança de Tukey (95%) para as médias de limiares dos grupos de idade e observamos que para o grupo com tempo de exposição de 16 - 20 anos os limiares dos < 39 apresentavam-se diferentes do grupo de 40 - 49.

Não foi observada interação estatística entre frequência, faixa etária e tempo de exposição que se traduz através do comportamento paralelo das curvas, como se constata através dos gráficos.

Para todos os grupos verificamos o “Efeito Hertz”, ou seja, a média dos limiares das diferentes frequências não são iguais, que se traduz audiometricamente através da falta de horizontalidade da curva. Clinicamente, não se observa uma pancocleopatia, pois as frequências não são acometidas com a mesma intensidade.

3. Estudo da discriminação vocal

Estudamos o índice de discriminação vocal convencional para palavras foneticamente balanceadas monossilábicas, 40 dBA acima do limiar (Tabela 7).

Os testes estatísticos revelaram interação entre a idade e o tempo de exposição ($p = 0,0027$) indicando que a discriminação vocal altera-se conforme haja mudanças nestes parâmetros.

DISCUSSÃO

Primeira década de exposição ao ruído.

Nosso estudo revela que os trabalhadores que têm até 10 anos de exposição ao ruído poderão apresentar perda auditiva instalada, porém facilmente detectada através do exame audiométrico convencional.

Neste grupo, a lesão encontra-se num estágio inicial, mas os danos detectados são irreversíveis,

Tabela 7 – Discriminação vocal média e respectivos desvios padrões por grupo.

Grupo	Tamanho de amostra	Média	Desvios Padrões	Intervalos de confiança de 95%	
1-1	27	94.814815	5,30	91.427521	98.202109
1-2	39	89.384615	9,89	86.566217	92.203014
1-3	23	93.826087	6,52	90.156047	97.496127
2-1	5	90.400000	10,43	82.528640	98.271360
2-2	18	92.000000	6,86	87.851429	96.148571
2-3	32	87.625000	10,33	84.513572	90.736428
2-4	27	88.962963	8,97	85.575669	92.350257
3-3	6	90.000000	13,33	82.814465	97.185535
3-4	14	92.000000	10,98	87.295963	96.704037
Total	191	90.816754	8,92	89.543198	92.090310

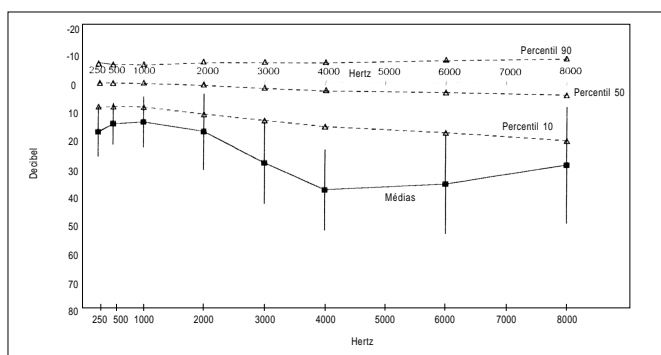


Gráfico 1 – Médias de limiares, desvios padrões, limiares dos percentis 10,50 e 90 da população controle. Grupo 1-1 (≤ 39 anos de idade e até 10 anos de exposição ao ruído).

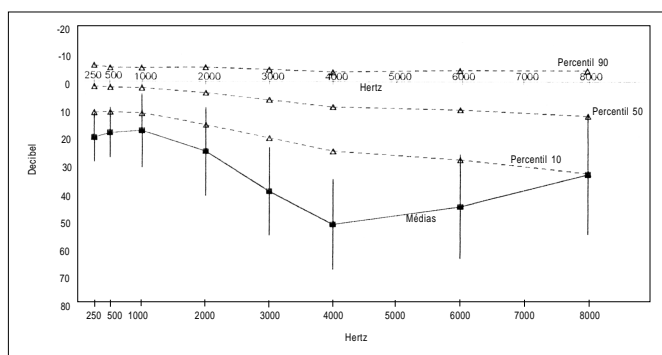


Gráfico 3 – Médias, desvios padrões, percentis 10,50 e 90. Grupo 2-2 (40 |–| 49 anos de idade e tempo de exposição de 11 a 15 anos)

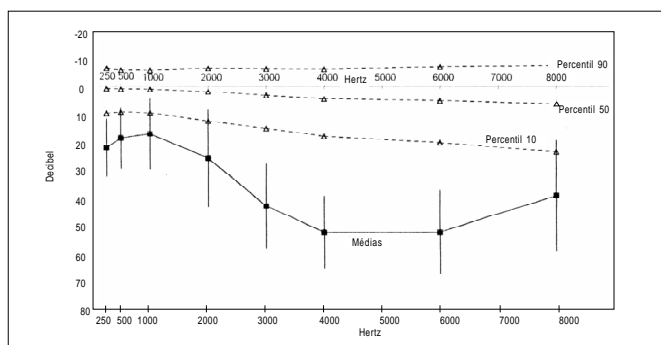


Gráfico 2 – Médias, desvios padrões, percentis 10,50 e 90. Grupo 1-2 (≤ 39 anos de idade e tempo de exposição de 11 a 15 anos).

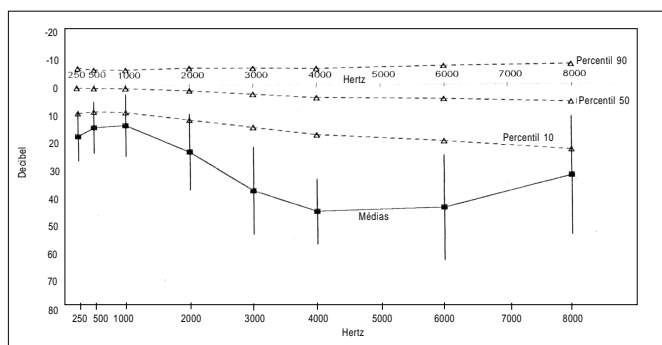


Gráfico 4 – Médias, desvios padrões, percentis 10, 50 e 90. Grupo 1-3 (≤ 39 anos de idade e tempo de exposição de 16 a 20 anos).

como observamos na evolução da doença dos grupos que se sucedem.

Clinicamente, encontramos uma menor frequência de queixas auditivas sendo que a tinnitus tem maior incidência que a queixa de hipoacusia. O mais comum foi a ausência de qualquer queixa auditiva.

Conraux (1990)³⁷ relata que após alguns dias de exposição já se observa alteração audiométrica em 4000 Hz, mas não considerou nesta avaliação os desvios temporários de limiares, comuns de serem detectados em qualquer indivíduo exposto ao ruído. Observa que a queixa clínica ocorre muito tardiamente, por vezes, apenas às vésperas de uma apo-

sentadoria. Descreve um primeiro estado de latência clínica completa, chamada de fase pré-patogênica da curva audiométrica de período variável.

WHO (1980)¹; Cavalcanti, Rezende de Almeida, Butugan (1986)³¹ observam que os sintomas clínicos iniciais da disacusia sensorioneural ocupacional por ruído não são detectados pelo trabalhador.

Hetu, Quoc, Duguay (1990)³ chamam a atenção para a dificuldade de detecção destas perdas auditivas nos primeiros anos de exposição devido à lentidão da instalação da perda permanente.

Em nossa casuística, a proporção de queixa de hipoacusia aumenta com a evolução do tempo de

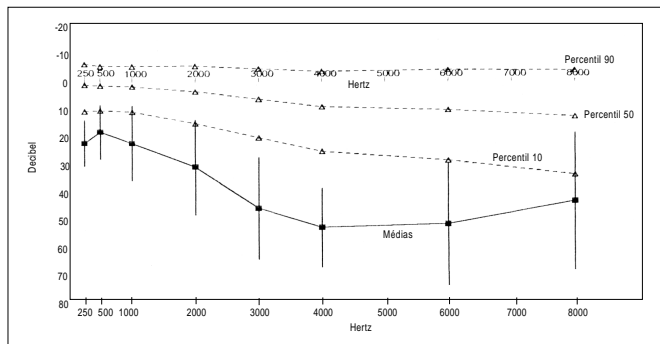


Gráfico 5 – Médias, desvios padrões, percentis 10, 50 e 90. Grupos 2-3 (40 |–| 49 anos de idade e tempo de exposição de 16 a 20 anos).

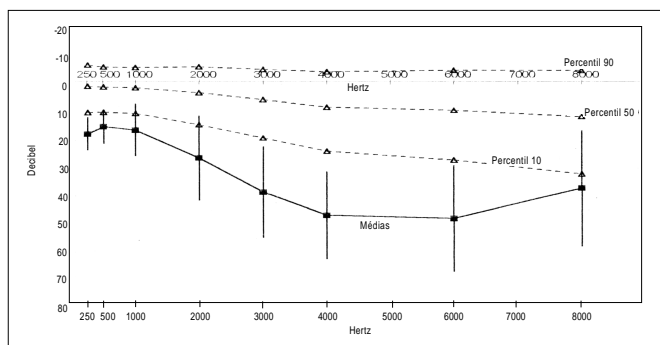


Gráfico 6 – Médias, desvios padrões, percentis 10, 50 e 90. Grupo 2-4 (40 |–| 49 anos de idade e acima de 20 anos de exposição).

exposição e da idade, enquanto que o tinnitus, como queixa, mostrou-se menos específico, pois não se constatou relação com o tempo de exposição mas com a faixa etária, tendendo a predominar nos mais jovens.

Pialoux (1974)⁴⁷ descreve que nas primeiras jornadas em que há exposição ao ruído, os fenômenos clínicos são extremamente subjetivos. Após, haveria um período de latência que equivale à instalação da lesão em 4000 Hz. O tinnitus aparece nessa fase. Somente após anos, instala-se a disacusia e esta queixa é a mais provável de ser encontrada no indivíduo de cerca de 40 anos.

Nosso estudo revela que na primeira década de exposição apenas cerca de 30% dos indivíduos terão queixa clínica de disacusia e/ou tinnitus, sendo que este irá predominar nos mais jovens. Embora já sejam detectadas as alterações de limiares audiométricos, a queixa hipoacusia apresenta menor incidência que o tinnitus.

Mocellin (1950)¹¹ relata que a queixa de hipoacusia pode ser o único sintoma que faz com que o trabalhador chegue ao médico.

Quanto à evolução dos limiares, pudemos observar que a lesão inicia-se afetando gravemente 4000 Hz e evolui atingindo as freqüências circunvizinhas.

Na primeira década há comprometimento inicial da freqüência de 4000 Hz, seguida por 6000 Hz.

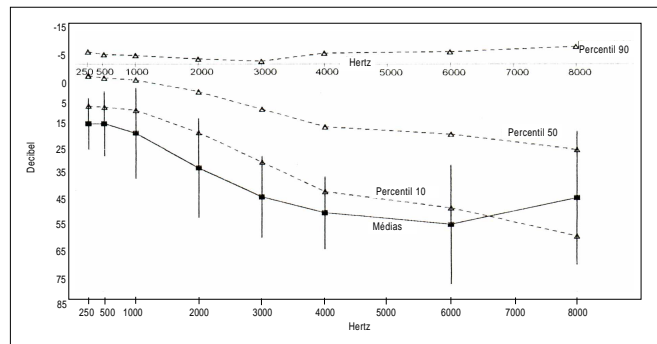


Gráfico 7 – Médias, desvios padrões, percentis 10, 50 e 90. Grupo 3-4 (≥ 50 anos) de idade e mais de 20 anos de exposição.

As freqüências de 3000 Hz e 8000 Hz, embora se afastem da curva normal, não apresentam diferenças estatisticamente significantes entre ambas.

Ao analisarmos o gráfico, observamos que as médias dos limiares de 2000 Hz e 3000 Hz desviam-se da curva controle em seu percentil 10, mas não provocam alteração significativa suficientemente para interferir na recepção de fala, justificando a baixa incidência da queixa de hipoacusia.

Temkin (1933)⁷, Clark & Bohne (1978)²⁴ destacaram a existência de uma região coclear que seria mais suscetível à lesão provocada pelo ruído. Esta zona seria a região correspondente à freqüência de 4000 Hz.

Nossa casuística, nesta primeira década de exposição, caracterizou-se pela lesão mais pronunciada em 4000 Hz concordante com os estudos clínicos de Ward (1969)²², Bunch (1973)⁸, Miller (1972)²³, Waal (1961)¹⁷, e os estudos experimentais de Ulehlová, Branis, Janisch (1990)⁴⁰ e Clark & Bohne (1978)²⁴, que reproduziram a lesão em 4000 Hz.

O trabalho de Harris, Haines, Meyers (1960)¹⁵ é decisivo para destacar a importância do comprometimento da freqüência de 3000 Hz e a consequente repercussão para a compreensão da fala cotidiana. Verificamos, em nossa casuística, que ambos os grupos (1-1 e 2-1), que possuem o mesmo tempo de exposição, mas diferem na faixa etária, tem limiares semelhantes em sua média aproximada em 3000 Hz (= 30 dBA) e as diferenças nas médias da discriminação vocal não são estatisticamente significantes, corroborando os achados destes autores.

Observamos que a partir dos 40 anos (grupo 2-1) há tendência à piora dos limiares nas freqüências mais agudas em relação ao grupo mais jovem. O índice de discriminação vocal convencional acompanhou esta tendência.

Analisando o gráfico para o grupo 1-1, verificamos que os valores médios de limiares até a freqüência de 2000 Hz apresentam-se compreendidos entre os percentuais 90 e 10, não diferindo do grupo controle.

A partir de 3000 Hz observa-se piora dos limiares com progressivo afastamento dos valores nor-

mais que se acentuam em 4000 Hz; há pequena melhora em 6000 Hz e recuperação em 8000 Hz.

Observamos que a média e desvios padrões do limiar da frequência 4000 Hz estão nitidamente afastados do percentil 10 em ambos os grupos analisados e há grande variabilidade dos dados individuais na frequência de 6000 Hz.

Cavalcanti, Rezende de Almeida, Butugan (1986)³¹ ressaltam o papel da variabilidade individual, mas a constância da lesão em 4000 Hz mantém-se concordante com os dados de WHO (1980). Ward (1969)²² também constatou, em seu estudo de evolução auditiva, perdas entre 3000Hz e 6000 Hz, mas a perda máxima ocorre em 4000 Hz.

Phaneuf & Hetu (1990)³⁹ referem que a primeira alteração mais comumente detectada está em 4000 Hz, mas, pode também ocorrer em 3000 Hz e 6000 Hz.

Em nosso estudo, no grupo 1-1 (< 39 anos e < 10 anos de exposição), houve diferença estatisticamente significativa entre os limiares de todas as frequências exceto entre 3000 Hz e 8000 Hz, que se encontram igualmente afetadas.

Portanto, podemos inferir que nos primeiros 10 anos de exposição a frequência que mais está comprometida é 4000 Hz, sendo seguida por 6000 Hz. Não há diferença entre as médias de limiares de 8000 Hz e 3000 Hz e estas duas frequências seguem em terceiro lugar quanto ao comprometimento. 1º 4000 Hz; 2º 6000 Hz; 3º 3000 Hz = 8000 Hz

Os limiares médios aproximados para as frequências testadas no grupo 1-1 são:

250 Hz → 20 dBA	500 Hz → 15 dBA
1000 Hz → 15 dBA	2000 Hz → 20 dBA
3000 Hz → 30 dBA	4000 Hz → 40 dBA
6000 Hz → 35 dBA	8000 Hz → 30 dBA

Podemos considerar que estas são médias de limiares esperadas para indivíduos até 39 anos de idade e até 10 anos de exposição em ambiente industrial ruidoso, os quais são portadores de disacusia sensorineural ocupacional.

Segunda década de exposição ao ruído

Grupos 1-2, 2-2, 1-3, 2-3

É na segunda década de exposição que encontramos o maior contingente de indivíduos da amostra: 126 trabalhadores (grupos 1-2, 1-3, 2-2, 2-3) ou seja, 56%. Observamos que na segunda década não houve diferenças significativas de limiares entre os grupos 1-2 e 2-2, mas pela análise estatística de multivariância, encontrou-se diferença entre os grupos 1-3 e 2-3 os quais, embora apresentem tempo de exposição semelhante, diferem pela faixa etária. O comprometimento dos limiares reflete-se no índice de discriminação vocal que se apresenta pior no grupo de maior idade.

Ainda, através da análise de multivariância, não observamos diferença estatisticamente significativa entre as frequências 4000 Hz e 6000 Hz, encontrando ambas no mesmo nível de acometimento. Verificamos que, assim como na primeira década, há grande número de indivíduos nos quais não houve relato de queixa auditiva.

Almeida (1985)³⁰ observa em seu estudo clínico que mesmo após 17 anos de exposição ao ruído, o trabalhador foi manifestar queixa auditiva apenas após episódio gripal no qual instalou-se uma lesão mista em uma das orelhas.

Indivíduos mais jovens (<39 anos) ao entrarem na segunda década de exposição, passam a ter, em cerca de 50% dos casos, queixa de hipoacusia e ao entrarem na segunda metade da primeira década este índice sobe para 62%. Há dificuldade instalada para o entendimento da linguagem falada: é o sinal de "cocktail party".

A partir de então, as alterações de limiares começam a desencadear manifestações clínicas que far-se-ão presentes à anamnese, sendo que a queixa de hipoacusia predomina enquanto que o tinnitus mantém uma incidência quase que constante.

Bunch (1937)⁸ observa que nem sempre o tinnitus está presente. Alberti (1982)²⁹ relata que 65% dos reclamantes com perda auditiva ocupacional apresentam tinnitus.

Cavalcanti, Rezende de Almeida, Butugan (1986)³¹ observam que 47,05% de sua amostragem eram portadores de tinnitus.

Marone (1968)²¹ ressaltava que tinnitus pode ser o único sintoma presente e até mais incômodo que a própria surdez. Resultaria de vibração de células cicatriciais localizadas no local onde houve perda de células ciliadas. A hipoacusia pode passar despercebida, segundo este autor. Relata que encontrou incidência de 25% em pesquisa nos ambientes de trabalho ruidosos.

Embora com alguma variação entre as faixas etárias, através de nossa casuística constatamos que no início da segunda década de exposição (grupos 1-2 e 2-2) há um aumento significativo da incidência da queixa de hipoacusia em relação a primeira década de exposição. É neste período que a população procura um atendimento médico especializado. Observa-se que a recepção da fala passa a sofrer a interferência da diminuição dos limiares auditivos.

No grupo 1-2 notamos que a queixa otológica clínica de hipoacusia ocorre em 49% dos casos enquanto que tinnitus incide em 39%.

No grupo 1-3, de faixa etária mais avançada, há um nítido aumento da frequência de queixa de hipoacusia com 62% de incidência enquanto que o tinnitus mantém 28% de incidência.

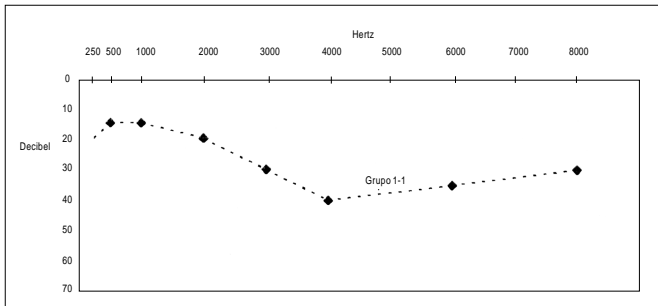


Gráfico 8 – Parâmetros médios de perdas auditivas para indivíduos com até 10 anos de exposição ao ruído e ≤ 39 anos de idade.

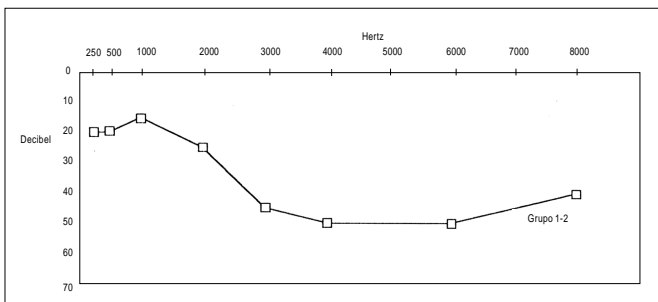


Gráfico 9 – Parâmetros médios de perdas auditivas para indivíduos com 11 a 15 anos de exposição ao ruído e ≤ 39 anos de idade.

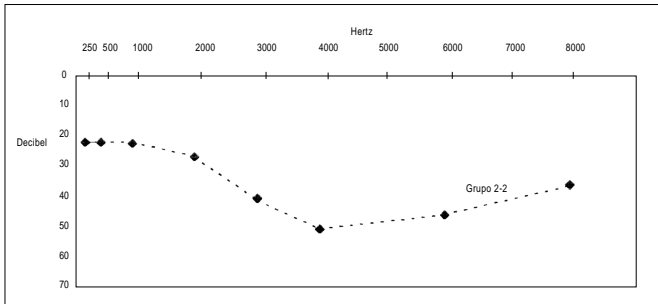


Gráfico 10 – Parâmetros médios de perda auditiva para indivíduos com tempo de exposição ao ruído de 16 a 20 anos e com idade compreendida entre 40 e 49 anos.

No grupo 2-2 a hipoacusia apresenta frequência de 55% e tinnitus de 25%.

No grupo 2-3 há a seguinte incidência: 67% de hipoacusia e 28% de tinnitus. Observamos que nos grupos de faixa etária maior e com mais tempo de exposição, a queixa de hipoacusia torna-se frequente, acometendo cerca de 2/3 dos indivíduos afetados pela perda ao audiograma.

Este é um grupo no qual, com grande chance, o paciente nos trará uma queixa ou, mesmo quando não encaminhado, procurará o serviço médico espontaneamente. A piora da lesão em 3000 Hz justifica o aumento da incidência da queixa clínica. Quando analisamos os quatro grupos da segunda década de exposição, verificamos que outros autores observaram que a frequência mais afetada

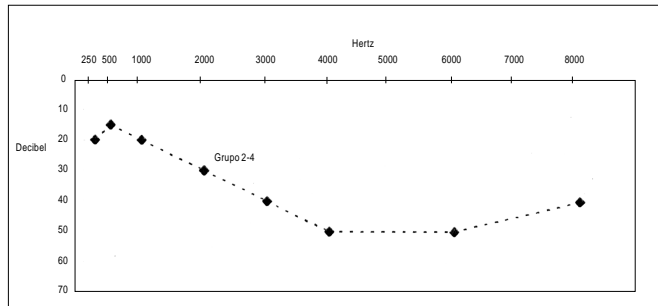


Gráfico 11 – Parâmetros médios de perda auditiva para indivíduos com mais de 20 anos de tempo de exposição ao ruído e com idade compreendida entre 40 e 49 anos.

é 4000 Hz, concordante com os nossos resultados. Em grupos com maior idade e com maior tempo de exposição, a frequência de 6000 Hz atinge os mesmos níveis de 4000 Hz e não se observa diferença estatisticamente significativa entre ambas.

Larsen (1946)⁹ destaca em seu estudo o comprometimento da lesão em 4000 Hz. Gravendell & Plomp (1959)¹⁴ observaram que a lesão seria mais acentuada em 6000 Hz, assim como Axelsson & Hamernik (1987)³² e Hanner & Axelsson (1988)⁴².

Ward (1969)²² considera que a frequência mais lesada é 4000 Hz, assim como Conraux (1990)³⁷.

Portanto, na segunda década, a lesão se espalha e atinge 6000 Hz de forma mais pronunciada. Os limiares de 6000 Hz chegam aos níveis de 4000 Hz e, 3000 Hz é mais afetada que 8000 Hz sendo que estas frequências passam a ter diferenças significantes.

As frequências mais graves também manifestam o efeito da exposição. A partir da segunda metade da segunda década de exposição, começamos a observar as diferenças entre os grupos etários até 39 anos e entre 40 e 49 anos.

A frequência 4000 Hz apresenta menor desvio padrão com pontos concentrados próximos à média, o que configura a constância e estabilidade de lesão nesta frequência.

A queda em 4000 Hz evolui rapidamente e depois há um período de estabilização. As frequências de 3000 Hz e 6000 Hz passam a ser mais afetadas com 6000 Hz, atingindo os valores de 4000 Hz primeiramente e, depois, ocorrendo o mesmo com 3000 Hz. Devido à deterioração de 6 KHz com a idade, o audiograma tende a assumir a forma em U. A lesão dissemina-se em todo o audiograma.

Em nossa casuística, os grupos 1-2, 1-3, 2-2, 2-3 foram analisados mantendo-se a metodologia de multivariância e verificamos que para os quatro grupos há diferenças entre as médias dos limiares de cada frequência, exceto 4000 Hz e 6000 Hz.

Este dado confirma a tendência de evolução da

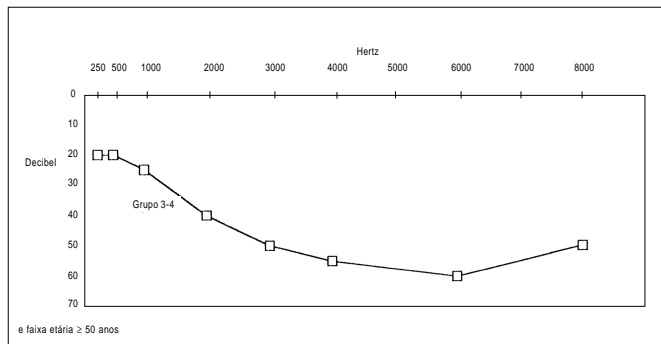


Gráfico 12 – Parâmetros de perda auditiva para indivíduos com mais de 20 anos de tempo de exposição ao ruído.

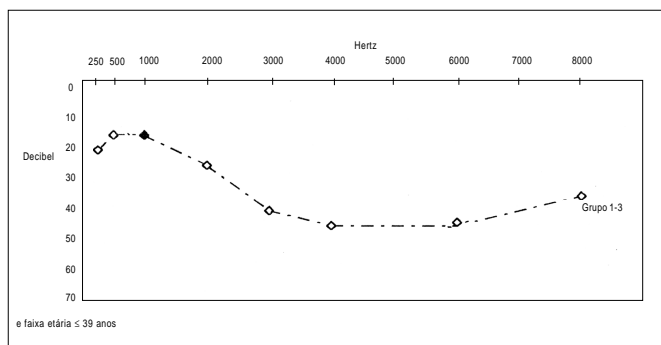


Gráfico 13 – Parâmetros de perda auditiva para indivíduos com tempo de exposição ao ruído entre 16 e 20 anos e faixa etária ≤ 39 anos.

lesão com alteração inicial de 4000 Hz que se estende a 6000 Hz sendo que esta frequência tende a sofrer as consequências da lesão nos mesmos níveis de 4000 Hz. Os limiares em 3000 Hz, são piores que os de 8000 Hz.

A evolução de lesão é contínua e mantém a sua tendência original durante a segunda década: 4000 Hz = 6000 Hz; a segunda frequência mais afetada é 3000 Hz e, em terceiro lugar, estaria 8000 Hz

Os limiares médios aproximados para o grupo 1-2 são:

250 Hz → 20 dBA	500 Hz → 20 dBA
1000 Hz → 15 dBA	2000 Hz → 25 dBA
3000 Hz → 45 dBA	4000 Hz → 50 dBA
6000 Hz → 50 dBA	8000 Hz → 40 dBA

Os limiares médios aproximados para o grupo 2-2:

250 Hz → 20 dBA	500 Hz → 20 dBA
1000 Hz → 20 dBA	2000 Hz → 25 dBA
3000 Hz → 40 dBA	4000 Hz → 50 dBA
6000 Hz → 45 dBA	8000 Hz → 35 dBA

Os limiares médios aproximados para o grupo 1-3:

250 Hz → 20 dBA	500 Hz → 15 dBA
1000 Hz → 15 dBA	2000 Hz → 25 dBA
3000 Hz → 40 dBA	4000 Hz → 45 dBA
6000 Hz → 45 dBA	8000 Hz → 35 dBA

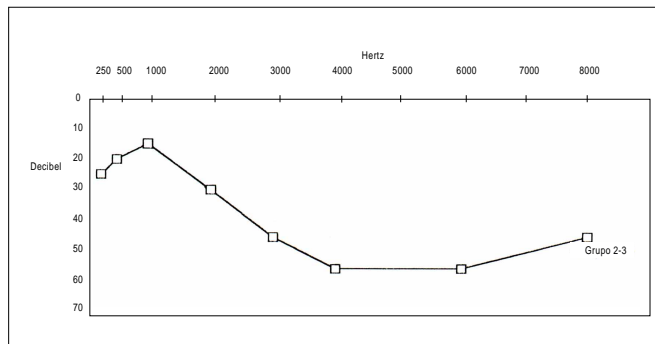


Gráfico 14 – Parâmetros de perda auditiva para indivíduos com tempo de exposição ao ruído compreendido entre 16 e 20 anos e faixa etária de 40 | - | 49 anos.

Os limiares médios aproximados para o grupo 2-3:

250 Hz → 25 dBA	500 Hz → 20 dBA
1000 Hz → 15 dBA	2000 Hz → 30 dBA
3000 Hz → 45 dBA	4000 Hz → 55 dBA
6000 Hz → 55 dBA	8000 Hz → 45 dBA

**Terceira década
Grupos 2-4 e 3-4**

Apesar do predomínio absoluto de metalúrgicos, notamos maior diversificação de atividades tais como carpintaria, têxtil, alimentícia. A média de idade do grupo 3-4 é de 56 anos e o tempo de exposição médio é de 25 anos.

Observamos que o comprometimento 4000 Hz e 8000 Hz não diferem significativamente de 3000 Hz: 4000 Hz = 8000 Hz = 6000 Hz
8000 Hz = 3000 Hz

Verificamos que estas frequências estão profundamente afetadas. Este fato reflete-se na incidência da queixa clínica hipoacusia que é de 75% e da tinnitus de 31%.

No grupo 2-4 a frequência de queixa otológica de hipoacusia é de 57% e tinnitus de 27%. No terceiro estágio da disacusia sensorioneural ocupacional por ruído há dificuldade para a compreensão da fala nas circunstâncias normais de vida. Observamos que neste período a média entre os limiares das frequências de 2000 Hz, 1000 Hz e 500 Hz continuam dentro dos 25 dBA, ou o ultrapassam muito ligeiramente, apesar de toda a exuberância da manifestação clínica e auditiva.

Conraux (1990)³⁷ relata que o mais comum é o tinnitus nas fases mais tardias. Neste grupo mais idoso, verifica-se afastamento dos limiares já a partir da frequência 250 Hz da curva controle.

A frequência de 4000 Hz é a mais comprometida em todos os grupos etários, exceto nos mais idosos e com maior tempo de exposição, nos quais a lesão em 4000 Hz está muito próxima de 6000 Hz.

Taylor *et al.* (1964)¹⁹ ao estudarem as perdas

auditivas em função das freqüências, observam que de 3000 Hz a 6000 Hz afetam-se com maior gravidade em 4000 Hz. Na segunda década, verificam que 3000 Hz se aproxima mais de 4000 Hz, e apenas após a terceira década as freqüências de 2000 Hz encontram-se muito comprometidas com limiares que ultrapassam 40 dB. Destacam que nos primeiros dois anos de exposição o desvio de limiar não ultrapassa 5 dB. Observam que em 4000 Hz, após um período de elevação do limiar acelerado, diminuem-se os aumentos de limiares desta freqüência com “estabilização” que dura entre 10 e 15 anos. Neste período de estabilização são atingidas as freqüências de 3000 Hz, 2000 Hz, 1000 Hz. Após esta fase, há deterioração embora, mais lenta nas freqüências de 3000 Hz, 2000 Hz e 1000 Hz.

Os limiares médios aproximados do grupo 2-4 são:

250 Hz → 20 dBA	500 Hz → 15 dBA
1000 Hz → 20 dBA	2000 Hz → 30 dBA
3000 Hz → 40 dBA	4000 Hz → 50 dBA
6000 Hz → 50 dBA	8000 Hz → 40 dBA

Os limiares médios aproximados do grupo 3-4 são:

250 Hz → 20 dBA	500 Hz → 20 dBA
1000 Hz → 25 dBA	2000 Hz → 40 dBA
3000 Hz → 50 dBA	4000 Hz → 55 dBA
6000 Hz → 60 dBA	8000 Hz → 50 dBA

CONCLUSÕES

1. Trabalhadores com perda auditiva provocada por ruído apresentam limiares audiométricos altamente desfavoráveis quando comparados a uma população não-exposta, mesmo em relação ao grupo de pior audição desta população controle.

2. As queixas clínicas auditivas mais freqüentes numa população de trabalhadores com disacusia sensorioneural ocupacional por ruído são de hipoacusia e tinnitus.

3. As freqüências audiométricas mais afetadas dependem da faixa etária e do tempo de exposição ao ruído, sendo que a evolução do comprometimento de acordo com o tempo de exposição, seria da seguinte forma:

- Primeira Década de Exposição
 - 1º - 4000 Hz
 - 2º - 6000 Hz
 - 3º - 8000 Hz=3000 Hz
- Segunda Década de Exposição
 - 1º - 4000 Hz=6000 Hz
 - 2º - 3000 Hz
 - 3º - 8000 Hz
- Terceira Década de Exposição
 - 1º - 4000 Hz= 6000 Hz
 - 2º - 3000 Hz=8000 Hz

PROPOSTAS

A fim de que se exerça controle e prevenção da disacusia neuro-sensorial ocupacional por ruído, sugerimos:

1. Todo trabalhador exposto ao ambiente de trabalho ruidoso deverá realizar testes auditivos completos, incluindo via aérea e óssea e índice de discriminação vocal com periodicidade mínima anual. Estes testes mostraram-se adequados para avaliar a instalação da lesão e suas seqüelas.

2. Alterações nas freqüências de 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz e 8000 Hz deverão ser consideradas como indicativos de evolução da lesão, conforme os parâmetros da conclusão três e de acordo com o tempo de exposição ao ruído.

3. Devido a alta sensibilidade da freqüência de 4000 Hz, recomendamos que os desvios de limiares desta freqüência, mesmo que isolados, detectados nos exames periódicos sejam valorizados com o objetivo de prevenção da disseminação da lesão coclear, principalmente nos grupos mais jovens de até 50 anos de idade.

4. Proposta de parâmetro para avaliação de perdas auditivas por ruído conforme a idade e tempo de exposição.

Estes gráficos (8 a 14) foram realizados tomando-se em conta os limiares médios aproximados da amostragem analisada.

SUMMARY

Natural history of noise induced hearing loss

PURPOSE. To evaluate the clinical and audiometric characteristics of occupational hearing loss induced by noise, according to age and time of exposition in years.

METHODS. 222 patients with occupational sensorineural hearing loss induced by noise were studied retrospectively, correlating the auditive clinical claims, alterations of audiometric thresholds at frequencies of 250Hz to 8000Hz, speech discrimination indicator with age and time of exposure. As a control group were used the audiometric threshold of a population of same medium age, without morbid antecedents of hearing illness, as preconized by ISO 1999 (1990). The group were divided into subgroups and three decades of exposure were analyzed.

RESULTS. It was verified that the clinical claims of hipoacusy increases according to the age and time of exposure. The frequency of tinnitus is constant. The audiometric thresholds in the second decade of exposure present variations that depend on the age. The several audiometric curves are parallel, but they are not horizontal. The worst thresholds were found in the high frequencies from 3000Hz to 8000Hz, as a clinical and physiopathological consequences of the commitment of basal areas of cochlea. The speech

discrimination showed to be worst according to the increase of age and time of exposure.

CONCLUSION. *Patients with hearing loss disacusy induced by occupational noise present characteristic audiometric thresholds that varie according to age and time of exposure to noise. These characteristics defined and resumed in audiometric curves can constitute a standard of comparation, evaluation and control for exposed populations.* [Rev Ass Med Bra 2000; 46(2): 143-58]

KEY WORDS: Noise induced hearing loss. Hipoacusy. Epidemiology.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- World Health Organization. Noise. Environmental. health *Criteria* 12. Geneva, 1980.
- ISO 1973a - *Acoustics-guide to the measurements of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on man.* Genève. 1973.
- Hetu, R.; Quoc, H.T.; Duguay, P. - The likelihood of detecting a significant hearing threshold shift among noise-exposed workers subject to annual audiometric testing. *Ann. Occup. Hyg.* 34:361-370, 1990.
- Habermann, J. - Ueber die schwerhörigekeit der kesselschmiede. *Archiv für Ohrenheilkunde*, 30:1-25, 1890.
- Wittmack, D. - Über schädigung des gehörs durch Schalleinwirkung. *Z. Ohrenheilkunde* 54:37-80, 1907.
- Fowler, E.P. - Marked deafened areas in normal ears. *Archives of Otolaryngology*, 151-155, 1928.
- Temkin, J. - Die Schädigung des ohres durch Lärm und Erschütterung. *Monatschrift für Ohrenheilkunde und Laringo-rhinologie* 67:257, 1933.
- Bunch, C.C. The diagnosis of occupational or traumatic deafness. A historical and audiometric study. *The Laryngoscope* 47:615-691, 1937.
- Larsen, B. - Investigations on noise in certain factories. *Acta Otolaryngol.* (Stockh), 34:71-77, 1946.
- Almeida, H. - Influence of electric punch card machines on the human ear. *Archives of Otolaryngology* 51:215-222, 1950.
- Mocellin, L. - *Profilaxia dos traumatismos sonoros na surdez profissional.* Curitiba, 1951. Tese de Livre Docência - Faculdade de Medicina da Universidade do Paraná.
- AMA- Council on Physical Medicine. Tentative standard procedure for evaluating the percentage loss of hearing medicolegal cases. Council on Physical Medicine, *J. Am. Med. Assoc.*, 133:396, 1947.
- AMA - Council Physical Medicine and Rehabilitation. Principles for evaluating hearing loss. *J. Am. Med. Assoc.*, 157:1408, 1955.
- Gravendeel, D.W. & PLOMP, R. - The relation between permanent and temporary noise dips. *Archives of Otolaryngology*, 69:714-719, 1959.
- Harris, J.D.; Haines, H.L.; Myers, C.K. - The importance of hearing at 3kc understanding speed speech. *Laryngoscope* 1960; 70:131-146.
- AMA-Committee on Medical Rating of Physical Impairment: Guide to the evaluation of permanent impairment: ear, nose and throat and related structures. *J. Am. Med. Assoc.*, 177:489-501, 1961.
- Waal, J.V.; Holland, L. - Peculiarities of noise- induced hearing loss. *Ann. Otol.* 70:208-223, 1961.
- Glorig, A.; Ward, W.D.; Nixon, J. - Damage risk criteria and noise-induced hearing loss. *Archives of Otolaryngology* 74:413-423, 1961.
- Taylor, W. et al. - Study of noise and hearing in jute weaving. *J. Acoust. Soc. Am.*, 38:113-120, 1964.
- Atherley, G.R.; Noble, W.G.; Sugden, D.B. - Foundry Noise and hearing in Foundrymen. *Ann. Occup. Hyg.*, 10:255-261, 1967.
- Marone, S. - *Estudo Médico-Legal das Perdas da Audição.* Edição Saraiva, São Paulo, 1968. 85 p.
- Ward, D.W. - The identification and treatment of noise-induced hearing loss. *Otolaryngologic Clinic of North America*, 2:89-110, 1969.
- Miller, J.D. - Effects of noise on the quality of human life. Central Institute for the Deaf, St. Louis (Special Contract Report Prepared for the Environmental Agency, Washington, D.C.) *Occupational Exposure to Noise*, NIOSH, 1972, USA.
- Clark, W.W. & Bohne, A.B. - Animal model for the 4-KHz tonal Dip. *Ann.Otol.*, 87 (Suppl. 51), 1978.
- Pereira, C.A. - Surdez profissional em trabalhadores metalúrgicos: estudo epidemiológico em uma Indústria da Grande São Paulo. São Paulo, 1978. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.
- Portaria 3214 DE 08/06/78 - Ministério do Trabalho do Brasil.
- AMA- Council of Scientific Affairs: Guide for the evaluation of Hearing Handicap. *J. Am. Med. Assoc.*, 241:2055-2059, 1979.
- Atherley, G. & Johnston N. Audiometry. The ultimate test of sucess? *Ann. Occup. Hyg.*, 27:427-447, 1983.
- Alberti, P.W. The clinical assesment of industrial hearing loss a case report and discussion. *The Journal of Otolaryngology* 11:94-9, 1982.
- Almeida, S.I. Estudo clínico e fisiopatológico da lesão auditiva induzida pelo ruído. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 13:28-33, nº 52, 1985.
- Cavalcanti, C.V.; Rezende de Almeida, E.; Butugan, O. Estudo audiométrico em ambiente ruidosos. *Oto-rhino* 1:15-28, nº 4, 1986.
- Axelsson, A. & Hamernik, R.P. - Acute acoustic trauma. *Acta Otolaryngol.* (Stockh) 104:225-233, 1987.
- Osguthorpe, J.D., ed. - *Guide for conservation of hearing in noise.* American Academy of Otolaryngology - Head and Neck Surgery Foundation. Subcommittee on the Medical Aspects of Noise of the Comitee on Hearing and Equilibrium. 1988.
- Osguthorpe, J.D. & Klein, A.J. - *Hearing Compensation Evaluation.* American Academy of Otolaryngology - Head and Neck Surgery Foundation, 1989.
- Clark, W.W. & Popelka, G.R. - Hearing levels of railroad train men. *Laryngoscope* 99:1151-1157, 1989.
- ISO 1999 - *Acoustics-Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.* Second Edition. Genève. 1990.
- Conraux, C. Surdités professionnelles. *La Revue du Praticien*, 40(19):1762-5, 1990.
- Talbott, E.O. et al. Noise induced hearing loss: a possible marker for high blood pressure in older noise-exposed population. *Journal of Occupational Medicine*, 32:690-697, 1990.
- Phaneuf, R. & Hetu, R. - An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. *The Journal of Otolaryngology*, 19:1, 1990. p.31-40.
- Vincent, M.; Estève-Fraysse, M.J.; Fraysse, B. - Diagnostic des surdités de perception chez l'adulte. *La Revue du Praticien* 40(19):1751-1761, 1990. vol.40. nº 19.
- Úlehllová, L.; Branis, M.; Janisch, R. - Acoustic trauma in mine workers revealed by temporal bone necropsy. *Acta Otolaryngol.* (Stockh) (Suppl. 470):97-108, 1990.
- Hanner, P. & Axelsson, A. Acute acustic trauma. An emergency condition. *Scand. Audiology*, 17:57-63, 1988.
- Riko, K. et al. -Hearing aid usage in occupational hearing loss claimants. *The Journal of Otolaryngology* 19:25-30 nº 1, 1990.
- Lim, D.P. & Stephens, S.D.G. - Clinical investigation of hearing loss in the elderly. *Clin. Otolaryngol.* 16:288-293, 1991.
- Almeida, S.I. Diagnóstico diferencial da Disacusia Neurosensorial induzida pelo ruído. *Rev. Associação Médica Brasileira* 37:150-152, 1991.
- Motta Singer, J. & Andrade, D.F. - Análise de dados longitudinais. VII SINAPE. *Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística.* 1986. UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas).
- Pialoux, P.; Cavigneux, A; Rainville, H.J. - Surdité Professionnelle. *Encyclop. Med. Chir. Oto-Rhino-Laryngologie*, 1:20199 A-10, 1974.