

CLÁUDIO NICODEMOS DO CARMO  
MÁRCIA SALES DOS REIS

**A CONFIABILIDADE DO EXAME AUDIOMÉTRICO E SEU IMPACTO EM  
PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA: ESTUDO DE CASO EM  
TRABALHADORES DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO, RIO DE JANEIRO  
BRASIL.**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção de Título de  
Especialista em Higiene Ocupacional.

São Paulo

2006

EPMI  
ESP/HO-2006  
C213c

CLÁUDIO NICODEMOS DO CARMO  
MÁRCIA SALES DOS REIS

**A CONFIABILIDADE DO EXAME AUDIOMÉTRICO E SEU IMPACTO EM  
PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA: ESTUDO DE CASO EM  
TRABALHADORES DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO, RIO DE JANEIRO ,  
BRASIL.**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção de Título de  
Especialista em Higiene Ocupacional.

Área de Concentração :  
Higiene Ocupacional.

São Paulo

2006

Dedicamos este trabalho àqueles que têm nos ensinado a arte de pesquisar, tornando-nos pessoas cada vez melhores.

## AGRADECIMENTOS

Aos amigos Professor Dr. Everardo Andrade da Costa (Universidade Estadual de Campinas / Brasil) , Professora Dra. Thais Morata (Universidade TUIUTI do Paraná-UTP e NIOSH, Cincinnati, OH, EUA) e Professora Dra. Maria Almerinda Vieira Ferreira Ribeiro Alves (Universidade Federal de Campinas ) pela colaboração durante a discussão da metodologia do estudo pela inspiração na busca de outras respostas a velhos questionamentos e permanente incentivo.

Ao colega Dr Wilson Zoghbi Tayar , médico da Petrobrás, que gentilmente permitiu a realização deste estudo em sua base de dados de exames ocupacionais.

A Sra. Cristina Bonésio, bibliotecária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelo auxílio à Revisão Bibliográfica.

A Petrobras S.A pela oportunidade e apoio na busca do aprimoramento técnico e pessoal.

A todos os colegas que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho, e aos trabalhadores, objeto maior de toda as nossas ações em saúde.

## RESUMO

A avaliação audiométrica é crucial nos programas de conservação auditiva. O presente estudo realizou uma análise crítica sobre a confiabilidade do exame audiométrico como subsidio a tomada de decisão do médico do trabalho. Considerando uma amostra aleatória de exames audiométricos não seqüenciais, foram analisadas a sensibilidade e especificidade do exame frente ao diagnóstico de perda auditiva induzida por níveis elevados de pressão sonora. Os resultados encontrados numa amostra aleatória de 29 exames não seqüenciais alertam para a pouca sensibilidade do exame audiométrico para candidatos assintomáticos e já portadores de doença. Uma melhor integração entre o Programa de Controle Médico em Saúde Ocupacional e o Programa de Conservação Auditiva se faz necessária para uma efetiva proteção a saúde do trabalhador.

## ABSTRACT

The audiometric evaluation is crucial to the success of the Hearing Conservation Program in industries. The present report has made a critical analysis about the reliability of the audiometric test as a supporting tool for an occupational physician's decision. Through the analysis made upon a random sample of 29 non-sequential audiograms, sensibility and specificity were tested for tests' ability in pointing out non-symptomatic hearing losses caused by high level of sound pressure. The results showed that the common tonal audiogram has low reliability for true negative cases. A better approach between Hearing Conservation Programs and Occupational Health Programs must be ruled to get a higher level of protection for workers health.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

LISTA DE SIGLAS

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Apresentação .....	1
1.2. Objetivo .....	3
1.3. Justificativa .....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	6
2.1. O raciocínio diagnóstico probabilístico .....	6
2.1.1. Validade em relação a um padrão .....	8
2.2. Propriedades de um teste diagnóstico .....	9
2.2.1. Sensibilidade e especificidade do teste .....	9
2.3. Escolha do limiar diagnóstico do teste – Pontos de corte para delimitar resultados positivos .....	11
2.3.1. Balanço entre sensibilidade e especificidade (curvas ROC) .....	13
2.3.2. Valor preditivo ( ou diagnóstico) do teste .....	15
2.3.2.1. Valor Preditivo Positivo .....	16
2.3.2.2. Valor Preditivo Negativo .....	16
2.3.2.3. Determinantes do Valor Preditivo .....	17
2.4. A confiabilidade do exame audiométrico .....	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	22

3.1. Contextualização sobre os processos de trabalho .....	22
3.2. Características da população de referência .....	25
3.3. Características da população de estudo .....	25
3.4. A população amostral .....	26
3.5. Métodos .....	29
4. RESULTADOS .....	33
5. DISCUSSÃO .....	37
6. CONCLUSÕES .....	43
6.1. Considerações Finais .....	43
6.2. Estudos Futuros .....	45
7. ANEXOS .....	47
7.1. Anexo A – Audiometria .....	47
7.2. Anexo B – Portaria SST 21, 17/04/98.....	50
LISTA DE REFERÊNCIAS .....	60
BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA .....	63



## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> - Possíveis resultados de um teste diagnóstico para identificar uma doença .....	8
<b>TABELA 2</b> - Características da população de estudo .....	25
<b>TABELA 3</b> – Registros audiométricos da orelha direita observados na população amostral .....	27
<b>TABELA 4</b> - Registros audiométricos da orelha esquerda observados grupo amostral .....	28
<b>TABELA 5</b> – Distribuição dos registros da população amostral nos quadrantes de possíveis resultados do confronto ‘audiometrias julgadas pelo perito independente’ <i>versus</i> ‘audiometrias julgadas pelo médico examinador’ .....	34
<b>TABELA 6</b> – Resultados dos testes epidemiológicos obtidos das equações (1), (2), (3), (4), (5) e (6) dos dados da Tabela 5 .....	35

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

<b>Figura 1.</b> . Relação Evidência versus Doença .....	12
<b>Figura 2.</b> Curva ROC típica.O teste ideal é aquele que alcança o quadrante mais superior e esquerdo (Sensibilidade e Especificidade de 100%) .....	14
<b>Figura 3.</b> Curva ROC de um teste não discriminatório .....	15
<b>Figura 4.</b> Valor preditivo positivo em função da prevalência em diferentes combinações de sensibilidade e especificidade .....	18
<b>Figura 5.</b> Valor preditivo negativo em função da prevalência em diferentes combinações de sensibilidade e especificidade .....	19
<b>Quadro 1.</b> Atividades dos trabalhadores estudados no grupo amostral .....	24
<b>Figura 6.</b> Curva ROC hipotética sobre os resultados dos testes epidemiológicos obtidos nos exames do grupo amostral .....	36
<b>Figura 7.</b> Gráfico de Curva Audiométrica Hipotética .....	49

## LISTA DE SIGLAS

ANAMT	Associação Nacional de Medicina do Trabalho
DLA	Dentro dos limites aceitáveis
EUA	Estados Unidos da América
FPSO	Floating Production Storage and Offloading
ISO	International Organisation for Standardization
Leq	Nível equivalente
MTe	Ministério do Trabalho e Emprego
NHCA	National Hearing Conservation Association
NSPAINSP	Não sugestivo de Perda Auditiva induzida por nível de pressão sonora elevado
NA	Nível de Audibilidade
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PAINSP	Perda Auditiva Induzida por Nível Sonoro de Pressão Elevado
PCA	Programa de Conservação Auditiva
PCMSO	Programa de Controle Médico em Saúde Ocupacional
PERAUDNSENSE	Perda Auditiva Neurosensorial
PERAUDCOND	Perda Auditiva de Condução
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PPP	Perfil Profissiográfico Profissional
SBFa	Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia

SBO	Sociedade Brasileira de Otologia
SBORL	Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia
SMS	Segurança, Meio Ambiente e Saúde
SOBRAC	Sociedade Brasileira de Acústica
SPAINSPSE	Sugestivo de Perda Auditiva induzida por nível de pressão sonora elevado
SAPAINSPSE	Sugestivo de Agravamento da Perda induzida por nível de pressão sonora elevado
SDPAINSPSE	Sugestivo de desencadeamento de Perda Auditiva induzida por nível de pressão sonora elevado
SSST	Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho
6.2. P21	Conduta conforme item da Portaria 21.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Apresentação:

Segundo o conceito legal, as doenças profissionais não ocorrem na população geral, sendo resultado específico da exposição do indivíduo a condições ambientais de trabalho insalubres. Trata-se, portanto, de agravo evitável à saúde e deve ser o objeto maior de atenção de organizações que zelam pela integridade da saúde das pessoas.

O programa de prevenção da perda auditiva induzida por nível de pressão sonora elevada (PAINSPE) de origem ocupacional tem, na sua etapa de gerenciamento audiométrico, o objetivo de disponibilizar informações clínicas e ocupacionais que sirvam de subsídio à equipe de Segurança, Meio Ambiente e Saúde para a tomada de decisões que protejam cada vez mais a saúde de trabalhadores.

O principal propósito do gerenciamento audiométrico dos trabalhadores expostos ao ruído é o de detectar as menores mudanças nos limiares de perda possíveis para que a exposição ao agente seja reduzida ou eliminada para aqueles trabalhadores cuja audição esteja sendo deteriorada pelo ambiente. Estes limiares deveriam ser definidos como o menor intervalo mensurável possível, acima da variabilidade normal do teste. A definição do intervalo ótimo se faz necessária na gestão dos programas de conservação auditiva visando à redução de custos diversos, tais como os custos resultantes de resultados falsos negativos, postergando o correto diagnóstico e reduzindo as chances de proteção ao trabalhador.

Apesar dos avanços da engenharia de controle de ruído, muitas são as situações onde as medidas coletivas de redução da exposição do trabalhador ao ruído industrial são economicamente inviáveis, a curto prazo. Até que ações sejam tomadas para a efetiva implementação de modificações nos processos industriais ou de substituição de fontes de emissão de ruído por outras menos ruidosas, a única solução mitigadora imediata, disponível ao Higienista Industrial, é a adoção de um plano de

gerenciamento de danos à saúde individual do trabalhador, sustentado pelo uso constante de equipamentos de proteção individual e pelo controle médico dos expostos ao ruído.

Como forma de monitoramento biológico desta exposição, o gerenciamento audiométrico dos trabalhadores expostos busca identificar, de forma precoce, trabalhadores com graus diferenciados de perda auditiva para propor medidas, administrativas ou individuais de proteção, enquanto as medidas de proteção coletiva mostrarem-se ineficientes em seu objetivo.

A confiabilidade e a validade dos exames audiométricos têm sido objeto de investigação nos programas de conservação auditiva, em trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora, acima dos limites de tolerância recomendados pelos dispositivos legais, mesmo com o uso de proteção individual. A audiometria pode não aferir de forma confiável os verdadeiros graus de perda auditiva (ZENS,1994) uma vez que muitas variáveis podem confundir a estimativa da perda, tais como o ambiente de teste, a habilidade de quem aplica o teste, o efeito de aprendizagem do trabalhador sobre o exame (GOBBATO et al,2004) e os interesses financeiros do próprio trabalhador na acentuação da perda visando a rendimentos extras por insalubridade e concessão de benefícios previdenciários

O trabalho pioneiro do pesquisador norte-americano Robert Dobie (DOBIE,1983) alertava para a questão da confiabilidade da audiometria e suas implicações nos modelos de programas de conservação auditiva nos EUA. Sua crítica na época era particularmente focada na definição proposta pela OSHA, agência regulamentadora em Segurança e Saúde do Trabalhador dos EUA, para definir um limiar de significância clínica, em 10 dB(NA). Este mesmo pesquisador tem publicado desde então novos trabalhos sobre o mesmo tema, chamando a atenção da comunidade técnica para a necessidade de critérios mais rígidos em relação aos limites legais hoje estabelecidos.

Neste aspecto, o conceito de meia-piora da Associação Norte-Americana de Conservação da Audição (NHCA, 1995), publicado na década de 90, pode identificar de forma mais precoce indivíduos com perdas mínimas, porém ainda dentro de faixas

aceitáveis de acordo com critérios de proteção trabalhista, e isto permite, com base científica, propor medidas que visem a coibir a instalação da perda auditiva induzida por níveis elevados de pressão sonora, conforme critério clínico utilizado.

## 1.2. Objetivo

O objetivo do estudo é o de verificar a confiabilidade da interpretação dos exames audiométricos ocupacionais. Dentre as diversas modalidades de exames ocupacionais, tem particular importância o exame médico admissional, onde o médico que atende o candidato ao cargo pretendido, não possui a última audiometria realizada pelo candidato na sua função atual ou exame audiométrico de referência<sup>7</sup>.

Para tanto, utilizaram-se os seguintes testes epidemiológicos: sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo, acurácia e prevalência de perdas auditivas induzidas por ruído em um grupo de trabalhadores da indústria petrolífera, expostos a níveis elevados de pressão sonora.

## 1.3. Justificativa:

A correlação entre a perda auditiva do tipo sensorineural e a exposição a níveis elevados de pressão sonora encontra amplo respaldo na literatura internacional de Segurança e Saúde do Trabalho.

Diferentes legislações trabalhistas estabelecem limites de exposição ocupacional para minimizar ou evitar a ocorrência de perda auditiva entre trabalhadores expostos a ruído. No Brasil, a Portaria da Secretaria de Segurança Saúde do Trabalho / Ministério do Trabalho e Emprego n.º 21, de 17 de abril de 1998, Artigo 2º., inclui o Anexo I, com as Diretrizes e Parâmetros Mínimos para avaliação e Acompanhamento

---

<sup>7</sup> Exame audiométrico de referência : é aquele com o qual os exames sequenciais serão comparados. Suas diretrizes constam do subitem 3.6.1 da Portaria SSST 21, 17/04/98, cujo texto na íntegra pode ser obtido no ANEXO B deste trabalho ( Nota dos Autores)

da Audição de Trabalhadores Expostos a Níveis de Pressão Sonora Elevados, da NR-7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO).

Entre as condutas preventivas recomendadas no Anexo I, está a orientação de ser implementado um programa de prevenção da progressão da perda auditiva do trabalhador acometido e de outros expostos ao mesmo risco, comumente denominado de Programa de Conservação Auditiva – PCA.

Em atendimento ao preconizado pela Portaria 21, o Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, órgão interdisciplinar constituído pela ANAMT (Associação Nacional de Medicina do Trabalho), SOBRAC (Sociedade Brasileira de Acústica), SBFa (Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia), SBO (Sociedade Brasileira de Otologia) e SBORL (Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia) elaboraram um documento publicado em agosto de 1999 contendo as Diretrizes Básicas de um PCA, sendo que o gerenciamento audiométrico assume um papel crítico no programa.

As estatísticas oficiais do Ministério do Trabalho e Emprego e Ministério da Saúde no Brasil disponíveis para a consulta não estratificam a prevalência da Doença Ocupacional pela causa dos agravos à saúde, o que torna difícil estimar a real extensão da perda auditiva de origem ocupacional no país e quais grupos seriam os mais acometidos pelo problema.

Entretanto, GERGES (1996) mostrou que, apesar da pouca estatística confiável sobre os trabalhadores expostos a ruído no Brasil, o número de trabalhadores expostos no país, provavelmente, não devem ser inferiores aos números dos EUA, onde se estima que 9 milhões de trabalhadores são expostos aos níveis acima de 85 dB(A)<sup>2</sup>, mais de 1 milhão seja portador de perda de audição permanente maior que 25 dB(A) e cerca de US\$ 800 milhões foram pagos em indenizações trabalhistas no período entre 1977 e 1987. Segundo PEREIRA, 1978 apud MENDES (1988), através de inquérito epidemiológico realizado em indústrias metalúrgicas do Estado de São

---

<sup>2</sup> dB(A)- Submúltiplo do bel, unidade logarítmica, que exprime a relação entre duas quantidades de energia. O decibel (dB) representa 1/10 da relação de potência em béis. O dB(A) corresponde a medição na Curva de Ponderação 'A' é a que melhor correlaciona nível sonoro com probabilidade de dano auditivo e comumente utilizada em avaliação de ruído industrial ( Nota dos autores).



Paulo, estimava-se em 40.000 o número de trabalhadores com graus variados de surdez profissional.

Considerando que o ruído é o risco ocupacional mais prevalente no grupo de trabalhadores objeto deste estudo, assim como a observação epidemiológica de prevalência elevada de perdas audiométricas compatíveis com surdez ocupacional neste mesmo grupo de estudo, justificam-se a pesquisa e o desenvolvimento de diretrizes mais protetoras à saúde do trabalhador, questionando os critérios de proteção já praticados, e estimulando a adoção de novos padrões audiométricos de perda auditiva, prevenindo a instalação do dano auditivo irreversível, concomitante a novas propostas de medidas de gestão do risco.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Entre os autores nacionais com importantes trabalhos que apresentam uma abordagem abrangente sobre a pesquisa epidemiológica, a epidemiologia clínica e medicina baseada em evidências, os autores referenciam em especial os trabalhos publicados por Maria Zélia Rouquayrol e Almeida Filho(2003) , Medronho e colaboradores(2002) e de Cristina Maria Rabelais Duarte(2004) cujas referências estão citadas ao final deste estudo.

Este capítulo representa os principais aspectos consolidados a partir da leitura de trabalhos publicados na área de Epidemiologia clínica.

### 2.1 O raciocínio diagnóstico probabilístico:

Em Medicina, utiliza-se um raciocínio probabilístico para obter o diagnóstico numa determinada doença. O sucesso obtido baseia-se no diagnóstico correto. Inicialmente, utilizando-se de propedêutica<sup>3</sup> clínica (anamnese<sup>4</sup> e exame clínico<sup>5</sup>) e, por fim, métodos elaborados tais como exames laboratoriais, provas de função, além de exames de imagem. Usando um raciocínio probabilístico, o médico aproxima-se do diagnóstico do paciente. É com o intuito de eliminar ou reduzir ao máximo seu grau de incerteza, o médico utiliza-se dos testes diagnósticos.

Estabelecer um diagnóstico é, portanto, um processo imperfeito, resultando em probabilidade e não em certeza de se estar correto. O profissional faz o

---

<sup>3</sup> Propedêutica – Conjunto de estudos preliminares de uma determinada ciência ( Aurélio Buarque de Hollanda- Novo Dicionário da Língua Portuguesa, 2ª. edição, Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro, 1986)

<sup>4</sup> Anamnese – termo técnico utilizado em Medicina para denominar o primeiro ato médico que conduz ao diagnóstico. Baseia-se no contato interpessoal entre médico e paciente, onde o médico interroga sobre as queixas do paciente, seus antecedentes pessoais e hábitos pregressos que ajudam a compor tanto uma história clínica como hipótese(s) diagnóstica(s) para um determinado problema de saúde. (SURÓS, J. *Semiologia Médica e Técnica Exploratória*. 6ª. Edição. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, )

<sup>5</sup> Exame Clínico – conjunto procedimentos relacionados ao exame físico de um paciente ( Nota dos Autores)

diagnóstico após aplicar vários testes, que podem variar desde a avaliação da presença de um determinado sinal ou sintoma ou conjunto de sinais e sintomas, até a utilização de exames laboratoriais / provas funcionais complexas. O diagnóstico correto está na dependência direta do grau de confiança que o profissional pode ter nos resultados destes testes. Os testes objetivam:

- confirmar a presença de uma doença;
- avaliar a gravidade do quadro clínico;
- estimar o prognóstico de uma doença e
- monitorar a resposta de uma conduta terapêutica.

Ao solicitar um teste diagnóstico, o médico se vê diante de quatro possibilidades: o exame pode resultar positivo na presença da doença (verdadeiro positivo) , positivo na sua ausência (falso positivo), negativo na ausência da doença (verdadeiro negativo) e negativo na sua presença (falso negativo).

É claro que a presença da doença, ou doença ‘verdadeira’ também foi diagnosticada por um teste diagnóstico. Entretanto, para fins práticos, considera-se que o exame que diagnosticou a doença inicialmente é melhor que o teste que se quer validar. A validação de um teste diagnóstico sempre utiliza um outro teste teoricamente melhor que aquele, denominado padrão-ouro, que no caso de trabalhadores expostos a ruído é a audiometria, seguindo-se as orientações da Portaria Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalhador em seu artigo n°. 21, de 17 de abril de 1998, Artigo 2º., inclui o Anexo I, com as Diretrizes e Parâmetros Mínimos para avaliação e Acompanhamento da Audição em Trabalhadores Expostos a Níveis de Pressão Sonora Elevados, da NR-7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.

### 2.1.1: Validade em relação a um padrão:

A aplicação do método epidemiológico contribui para quantificar o que chamamos de validade ou acurácia do resultado do teste, ou seja, sua capacidade de expressar corretamente a presença ou ausência de doença.

Avaliar a exatidão de um teste consiste em compará-lo com algum meio de saber realmente se a doença está ou não presente, ou seja, comparando-o com o teste padrão ouro<sup>6</sup>. No caso das audiometrias, o ideal seria uma comparação de seus resultados indicativos de perda com a contagem de células lesadas no Órgão de Corti, mas esta contagem, apesar de factível pelo exame de otoemissões<sup>9</sup>, só analisa a cóclea e desconsidera a via auditiva central, o lado auditivo da audição que o exame audiométrico também contempla.

A meta dos estudos clínicos que descrevem o valor dos testes diagnósticos é a obtenção de dados para as quatro caselas da **Tabela 1** a seguir, que sumariza algumas relações entre o teste diagnóstico e a presença real de doença.

**Tabela 1** - Possíveis resultados de um teste diagnóstico para identificar uma doença.

		DOENÇA	
		Presente	Ausente
TESTE	Positivo	a ( VP )	b ( FP )
	Negativo	c ( FN )	d ( VN )

<sup>6</sup> Teste padrão ouro – teste diagnóstico validado como o de maior capacidade para detectar indícios verdadeiramente positivos para uma determinada doença e contra o qual, os desempenhos dos demais testes são comparados (Nota dos autores).

<sup>7</sup> Exame de otoemissões – exame diagnóstico que avalia sons de baixíssima intensidade que resultam do mecanismo ativo de recepção do som pela cóclea, no qual as células ciliadas externas desempenham o papel principal ( Nota dos autores)

onde :

VP = verdadeiro positivo

FP = falso positivo

FN = falso negativo

VN = verdadeiro negativo

Obviamente, os melhores testes são aqueles que apresentam poucos resultados falsos positivos e falsos negativos. O teste diagnóstico ideal seria aquele que conseguisse reunir a qualidade de dar sempre respostas corretas – positivo para a presença da doença e negativo para a ausência – associado às qualidades de ser rápido, seguro, incruento, confiável e barato. Por conseguinte, na prática não existe este teste diagnóstico ideal.

A estrutura básica dos testes diagnósticos é similar à dos estudos observacionais e são desenhados para determinar quão bem um teste discrimina a presença ou ausência de uma doença. Possui uma **variável de predição** – o resultado do teste – **uma variável de resultado** – a presença ou ausência da doença.

A variável de predição do teste embora possa ser categórica ou contínua, habitualmente é dicotomizada, definindo os critérios (pontos de corte) que confirmam ou refutam a presença da doença. A variável de resultados do teste diagnóstico é a presença ou ausência da doença, confirmado por um exame considerado padrão ouro.

## 2.2. Propriedades de um teste diagnóstico

### 2.2.1. Sensibilidade e especificidade do teste

A partir dos dados da **Tabela 1** é possível calcular as propriedades de um teste diagnóstico: sensibilidade e especificidade.

**Sensibilidade** : É a proporção de verdadeiros positivos entre todos os doentes. Expressa a probabilidade de um teste dar positivo na presença da doença, isto é, avalia a capacidade do teste de dar positivo quando a doença está realmente presente. É calculada pela equação (1) .

$$\text{Sensibilidade} = \frac{a}{(a + c)} \text{ ou } \frac{VP}{(VP + FN)} \quad (1)$$

**Especificidade** : É a proporção de verdadeiros negativos entre todos os sadios. Expressa a probabilidade de um teste dar negativo na ausência da doença, isto é, avalia a capacidade de o resultado do teste afastar a doença quando ela está realmente ausente. É calculada pela equação (2).

$$\text{Especificidade} = \frac{b}{(b + d)} \text{ ou } \frac{VN}{(VN + FP)} \quad (2)$$

Uso dos testes sensíveis.

Além de serem usados em outras situações de diagnóstico clínico, os testes sensíveis são também muito utilizados para realizar o rastreamento de doenças em grupos populacionais ou em indivíduos, como quando o clínico procura evidências de doenças assintomáticas em seus pacientes.

Uso dos testes específicos.

Os testes específicos são utilizados para confirmar um diagnóstico, já que um teste muito específico raramente resultará na ausência da doença, isto é, dá poucos resultados falsos positivos.

Outras medidas associadas.

Outras medidas que podem ser derivadas da **Tabela 1** são a prevalência e a acurácia.

A **prevalência** refere-se a todos os casos de doença existentes previamente à realização de um teste. Como expressa a probabilidade da doença antes do teste ser realizado é também denominada **probabilidade pré-teste**. É calculada pela equação (3):

$$\text{Prevalência} = \frac{(a + c)}{(a + b + c + d)} \quad (3)$$

A **acurácia** expressa a proporção de acertos do teste, tanto positivos como negativos. Em outras palavras, é a proporção de verdadeiros positivos e negativos em relação a todos os resultados possíveis. É calculada pela equação (4):

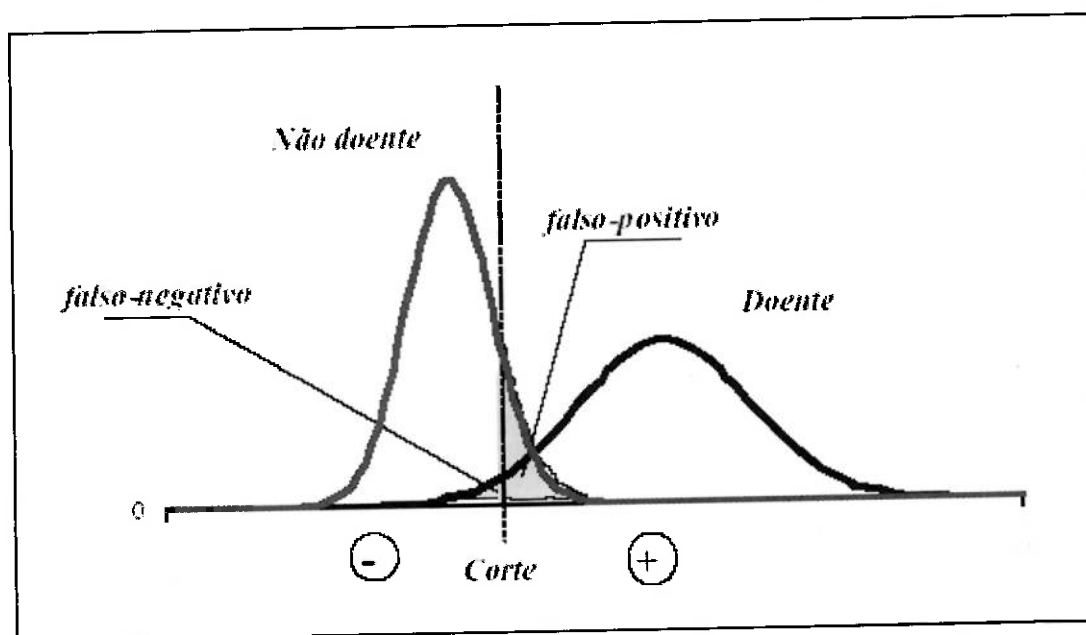
$$\text{Acurácia} = \frac{(a + d)}{(a + b + c + d)} \quad (4)$$

### 2.3. Escolha do limiar diagnóstico do teste - Pontos de corte para delimitar resultados positivos

O ideal seria utilizar um teste em que ambas as propriedades, a sensibilidade e a especificidade, fossem 100%. Na prática isto raramente é possível, pois elas estão relacionadas de maneira inversa. Frequentemente existe um contrabalanço entre estas duas propriedades, de tal modo que, a tentativa de melhorar a sensibilidade resulta na piora da especificidade. Isto decorre devido ao fato de os exames, na sua maioria,

serem expressos em variáveis contínuas, não havendo uma separação clara e inquestionável entre o que é normal e o que é anormal. Expressas em variáveis contínuas, adota-se um ponto, acima do qual, um resultado é considerado anormal.

Nem sempre há consenso sobre a melhor localização desse ponto, pois quando ele é alterado a sensibilidade e a especificidade da medida utilizada também são. Para um teste expresso em variáveis contínuas é necessário determinar um ponto de corte entre os valores considerados normais e os anormais. A **Figura 1** mostra a relação Evidência versus Doença, com as devidas sobreposições dos intervalos de doença real e não doença e o ponto de corte.



**Figura 1.** Relação Evidência versus Doença

Fonte : Ortega, 2005, adaptada pelos autores.

O ideal seria ter-se apenas um único valor acima do qual o indivíduo seria considerado doente e abaixo do qual seria considerado normal. Considerando a audiometria, poderíamos ter pessoas com, por exemplo, 5, 7,5 ou 8 dB (NA) de perda



audiométrica e serem portadores de PAINSPE, assim como pessoas com perdas maiores que 10 dB(NA) em médias frequências e não serem portadores de PAINSPE.

Entretanto, na prática isso não ocorre, pois é encontrada uma superposição entre esses valores.

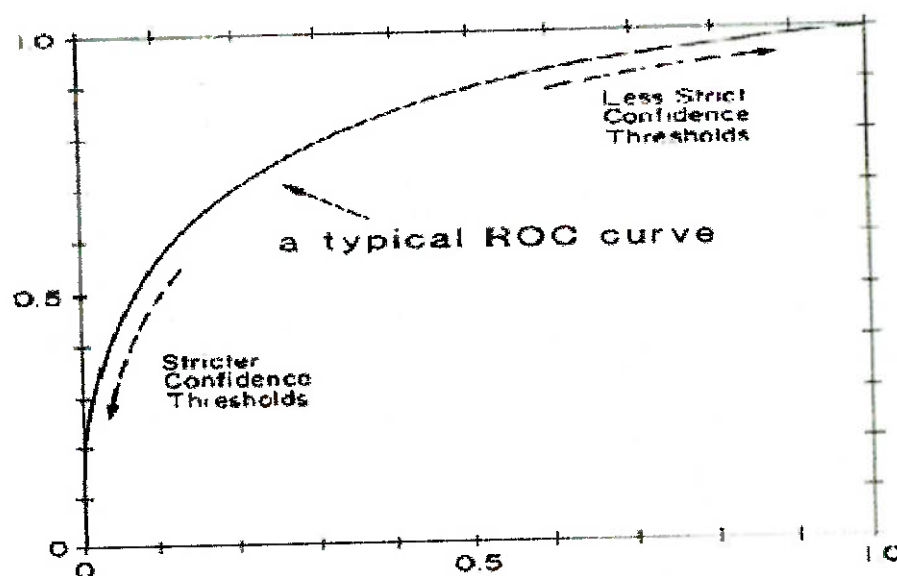
Podem-se mudar os pontos de corte para tornar o teste mais sensível ou mais específico. Esta opção sempre acarretará uma diminuição da especificidade ou da sensibilidade. Ao seleccionar-se um ponto de corte mais baixo, todos os indivíduos com perda auditiva seriam detectados pelo exame, significando uma alta sensibilidade. Entretanto, muitos indivíduos normais seriam classificados como portadores de perda auditiva (falsos positivos). Por outro lado, no caso de ser seleccionado um ponto de corte mais elevado: todos os indivíduos normais seriam classificados como tal, significando uma alta especificidade. Entretanto, muitos portadores de perda não seriam detectados (falsos negativos).

Freqüentemente, na prática clínica escolhe-se o ponto de corte onde exista o menor erro possível, tanto de falsos positivos quanto de falsos negativos.

### 2.3.1 Balanço entre sensibilidade e especificidade (curvas ROC)

Uma forma de expressar graficamente a relação entre a sensibilidade e a especificidade é através da construção da curva ROC(*receiver operator characteristic curve*). Foi primariamente desenvolvida na década de 50 para avaliar a detecção de sinais de radar(daí a sua denominação) e, recentemente, tornou-se comum o seu uso na área médica. Sua construção é feita colocando-se os valores da sensibilidade nas ordenadas (eixo Y) e o complemento da especificidade (1-especificidade) no eixo das abscissas (eixo X) para diferentes pontos de corte.

Os valores dos eixos da curva ROC deslocam-se de uma probabilidade de 0 a 1.0 (0 a 100 por cento). Testes com bom poder discriminatório concentram-se no canto superior esquerdo da curva ROC. A **Figura 2** representa uma curva ROC típica.



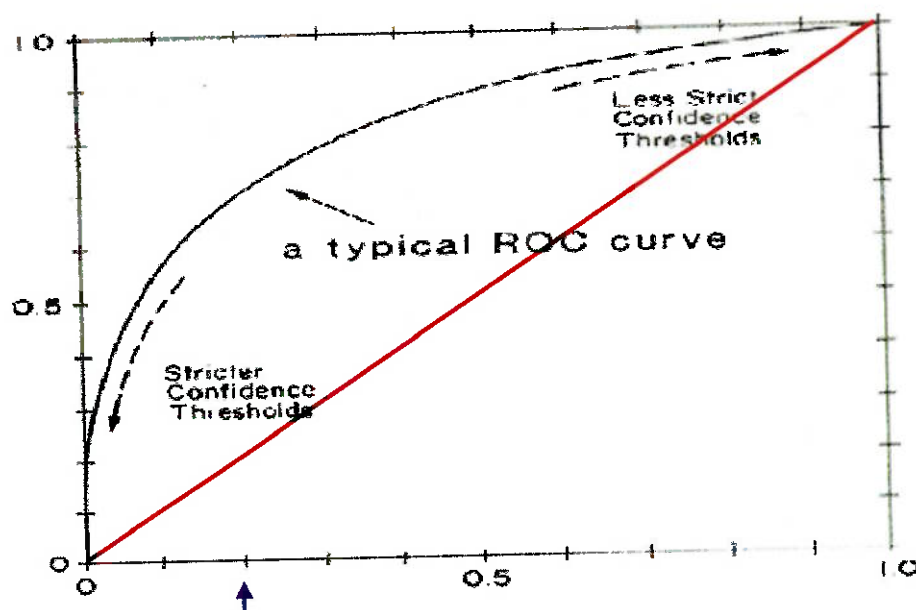
**Figura 2.** Curva ROC típica. O teste ideal é aquele que alcança o quadrante mais superior e esquerdo (Sensibilidade e Especificidade de 100%)

Fonte: Luna Filho, 2006.

A curva ROC é usada para descrever a acurácia de um teste em um espectro de pontos de corte. Pode servir como um nomograma para a leitura da especificidade que corresponde a uma dada sensibilidade. Mostra o contrabalanço entre a sensibilidade e a especificidade de um teste e pode, assim, ser usada para auxiliar na decisão de qual é o melhor ponto de corte. A acurácia global de um teste pode ser descrita como a área sob a curva ROC: quanto maior a área, melhor o teste.

Na **Figura 3**, demonstramos uma Curva ROC de determinado teste onde há a mesma porcentagem: 50% de falsos positivos + falsos negativos e 50% de verdadeiramente positivos + verdadeiramente negativos. Ocorre um teste onde não há discriminação, com idêntica distribuição de resultados para os dois grupos. Visualmente, há uma linha diagonal em 45° em vermelho que vai do canto inferior esquerdo ao canto superior direito, e divide o quadro em áreas iguais. Acima da linha diagonal vermelha estão os 50% de falsos positivos + falsos negativos e abaixo da

linha diagonal vermelha estão os 50% de verdadeiramente positivos + verdadeiramente negativos.



**Figura 3:** Curva ROC de um teste não discriminatório.

Fonte: Luna Filho, 2006. Adaptado pelos autores

Curvas ROC de testes com alguma capacidade de discriminação têm áreas entre a linha diagonal e o canto superior esquerdo, qualitativamente, quanto mais próximo à curva está do canto superior esquerdo maior a acurácia do teste (ZWEIG, 1993).

### 2.3.2. Valor preditivo (ou diagnóstico) do teste

Como assinalado, a sensibilidade e a especificidade são propriedades de um teste para a tomada de decisão sobre pedir ou não um teste diagnóstico. Mas, uma vez com o resultado do teste na mão, seja ele positivo ou negativo, a sensibilidade e a especificidade do teste **não** mais terão importância primária. Isto ocorre porque seus valores dão a probabilidade de que o teste seja positivo ou negativo em pessoas sabidamente doentes ou não doentes, isto é, em condições laboratoriais, quando, para se estabelecer a validade ou acurácia do teste, se estabelece previamente o diagnóstico dos indivíduos, através do padrão ouro. Mas, no momento do atendimento médico, obviamente, o diagnóstico é desconhecido e o que se deseja é estabelecê-lo. O dilema do clínico é determinar se o paciente **tem ou não a doença** a partir do resultado do teste.

A probabilidade de doença, dado o resultado de um teste, é chamada de valor preditivo do teste. É uma resposta à pergunta: Se o resultado do teste do meu paciente é positivo (ou negativo), **qual a probabilidade de ele ter ou não a doença?** O valor preditivo é também chamado de probabilidade posterior(ou pós-teste).

#### 2.3.2.1 Valor Preditivo Positivo

É a probabilidade de doença em um paciente com o resultado de um teste positivo. Voltando-se à **Tabela 1**, calcula-se o valor preditivo positivo (VPP) pela equação (5):

$$\text{Valor Preditivo Positivo} = \frac{a}{(a+b)} \text{ ou } \frac{VP}{(VP+FP)} \quad (5)$$

#### 2.3.2.2 Valor Preditivo Negativo

É a probabilidade de um paciente não ter a doença, quando o resultado do teste é negativo. Na Tabela 1 o valor preditivo negativo (VPN) é calculado pela equação (6):

$$\text{Valor Preditivo Negativo} = \frac{d}{(c+d)} \text{ ou } \frac{VN}{(VN+FN)} \quad (6)$$

### 2.3.2.3 Determinantes do valor preditivo

O valor preditivo não é propriedade apenas do teste. É determinado pela sensibilidade e especificidade e, também, pela **prevalência** da doença na população que está sendo testada, entendida com o seu significado usual: a proporção de pessoas com a condição em questão, em uma população definida, em um determinado ponto do tempo.

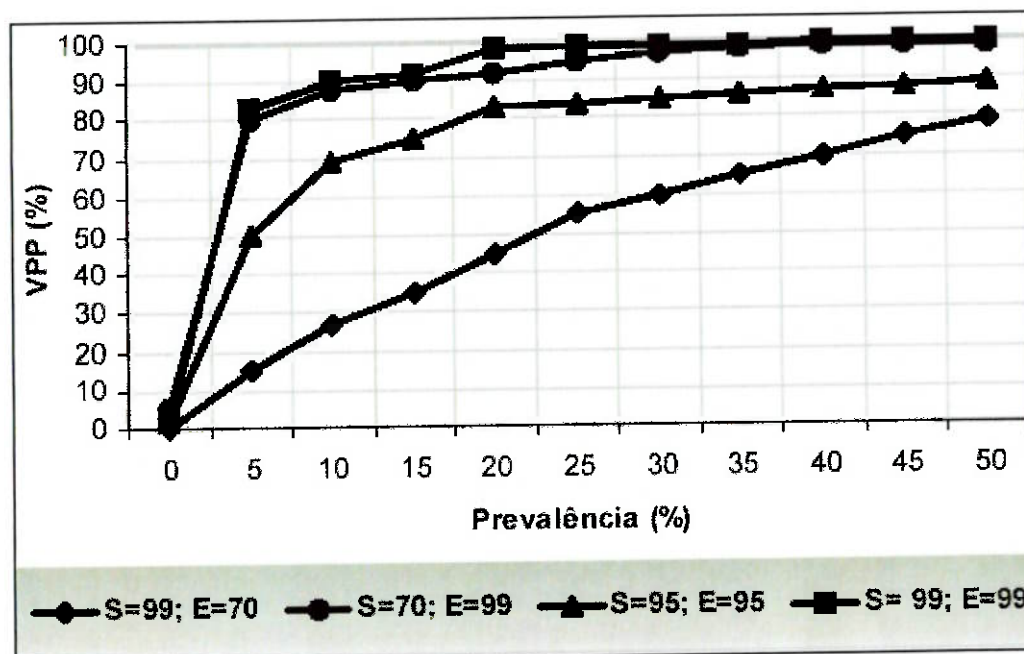
Quanto mais sensível o teste, melhor o seu valor preditivo negativo, isto é, maior a segurança de que um paciente com resultado negativo não tenha a doença.

Quanto mais específico o teste, melhor o seu valor preditivo positivo, ou seja, maior a segurança de que um paciente com resultado positivo tenha a doença.

Por esses motivos, afirmamos anteriormente que é mais significativo para o clínico o resultado negativo de um teste sensível e o resultado positivo de um teste específico.

Para um mesmo teste, quanto maior a prevalência da doença, maior o valor preditivo positivo e menor o valor preditivo negativo.

As **Figuras 4 e 5** a seguir, exemplificam os valores preditivos positivos e negativos em diversas situações de prevalência e combinações diferenciadas de sensibilidade e especificidade.



**Figura 4-** Valor preditivo positivo em função da prevalência em diferentes combinações de sensibilidade e especificidade.

Fonte : Medronho et al, 2002

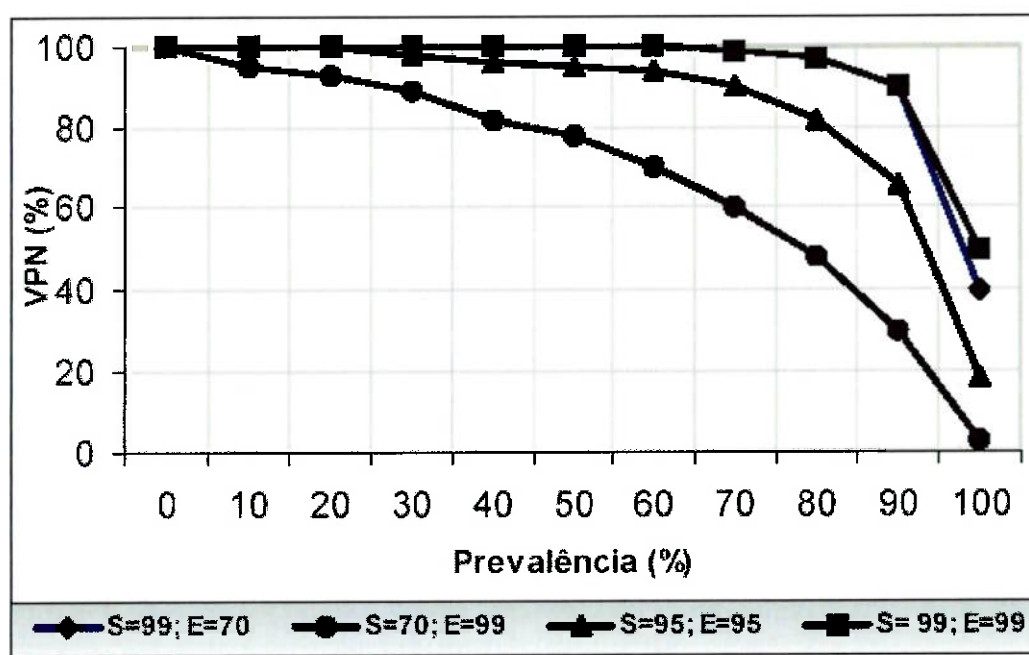
Observando a **Figura 4**, percebe-se que, qualquer que seja a combinação da sensibilidade com a especificidade, quanto maior a prevalência da doença, maior o valor preditivo positivo. Para um teste com sensibilidade e especificidade elevadas ( $S=99\%$  e  $E=99\%$ ) o seu valor preditivo positivo será muito alto, mesmo em situações de prevalência não muito elevada. Entretanto, há um impacto importante ao se diminuir apenas um pouco a sensibilidade e especificidade do teste ( $S=95\%$  e  $E=99\%$ ).

Ao se diminuir apenas uma das propriedades do teste outra situação ocorrerá. Caso se altere a sensibilidade, mantendo-se a especificidade elevada ( $S=70\%$  e  $E=99\%$ ) praticamente não há impacto nos valores preditivos positivos em função da prevalência. Por outro lado, quando a diminuição ocorre na especificidade ( $S=99\%$  e

E=70%), o impacto é grande, diminuindo em muito o valor preditivo positivo do resultado, mesmo em prevalências mais elevadas.

Assim, pode-se afirmar que o valor preditivo positivo de um teste é função da prevalência da doença, da sensibilidade e, fundamentalmente, da especificidade.

A **Figura 5** ilustra os valores preditivos negativos em diversas situações de prevalência e combinações diferenciadas de sensibilidade e especificidade. Percebe-se que, ao se reduzir apenas a sensibilidade (S=70% e E=99%), ocorre uma drástica redução no valor preditivo negativo, mostrando o grande impacto desta propriedade no seu resultado. Ao se reduzir apenas a especificidade (S=99% e E=70%), o impacto é muito pequeno, menor do que quando se reduz apenas um pouco a sensibilidade e a especificidade conjuntamente (S=95% e E=95%).



**Figura 5-** Valor preditivo negativo em função da prevalência em diferentes combinações de sensibilidade e especificidade.

Fonte: Medronho et al, 2002.

## 2.4 . A confiabilidade do exame audiométrico

A confiabilidade da audiometria para tons puros tem sido verificada por diferentes autores e também por diferentes métodos de estudo. Muitos estudos foram conduzidos analisando a variabilidade de exames seqüenciais sob condições ideais, com examinadores altamente treinados, empregados bem motivados para o exame e equipamentos corretamente calibrados/aferidos.

DOBIE (1983), em sua revisão feita sobre a confiabilidade dos exames audiométricos, estima que um desvio padrão de 5 dB pode ser considerado aceitável quanto à variabilidade dos exames seqüenciais audiométricos. Em seu estudo, ele elaborou várias curvas ROC com diferentes pontos de corte para sensibilidade e especificidade dos exames, em tons puros ou faixas de mais de uma freqüência, para tentar estabelecer qual o intervalo mais confiável. Sem dúvida, é de fundamental importância a obtenção de limiares audiométricos confiáveis nos exames seqüenciais, pois os critérios que caracterizam desencadeamento ou agravamento de perda decorrem da comparação com limiares de exames audiométricos prévios de referência.

São muitos os fatores que podem interferir com a confiabilidade. Os principais dizem respeito aos cuidados com as técnicas do exame *per si*, a habilidade de quem faz o exame, a experiência de quem dá o relatório e o grau de entendimento do trabalhador quanto aos objetivos do exame.

O fator idade também deve ser considerado, uma vez que perdas auditivas aumentam em proporção com o envelhecimento (presbiacusia)<sup>4</sup>, mesmo para aqueles não expostos a níveis elevados de pressão sonora. Há ainda uma discussão sobre o real papel da idade na perda auditiva, pois alguns autores preconizam que outros hábitos possam contribuir para a perda, tais como a prática de esportes de tiro, a

---

<sup>4</sup> Presbiacusia – é um processo degenerativo que atinge a cóclea, ocasionando perda auditiva do tipo sensorio-neural, e que integra dois fatores sinérgicos na incidência da perda auditiva : a idade e as alterações metabólicas em decorrência do processo natural de envelhecimento. Sua incidência independe das condições ambientais. (Leite, J.C.B e Novaes, R.J.S, 1998)



moradia em ambientes ruidosos, sendo esses fatores denominados de **socioacusia** (ZENZ, 1994).

Por outro lado, não é apenas a piora que deve ser levada em consideração na análise dos exames seqüenciais. Trabalhadores mais experientes tendem a apresentar pequenas variações de melhora em exames seqüenciais fruto de maior precisão de resposta por parte dos pacientes. A legislação brasileira não considera este efeito de aprendizagem, contemplando apenas pioras significativas dos limiares tonais. O não reconhecimento do efeito de aprendizagem não permite o ajuste necessário para referenciais, dificultando a identificação de perdas de forma mais precoce.

O **ANEXO A** contém a descrição da técnica do exame, assim como um gráfico de uma curva audiométrica considerada como normal.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 – Contextualização sobre os processos de trabalho

A indústria de petróleo vem passando por profundas transformações a partir das últimas três décadas em todo o mundo e somas gigantescas de recursos econômicos e humanos são mobilizados para sustentar as operações de exploração e produção de óleo e gás, insumos industriais que marcaram fortemente o século XX e transformaram a vida da Humanidade, a ponto de serem considerados bens estratégicos para a segurança nacional de muitos países.

Ao longo da década de 90 as circunstâncias econômicas e políticas, internas e externas, motivaram a reabertura da discussão do posicionamento do Brasil em relação à sua economia, com uma forte orientação pela abertura econômica e desregulamentação que resultaram na mudança da Legislação sobre Petróleo no país, desembocando na flexibilização do monopólio estatal, deixando de ser executado por uma única empresa, com o governo federal orientando o setor petróleo através da Agência Nacional de Petróleo (ANP).

Em 1997 é editada a Lei Nº 9.478 que dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo. Com a edição da referida lei, a Agência Nacional de Petróleo passa a exercer o papel de instituição regulamentadora do mercado no qual surgem diversas outras companhias nacionais e internacionais que passam então a atuar no país. Estas circunstâncias, associadas a um novo contexto onde diversos atores da sociedade exercem influência sobre o desempenho das organizações, inserem no cenário nacional as exigências e práticas do mercado globalizado e requerem das empresas uma atuação com níveis de excelências empresariais, atentas aos interesses das mais variadas organizações da sociedade civil.

No caso do Brasil, o desenvolvimento tecnológico obtido a partir dos anos 70 moveu o cenário de exploração e produção de óleo e gás dos campos terrestres para a

plataforma continental brasileira, notadamente nas regiões sudeste e nordeste do país. Hoje, a produção de óleo e gás natural de petróleo no país tem na atividade *offshore*<sup>8</sup> seu grande carro-chefe, responsável por mais de 80% da produção de petróleo nacional, com milhares de trabalhadores atuando em plataformas marítimas, notadamente nas bacias sedimentares dos estados de Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo. Erthal (2006), estimou em 2000 o número de empresas *offshore* instaladas apenas no município de Macaé, região norte do estado do Rio de Janeiro e base operacional da Bacia de Campos – RJ.

Ao longo da vida produtiva de um campo de petróleo, ocorre, geralmente, a produção simultânea de gás, óleo e água, juntamente com impurezas.

Thomas(2004) em seu livro sobre Engenharia de Petróleo, descreve que há necessidade de dotar as unidades que operam nos campos marítimos de produção de ‘facilidades de produção’, que são instalações destinadas a efetuar, sob condições controladas, o ‘processamento primário de fluidos’ (óleo e gás). Entende-se por este processamento primário, três principais processos :

1. a separação do óleo, do gás e da água com as impurezas em suspensão;
2. o tratamento ou condicionamento dos hidrocarbonetos para que possam ser transferidos para as refinarias onde é efetuado o processamento químico propriamente dito; e
3. o tratamento da água para re-injeção no poço e descarte.

Dependendo do tipo de fluidos produzidos e da viabilidade técnico-econômica, uma planta de processamento de uma plataforma marítima pode ser simples ou complexa. As mais simples apenas efetuam a separação de gás, óleo e água, enquanto que as mais complexas incluem o condicionamento e compressão do

---

<sup>8</sup> Atividade Offshore – termo consagrado na indústria de petróleo que denomina as atividades de exploração e produção de gás natural e petróleo nas bacias petrolíferas da plataforma continental marítima. Deste termo, outros são derivados tais como empresas offshore, plataformas offshore e outros similares (Nota dos autores)

gás, tratamento e estabilização óleo e tratamento da água para re-injeção no poço ou descarte.

O **Quadro 1** mostra uma relação sumarizada dos principais processos existentes numa unidade marítima de produção de óleo e gás. Maior detalhamento de cada processo pode ser obtido na leitura atenta de THOMAS, 2004.

Processos na produção de Óleo	Processos na produção de Gás	Processos na Produção de água e Facilidades
Recuperação	Coleta	Coleta
Elevação	Compressão	Tratamento de Água
Coleta	Tratamento	Recuperação de Óleo
Separação de Fases	Medição	Descarte de Água
Tratamento	Exportação	Geração e distribuição de Energia Elétrica
Medição	Gás Combustível	Produção de Água Potável
Estocagem	Re-injeção	Sistemas de Óleo Diesel
Transferência		Água de Resfriamento
		Água Quente de Processo
		Ar Comprimido
		Ventilação e Ar Condicionado

**Quadro 1** – Atividades dos trabalhadores estudados na população de referência

### 3.2- Características da população de referência:

A população de referência foi a de operadores de produção lotados em 01 unidade operacional de uma companhia com atividade de produção e exploração de óleo e gás natural de petróleo, que opera em uma plataforma marítima no Estado do Rio de Janeiro, do tipo FPSO<sup>9</sup>.

### 3.3- Características da população de estudo:

A população de estudo foi de operadores de produção lotados em uma unidade operacional marítima, denominada para fins deste estudo de 'Unidade Operacional 1', todos do sexo masculino, com valor médio de idade de 44 anos.

Os trabalhadores estavam expostos ao ruído contínuo, em jornadas de 12 horas de trabalho em 02 (duas) plantas industriais distintas, ao nível ambiental equivalente de 92,6 dB(A). O grupo de operadores tinha em média de 20 anos de trabalho (desvio padrão 3,1). A dosimetria do grupo amostral apurada no PCA era de 433%, com Nível Equivalente de ruído igual a 92,6 (Leq) para jornadas de trabalho de 12 horas. O menor NSF3 obtido para o grupo foi de 80,6 e o maior NSF3 foi de 74,6. A **Tabela 2** consolida as características da população de estudo.

**Tabela 2 – Características da População de estudo**

	Número dos Trabalhadores	Idade dos trabalhadores	Desvio padrão	Tempo na função	Desvio padrão	Nível equivalente de ruído	Menor NSF3	Maior NSF3
Unidade Operacio nal 1	113	44	3,5	20 anos	3,1	92,6	80,6	74,6

<sup>9</sup> FPSO –cuja sigla é Floating Production Storage and Offloading, é um sistema de produção antecipada, em navios de grande calado( Nota dos autores)

Foram utilizadas as audiometrias realizadas em diferentes serviços credenciados externos ao ambiente industrial, em pelo menos 06 centros especializados nas regiões sudeste e nordeste do país, no período de junho e setembro de 2005.

3.3- A população amostral: A população amostral foi obtida conforme descrito a seguir, no item 3.4 deste estudo (Métodos).

Os registros audiométricos da população amostral estão consolidados na **Tabela 3 e 4**. As colunas realçadas em amarelo mostram os valores encontrados na faixa de 4000 Hz, onde as observações de queda acima de 25 dB são consideradas como sinal clássico de perda auditiva induzida por níveis elevados de pressão sonora. Nas mesmas tabelas, a coluna 'Diagnóstico' contém a codificação adotada pelo médico perito independente, parte integrante do PCA da Unidade Operacional I.







### 3.4 - Métodos

Estudo transversal é aquele que conceitualmente se caracteriza por ter sequência no tempo desconhecida mas com exposição constante. É também chamado de estudo de prevalência. A amostra foi obtida por sorteio casual simples, sem critérios de exclusão pré-sorteio. Portanto, participou do sorteio toda a população de estudo.

A metodologia empregada foi a seguinte : a partir da população de estudo, foi retirada uma (01) amostra aleatória, obtida por sorteio, onde as matrículas de todos os empregados pertencentes ao Programa de Conservação Auditiva global da Unidade Operacional 1 foram coletadas numa caixa, sorteadas uma a uma e a matrícula sorteada era anotada numa folha de papel e após isto a matrícula retornava para a caixa, de forma que cada uma das matrículas tinha a mesma probabilidade de ser sorteada. Caso sortease uma matrícula já sorteada, desconsiderava-se este último sorteio e procedia-se a novo sorteio. Foram sorteadas no total 38 matrículas.

As 38 matrículas sorteadas foram analisadas uma a uma, e foram excluídas 8 matrículas devido a não haver registro da audiometria com diagnóstico feito pelo perito médico independente no período de junho e setembro de 2005. Uma matrícula (a de número 29) foi excluída devido ao fato de preencher os critérios estabelecidos pela Portaria 21 (item 6.2 P21). Foram obtidos então 29 exames audiométricos válidos referentes às matrículas sorteadas e não excluídas pelos critérios já apresentados.

Em relação as audiometrias, todas elas respeitavam a pelos menos os seguintes critérios :

- a. repouso auditivo mínimo de 14 horas;
- b. exame realizado por profissional legalmente habilitado – fonoaudiólogo ou médico;

- c. otoscopia<sup>10</sup> prévia ao momento do exame;
- d. anamnese clínica e ocupacional;
- e. ambiente para a realização do exame segundo a norma ISO 8253-1;
- f. calibração acústica do audiômetro pela RBC (Rede Brasileira de Calibração);
- g. testagem em via aérea nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz, e
- h. testagem em via óssea , quando necessária, nas frequências de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz.

O julgamento das audiometrias procedeu-se de duas formas:

1ª forma: os 29 exames audiométricos representaram um total de 58 orelhas examinadas. Cada exame foi inicialmente analisado por médicos do trabalho que examinaram os trabalhadores por ocasião do exame ocupacional anual. Os resultados foram posteriormente confrontados por um médico perito independente, otorrinolaringologista com experiência em audiologia ocupacional, que estabeleceu o diagnóstico final de cada exame quanto à presença ou ausência de perda auditiva sensorineural induzida por ruído. Foram verificados os limiares audiométricos tonais dos trabalhadores do grupo amostral nas frequências de 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz bilateralmente. O médico perito independente **tinha o histórico audiométrico** de cada um dos funcionários e desta forma, foi possível a análise de acordo com os critérios da Portaria 21, conforme a transcrição abaixo:

---

<sup>10</sup> Otoscopia – termo médico que significa exame de inspeção da orelha, com ou sem o auxílio de um equipamento próprio para o exame.

- a.1 -diferença maior ou igual a 10 dB (NA) entre as médias aritméticas dos limiares auditivos no grupo de frequência de 3000, 4000 e 6000 Hz;
- a.2 - piora em pelo menos uma das frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz iguala ou ultrapassa 15 dB (NA)

Desta forma, obtém-se o diagnóstico **real** do empregado. Assumiu-se como os empregados portadores destas audiometrias, julgadas pelo médico perito independente, como doente ou não doente, para o fim deste estudo.

2ª forma: levando-se em conta o objetivo do trabalho que é o da análise do exame admissional em relação a PAINSPE, as audiometrias foram analisadas da mesma forma que o médico que executa o exame médico admissional, ou seja, no exame médico admissional **não** há o histórico audiométrico, portanto avaliaram-se os limiares audiométricos tonais dos trabalhadores do grupo amostral apenas na frequência de 4000 Hz bilateralmente. Os exames com quedas maiores que o limiar de 25 dB(NA) no tom puro de 4000 Hz em pelo menos uma das duas orelhas eram classificados como testes portadores de configuração audiométrica característica (audiometric *notch* ou entalhe audiométrico) de perda auditiva induzida por nível sonoro de pressão elevada (PAINSPE).

A confiabilidade das audiometrias foi calculada através dos valores de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo, prevalência e acurácia da população amostral .

Este estudo realizou uma análise crítica da confiabilidade e validade de exames audiométricos realizados num grupo de trabalhadores expostos a ruído, num determinado período. Para fins deste estudo, adotamos que a **confiabilidade, reprodutividade ou precisão de um teste** é a capacidade que um determinado teste possui para dar resultados consistentes quando aplicados em mais de uma vez ao

mesmo objeto de estudo, ou seja, a extensão em que medidas repetidas de um fenômeno relativamente estável situam-se próximas umas das outras.

Adotamos também que a **validade de um teste** ou acurácia de um teste é o grau pelo qual os resultados de uma aferição correspondem ao estado verdadeiro dos fenômenos que estão sendo medidos. A validade implica a comparação com exames considerados como o melhor padrão de segurança de diagnóstico ou padrão ouro de diagnóstico.

#### 4. RESULTADOS

Os dados audiométricos de cada orelha foram analisados em conjunto, tanto na análise dos resultados na faixa de 4000 Hz como na análise das médias em 3000, 4000 e 6000 Hz. Analisando-se as 29 audiometrias, foi observada uma leve assimetria de resultados entre as duas orelhas, com tendência de perda maior nos audiogramas das orelhas esquerdas que nos audiogramas das orelhas direitas. Este fato também foi registrado por DOBIE (1983) em seu trabalho sobre confiabilidade do teste audiométrico.

As conclusões dos exames feitas pelo médico perito independente apontavam para 07 (sete) diagnósticos possíveis :

1. Dentro dos limites aceitáveis (DLA)
2. Sugestivo de PAINSPE (SPAINSPE)
3. Sugestivo de Desencadeamento de PAINSPE (SDPAINSPE)
4. Sugestivo de Agravamento de PAINSPE (SAPAINSPE)
5. Perda auditiva sensorineural induzida por nível elevado de pressão sonora (PERAUDNSENSO)
6. Perda auditiva de condução (PERAUDCOND)
7. Não sugestivo de perda auditiva (NSPAINSPE)

Partindo-se do citado acima, as conclusões diagnósticas possíveis de 1 a 7 realizadas pelo perito médico independente em relação as audiometrias dos funcionários, classificamos como doentes com diagnóstico de PAINSPE os funcionários com audiometrias com diagnósticos de 2 a 5 uni ou bilateralmente e como não doentes ou não portadores de PAINSPE aqueles com audiometrias com diagnóstico 1, 6 e 7 uni ou bilateralmente. Então, confrontamos as conclusões

diagnósticas da forma como são julgadas as audiometrias no exame médico admissional, como descrito na metodologia. Os resultados do confronto dos pareceres diagnósticos do médico perito independente *versus* pareceres diagnósticos do médico do trabalho ao executar o exame admissional, foram distribuídos conforme **Tabela 1**, obtendo-se a **Tabela 5**.

**Tabela 5-** Distribuição dos registros da população amostral nos quadrantes de possíveis resultados do confronto audiometrias julgadas pelo perito independente *versus* audiometrias julgadas da forma do médico examinador admissional

	DOENÇA - Diagnóstico de PAINSPE		
	Presente	Ausente	Total
TESTE – Audiometria com Positivo	6 (a)	2 (b)	8
queda de limiar tonal acima de 25 dB(NA) em 4000 Hz unilateral ou bilateral	7 (c)	14 (d)	21
Total	13	16	29

Utilizando-se das equações (1), (2), (3), (4), (5), (6), foi possível o cálculo dos testes epidemiológicos: sensibilidade, especificidade, prevalência, acurácia, valores preditivos positivos, valores preditivos negativos, respectivamente:

**Sensibilidade:**  $6/13 = 46,15 \%$

**Especificidade:**  $14/16 = 87,5 \%$

**Prevalência :**  $13/29 = 44,82 \%$

**Acurácia:**  $20/29 = 68,96 \%$

**Valor Preditivo Positivo:**  $6/8 = 75 \%$

**Valor Preditivo Negativo:**  $14/21 = 66,66 \%$

A **Tabela 6** mostra os resultados de sensibilidade, especificidade, prevalência, acurácia, valores preditivos positivos e valores preditivos negativos, prevalência e acurácia

**Tabela 6-** Resultados os testes epidemiológicos obtidos das equações (1), (2), (3), (4), (5), (6) dos dados da Tabela 5.

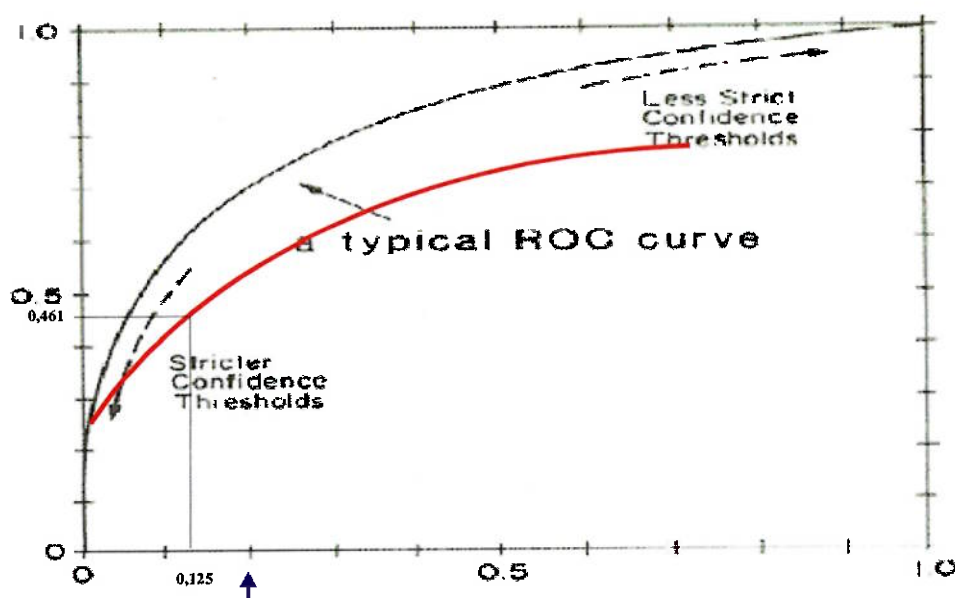
	Unidade Operacional 1
Sensibilidade	46,15 %
Especificidade	87,50 %
Prevalência	44,82 %
Acurácia	68,96 %
Valores preditivos (+)	75,00 %
Valores preditivos (-)	66,66 %

Obtivemos a sensibilidade de 46,15 % e a fração de negativos verdadeiros (1 – especificidade) de 0,125.

Na **Figura 6**, observamos o ponto referente ao par sensibilidade (ordenadas) e fração de negativos verdadeiros (abscissa). **Este ponto representa apenas o**

juízo das audiometrias com perda maior que 25 dB(NA) em 4000 Hz uni ou bilateralmente realizado pelo médico do exame admissional em confronto com os diagnósticos do médico perito. Não tivemos a intenção em construir uma Curva ROC para determinar pontos de corte, pois isto já está consolidado na literatura (DOBIE, 1983).

Também na **Figura 6**, traçamos uma Curva ROC hipotética, apenas com fins didáticos, para melhor compreensão do estudo. Partindo do par obtido, traçamos uma curva em que a área sob ela é a acurácia de 68,96 %, aproximadamente, obtida pelo estudo. Discorreremos sobre a sua validade na discussão.



**Figura 6.** Curva ROC hipotética sobre os resultados dos testes epidemiológicos obtidos nos exames do grupo amostral

Fonte: Luna Filho, 2006. Adaptado pelos autores



## 5. DISCUSSÃO

A perda auditiva induzida por níveis elevados de pressão sonora possui evolução insidiosa. A detecção precoce das perdas através da audiometria ajuda na não só na prevenção como na identificação de casos para fins médicos e legais.

Uma vez que o exame apenas detecta danos já ocorridos no empregado exposto, a alta variabilidade do teste em muito dificulta a detecção de pequenas variações sugestivas de doença no estágio inicial de instalação. Estudos (HOWELL apud DOBIE, 1983) publicados em 1972 mostraram que as variações nos limiares tonais de audiometrias feitas no ambiente industrial oscilam entre 6 e 10 dB(NA), mais altas que as audiometrias feitas em serviço especializado fora do ambiente industrial. Desta forma, as chances de resultados mais espúrios também aumentam.

Consideramos que a escolha do estudo transversal foi adequada, posto que um dos critérios para adotar o estudo transversal é o de termos uma população com prevalência alta, ou seja, é possível repetir o estudo em populações pequenas mas com muitos casos.

Conceitualmente, a população de referência é aquela composta por indivíduos presente ou ausentes, sobre os quais se imagina ser aplicável o objetivo do estudo ou seja fazer-se uma generalização externa. Acreditamos que desta forma, a população de referência foi adequada.

Consideramos a população de estudo representativa da população de referência, no que se refere à atividade sócio-econômica, cultural, acessibilidade geográfica, estabilidade no trabalho, portanto adequada para utilizá-la para a realização da investigação.

Também consideramos que a amostragem do estudo foi de boa qualidade, posto que cada um dos indivíduos do estudo teve a mesma probabilidade de compor a amostra e é o que chamamos de amostra casual simples. Também avaliamos como

satisfatório o tamanho amostral de 29 indivíduos, pelo fato de a prevalência da doença ser elevada.

GUERRA (2005) em levantamento bibliográfico em relação à prevalência de PAINSPE em populações expostas a níveis elevados de pressão sonora, apresenta uma faixa de prevalência de 28,50 a 46,20 %. Comparativamente, obtivemos uma prevalência dentro desta faixa, de 44,82 %.

Usando-se apenas o critério de perda maior que 25 dB(NA) em 4000 Hz, uni ou bilateralmente, obtivemos uma especificidade relativamente alta, de 87,5 % que aliado à prevalência elevada de PAINSPE obtido no estudo, nos dá segurança em afirmar que um empregado exposto com o teste positivo, realmente, tenha a doença. Já a sensibilidade foi de apenas 46,15 %, ou seja, pelo critério adotado, a maior parte dos empregados com PAINSPE não seriam identificados. Para a população amostral estudada, a maior especificidade observada nas análises a partir de tons puros sugere uma vantagem em relação às análises que adotam as médias aritméticas de altas frequências em exames sequenciais. Este achado coincide com os autores sul-africanos (METS, 1987) e americanos (DOBIE, 2005). A análise a partir de tons puros de 4000 Hz seria mais eficiente para o diagnóstico de indivíduos realmente portadores de PAINSPE. A análise feita a partir das médias apesar de aumentar a sensibilidade do exame também superestimaria a prevalência de perdas auditivas induzidas pelo ruído.

A queda audiométrica isolada em 4000 Hz, apesar de clássica, ainda mantém alta correlação diagnóstica com PAINSPE, porém não é patognomônica. Quedas isoladas ou não, nas frequências de 3000 e 6000 Hz podem também estar associadas à exposição ao ruído, mas não com uma correlação tão forte como as associadas à frequência de 4000 Hz. (Mc BRIDE e WILLIAMS, 2001).

Ressaltamos que os valores preditivos são função da sensibilidade, da especificidade e da prevalência. Em concordância com a literatura, devido à prevalência elevada de PAINSPE de 44,82 % no estudo, um valor preditivo positivo maior e um valor preditivo negativo menor foram observados.

Foi observado também uma acurácia de 68,96 %, ou seja, temos 68,96 % de resultados de exames verdadeiramente positivos e verdadeiramente negativos em relação à doença . Isso significa dizer que, retirando-se ao acaso uma matrícula, temos 68,96% de chance de tirar ou uma matrícula referente a uma audiometria verdadeiramente positiva ou verdadeiramente negativa.

Vale ressaltar que para a determinação da acurácia é necessária a combinação da sensibilidade e especificidade mas a acurácia não depende nem da prevalência da doença e nem dos pontos de corte da curva.

Considerando que 5 dB foi estimado como faixa normal de variabilidade e 10 dB já é o limiar tonal próprio dos critérios legais brasileiros de desencadeamento de perda, um limiar tonal intermediário de 7,5 dB poderia ser mais efetivo na busca de casos precoces de perda. Esta hipótese vem sendo defendida pela National Hearing Conservation Association (NHCA), de Nova York. Através de proposições para revisão dos STS (Standard Threshold Shifts) já preconizados por Robert Dobie em 1983 como proposta a ser adotada pela OSHA, as perdas persistentes de 5dB entre exames sequenciais de trabalhadores expostos ao ruído seriam classificados como **meia piora**. Apesar da proposição da NHCA, a OSHA ainda não reviu suas recomendações.

No Brasil, a legislação brasileira adota critérios menos restritivos que a proposta dos especialistas norte-americanos. A Portaria 21 caracteriza o desencadeamento de PAINSPE, a partir dos critérios :

- a- diferença maior ou igual a 10 dB (NA) entre as médias aritméticas dos limiares auditivos no grupo de frequência de 3000, 4000 e 6000 Hz;
- b- a piora em pelo menos uma das frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz iguala ou ultrapassa 15 dB (NA).

Em relação à Curva ROC apresentada, ela é **hipotética**, com fins didáticos , posto ter sido construída a partir de apenas um ponto referente ao par (sensibilidade e

especificidade). Entretanto, referindo-se a apenas um valor de par (sensibilidade e especificidade), fornece possivelmente um mau entendimento da acurácia (ZWEIG, 1993). O estudo não deveria ter apenas um ponto referente ao par sensibilidade e especificidade, mas vários, por exemplo, obtidos com diferentes limiares tonais ou usando-se outras faixas frequências.

Quando consideramos a construção de uma Curva ROC, como critério inicial precisamos ter ao menos uma especificidade de 80% e o par correspondente a  $1 - \text{especificidade}$ , ou seja  $1 - 0,8 = 0,2$  no eixo das abscissas, marcado na **Figura.3** e **Figura 6** com uma seta. Consideramos também uma acurácia razoável a partir de 70%, ou seja, a partir de 70% o teste começa ser discriminatório. Neste estudo, obtivemos a especificidade de 87,5 % e a acurácia de 68,96 %, portanto abaixo de 70%, não discriminatório.

Perante estes critérios e também pelo nosso estudo em relação ao exame médico ocupacional admissional, o rastreamento de perdas mais precoces deixa de ser feito como rotina nos PCA já instituídos. Ou seja, no exame médico admissional, frente a um candidato com história pregressa ocupacional de exposição a ruído, semelhante à exposição da população de referência, podemos admitir um candidato com desencadeamento de PAINSPE conforme critérios da Portaria 21, devido a não termos acesso ao histórico audiométrico do candidato ou audiometria de referência e, portanto, não ser possível a comparação das médias .

Uma estratégia que envolvesse mais os trabalhadores no reconhecimento do problema da exposição a níveis elevados de pressão sonora é defendida por autores europeus (MALCHAIRE et al, 2000), para que estes programas sejam de fato mais efetivos na conservação auditiva. Mesmo a mais detalhada prescrição de modelos de PCA é falha em seu objetivo prevencionista maior. LEINSTER et al., 1994 apud MALCHAIRE, 2000 pesquisaram os fatores organizacionais e psicológicos que envolvem a limitação de alcance dos PCA. Num inquérito de 48 organizações, ele mostrou que apenas 40% conseguia atender corretamente os requisitos legais, a grande maioria não desenvolvia as medidas de engenharia de controle de ruído,

apenas 50% conseguia orientar os trabalhadores quanto ao uso correto de EPI e apenas 26 % tinham um programa de orientação voltado para ações mais proativas.

Considerando que a atenuação da exposição ao ruído pelo uso de protetores individuais é superestimada nos testes de laboratório quando comparadas ao desempenho em serviços de rotina, a adoção de limiares tonais mais restritivos pode ser uma forma de detecção de agravos em momento mais precoce, minimizando as seqüelas da exposição ao ruído para os trabalhadores.

Frente aos dados obtidos, uma decisão médica deve ser tomada pois pode-se admitir para o trabalho, um portador de PAINSPE . O problema final é: até que ponto uma audiometria supostamente normal, sem perda na frequência de 4000 Hz ou outras sugestivas de PAINSPE garante a segurança para admissão do candidato ao cargo ?

A legislação brasileira que trata da saúde e segurança no trabalho passou a estabelecer, no final de 1994, a obrigatoriedade das empresas elaborarem e implementarem dois programas: um ambiental , o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e outro médico o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO).

No PCMSO, preconiza-se que o exame audiométrico seja exigido apenas para os candidatos a cargos com exposição ocupacional acima dos limites de tolerância previstos na legislação brasileira para exposição ao ruído, mas não que o candidato forneça o exame audiométrico do exame demissional do último emprego, tampouco a audiometria de referência. Mesmo a implementação do PPP (Perfil Profissiográfico Previdenciário), documento de uso exclusivo da auditoria fiscal do órgão previdenciário no Brasil que contém o histórico de registros com dados de PPRA e PCMSO de cada trabalhador, não serve de auxílio à decisão do médico no momento do exame admissional.

O PCMSO, preocupado com a saúde do conjunto de trabalhadores, privilegia o **instrumental clínico-epidemiológico** na abordagem da relação saúde/trabalho.

Neste estudo, usando instrumental clínico e também epidemiológico, concluímos que em relação ao julgamento das audiometrias da forma como é feito no exame médico ocupacional admissional, ocorrem erros, conforme evidenciado nos resultados, tendo impacto negativo nos Programas de Conservação Auditiva.

O PPRA, cuja obrigatoriedade foi estabelecida pela NR 9 da Portaria 3.214/78, apesar de seu caráter multidisciplinar, é considerado essencialmente um programa de higiene ocupacional que deve ser implementado nas empresas de forma articulado com o PCMSO. Um aspecto importante deste programa é que ele pode ser elaborado dentro dos conceitos mais modernos de gerenciamento e gestão, em que o empregador tem autonomia suficiente para, com responsabilidade, adotar um conjunto de medidas e ações que considere necessário para garantir a saúde e a integridade física dos seus trabalhadores. Além disso, cabe à própria empresa estabelecer as estratégias e as metodologias que serão utilizadas para o desenvolvimento das ações, bem como a forma de registro, manutenção e divulgação dos dados gerados no desenvolvimento do programa.

Para manter-se um bom padrão em relação à estabilidade, justeza e fidelidade de resultados, faz-se necessário o uso de grupos controles, o que não ocorreu neste estudo. Acrescentamos, em relação à fidelidade, que a definição clara dos critérios adotados neste estudo, permite obter resultados iguais em circunstâncias iguais às do estudo; em relação à justeza (mesmos resultados para medidas iguais), para evitarem-se interferências do observador, um ensaio duplo cego estaria recomendado.

Embora não seja objetivo do estudo, assinalamos como desvantagens deste estudo, por ser transversal:

- a- apontar do mesmo modo os fatores de risco e de proteção, ou seja, não foi possível discerni-los.
- b- Não ficar clara a relação causal.

## **6. CONCLUSÕES**

### **6.1 – Considerações Finais**

No atual contexto de negócio das empresas, as questões relativas às disciplinas Segurança, Meio Ambiente e Saúde passam por dois radicais processos de integração. Primeiramente integrando-os ao próprio negócio das empresas e num segundo momento, integrando as próprias disciplinas numa mesma estrutura organizacional. A visão estratégica das organizações precisa considerar a visão estratégica da sua atuação em SMS. Definidas as estratégias e as conseqüentes prioridades e metas, os desempenhos organizacionais precisam ser continuamente avaliados e novos e melhores patamares de desempenho precisam ser estabelecidos com vistas a excelência de desempenho que é conduzir a níveis mínimos de acidentes e doenças e uma atuação sustentável, seja segundo os atuais conceitos de sustentabilidade ambiental e, também, sustentáveis socialmente.

Assim revisar as práticas de SMS existentes com vistas à maximização de resultados, permanente atenção às melhores tecnologias e práticas empresariais, desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis são demandas permanentemente requeridas com níveis de apuro cada vez maiores.

Usando-se a Epidemiologia foi possível:

- a. Descrever o estado de saúde auditiva da população em questão, identificamos problemas e salientamos prioridades.
- b. Identificar grupos homogêneos de exposição ao risco.
- c. Conseguir prever a ocorrência de doença e fator de risco na população, sendo possível projeções de análise de tendências.
- d. Avaliar o impacto do estudo em programas de conservação auditiva.

Pela perspectiva epidemiológica, como fruto do sucesso da interface entre um bom PCMSO e um bom PCA, teremos certamente o mesmo acima.

Mesmo com algumas limitações já discutidas, seguindo uma linha intuitiva de que o médico comete avaliações precipitadas que possam prejudicar o candidato ao emprego, ao realizar o julgamento das audiometrias no exame ocupacional admissional, o presente estudo foi capaz de melhorar a compreensão do julgamento dos resultados das audiometrias no exame ocupacional admissional, especialmente em candidatos com história pregressa ocupacional de exposição a níveis elevados de pressão sonora, que é relativamente comum. Mais do que isto, o presente estudo conseguiu, usando de instrumental clínico-epidemiológico conforme NR-7, medir o que, intuitivamente, suspeitava-se. Também avaliamos o impacto negativo deste fato nos Programas de Conservação Auditiva (PCA), onde se poderia admitir um candidato com perda auditiva, mesmo com audiometria normal pelo julgamento apenas na frequência de 4000 Hz bilateralmente, como realizado no exame médico ocupacional admissional.

Após a avaliação dos parâmetros epidemiológicos apresentados, aplicados ao julgamento do exame audiométrico, concluímos que para o candidato com história pregressa ocupacional de exposição a ruído, a forma de julgamento pelo médico responsável pelo exame admissional apresenta baixa sensibilidade mesmo com prevalência elevada de PAINSPSE. Assim no exame admissional, uma audiometria que não apresente perda na frequência de 4000 além de 25 dB(NA), é sistematicamente julgada como normal pelo médico que realiza o exame. Os exames que têm a alteração em 4000 Hz uni ou bilateralmente são julgados corretamente, como se visualiza na especificidade obtida. A audiometria sem os demais critérios da Portaria 21 é, por si só, específica, ou seja, na maior parte das vezes não classificará como doente um indivíduo sem doença, evidenciado pelo valor preditivo positivo relativamente alto.



A população de referência foi de trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora, e podemos concluir que, numa população semelhante à população de referência, o julgamento da audiometria quando analisada levando-se em consideração a perda maior que 25 dB(NA) uni ou bilateralmente, associada aos demais critérios da Portaria 21, é necessária para aumentar a sensibilidade do exame, ou seja, diagnosticar indivíduos com a doença, conseqüentemente aumentando as chances de um diagnóstico mais precoce e evitando-se a evolução/installação de PAINSPE.

Tendo em vista os nossos achados, concordamos com a necessidade de reteste nos casos de desencadeamento ou agravamento de PAINSPE.

A evolução insidiosa da PAINSPE justifica a necessidade de detecção mais precoce dos casos de perda, seja por atendimento às premissas da vigilância em saúde ou aos aspectos legais. Os resultados encontrados reforçam que o ponto crítico num PCA que é o de buscar valores de exposição dos trabalhadores a níveis de pressão sonora mais baixos.

Em relação ao PCMSO, devem ser respeitados todos os critérios preconizados pelos dispositivos legais (Brasil – Portaria 21, de 18/04/98 e Comitê Nacional de Ruído para Conservação Auditiva).

Em relação à tomada de decisão médica, especialmente no exame médico admissional, por não possuir o exame audiométrico de referência ou o histórico audiométrico do candidato, o julgamento da audiometria deve ser revisto.

Finalizando, em relação aos impactos no PCA, estratégias de validação com trabalhadores visando a alcançar os seguintes objetivos :

- atender aos requisitos legais
- implementar medidas de engenharia para a proteção coletiva e mais proativa.
- orientar corretamente os trabalhadores
- interface com PCMSO e PPRA.

## 6.2 – Estudos futuros

Estudos de aprofundamento devem ser conduzidos, tais como testes com escala contínua de valores, seleção de outros pontos de corte para maior ajuste da sensibilidade e especificidade conforme o objetivo médico. Estes estudos poderão propor novo critério para a adoção de um limite tonal menor e mais protetor a saúde dos trabalhadores expostos a ruído, adequando os custos para o perfil epidemiológico do grupo e realidade econômica de cada organização.

Tanto a presbiacusia quanto o efeito de aprendizagem interferem na análise sequencial dos exames e estas variáveis não são levadas em consideração na legislação brasileira, portanto fatores que interferem na variabilidade do exame audiométrico devem ser considerados com critério no gerenciamento de empregados expostos a níveis elevados de pressão sonora. A inferência causal é um processo posterior, sujeito à verificação lógica, conceitual e filosófica. Portanto, é necessário dar continuidade a este estudo com estudos controlados para estas duas variáveis e outras que se fizerem necessárias, bem como se obter análise estatística dos dados.

Ressaltamos a necessidade do aprofundamento do presente estudo, avaliando-se o seu impacto em Programas de Conservação Auditiva. Estudos similares deverão ocorrer no futuro que serão certamente capazes de permitir uma interpretação mais próxima da realidade dos trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora. Tais investigações não somente envolvem muitos problemas de natureza técnica, como também interesses financeiros e implicações legais pertinentes.

A população de referência do estudo foi de trabalhadores expostos a níveis sonoros de pressão elevados. Portanto, as conclusões a que chegamos só podem ser inferidas para populações de mesma característica.

## 7. ANEXOS

### 7.1 – ANEXO A – AUDIOMETRIA

A audiometria é uma medida psicoacústica da audição, da capacidade individual de distinguir e interpretar as várias modalidades de estímulo acústico (LACERDA, 1986). Constitui-se no registro gráfico do limiar de audibilidade do indivíduo a diferentes frequências do som.

A denominação audiometria tonal liminar refere-se a pesquisa dos limiares de audibilidade mínima, por condução aérea e óssea, para o quê se utilizam de escalas audiométricas de intensidade. Por via aérea, avalia-se a capacidade funcional de todo o aparelho auditivo, isto é, tanto a transmissão quanto a recepção de sons. Por via óssea, avalia-se principalmente a sensibilidade do sistema de recepção constituído pelo órgão de Corti e as vias nervosas auditivas.

A audiometria tonal aérea é a prática mais comum, e em se obtendo resultado normal, nos fornece informação suficiente para o controle audiométrico adequado.

O exame é realizado com o indivíduo previamente orientado sobre os objetivos do exame, em cabina audiométrica instalada em local apropriado com baixo nível de ruído. Tanto a cabina como o aparelho audiômetro são calibrado segundo normas pré-definidas.

COUTO e SANTINO (1995) assim descrevem a técnica do exame :

Inicia-se o exame audiométrico por via aérea na frequência de 1000 Hz pois é a mais facilmente audível, facilitando-se assim ao trabalhador a percepção do sinal que deverá ser ouvido e sinalizado. Determinado o limiar a 1000 Hz, deve-se passar às frequências de 500 Hz e 250 Hz (sendo 125 Hz e 750 Hz opcionais): a seguir passa-se ao teste das frequências de 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz (sendo a frequência de 1500 Hz opcional). Para cada frequência inicia-se a determinação do

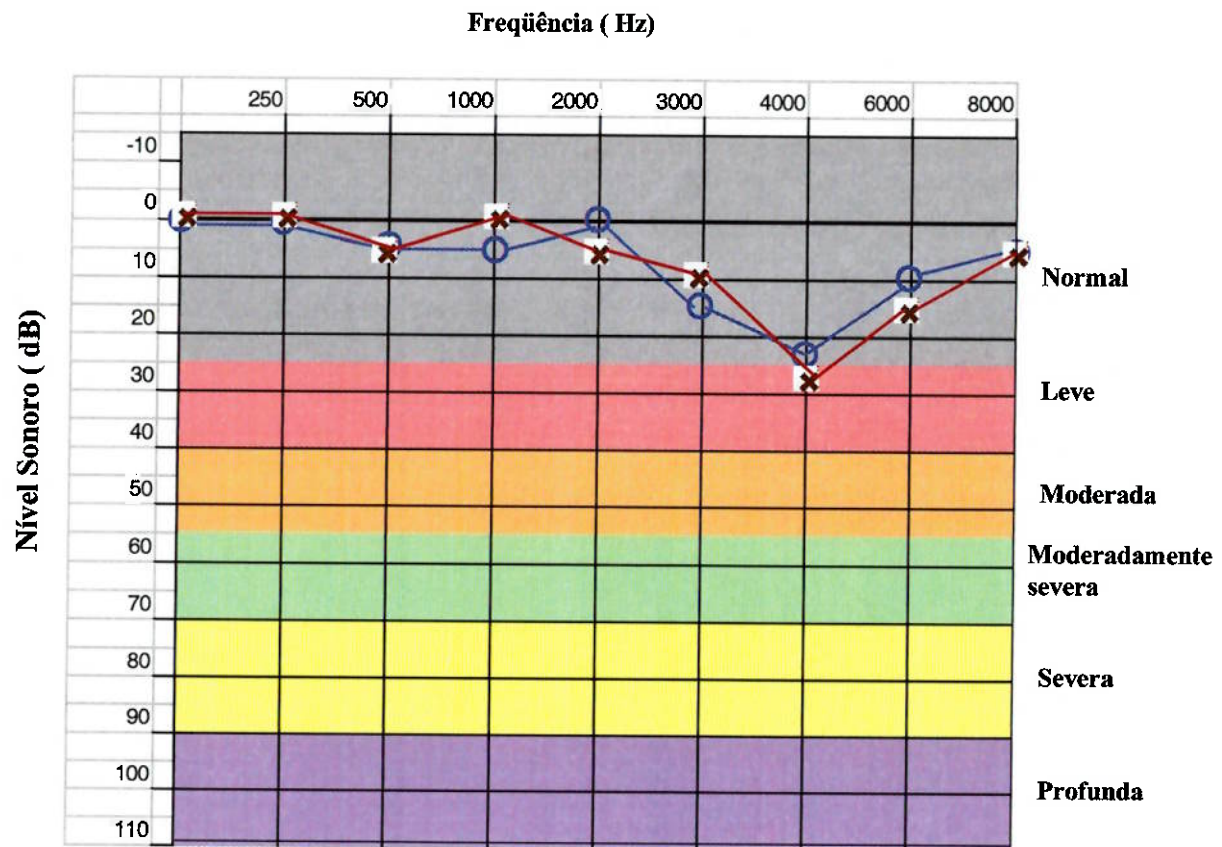
limiar de audição a partir de 50 dB, reduzindo-se a intensidade do som de 5 em 5 dB, até que cesse a percepção auditiva (o trabalhador para de sinalizar). Para certificar-se desta informação, faz-se o processo inverso, aumentando-se em 5 dB e confirmando-se a última resposta fornecida. Este valor significa o limiar de audição do trabalhador naquela frequência, e deverá ser anotado na planilha de traçado audiométrico. Embora alguns autores recomendem a realização da audiometria ascendente, na nossa opinião esta prática dificulta o entendimento do exame, a percepção do sinal e a resposta do trabalhador.

Na existência de diferença conhecida de audição entre dois ouvidos, deve-se iniciar o teste pelo ouvido melhor. O examinador deve evitar dar sinais rítmicos, o que pode levar o indivíduo a prever que um sinal está sendo emitido e a comportar-se como se estivesse ouvindo.

Quando existirem respostas incoerentes (percepção do sinal não confirmada na contraprova) refazer o teste para aquela frequência e, na persistência do resultado, checar a aparelhagem e a compreensão do trabalhador. Outro ponto de incoerência é quando o trabalhador não responde a estímulos tão intensos quanto 50 dB, mas durante a anamnese ocupacional nada demonstra de dificuldade. Neste caso, retirar o trabalhador da cabina e explicar novamente o teste, procurando falar baixo e evitando que o mesmo faça leitura labial do examinador. Neste caso é possível que a falha seja corrigida pela explicação, ou a hipótese de simulação deve ser aventada. (COUTO, H. A e SANTINO, E. Audiometrias Ocupacionais, 1995, pags 35-36)

Considera-se como normal a audiometria tonal aérea na qual o limiar de audição em todas as frequências encontra-se abaixo ou no máximo em 25 dB. Qualquer valor acima de 25 dB deve ser reconfirmado, e caso persista, deve-se considerar a audiometria como alterada, necessitando de um estudo mais detalhado.

A **Figura 7** mostra um gráfico elaborado pelos autores, com uma curva audiométrica hipotética, com os respectivos intervalos de normalidade e grau de perda auditiva.



**Figura 7 – Gráfico de Curva Audiométrica Hipotética**

## 7.2. ANEXO B – PORTARIA 21

Texto obtido por transcrição da fonte de consulta online ao MTe em :

(<http://www.mte.gov.br/empregador/segsau/legislacao/portarias/1998/conteudo/port19.asp>, consulta em 23/06/2006)

### PORTARIA N.º 21, DE 17 DE ABRIL DE 1998

**O Secretário de Segurança e Saúde no Trabalho**, no uso de suas atribuições legais, considerando o disposto no artigo 168 da Consolidação das Leis do Trabalho, o disposto na NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, a necessidade de estabelecer diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e o acompanhamento da audição dos trabalhadores, expostos a níveis de pressão sonora elevados e o texto técnico apresentado pelo Grupo de Trabalho Tripartite constituído através da Portaria SSST/MTe n.º 5, de 25 de fevereiro de 1997, resolve:

**Art.1º** - Alterar o Quadro II - Parâmetros para Monitoração da Exposição Ocupacional a Alguns Riscos à Saúde, da NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.

**Art. 2º** - Incluir o anexo I - Quadro II - diretrizes e Parâmetros Mínimos para Avaliação e Acompanhamento da audição em Trabalhadores Expostos a Níveis de Pressão Sonora Elevados, da NR 7 - Programa de controle Médico de Saúde Ocupacional.

**Art. 3º** - Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

**ZUHER HANDAR**

#### QUADRO II PARÂMETROS PARA MONITORIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A ALGUNS RISCOS À SAÚDE

Risco	Exame Complementar	Periodicidade	Método de Execução	Critério de Interpretação	Observações
Ruído	Vide Anexo I - Quadro II				

Aerodispersóides FIBROGÊNICOS	Telerradiografia do tórax  Espirometria	Admissional e anual  Admissional e bienal	Radiografia em posição póstero- anterior (PA) Técnica preconizada pela OIT, 1980  Técnica preconizada pela American Thoracic Society, 1987	Classificação internacional da OIT para radiografias	
Aerodispersóides NÃO- FIBROGÊNICOS	Telerradiografia do tórax  Espirometria	Admissional trienal, se exposição < 15 anos  Bienal, se exposição > 15 anos  Admissional e bienal	Radiografia em posição póstero- anterior (PA) Técnica preconizada pela OIT, 1980  Técnica preconizada pela American Thoracic Society, 1987	Classificação internacional da OIT para radiografias	
Condições Hiperbáricas	Radiografias de articulações coxo-femorais e escápulo- umerais	Admissional e anual			Ver anexo "B" do Anexo nº6 da NR 15
Radiações ionizantes	Hemograma completo e contagem de	Admissional e semestral			

	plaquetas				
Hormônios sexuais femininos	Apenas em homens; Testosterona total ou plasmática livre LH e FSH	Admissional e semestral			
Benzeno	Hemograma completo e plaquetas	Admissional e semestral			

## ANEXO I - QUADRO II

### DIRETRIZES E PARÂMETROS MÍNIMOS PARA AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DA AUDIÇÃO EM TRABALHADORES EXPOSTOS A NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA ELEVADOS

#### 1. Objetivos

1.1. Estabelecer diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e o acompanhamento da audição do trabalhador através da realização de exames audiológicos de referência e sequenciais.

1.2. Fornecer subsídios para a adoção de programas que visem à prevenção da perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados e a conservação da saúde auditiva dos trabalhadores.

#### 2. Definições e Caracterização

2.1. Entende-se por perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados as alterações dos limiares auditivos, do tipo sensorioneural, decorrente da exposição ocupacional sistemática a níveis de pressão sonora elevados. Tem como características principais a irreversibilidade e a progressão gradual com o tempo de exposição ao risco. A sua história natural mostra, inicialmente, o acometimento dos limiares auditivos em uma ou mais frequências da faixa de 3.000 a 6.000 Hz. As frequências mais altas e mais baixas poderão levar mais tempo para serem afetadas. Uma vez cessada a exposição, não haverá progressão da redução auditiva.

2.2. Entende-se por exames audiológicos de referência e sequenciais o conjunto de procedimentos necessários para avaliação da audição do trabalhador ao longo do tempo de exposição ao risco, incluindo:



- a. anamnese clínico-ocupacional;
- b. exame otológico;
- c. exame audiométrico realizado segundo os termos previstos nesta norma técnica.
- d. outros exames audiológicos complementares solicitados a critério médico.

### 3. Princípios e procedimentos básicos para a realização do exame audiométrico

3.1. Devem ser submetidos a exames audiométricos de referência e sequenciais, no mínimo, todos os trabalhadores que exerçam ou exercerão suas atividades em ambientes cujos níveis de pressão sonora ultrapassem os limites de tolerância estabelecidos nos anexos 1 e 2 da NR 15 da Portaria 3.214 do Ministério do Trabalho, independentemente do uso de protetor auditivo.

3.2. O audiômetro será submetido a procedimentos de verificação e controle periódico do seu funcionamento .

3.2.1. Aferição acústica anual.

3.2.2. Calibração acústica, sempre que a aferição acústica indicar alteração, e , obrigatoriamente, a cada 5 anos.

3.2.3. Aferição biológica é recomendada precedendo a realização dos exames audiométricos. Em caso de alteração, submeter o equipamento à aferição acústica.

3.2.4. Os procedimentos constantes dos itens 3.2.1 e 3.2.2 devem seguir o preconizado na norma ISSO 8253-1, e os resultados devem ser incluídos em um certificado de aferição e/ou calibração que acompanhará o equipamento.

3.3. O exame audiométrico será executado por profissional habilitado, ou seja, médico ou fonoaudiólogo, conforme resoluções dos respectivos conselhos federais profissionais.

3.4. Periodicidade dos exames audiométricos.

3.4.1. O exame audiométrico será realizado, no mínimo, no momento da admissão, no 6º (sexto) mês após a mesma, anualmente a partir de então, e na demissão.

3.4.1.1. No momento da demissão, do mesmo modo como previsto para a avaliação clínica no item 7.4.3.5 da NR -7, poderá ser aceito o resultado de um exame audiométrico realizado até:

- a. 135 (cento e trinta e cinco) dias retroativos em relação à data do exame médico demissional de trabalhador de empresa classificada em grau de risco 1 ou 2;
- b. 90 (noventa) dias retroativos em relação à data do exame médico demissional de trabalhador de empresa classificada em grau de risco 3 ou 4 .

3.4.2. O intervalo entre os exames audiométricos poderá se reduzido a critério do médico coordenador do PCMSO, ou por notificação do médico agente de inspeção do trabalho, ou mediante negociação coletiva de trabalho.

3.5. O resultado do exame audiométrico deve ser registrado em uma ficha que contenha, no mínimo:

- a. nome, idade e número de registro de identidade do trabalhador;
- b. nome da empresa e a função do trabalhador;
- c. tempo de repouso auditivo cumprido para a realização do exame audiométrico;
- d. nome do fabricante, modelo e data da última aferição acústica do audiômetro;
- e. traçado audiométrico e símbolos conforme o modelo constante do Anexo 1;
- f. nome, número de registro no conselho regional e assinatura do profissional responsável pelo exame audiométrico.

### 3.6. Tipos de exames audiométricos

O trabalhador deverá ser submetido a exame audiométrico de referência e a exame audiométrico seqüencial na forma abaixo descrita:

**3.6.1. Exame audiométrico de referência**, aquele com o qual os seqüenciais serão comparados e cujas diretrizes constam dos subitens abaixo, deve ser realizado:

- a. quando não se possua um exame audiométrico de referência prévio;
- b. quando algum exame audiométrico seqüencial apresentar alteração significativa em relação ao de referência, conforme descrito nos itens 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.3 desta norma técnica.

3.6.1.1. O exame audiométrico será realizado em cabina audométrica, cujos níveis de pressão sonora não ultrapassem os níveis máximos permitidos, de acordo com a norma ISO 8253.1.

3.6.1.1.1. Nas empresas em que existir ambiente acusticamente tratado, que atenda à norma ISO 8253.1, a cabina audiométrica poderá ser dispensada.

3.6.1.2. O trabalhador permanecerá em repouso auditivo por um período mínimo de 14 horas até o momento de realização do exame audiométrico.

3.6.1.3. O responsável pela execução do exame audiométrico inspecionará o meato acústico externo de ambas as orelhas e anotará os achados na ficha de registro. Se identificada alguma anormalidade, encaminhar ao médico responsável.

3.6.1.4. Vias, freqüências e outros testes complementares.

3.6.1.4.1. O exame audiométrico será realizado, sempre, pela via aérea nas freqüências de 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz.

3.6.1.4.2. No caso de alteração detectada no teste pela via aérea ou segundo a avaliação do profissional responsável pela execução do exame, o mesmo será feito, também, pela via óssea nas freqüências de 500, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 Hz.

3.6.1.4.3. Segundo a avaliação do profissional responsável, no momento da execução do exame, poderão ser determinados os limiares de reconhecimento de fala (LRF).

3.6.2. Exame audiométrico seqüencial, aquele que será comparado com o de referência, aplica-se a todo trabalhador que já possua um exame audiométrico de referência prévio, nos moldes previstos no item 3.6.1. As seguintes diretrizes mínimas devem ser obedecidas:

3.6.2.1. Na impossibilidade da realização do exame audiométrico nas condições previstas no item 3.6.1.1, o responsável pela execução do exame avaliará a

viabilidade de sua realização em um ambiente silencioso, através do exame audiométrico em 2

(dois) indivíduos, cujos limiares auditivos, detectados em exames audiométricos de referência atuais, sejam conhecidos. Diferença de limiar auditivo, em qualquer frequência e em qualquer um dos 2 (dois) indivíduos examinados, acima de 5 dB (NA) (nível de audição em decibel) inviabiliza a realização do exame no local escolhido.

3.6.2.2. O responsável pela execução do exame audiométrico inspecionará o meato acústico externo de ambas as orelhas e anotar os achados na ficha de registro.

3.6.2.3. O exame audiométrico será feito pela via aérea nas frequências de 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz.

4. Interpretação dos resultados do exame audiométrico com finalidade de prevenção

4.1. A interpretação dos resultados do exame audiométrico de referência deve seguir os seguintes parâmetros:

4.1.1. São considerados dentro dos limites aceitáveis, para efeito desta norma técnica de caráter preventivo, os casos cujos audiogramas mostram limiares auditivos menores ou iguais a 25 dB (NA), em todas as frequências examinadas.

4.1.2. São considerados sugestivos de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados os casos cujos audiogramas, nas frequências de 3.000 e/ou 4.000 e/ou 6.000 Hz, apresentam limiares auditivos acima de 25 dB (NA) e mais elevados do que nas outras frequências testadas, estando estas comprometidas ou não, tanto no teste da via aérea quanto da via óssea, em um ou em ambos os lados.

4.1.3. São considerados não sugestivos de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados os casos cujos audiogramas não se enquadram nas descrições contidas nos itens 4.1.1 e 4.1.2 acima.

4.2. A interpretação dos resultados do exame audiométrico seqüencial deve seguir os seguintes parâmetros:

4.2.1. São considerados sugestivos de desencadeamento de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados, os casos em que os limiares auditivos em todas as frequências testadas no exame audiométrico de referência e no seqüencial permanecem menores ou iguais a 25 dB (NA), mas a comparação do audiograma seqüencial com o de referência mostra uma evolução dentro dos moldes definidos no item 2.1 desta norma, e preenche um dos critérios abaixo:

- a. a diferença entre as médias aritméticas dos limiares auditivos no grupo de frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz iguala ou ultrapassa 10 dB (NA);
- b. a piora em pelo menos uma das frequências de 3.000, 4.000 ou 6.000 Hz iguala ou ultrapassa 15 dB (NA).

4.2.2. São considerados, também sugestivos de desencadeamento de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados, os casos em que apenas o exame audiométrico de referência apresenta limiares auditivos em todas as frequências testadas menores ou iguais a 25 dB (NA), e a comparação do audiograma seqüencial com o de referência mostra uma evolução dentro dos moldes definidos no item 2.1 desta norma, e preenche um dos critérios abaixo:

- a. a diferença entre as médias aritméticas dos limiares auditivos no grupo de frequência de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz iguala ou ultrapassa 10 dB (NA);
- b. a piora em pelo menos uma das frequências de 3.000, 4.000 ou 6.000 Hz iguala ou ultrapassa 15 dB (NA).

4.2.3. São considerados sugestivos de agravamento da perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados, os casos já confirmados em exame audiométrico de referência, conforme item 4.1.2., e nos quais a comparação de exame audiométrico sequencial com o de referência mostra uma evolução dentro dos moldes definidos no item 2.1 desta norma, e preenche um dos critérios abaixo:

- a. a diferença entre as médias aritméticas dos limiares auditivos no grupo de frequência de 500, 1.000 e 2.000 Hz, ou no grupo de frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz iguala ou ultrapassa 10 dB (NA);
- b. a piora em uma frequência isolada iguala ou ultrapassa 15 dB (NA).

4.2.4. Para fins desta norma técnica, o exame audiométrico de referência permanece o mesmo até o momento em que algum dos exames audiométricos sequenciais for preenchido algum dos critérios apresentados em 4.2.1, 4.2.2 ou 4.2.3. Uma vez preenchido algum destes critérios, deve-se realizar um novo exame audiométrico, dentro dos moldes previstos no item 3.6.1 desta norma técnica, que será, a partir de então, o novo exame audiométrico de referência. Os exames anteriores passam a constituir o histórico evolutivo da audição do trabalhador.

5. Diagnóstico da perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados e definição da aptidão para o **trabalho**.

5.1. O diagnóstico conclusivo, o diagnóstico diferencial e a definição da aptidão para o trabalho, na suspeita de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados, estão a cargo do médico coordenador do PCMSO de cada empresa, ou do médico encarregado pelo mesmo para realizar o exame médico, dentro dos moldes previstos na NR - 7, ou, na ausência destes, do médico que assiste ao trabalhador.

5.2. A perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados, por si só, não é indicativa de inaptidão para o trabalho, devendo-se levar em consideração na análise de cada caso, além do traçado audiométrico ou da evolução sequencial de exames audiométricos, os seguintes fatores:

- a. a história clínica e ocupacional do trabalhador;
- b. o resultado da otoscopia e de outros testes audiológicos complementares;
- c. a idade do trabalhador;
- d. o tempo de exposição pregressa e atual a níveis de pressão sonora elevados;
- e. os níveis de pressão sonora a que o trabalhador estará, está ou esteve exposto no exercício do trabalho;
- f. a demanda auditiva do trabalho ou da função;
- g. a exposição não ocupacional a níveis de pressão sonora elevados;
- h. a exposição ocupacional a outro(s) agente(s) de risco ao sistema auditivo;
- i. a exposição não ocupacional a outro(s) agentes de risco ao sistema auditivo;
- j. a capacitação profissional do trabalhador examinado;

- k. os programas de conservação auditiva aos quais tem ou terá acesso o trabalhador.

## 6. Condutas Preventivas

6.1. Em presença de trabalhador cujo exame audiométrico de referência se enquadre no item 4.1.2, ou algum dos exames audiométricos seqüenciais se enquadre no item 4.2.1 ou 4.2.2 ou 4.2.3, o médico coordenador do PCMSO, ou o encarregado pelo mesmo do exame médico, deverá:

- a. definir a aptidão do trabalhador para a função, com base nos fatores ressaltados no item 5.2 desta norma técnica;
- b. incluir o caso no relatório anual do PCMSO;
- c. participar da implantação, aprimoramento e controle de programas que visem a prevenção da progressão da perda auditiva do trabalhador acometido e de outros expostos ao risco, levando-se em consideração o disposto no item 9.3.6 da NR-9;
- d. disponibilizar cópias dos exames audiométricos aos trabalhadores.

6.2. Em presença de trabalhador cujo exame audiométrico de referência se enquadre no item 4.1.3, ou que algum dos exames audiométricos seqüenciais se enquadre nos itens 4.2.1.a., 4.2.1.b, 4.2.2.a, 4.2.2.b, 4.2.3.a ou 4.2.3.b, mas cuja evolução foge dos moldes definidos no item 2.1 desta norma técnica, o médico coordenador do PCMSO, ou o encarregado pelo mesmo do exame médico, deverá:

- a. verificar a possibilidade da presença concomitante de mais de um tipo de agressão ao sistema auditivo;
- b. orientar e encaminhar o trabalhador para avaliação especializada;
- c. definir sobre a aptidão do trabalhador para função;
- d. participar da implantação, aprimoramento, e controle de programas que visem a prevenção da progressão da perda auditiva do trabalhador acometido e de outros expostos ao risco, levando-se em consideração o disposto no item 9.3.6 da NR-9.
- e. disponibilizar cópias dos exames audiométricos aos trabalhadores.



	90										
	100										
	110										
	120										
D	130										
-	D										

A distância entre cada oitava de frequência deve corresponder a uma variação de 20 dB no eixo do nível de audição (D).

SÍMBOLOS		
	ORELHA DIREITA	ORELHA ESQUERDA
RESPOSTAS PRESENTES		
Via de Condução Aérea	○	×
Via de Condução Óssea	<	>
RESPOSTAS PRESENTES		
Via de Condução Aérea	○	×
Via de Condução Óssea	<	>

- Os símbolos referentes à via de condução aérea devem ser ligados através de linhas contínuas para a orelha direita e linha interrompidas para a orelha esquerda.
- Os símbolos de condução óssea não devem ser interligados.
- No caso do uso de cores:
  - a cor vermelha deve ser usada para os símbolos referentes à orelha direita;
  - a cor azul deve ser usada para os símbolos referentes à orelha esquerda.

**LISTA DE REFERÊNCIAS:**

BRASIL. Portaria N°. 21, de 17 de abril de 1998. Segurança e Saúde no Trabalho, Ministério de Trabalho e Emprego. Disponível em : <http://www.mte.gov.br/geral/Imprimir.asp.htm> . Acesso em : 24/02/2006.

COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA . Diretrizes Básicas para um PCA (Programa de Conservação Auditiva). São Paulo, 1999. Disponível em [http:// www.ncnet.usp.br/otorrino/arq42/com.htm](http://www.ncnet.usp.br/otorrino/arq42/com.htm) > . Acesso em: 02/09/03.

COUTO, H.A, SANTINO, E. **Audiometrias Ocupacionais** – Belo Horizonte, Ergo Editora, 1995.

DOBIE, R.A. Reliability and validity of industrial audiometry: implications for hearing conservation program design (1983 Triological Society Thesis). **Laryngoscope** 1983; n. 93: p. 906-927.

\_\_\_\_\_. Audiometric threshold shift definitions: simulations and suggestions. **Ear Hear.** 2005 Feb.; n. 26 (1): p. 62-77

ERTHAL, J.M. Para onde vão os royalties ?. **CartaCapital**, 01 de Fev.2006. p.10-18.

GERGES, S. N.Y. Quanto os protetores auditivos podem proteger. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES. Florianópolis, 1996.



GOBBATO, L.H.F.G et al. Estudo do efeito aprendizagem em exames audiométricos sequenciais de trabalhadores de indústria metalúrgica e suas implicações nos programas de conservação auditiva. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.** Vol 70, no. 4. São Paulo July/Aug.2004. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034\\_72992004000400016&lng=en&nrm=iso.htm](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034_72992004000400016&lng=en&nrm=iso.htm). Acesso em 23/02/2006

GUERRA, Maximiliano Ribeiro, LOURENCO, Paulo Maurício Campanha, BUSTAMANTE-TEIXEIRA, Maria Teresa *et al.* Prevalence of noise-induced hearing loss in metallurgical company. **Rev. Saúde Pública.** [online]. Vol.39, no.2.p. 238-244, São Paulo/Apr. 2005. Disponível em : [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034\\_89102005000200015&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034_89102005000200015&lng=en&nrm=iso). ISSN 0034-8910. Acesso em 05/07/2006.

LACERDA, A.P. **Audiologia Clínica.** Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 1976.

LEITE, JORGE DA CUNHA BARBOSA E NOVAES, ROBERTO J.S. **Audiologia Ocupacional : uma revisão prática sobre seus fundamentos e a apresentação de uma nova metodologia.** Rio de Janeiro : SESI-RJ / SENAI, 1998. 79 p II.

LUNA FILHO, B. **Utilização racional dos testes diagnósticos em Cardiologia.** São Paulo. Não publicado. Disponível em: <http://www.unifesp.br/dmed/cardiol/ch.utiliza.htm>. Acesso em 23/02/2006.

MALCHAIRE, J . Strategy for prevention and control of the risks due to noise. **Occup. Environ. Med.** 2000, 57:361-366. Disponível em : [http://www.oem.bmijournals.com .htm](http://www.oem.bmijournals.com.htm)>. Acesso em 22/02, 2006.

McBRIDE,D.I. and WILLIAMS,S. Audiometric notch as signs of noise induced hearing loss. **Occup. Environ. Med.** 2001:58:46-51.

MENDES, R. O impacto dos efeitos da ocupação sobre a saúde de trabalhadores. I. Morbidade. **Rev. Saúde Pública.**, São Paulo, 22(4): 311-26,1988.

METS, J.T. Reliability of industrial audiometry as a screening method for incipient noise-induced hearing loss. **S Afr Med J.** 1987 Jan 10: 71( 1): 35-9.

MEDRONHO, R. A. et al.. **Epidemiologia.** 2002. (ed), São Paulo: Editora Atheneu.

ORTEGA, N . **Métodos quantitativos em Medicina.** Aulas 2 e 3. 2005, Informação pessoal.

SURÓS, J. **Semiologia Médica e Técnica Exploratória.** 6ª. Edição. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 1981.

THOMAS, J.E. ( Org ) . **Fundamentos de Engenharia de Petróleo .** 2ª. Ed. – Rio de janeiro: Interciência : PETROBRAS, 2004.

ZENZ, C. ( Ed) **Occupational Medicine – USA:** Mosby,1994.

ZWEIG, M H, CAMPBELL, G. Receiver-Operating Characteristic (ROC) Plots: A Fundamental Evaluation Tool in Clinical Medicine. **Clin. Chem.** 39/4, 561-577, 1993.

### **Bibliografia recomendada**

DOBIE, R.A. Hearing conservation in industry. **West J Med** 1982; 137:499-505.

DOBIE, R.A. Industrial audiometry and the otologist. **Laryngoscope** 1985; 95:382-385.

DUARTE, C. M. R. - PESQUISA EPIDEMIOLÓGICA: A EPIDEMIOLOGIA E A DEFINIÇÃO DO DIAGNÓSTICO MÉDICO. Volume 3, Textos de Apoio. **Curso de Epidemiologia do Diagnóstico Clínico**. Faculdade de Medicina de Petrópolis. 2004.

ROUQUAYROL, M. Z. ; ALMEIDA, FILHO N. – **Epidemiologia e Saúde**. 6 ed. Rio de Janeiro :MEDSI, 2003.