

P A I R PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO

Volume II

Alberto Alencar Nudelmann

Médico-Otorrinolaringologista
Pós-Graduado em Otorrinolaringologia pela PUC-RS e em
Metodologia do Ensino Superior pela UNISINOS-RS
Mestre em Educação pela PUC-RS
Representante da Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia
junto ao Comitê Nacional de Ruído e
Conservação Auditiva, na qualidade de Coordenador
Representante da Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia no Grupo
de Trabalho GT 3 do INMETRO

Everardo Andrade da Costa

Otorrinolaringologista Ocupacional
Mestre em Distúrbios da Comunicação pela PUC-SP
Doutor em Saúde Coletiva pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP-SP
Docente em Otorrinolaringologia Ocupacional pela Faculdade
de Ciências Médicas da UNICAMP-SP
Representante da Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia junto ao
Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva

José Seligman

Médico-Otorrinolaringologista
Consultor de Empresas na Área de Audiologia Ocupacional
Representante da Sociedade Brasileira de Otolgia junto ao
Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva

Raul Nielsen Ibañez

Médico-Otorrinolaringologista
Especialista em Medicina do Trabalho
Representante da Sociedade Brasileira de Otolgia junto ao
Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva

REVINTER

2001

CONSIDERAÇÕES EPIDEMIOLÓGICAS PARA O ESTUDO DE PERDAS AUDITIVAS OCUPACIONAIS

Thais C. Morata
Grace K. Lemasters

INTRODUÇÃO

Uma das características das perdas auditivas induzidas pelo ruído (PAIR) é a grande variabilidade de susceptibilidade entre indivíduos. Expostos a níveis equivalentes de ruído, pelo mesmo período de tempo, diferentes indivíduos podem ter respostas opostas à exposição. Essa variabilidade 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 ruído³². É comum que ambientes de trabalho consistam em 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 simultâneos, com uma média de 2,7 agentes⁵². Se levarmos em consideração apenas os agentes químicos, o número de agentes usados e de combinações possíveis é substancial. Propriedades ototóxicas foram identificadas para pelo menos três classes de produtos químicos industriais: metais, solventes e asfixiantes^{18,21,28,53}. É possível afirmar que se a exposição a estes produtos atingir certos altos níveis, esta poderá representar um risco à audição, mesmo se não houver exposição a níveis excessivos de ruído, como sugerido por vários autores^{3,5,7,14,15,26,30,36,44,46,56,61}. Portanto o termo *perda auditiva ocupacional* não deve ser considerado um sinônimo de *perda auditiva induzida pelo ruído*, mesmo que os dois termos tenham sido previamente tratados como tal. Estudos sobre os efeitos da exposição combinada a agentes ambientais no trabalho, embora complexos, constituem um importante desafio na área de saúde ambiental. Se estes fatores não forem levados em consideração, podem limitar o sucesso de programas para prevenção de perdas auditivas^{19,23,43,49}. Recentes avanços na área, observáveis pelo aumento no número de conferências e publicações sobre efeitos combinados, indicam um interesse crescente por esta abordagem holística^{9,13,24,33,34,46,54}.

O objetivo do presente capítulo é rever conceitos básicos de epidemiologia e discutir estratégias que levem em consideração fatores de risco, além do ruído, na investigação e na prevenção de perdas auditivas ocupacionais.

DEFININDO A PATOLOGIA A SER ESTUDADA (VARIÁVEL DEPENDENTE)

Para planejar um estudo de campo, selecionar um desenho de estudo apropriado, coletar dados confiáveis, obter uma amostra representativa, definir a estratégia de análise adequada e controlar para possíveis variáveis de confusão é essencial que a patologia de interesse seja caracterizada *a priori*. Esta se trata da variável dependente do estudo. Essa caracterização facilitará a identificação precisa de casos numa determinada população, dentro de um período determinado de tempo, e permitirá o cálculo da taxa de ocorrência da patologia selecionada e a avaliação de agentes de risco. Os principais fatores que afetam a taxa de uma patologia incluem: como a patologia é definida (de forma abrangente ou detalhada), métodos usados na identificação de casos, a duração natural da doença, a frequência de recuperação e óbitos, a cooperação da população do estudo e o acesso a esse grupo para investigação^{16,17,29}.

Através da definição cuidadosa da patologia a ser estudada (através de uma revisão de literatura minuciosa) estabelecem-se os critérios para definição de “casos”. A definição de “casos”, qualquer que seja o desenho do estudo, serve como base para o teste de hipóteses e como guia para uma série de decisões a serem tomadas a respeito da coleta de dados.

Para ilustrar essa definição preliminar da patologia usaremos o exemplo de um estudo sobre perdas auditivas ocupacionais. O primeiro passo no planejamento deste estudo é estudar a literatura buscando as informações já disponíveis sobre a patologia. A revisão de literatura indicará que perdas auditivas ocupacionais estão ligadas, em sua grande maioria, a exposição ao ruído de intensidade elevada por um período de tempo prolongado^{4,8,55}. Muito se sabe sobre esta patologia, que é irreversível, bilateral, neurossensorial, e que atinge as altas frequências no teste de audiometria tonal. Essa informação deve dirigir o pesquisador a algumas decisões preliminares quanto ao método de estudo. Além do problema do ruído, a literatura também revela que outros agentes presentes no meio ambiente ou na indústria, os agentes químicos, podem causar perdas auditivas e que estas têm as mesmas características audiométricas que as perdas por ruído. Entretanto os efeitos destes agentes não se restringem à cóclea^{47,48}. Essa outra informação obrigará que o pesquisador decida se quer estudar exclusivamente o problema do ruído ou se quer, também, avaliar agentes químicos. Essa decisão terá implicações diretas em que população será estudada, que variáveis deverão ser medidas, que testes auditivos deverão ser realizados e como a análise de dados deverá ser direcionada.

Como mencionado anteriormente, existe uma série de tipos de deficiências auditivas, etiologias e variáveis que podem interagir para causar uma deficiência auditiva. No planejamento de um estudo epidemiológico sobre deficiências audi-

tivas, a presença de uma série de fatores de risco deve ser avaliada e seu possível impacto na patologia deve ser examinado a fim de maximizar a precisão no cálculo de risco e eliminar o risco de observações equivocadas. Fatores como idade, sexo, raça, história médica, exposições na escola, ambiente de trabalho e lazer podem ser avaliados através de um questionário ou da revisão de registros.

Uma vez que o foco deste capítulo é a perda auditiva ocupacional, as principais características das perdas auditivas associadas a exposições a ruído ou produtos químicos serão brevemente apresentadas, assim como as implicações destas, para o desenho de um estudo científico.

Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR)

Mesmo que se use uma abordagem holística na investigação de perdas auditivas ocupacionais, a exposição a ruído é um dos fatores centrais a serem examinados.

A PAIR é uma condição específica com sintomas estabelecidos e achados objetivos⁵⁵. Algumas características principais da PAIR (excluindo-se casos de trauma acústico) incluem:

1. A perda auditiva é irreversível, neurossensorial e predominantemente coclear.
2. O portador deve ter história prolongada de exposição a níveis de ruído elevados (> 85 dB(A)/8 horas/dia), suficientes para causar uma perda no nível e configuração observados nos testes audiológicos.
3. A perda auditiva deve ter se desenvolvido gradualmente num período de, geralmente, seis a 10 anos de exposição.
4. A perda auditiva deve ter se iniciado nas altas frequências audiométricas (ordem característica de 6,4,8,3,2 ou 4,6,8,3,2 kHz) e ser equivalente nos dois ouvidos.
5. Os resultados dos testes de reconhecimento de fala devem ser consistentes com os resultados da audiometria tonal.
6. A perda auditiva deve estabilizar-se, quando a exposição a ruído for eliminada.

Podemos observar que a perda auditiva resultante de exposição prolongada a ruído progride de maneira reconhecida e identificável. Essa evolução foi descrita por Taylor *et al.*, baseando-se nos resultados obtidos com trabalhadoras na fiação de juta, corrigidos por idade⁵⁹. A perda auditiva nas frequências mais afetadas (3 e 4 kHz) progrediu rapidamente nos primeiros 10 anos de exposição e, depois disso, tornou-se mais lenta, até se estabilizar num patamar. As perdas nas frequências mais baixas progrediram mais lentamente, porém de forma continuada durante toda a exposição.

Perdas Auditivas por Ototoxicidade

As características das perdas auditivas por ototoxicidade podem variar de tal forma a justificar mudanças drásticas nos estudos de perdas auditivas ocupacionais. Essa variabilidade pode ser atribuída aos seguintes fatores: multiplicidade de produtos químicos existentes (com diferentes estruturas moleculares), dife-

rentes ambientes de trabalho, infinitas possibilidades de combinações de produtos químicos e variações na intensidade e nos parâmetros de exposição (i.e., aguda, intermitente, crônica).

Entre os produtos químicos cuja ototoxicidade foi investigada mais detalhadamente destacam-se os metais pesados, os solventes e os asfixiantes. Estas são substâncias com diferentes estruturas moleculares, o que sugere que possam atuar sobre diferentes pontos do sistema auditivo, através de mecanismos distintos¹⁸. Em estudos com animais obteve-se evidência sólida de que a exposição a determinados solventes atinge a cóclea assim como o ruído^{11,28,50,58}. A exposição a tolueno afetou funcional e morfológicamente as células ciliadas de ratos e camundongos.

Agentes ototóxicos são medicamentos ou outras substâncias químicas que causam alterações funcionais ou lesões em nível celular na orelha interna, especialmente nos terminais nervosos do sistema auditivo e/ou vestibular²². Da literatura sobre ototoxicidade (principalmente sobre medicamentos), sabe-se que o local e a extensão da lesão variam de acordo com uma série de fatores de risco, que incluem: tipo da droga, interação entre drogas, dosagem, método de administração ou exposição e a presença de certas condições físicas ou outros fatores individuais. Essas variáveis podem exacerbar ou anular os efeitos adversos das substâncias químicas^{22,27,60,62}. Sabe-se, também, que, em geral, em processos de ototoxicidade, observa-se que:

1. A perda auditiva é irreversível e neurossensorial.
2. O portador deve ter história de exposição a algum agente ototóxico.
3. A perda auditiva deve ter se iniciado nas altas frequências audiométricas (ordem característica de 3,4,6 kHz), ser equivalente nos dois ouvidos e progredir de acordo com os fatores de risco citados no parágrafo anterior.
4. A perda auditiva é coclear, ou, pelo menos, tem um componente coclear.
5. Mulheres e homens são afetados de forma equivalente.
6. A perda auditiva deve se estabilizar se a exposição ao agente ototóxico for eliminada.

A comparação entre as características gerais das perdas auditivas causadas por ruído ou por processos de ototoxicidade revela o quão difíceis podem ser o diagnóstico diferencial e a identificação da causa das alterações observadas. Essa comparação também pode elucidar porque os efeitos das exposições ocupacionais a agentes químicos não foram identificados mais cedo. Se o local da lesão decorrente da exposição a solventes for o mesmo do observado em animais de laboratório (coclear), os efeitos desta exposição detectados pela audiometria tonal podem ser indiscerníveis dos efeitos da exposição a ruído. Para a detecção destes efeitos se torna necessário estudar a distribuição de perdas auditivas neurossensoriais em populações não-expostas e expostas a diferentes agentes, em diferentes condições.

Estudos clínicos e epidemiológicos indicaram uma associação entre exposição a uma série de solventes e alterações nas vias auditivas centrais^{1,38,40,47,48}. O achados audiométricos associados a exposição a solventes revelaram perdas auditivas leves a moderadas; entretanto, no caso dos metais pesados, as perdas auditivas

vas podem chegar a ser profundas²⁰. Vários produtos químicos são reconhecidamente neurotóxicos e podem afetar a audição ou equilíbrio agindo primeiramente ao nível do tronco cerebral ou das vias auditivas/vestibulares centrais⁶⁰. 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 avaliem porções mais centrais do sistema auditivo se torna essencial (veja a Seção "Avaliações e Instrumentos").

Até o momento poucos estudos epidemiológicos examinaram o período de tempo necessário para que exposições químicas industriais cheguem a afetar o sistema auditivo; ainda existe uma certa incerteza se o processo é agudo ou crônico. Serão os picos de exposição, não-triviais (como no caso de limpeza de equipamento, falhas nos sistemas de ventilação ou exaustão, ou durante vazamentos acidentais etc.), elevados o suficiente para causar uma alteração? É improvável, uma vez que os efeitos deste produtos têm sido observados em populações numerosas. As investigações publicadas até o momento indicaram 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^{39,40}. Um outro estudo, entretanto, só detectou um efeito significativo dos solventes a partir de cinco anos de exposição²⁶. A questão da latência certamente depende 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 para um número reduzido de substâncias. Essa escassez de dados dificulta o delineamento preliminar da patologia a ser estudada, como recomendado no início deste capítulo. Neste cenário, o pesquisador deve procurar obter informações sobre a toxicidade e neurotoxicidade do produto a ser estudado e das queixas apresentadas pelas populações expostas, para então tomar uma série de decisões quanto à metodologia a ser adotada.

■ TIPOS DE ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS

Entre os desenhos de estudo existentes, os mais típicos são: transversal, caso-controle e coorte. Nos estudos transversais, a patologia e a exposição de risco são medidas num mesmo momento, numa determinada população. Cada sujeito é então categorizado levando em consideração a ocorrência da doença e da exposição. Esse desenho de estudo permite ao pesquisador obter a taxa de prevalência, ou seja, a relação entre o número de casos conhecidos de uma determinada doença ou condição de saúde e a população. Este desenho é recomendado para estudos em que não ocorre uma recuperação/cura da patologia.

No caso de estudos caso-controle, os indivíduos são agrupados de acordo com a presença (caso) ou ausência (controle) da patologia a ser estudada. A história de exposições a fatores de risco é obtida e os dois grupos são comparados. Os grupos de estudo podem prover de populações distintas e o grupo de casos pode ser comparado a um ou mais grupos-controles. Esse desenho é frequentemente utilizado para examinar patologias raras (como no caso de determinadas síndromes) quan-

do são selecionados os casos e um ou mais grupos-controles. Uma vez que a seleção dos sujeitos é baseada na ocorrência da doença, não se pode avaliar todos os efeitos que uma determinada exposição possa ter, uma vez que partimos da doença, e não da exposição. Um problema inerente a este tipo de estudo decorre do fato de a avaliação da exposição ser retrospectiva. Devido à inadequação de registros, falhas de memória dos informantes e, muitas vezes, à inexistência de medidas objetivas de exposição, pode ocorrer um viés na classificação dos sujeitos como expostos ou não.

Nos estudos coortes, os subgrupos do estudo são divididos de acordo com sua exposição ao fator de risco selecionado e em cada subgrupo avalia-se a ocorrência da patologia a ser investigada em todos os participantes do estudo. Estes grupos de exposição podem ser identificados num período de tempo passado (retrospectivamente) e examinados no presente, ou determinados no presente e acompanhados no futuro (prospectivo). O estudo coorte retrospectivo geralmente permite o cálculo de *prevalência*, mas o estudo prospectivo ou longitudinal pode possibilitar o cálculo de *incidência*. O conceito de incidência está ligado a um intervalo de tempo, e traduz a idéia da intensidade com que uma doença se propaga em uma população. Por isso as taxas de incidência são sempre expressas para um determinado período. Por exemplo: cinco casos *por mês*, ou *por ano*. No estudo prospectivo, os investigadores têm a possibilidade de obter medições de uma determinada exposição no período em que a etiologia estudada se manifesta pela primeira vez. Para estudos prospectivos, indivíduos devem receber uma avaliação audiológica inicial e depois serem acompanhados para a identificação dos casos novos da patologia. Um estudo prospectivo responde a perguntas do tipo: "Quanto tempo depois de uma exposição ocorrerá a patologia?" e "Que indicadores de susceptibilidade podem predizer uma lesão futura?" Se o intervalo de tempo entre uma exposição e a ocorrência da patologia for muito grande, este tipo de estudo exigirá grandes recursos financeiros.

Existe um desenho híbrido entre o caso-controle e o coorte, quando casos e controles são selecionados de uma mesma população. Por exemplo, aqueles indivíduos portadores de uma deficiência auditiva são identificados e comparados com os que não apresentam a deficiência. Esses dois subgrupos são comparados em relação a diferenças entre seus históricos de exposição. Esse desenho híbrido pode ser adotado quando há a necessidade de informações detalhadas e é inviável coletar dados do coorte inteiro devido ao tempo exigido ou ao custo. O Quadro 1-1 sumariza cada desenho de estudo, características da coleta de dados e tipo de estimativa de risco obtida.

Estudos ocupacionais geralmente utilizam o desenho transversal ou de coorte, necessitando a seleção de um grupo-controle. Se o ambiente de trabalho contiver muitos agentes de risco, como no caso de produtos químicos e ruído, encontrar grupos com exposições equivalentes se torna mais difícil. O desenho ideal para se avaliar interação entre um agente químico e o ruído requer que se encontre um grupo livre de ambas as exposições (que seria um grupo-controle), um grupo exposto exclusivamente a ruído, um grupo exposto exclusivamente ao produto químico e um grupo exposto a ambos os agentes em níveis de exposição compará-

■ **Quadro 1-1. Desenhos de Estudos Epidemiológicos**

Desenho do Estudo	Estratégia de Amostragem/Medições	Resultados
Transversal	Patologia e exposições presentes	Prevalência
Caso-controle	Patologia presente, exposições passadas	Razão de chances
Coorte retrospectivo	Patologia presente, exposições passadas	Prevalência ou incidência
Coorte prospectivo	Patologia futura, exposições presentes e futuras	Incidência, risco relativo

veis. Essa configuração permitiria ao pesquisador avaliar com clareza o tipo de interação (aditiva ou sinérgica) que ocorre no caso da exposição combinada. Um outro requisito seria que os grupos fossem similares com relação à idade, sexo e *status* socioeconômico. Em geral as condições ideais são difíceis de se obter, e provavelmente o mais difícil de se localizar são grupos com exposições químicas similares, só diferindo em relação à exposição a ruído. Uma vez que a literatura contém um grande volume de informações sobre o risco oferecido pelo ruído, o maior esforço deve ser destinado à localização de grupos com exposições a produtos químicos equivalentes. No caso de o pesquisador não localizar grupos com exposições químicas equivalentes, ele tem a alternativa de usar dados de um grupo com exposição a uma substância com uma estrutura química similar, em níveis de exposição comparáveis.

■ AVALIAÇÕES E INSTRUMENTOS

Elaboração de Questionários

Um elemento muito importante em estudos epidemiológicos é a construção do questionário, instrumento usado na grande maioria das investigações. Os resultados e conclusões de um estudo vão depender do cuidado com que for elaborado o questionário. Antes da sua elaboração, é importante que o pesquisador interaja com indivíduos similares à população de estudo a fim de adquirir algum conhecimento sobre sua saúde e seus interesses nessa área, atividades educativas ou de trabalho, nível educacional, socioeconômico etc.

Existem duas alternativas gerais na elaboração de um questionário: a não-estruturada, aberta, que permite maior flexibilidade durante a entrevista, e a padronizada, estruturada ou fechada. Na primeira, o conteúdo da pergunta, a sequência e a escolha das palavras estão sob o controle de quem aplica a entrevista, que é dirigido pelas respostas obtidas. Na segunda alternativa, a sequência e o texto das perguntas são fixos e predeterminados. Esta última alternativa é mais eficiente em termos de tempo e elimina a necessidade de codificação, dificuldades estatísticas e interpretação de respostas para categorização.

Antes de elaborar o questionário o pesquisador deve estar familiarizado com todos os aspectos do estudo, tendo as informações existentes sobre a patologia a ser investigada, sobre todas as variáveis de risco conhecidas e também sobre a população selecionada. Esse processo requer uma revisão da literatura recente para determinar os fatores de risco conhecidos. Por exemplo, num estudo de perdas auditivas ocupacionais, é necessário perguntar sobre atividades não-ocupacionais que possam afetar a audição, como: uso de armas de fogo, de música amplificada, de ferramentas elétricas, prática de esportes que exponham os participantes a ruídos elevados. Esses dados devem ser detalhados. Por exemplo, no caso do uso de armas de fogo, o tipo de arma, a frequência, a postura durante o disparo, o número de tiros disparados e o uso de protetor auditivo devem ser investigados. Para avaliar a história médica devem ser incluídas perguntas sobre histórico familiar de deficiência auditiva, história de infecções de ouvido na infância e vida adulta, uso de medicações, deficiências auditivas associadas a doenças infantis etc.⁴⁹.

A auto-avaliação da audição é também comumente utilizada. As perguntas podem incluir uma escala sobre como o indivíduo percebe sua audição (que varie de ruim, boa a excelente), em diferentes circunstâncias (em ambiente silencioso, numa festa, ao telefone).

Dados sobre exposições no ambiente são geralmente obtidos através de questionário. Foi divulgado que históricos ocupacionais obtidos através de entrevistas com trabalhadores oferecem informações completas e confiáveis, mas dependem de vários fatores, incluindo: número de empregos que a pessoa teve, tempo desde a contratação, tempo total no emprego e nível educacional^{16,10,57}.

Sempre que possível, o ambiente de trabalho deve ser visitado antes da elaboração do questionário. Para cada participante devem ser obtidas informações sobre suas funções de trabalho específicas, departamento, rotina, uso de equipamento de proteção etc. Perguntas sobre determinadas exposições podem ter respostas dicotômicas (sim ou não) ou numa escala de valores (baixa, média e alta) baseada no conhecimento existente sobre as mesmas. Alternativamente, pode-se utilizar registros de produção para designação dos níveis de exposição. Com três perguntas simples, Jacobsen *et al.*²⁶ caracterizaram as exposições a produtos químicos em seu questionário:

“Você trabalhou exposto a solventes (tricloroetileno, tetracloreto de carbono etc.) com frequência (várias vezes por semana ou mais), neste emprego ou em emprego anterior?”

___ Sim ___ Não ___ Anos

“Você trabalhou exposto a vapores de tintas ou vernizes, com frequência (várias vezes por semana ou mais), neste emprego ou em emprego anterior?”

___ Sim ___ Não ___ Anos

“Você trabalhou exposto a barulho alto (que necessita erguer a voz para conversar), com frequência (várias vezes por semana ou mais), neste emprego ou em emprego anterior?”

___ Sim ___ Não ___ Anos

Note-se que os pesquisadores definiram especificamente o termo "com frequência", deram exemplos dos solventes e uma definição facilmente compreensível de barulho alto.

Resumindo, existem alguns princípios básicos gerais que devem ser seguidos na elaboração de questionários, como se segue.

1. Elabore perguntas de uma maneira neutra, que não dirija a resposta.
2. Toda pergunta deve ser curta, clara, direta, livre de ambigüidades e de fácil compreensão para entrevistador e entrevistado, evitando termos médicos ou científicos e palavras vagas como: importante, algum, vários, grande/pequeno, geralmente, muito/pouco, quase, talvez, ocasionalmente/freqüentemente.
3. Cada palavra numa pergunta é importante; cada palavra deve ser examinada para possível eliminação. As perguntas não deveriam exceder 20 palavras.
4. Reserve as perguntas fáceis e neutras para o começo do questionário, deixando as mais sensíveis para o final.

Papel do Viés

No planejamento de um estudo, todo esforço deve ser feito para a seleção de uma amostra que represente a população de interesse de uma forma fidedigna, de um grupo-controle adequado e que os dados sejam coletados com precisão. Pode acontecer, entretanto, que alguma das etapas do estudo introduza um erro sistemático, ou viés (também chamado na literatura de *bias*), que pode sabotar a seleção de uma amostra representativa (viés de seleção) ou a coleta e interpretação de informações acuradas (viés de observação). O viés de observação pode ocorrer quando o registro de informações ocorre de maneira diferente entre os subgrupos do estudo, por alguma característica especial de um dos subgrupos, ou por um acompanhamento mais intensivo do grupo que tem a doença (viés de detecção), ou porque os pesquisadores perguntam ou interpretam respostas de forma diferente (viés do informante). Por exemplo, o viés de seleção pode ocorrer quando se recrutam voluntários. Aqueles que suspeitam ter uma deficiência auditiva podem estar mais inclinados a participar do estudo. Nesse caso, seu estudo poderia resultar numa estimativa de risco imprecisa, exagerada. Para evitar este viés, deve ser buscada alguma forma de atrair aqueles que julgam escutar bem a se voluntariar para o estudo.

O viés de classificação ocorre quando há um erro no momento em que classificamos os participantes como tendo uma patologia ou não, ou tendo sofrido determinada exposição ou não. Esse viés resulta de um método não apropriado para determinação da patologia ou exposição. Por exemplo, se usarmos testes de timpanometria para avaliarmos indivíduos portadores de deficiências auditivas centrais, não detectaremos os casos de maneira correta, muitos casos serão perdidos.

Quando pedimos a pessoas que se lembrem de exposições ou de outros eventos em sua vida, sua memória pode ser diferenciada pelo fato dela ter ou não a patologia que desejamos estudar (viés de evocação). Por exemplo, se a entrevistada for mãe de um bebê portador de deficiência auditiva, ela estará mais inclinada a lembrar de detalhes de sua gravidez do que a mãe de um bebê de audição normal, uma vez que a mãe do bebê portador da deficiência busca entender a causa do problema.

Existem métodos para se controlar a ocorrência desse tipo de viés. Uma estratégia é oferecer ao entrevistado informações circunstanciais que facilitem a lembrança, a evocação do evento que o pesquisador quer avaliar. Outra estratégia é buscar a confirmação da informação obtida no questionário através de outra fonte (registros, fichas médicas etc.).

Recrutamento de Participantes

Para atrair participantes para estudos na área de saúde, é fundamental uma comunicação clara com a população-alvo. Esta população deve ser bem informada sobre os objetivos do estudo e sobre o que ele envolve. Alternativas usadas na informação da população podem incluir o uso de artigos em jornais de associação ou de bairro, reuniões, distribuição de folhetos. Essa iniciativa deve incluir informações sobre os benefícios da participação para os líderes da população-alvo (diretores de escola, hospital, clínica ou indústria). Muitas vezes, se esses líderes se interessam pelo estudo, eles influenciarão de maneira positiva o recrutamento, facilitando a participação dos eventuais interessados. Portanto, o contato com estes líderes deve ser feito na fase inicial do estudo.

Os potenciais participantes precisam saber a quem contactar em casos de dúvidas e que tipo de informação a respeito dos resultados será divulgado, para cada participante e para a população em geral. Um aspecto central para se conseguir a participação da população refere-se à garantia de privacidade dos dados. Você poderá necessitar levantar informações sensíveis, como, por exemplo, consumo de álcool, ou uso de drogas ilegais. Os potenciais participantes do estudo precisam estar garantidos de que as informações confidenciais obtidas no estudo não serão divulgadas e que a participação no estudo não poderá prejudicá-los mais tarde, de nenhuma maneira.

Testes Clínicos — Testando o Sistema Auditivo. Seleção dos Testes e Procedimentos de Análise

A seleção dos testes audiológicos a serem utilizados depende daquela avaliação preliminar da literatura da patologia a ser estudada, descrita no início deste artigo. Quanto maior o número de informações levantadas sobre as características da deficiência auditiva, o local das lesões relacionadas com a deficiência, respostas em diferentes testes audiológicos, mais fácil e mais correta será a decisão sobre quais testes utilizar no estudo. É importante também tentar usar testes que já tenham sido utilizados em estudos anteriores sobre a patologia, para poder comparar os novos achados com as observações feitas anteriormente.

Grande parte das informações disponíveis sobre deficiências auditivas provém de estudos clínicos. Nos estudos clínicos há a necessidade de maior profundidade e detalhamento de cada caso, propiciada pela busca do diagnóstico. Nas investigações epidemiológicas, a identificação da doença tem uma natureza externa, guiada pela comparação de subgrupos de uma determinada população. Almeida Filho e Rouquayrol², discutindo o caráter exaustivo e completo do diagnóstico clínico, afirmam que este busca saber “muito sobre poucos”, em oposição à investigação epidemiológica, baseada em técnicas de coleta padronizadas e simplificadas, que tem como objetivo saber “pouco sobre muitos.”

A maioria dos estudos sobre perdas auditivas ligadas ao trabalho tem utilizado a audiometria tonal e a média dos limiares audiométricos como meio para avaliar os efeitos do ruído sobre a audição. Para investigar os efeitos de exposições químicas, essa abordagem tradicional pode não ser suficiente ou adequada.

Estudos de campo sobre estireno, um solvente orgânico que possui propriedades ototóxicas^{13,31,51}, usaram essa abordagem tradicional e só indentificaram efeitos mínimos do solvente nos limiares tonais^{37,45,54}. Entretanto, quando foram comparados os dois grupos com níveis de exposição opostos, foi observada uma diferença estatisticamente significativa nos limiares auditivos nas altas frequências audiométricas⁴⁵. Num outro estudo, os resultados das audiometrias periódicas de trabalhadores expostos a estireno, não indentificaram perdas auditivas que não houvessem sido atribuídas à exposição³⁷. Entretanto sete trabalhadores entre dezoito apresentaram resultados alterados em testes que avaliaram o sistema auditivo central. Os efeitos da exposição a estireno e ruído foram avaliadas em 299 trabalhadores, em mais um estudo com a indústria de produtos de fibras de vidro⁵⁴. Os níveis de ruído variaram de 85 a 90 dBA, enquanto os níveis de estireno estiveram geralmente abaixo de 50 ppm, o limite recomendado por algumas agências internacionais. Foi observada uma associação significativa entre a exposição a ruído (estimativa de dose de ruído durante toda vida profissional) e a perda auditiva (avaliada através da média dos limiares audiométricos). O mesmo não ocorreu com a exposição a estireno, que só se aproximou dos níveis mínimos de significância em algumas frequências específicas.

A classificação dos resultados audiométricos, seguindo um determinado critério, tornando-os uma variável binária, e a subsequente estimativa de taxas de prevalência ou incidência, e risco, são abordagens que traduziram-se em indicadores mais sólidos do risco que a exposição ocupacional a solventes pode representar para a audição. Alguns exemplos dessa alternativa estão apresentados adiante.

Num estudo longitudinal no qual a audição de 319 trabalhadores de diferentes departamentos de uma indústria foi acompanhada por um período de 20 anos, foram calculadas porcentagens de casos de perda auditiva indenizáveis⁸. Uma porcentagem surpreendentemente elevada de trabalhadores do setor químico apresentou perda auditiva (23%), quando comparados a grupos de setores livres de exposições químicas (5-8%). Esse efeito foi mais surpreendente, pois este grupo exposto a produtos químicos encontrava-se exposto a níveis mais baixos de ruído (80-90 dBA) que os demais grupos estudados (95-100 dBA). Os autores sugeriram que a exposição a solventes industriais poderia ser um fator causal adicional nas perdas auditivas observadas.

Num estudo conduzido com 190 trabalhadores da indústria gráfica, trabalhadores expostos a ruído (88-98 dBA) e tolueno (100-365 ppm) foram comparados com grupos de trabalhadores expostos exclusivamente a ruído (88-97 dBA), com um grupo exposto a uma mistura de solventes na qual o tolueno era o componente principal e com um grupo não exposto a ruído nem a solventes^{39,40}. Os limiares audiométricos médios dos quatro grupos estudados foram comparados na primeira etapa da análise. Inicialmente, os limiares dos não-expostos foram comparados

com os limiares médios da Norma ISO 1999²⁵ para homens da população em geral, expostos a níveis de ruído de até 80 dBA. Estes não eram significativamente diferentes, o que indicou que o grupo-controle era representativo de uma população não-exposta a ruído ocupacional. A comparação entre os limiares dos dois grupos expostos a ruído (com e sem tolueno) só revelou diferenças em frequências isoladas.

O audiograma de cada trabalhador foi classificado como normal ou alterado, por perda auditiva condutiva ou neurossensorial. A seguir as perdas foram classificadas em níveis (de leve a severo), e pela sua lateralidade. O uso de um critério clínico revelou que a maioria das perdas auditivas neurossensoriais bilaterais observadas era leve (até 45 dB NA⁴⁰). A classificação dos audiogramas permitiu o cálculo da prevalência de perdas auditivas neurossensoriais. No grupo exposto a ambos os agentes foi observada uma prevalência (53%) mais elevada do que nos demais grupos: 8% no grupo não-exposto, 26% no grupo exposto a ruído e 18% no grupo exposto à mistura de solventes. Deveríamos notar que as perdas auditivas nas altas frequências, observadas no grupo exposto a solventes (18%), foram mais prevalentes que no grupo-controle (8%), apesar de estes terem médias audiométricas equivalentes.

A seguir, os dados foram analisados através de regressão logística múltipla. Este teste estatístico é muito valioso para a estimativa da razão de risco, sempre que o período de observação é igual para todos os participantes do estudo, e a patologia estudada pode ser classificada como uma variável binária (por exemplo: normal vs. alterado^{29,35}). As seguintes variáveis foram consideradas para inclusão no modelo: idade, tempo de exposição, exposição anterior e/ou não-ocupacional e história médica. As únicas variáveis que tiveram um nível de significância para manter-se no modelo, além do grupo, foram idade e tempo de exposição. Uma vez que a população estudada era relativamente jovem, de idade média de 33 anos, e que os grupos tinham idades médias equivalentes, a idade foi excluída do modelo e o tempo de exposição foi mantido. Esta análise permitiu o cálculo das estimativas de risco apresentadas no Quadro 1-2⁴⁰.

Estes resultados são fortes indicadores dos efeitos dos solventes na audição, mas estes só puderam ser detectados quando os dados foram tratados como variáveis binárias, como em alguns estudos posteriores^{41,42}. Isso implica que, se somente a análise das médias audiométricas tivesse sido considerada, a conclusão oposta teria sido erroneamente alcançada.

■ **Quadro 1-2.** Risco Relativo de Perda Auditiva Ocupacional por Grupo⁴⁰

Variável/Grupo	p	Risco Relativo	Intervalo de Confiança (95%)
Ruído	0,012	4,1	(1,4; 12,2)
Ruído e tolueno	0,000	10,9	(4,1; 28,9)
Mistura de solventes	0,011	5,0	(1,5; 17,5)
Tempo de exposição	0,004	1,1	(1,0; 1,1)

O ideal, em muitos casos, seria aplicar um bateria de testes audiológicos completa. O ideal, entretanto, pode não ser possível, por razões de custo, disponibilidade de equipamento, disponibilidade e interesse dos participantes etc. Deparando-se com esses obstáculos, o investigador deve estudar com cuidado as alternativas de triagem da específica função auditiva a ser testada. Cada procedimento de triagem deve ser examinado para sua *sensibilidade e especificidade*. A sensibilidade foi definida como a capacidade de um instrumento de reconhecer os verdadeiros positivos, enquanto que a especificidade é o seu poder de distinguir os verdadeiros positivos pelo número total de casos, enquanto que a especificidade é obtida pela divisão do número de verdadeiros negativos pelo número total de exames². Se essa informação a respeito de um procedimento não puder ser encontrada na literatura, cabe ao pesquisador testar o procedimento através da comparação dos resultados da triagem com testes diagnósticos, em estudo preliminar, num subgrupo da população a ser estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBATE C, GIORGIANNI C, MUNAO F, BRECCIAROLI R. Neurotoxicity induced by exposure to toluene. An electrophysiologic study. *Int Arch Occup Environ Health* 64:389-392, 1993.
2. ALMEIDA FILHO N, ROUQUAYROL MZ. *Introdução à Epidemiologia Moderna*, Belo Horizonte: COOPMED, APCE, ABRASCO, 1992.
3. ATSDR, AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY/DIVISION OF HEALTH STUDIES. National Exposure Registry-Trichloroethylene (TCE) Subregistry-Baseline Technical Report- 1993. Washington DC: US Department of Health and Human Services, 1993.
4. AXELSSON A. Diagnosis and treatment of occupational noise-induced hearing loss. *Acta Otolaryngol*, Suppl. 360:86-87, 1979.
5. BARREGÅRD L, AXELSSON A. Is there an ototraumatic interaction between noise and solvents? *Scand Audiol* 13:151-155, 1984.
6. BAUMGARTEN M, SIEMIATYCKI J, GIBBS G. Validity of work histories obtained by interview for epidemiologic purposes. *Am J Epidemiol* 118:583-591, 1983.
7. BENCKO V, SYMON K. Test of environmental exposure to arsenic and hearing changes in exposed children. *Environ Health Perspect* 19:95-101, 1977.
8. BERGSTRÖM B, NYSTRÖM B. Development of hearing loss during long term exposure to occupational noise. *Scand Audiol* 1986, 15:227-234.
9. BOETTCHER FA, HENDERSON D, GRATTON MA, DANIELSON RW, BYRNE CD. Synergistic interaction of noise and other ototraumatic agents. *Ear Hear* 8:192-212, 1987.
10. BOURBONNIAS R, MEYER F, THERIAULT G. Validity of self-reported work history. *Br J Ind Med* 45:29-32, 1988.
11. CAMPO R, LATAYE R, COSSEC B, PLACIDI V. Toluene-induced hearing loss: a mid-frequency location of the cochlear lesions. *Neurotoxicol Teratol* 19 (2):129-40, 1997.
12. COOPER B, MORGAN, M. *Epidemiologia Psiquiátrica*. Madrid: Patronato Nacional, 1973.
13. CROFTON KM, LASSITER TL, REBERT CS. Solvent-induced ototoxicity in rats: an atypical selective mid-frequency hearing deficit. *Hear Res* 80:25-30, 1994.
14. DISCALZI GL, CAPELLARO F, BOTTALO L, FABBRO D, MOCELLINI A. Auditory brainstem evoked potentials (BAEPs) in lead-exposed workers. *Neurotoxicol* 13:207-210, 1992.
15. DISCALZI G, FABBRO D, MELIGA F, MOCELLINI A, CAPELLARO F. Effects of occupational exposure to mercury and lead on brainstem auditory evoked potentials. *Int J Psychophysiol* 14:21-25, 1993.

16. ELLIOT LL. Epidemiology of hearing impairment and other communicative disorders. *Adv Neurol* 19:399-420, 1978.
17. ERDREICH J, ERDREICH L. Epidemiologic strategies to understanding noise-induced hearing loss. In R Hamernik, Henderson D, Salvi R (eds): *New Perspectives on Noise-Induced Hearing Loss*. New York: Raven Press, 1982.
18. FECHTER LD. A mechanistic basis for interactions between noise and chemical exposure. *Arch Complex Environ Studies*, 1 (1):15-22, 1989.
19. FRANKS JR, DAVIS RR, KRIEG EF. Analysis of a hearing conservation program database: factors other than workplace noise. *Ear Hearing* 10 (5):273-280, 1989.
20. FRANKS JR, MORATA TC. Ototoxic effects of chemicals alone or in concert with noise: a review of human studies. In Axelsson A, Borchgrevink HR, Hamernik R, Hellstrom PA, Henderson D, Salvi R (eds): *The Science of Noise-Induced Hearing Loss*. New York: Thieme Medical Publishers, Inc., 1996.
21. HAIDER M, KUNDI M, GROLL-KNAPP, KOLLER M. Interactions between noise and air pollution. *Environ Intern* 16:593-601, 1990.
22. HAWKINS JE. Drug Ototoxicity. In Keidel WD and Neff WD (eds): *Handbook of sensory physiology*, Vol.3, Heidelberg: Springer, 1976.
23. 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.
24. HUMES LE. Noise-induced hearing loss as influenced by other agents and by some physical characteristics of the individual. *J Acoustic Soc Am* 76:1318-1329, 1984.
25. ISO 1999, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Determination of Occupational Noise Exposure and Estimation of Noise-induced Hearing Loss, International Organization for Standardization, 1990.
26. JACOBSEN P, HEIN HO, SUADICANI P, PARVING A, GYNTELBERG F. Mixed solvent exposure and hearing impairment: an epidemiological study of 3284 men. The Copenhagen male study. *J Occup Med* 43 (4): 180-184, 1993.
27. JERGER S, JERGER J. *Auditory disorders*. Boston: Little, Brown and Company, 1981, p. 137- 142.
28. JOHNSON A-C. The ototoxic effect of toluene and the influence of noise, acetylsalicylic acid or genotype. A study in rats and mice. *Scand Audiol Suppl*. 39:1-40, 1994.
29. KELSEY JL, THOMPSON WD, EVANS AS. *Methods in Observational Epidemiology*. New York: Oxford University Press, Inc, 1986.
30. KURLAND LT, FARO SN, SIEDLER H. Minimata disease: the outbreak of a neurologic disorder in Minimata, Japan, and its relationship to the ingestion of seafood contaminated by mercury compounds. *World Neurol* 1:370-395, 1960.
31. LATAYE R, CAMPO P, LOQUET G. Combined effects of noise and styrene exposure on hearing function in the rat. *Hear Res* 139 (1-2):86-96, 2000.
32. LINDGREN F. *Clinical Investigations of Noise-induced Temporary Hearing Loss*. Göteborg: University of Göteborg, 1987.
33. MANNINEN O. Synopsis of studies on combined effects. In Vallet M (ed): *Proceedings of the 6th International Congress Noise as a Public Health Problem*. Vol.2, Nice, France. July, 1993, p. 511-18.
34. MEHNERT P, GRIEFAHN B, BRÖDE P. A new methodological approach for studies on the combined effects of noise and other occupational hazards. In Vallet M (ed): *Proceedings of the 6th International Congress Noise as a Public Health Problem*, Vol.2, Nice, France. July, 1993, p. 277.
35. MIETTINEN OS. *Theoretical Epidemiology, Principles of Occurrence Research in Medicine*, NY, John Wiley, 1985.
36. MIZUKOSHI K, WATANABE Y, KOBAYASHI H, NAKANO Y, KOIDE C, INOMATA S, SATTOH H. Neurotological follow-up studies upon Minimata disease. *Acta Otolaryngol (Stock)* Suppl 468:353-357, 1989.

37. MÖLLER C, ÖDKVIST LM, LARSBY B, THAM R, LEDIN T, BERGHOLTZ L. Otoneurological findings in workers exposed to styrene. *Scand J Work Environ Health* 16:189-194, 1990.
38. MÖLLER C, ÖDKVIST LM, THELL J, LARSBY B, HYDÉN D, BERGHOLTZ LM. Otoneurological findings in psycho-organic syndrome caused by industrial solvent exposure. *Acta Otolaryngol* 107:5-12, 1989.
39. MORATA TC. An epidemiological study of the effects of exposure to noise and organic solvents on workers' hearing and balance. Doctoral Dissertation. University of Cincinnati, Cincinnati, 1990, p. 157-158.
40. MORATA TC, DUNN DE, KRETSCHMER LW, LEMASTERS GK, KEITH RW. Occupational exposure to organic solvents and noise: effects on hearing. *Scand J Work Environ Health* 19:245-254, 1993.
41. MORATA TC, ENGEL T, DURAO A, COSTA TR, KRIEG EF, DUNN DE, LOZANO MA. Hearing loss from combined exposures among petroleum refinery workers. *Scand Audiol* 26 (3):141-9, 1997a.
42. MORATA TC, FIORINI AC, FISCHER FM, COLACIOPPO S, WALLINGFORD KM, KRIEG EF, DUNN DE, GOZZOLI L, PADRAO MA, CESAR CL. Toluene-induced hearing loss among rotogravure printing workers. *Scand J Work Environ Health* 23 (4):289-98, 1997b.
43. MORATA TC, FRANKS JR AND DUNN DE. Unmet needs in occupational hearing conservation. *The Lancet* 344 (8920):479, 1994.
44. MORRIS TMO. Deafness following carbon monoxide poisoning. *J Laryngol Otol* 83:1219-1225, 1969.
45. MULIJER H, HOOGENDIJK EMG, HOOIJISMA J. The effects of occupational exposure to styrene on high frequency thresholds. *Toxicology* 49:331-340, 1988.
46. NIKOLOV Z. Hearing reduction caused by manganese and noise. *J FR Oto Rhino-Laryngol Audiophonol Chir Maxillofac* 23:231-234, 1974.
47. 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. *Scand Audiol* 16 (2):75-84, 1987.
48. ÖDKVIST LM, BERGHOLTZ LM, ÄHLFELDT H, ANDERSSON B, EDLING C, STRAND E. Otoneurological and audiological findings in workers exposed to industrial solvents. *Acta Otolaryngologica*, Suppl. 386:249-251, 1982.
49. PHANEUF R, HÉTU R. An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. *J Otolaryngol* 19 (1):31-40, 1990.
50. PRYOR GT, DICKINSON J, FEENEY E, REBERT CS. Hearing loss in rats first exposed to toluene as weanlings or as young adults. *Neurobehav Toxicol Teratol* 6 (2):111-119, 1984.
51. PRYOR GT, REBERT CS, HOWD RA. Hearing loss in rats caused by inhalation of mixed xylenes and styrene. *J Appl Toxicol* 7 (1):55-61, 1987.
52. RENTZSCH M, PRESCHER W, TOLKSDORF M. New models, methods of evaluation and design solutions for combined load and strain. *Arch Compl Environ Studies* 4 (3):55-63, 1992.
53. RYBAK LP. 'Hearing'. The effects of chemicals. *Otolaryngol Head Neck Surg* 106:677-686, 1992.
54. SASS-KORTSAK AM, COREY PN, ROBERTSON JMcD. An investigation of the association between exposure to styrene and hearing loss. *Ann Epidemiol*, 5 (1):15-24, 1995.
55. SATALOFF RT, SATALOFF J: *Occupational Hearing Loss*. New York: Dekker, Inc., 1987.
56. SCHWARTZ J, OTTO D. Blood lead, hearing thresholds, and neurobehavioral development in children and youth. *Arch Environ Health* 42:153-160, 1987.
57. STEWART W, TONASCIA J, MATANOSKI G. The validity of questionnaire-reported work history in live respondents. *J Occup Med* 29:795-800, 1987.
58. SULLIVAN MJ, RAREY KE, CONOLLY RB. Ototoxicity of toluene in rats. *Neurotoxicol Teratol* 10:525-530, 1989.
59. TAYLOR W, PEARSON J, MAIN A, BURNS W. Study on noise and hearing in jute weaving. *J Acoust Soc Amer*, 32:135-137, 1965.

60. THOMAS, WG. Clinical assessment of auditory dysfunction. In: Hayes AW, *Toxicology of the eye, ear and other special senses*. New York: Raven Press, 1985.
61. VELAZQUEZ J, ESCOBAR R, ALMARA A. *Audiologic impairment due to n-butyl alcohol exposition*. XVI International Congress on Occupational Health, Tokyo, Sept 21-28, 1969, pp. 231.
62. WOFFORD M. Audiological evaluation and management of hearing disorders. In Martin F (ed): *Medical Audiology*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc, 1981.