

**Everardo Andrade da Costa**

**DESENVOLVIMENTO DE TESTE DE  
RECONHECIMENTO DE FALA, COM RUÍDO, EM  
PORTUGUÊS DO BRASIL, PARA APLICAÇÃO EM  
AUDIOLOGIA OCUPACIONAL**

*Tese de Doutorado apresentada ao Curso  
de Pós - Graduação em Medicina, área de Saúde  
Coletiva da Faculdade de Ciências Médicas da  
Universidade Estadual de Campinas para obtenção  
do título de Doutor em Medicina, na área de Saúde  
Coletiva.*

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Ericson Bagatin**

**Campinas**

**1998**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
UNICAMP**

C823d Costa, Everardo Andrade da  
Desenvolvimento de teste de reconhecimento de fala, com ruído,  
em português do Brasil, para aplicação em audiologia ocupacional /  
Everardo Andrade da Costa. Campinas, SP : [s.n.], 1998.

Orientador : Ericson Bagatin  
Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade  
de Ciências Médicas.

1. Fala - inteligibilidade. 2. Audiologia. 3. Surdez provocada  
pelo ruído. I. Ericson Bagatin. II. Universidade Estadual de  
Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

**Everardo Andrade da Costa**

*Este exemplar corresponde à versão final da Tese de Doutorado, apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, para obtenção do Título de Doutor em Saúde Coletiva.  
Campinas, 09 de dezembro de 1998.*

**Prof. Dr. Ericson Bagatin**  
Orientador

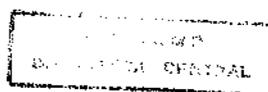


**DESENVOLVIMENTO DE TESTE DE  
RECONHECIMENTO DE FALA, COM RUÍDO, EM  
PORTUGUÊS DO BRASIL, PARA APLICAÇÃO EM  
AUDIOLOGIA OCUPACIONAL**

**Campinas**

**1998**

3914874



# Banca examinadora da tese de Doutorado

**Orientador: Prof. Dr. Ericson Bagatin**

## **Membros:**

1.

2.

3.

4.

5.

Curso de pós-graduação em Saúde Coletiva da Faculdade de Ciências Médicas da  
Universidade Estadual de Campinas.

**Data: 09/12/1998**

*Dedicatória*

*Este trabalho é dedicado à  
minha família e a meus amigos.*

## *AGRADECIMENTOS*

---

O autor agradece às pessoas e respectivas instituições, abaixo relacionadas, cujo apoio foi fundamental no desenvolvimento desta pesquisa:

ERICSON BAGATIN, médico do trabalho, meu orientador, pela disposição com que assumiu a espinhosa missão de navegar, junto com o autor, em águas distantes.

STEEN O. OLSEN, audiologista do Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço, Hospital Universitário Nacional, Rigshospitalet, Copenhague, Dinamarca, pelo auxílio na elaboração do projeto e do método deste trabalho.

ARNE N. RASMUSSEN, engenheiro do Laboratório de Audiologia do Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço, Hospital Universitário Nacional, Rigshospitalet, Copenhague, Dinamarca, por todo o trabalho de gravação e preparação das listas de palavras, do ruído competidor, das respectivas calibrações e pela confecção dos discos compactos utilizados nos testes.

CLAUS ELBERLING, engenheiro da Unidade de Pesquisas Oticon, Snekkersten, Dinamarca, pelo apoio e sugestões na elaboração deste projeto.

ADELAIDE H. P. SILVA, AGLAEL J. A. GAMA-ROSSI e ELEONORA C. ALBANO, lingüistas do Laboratório de Fonética Acústica e Psicolingüística Experimental, do Instituto de Estudos da Linguagem, Unicamp, pela avaliação das listas de palavras quanto a balanceamento fonético.

HELENICE YEME NAKAMURA, fonoaudióloga do Departamento de Otorrinolaringologia e Oftalmologia, Faculdade de Ciências Médicas, Unicamp, pela realização dos testes com os voluntários normo-ouvintes.

ANA BEATRIZ COPPO FRANÇA CAMARGO, fonoaudióloga, pela realização dos testes com voluntários normo-ouvintes e com trabalhadores expostos ao ruído.

RICARDO MOLINA DE FIGUEIREDO, foneticista forense, do Departamento de Medicina Legal, Faculdade de Ciências Médicas, Unicamp, pela ajuda na avaliação do material gravado, utilizado nos testes de fala.

MARIA CECÍLIA BEVILACQUA e LILIANE DESGUALDO PEREIRA, fonoaudiólogas, pela valiosa apreciação crítica do projeto, no Exame de Qualificação.

IEDA CHAVES PACHECO RUSSO, fonoaudióloga, pela amizade e apoio técnico em todas as fases da elaboração deste projeto.

MARIA CECÍLIA BEVILACQUA, MARIA DO CARMO REDONDO E THELMA REGINA COSTA, fonoaudiólogas, pela postura amiga com que se dispuseram a apreciar o material de fala desta pesquisa.

DJALMA DE CARVALHO MOREIRA FILHO, médico epidemiologista, do Departamento de Medicina Preventiva e Social, Faculdade de Ciências Médicas, Unicamp, pelo apoio na elaboração das estatísticas e respectivos gráficos e tabelas.

MARIA LUIZA COELHO, lingüista, pela colaboração na análise fonética do material de fala utilizado e na revisão ortográfica do texto.

IB CORELL, da Fundação Oticon, Dinamarca, por todo o apoio logístico que possibilitou a execução real dos testes e as instalações e calibrações dos respectivos equipamentos.

ALCIDES FOLADOR e ANTONIO PEREIRA, do Centro Auditivo Telex, pela instalação do equipamento e respectiva calibração para a elaboração dos testes audiológicos.

Todos os voluntários que se prestaram a se submeter aos testes audiológicos que compõem o corpo da pesquisa.

	Pág.
<b>RESUMO</b> .....	<i>i</i>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Considerações sobre a anatomofisiologia do sistema auditivo, aplicada aos mecanismos da PAIR.....	3
1.1.1. Sobre as orelhas externas e média.....	4
1.1.2. Sobre a orelha interna.....	4
1.1.3. Sobre a cóclea ativa.....	6
1.1.4. Sobre as vias auditivas centrais.....	8
1.2. A percepção e o processamento auditivos.....	9
1.3. As incapacidades geradas pela PAIR.....	12
1.4. A avaliação da PAIR.....	14
1.4.1. A avaliação das disfunções auditivas.....	15
1.5. Os testes logaudiométricos.....	17
1.5.1. Os testes de fala com ruído.....	20
1.6. Justificativas e objetivos da pesquisa.....	22
<b>2. LITERATURA CONSULTADA</b> .....	23
2.1 Literatura nacional.....	29
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	33

3.1. O material de fala.....	34
3.2. Edição de material de fala.....	36
3.2.1 Gravação e edição das listas de vocábulos.....	36
3.2.2. Medições.....	38
3.2.3. O ruído competidor.....	39
3.2.4. Os sinais de calibração.....	40
3.2.5. O leiaute do disco compacto.(CD).....	40
3.3. Os testes com ouvintes normais – 1ª fase.....	41
3.3.1. Sujeitos.....	41
3.3.2. Procedimentos.....	42
3.3.2.1 A apresentação dos sinais.....	45
3.3.2.2. Instruções.....	46
3.4. Processamento dos resultados – 1ª fase.....	46
3.4.1. Contagem dos dados e elaboração das curvas de reconhecimento de fala.....	46
3.4.2. A equivalência entre as listas.....	47
3.4.3. Avaliação da homogeneidade dos sujeitos.....	47
3.5. Os testes com ouvintes normais – 2ª fase.....	48
3.5.1. Sujeitos – 2ª fase.....	48
3.5.2. Material – 2ª fase.....	48

3.5.3. Procedimentos – 2ª fase.....	49
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
4.1. Normatização – 1ª fase.....	51
4.1.1. Fator lado.....	51
4.1.2. Fator sexo.....	51
4.1.3. As curvas normativas de reconhecimento de monossílabos.....	52
4.1.3.1. Apresentação sem ruído.....	52
4.1.3.2. Apresentação com ruído.....	54
4.2. A equivalência das nove listas de palavras.....	57
4.2.1. Os percentuais de acerto de cada vocábulo.....	58
4.3. Da aplicação em consultório.....	60
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>62</b>
5.1. A metodologia.....	64
5.1.1. Os sujeitos.....	64
5.1.2. O material de fala.....	65
5.1.2.1. As listas de palavras.....	66
5.1.2.2. O balanceamento fonético.....	66
5.1.3. O ruído competidor.....	68
5.1.4. Os procedimentos.....	69

5.1.4.1. A apresentação do sinal.....	69
5.1.4.2. Os testes de fala com ruído.....	71
5.1.4.3. O método de avaliação.....	72
5.1.4.4. As curvas de reconhecimento de fala.....	73
5.2. Os resultados.....	73
5.2.1. Os dados normativos.....	73
5.2.2. A equivalência entre lados e sexos.....	75
5.2.3. A equivalência entre as listas.....	76
5.2.4. Os escores de cada vocábulo.....	76
5.3. A aplicação do teste em consultório.....	78
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>83</b>
<b>7. SUMMARY.....</b>	<b>85</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>87</b>
<b>9. ANEXO.....</b>	<b>98</b>

## *LISTA DE FIGURAS*

---

Figura 1: Espectro do ruído competidor (DanNoise).....	39
Figura 2: Curva das médias de reconhecimento de palavras, sem ruído.....	53
Figura 3: Curva das médias de reconhecimento de fonemas, sem ruído.....	54
Figura 4: Curva das médias de reconhecimento de palavras, com ruído.....	55
Figura 5: Curva das médias de reconhecimento de fonemas, com ruído.....	56
Figura 6: Equivalência das listas, em fonemas, com ruído, nas relações S/R=-15 e -6 dB (N=30).....	58
Figura 7: Curvas das médias de reconhecimento de palavras, sem ruído, dos sujeitos da 1ª e 2ª fase.....	78
Figura 8: Curvas das médias de reconhecimento de fonemas, sem ruído, dos sujeitos da 1ª e 2ª fase.....	79
Figura 9: Curvas das médias de reconhecimento de palavras, com ruído, dos sujeitos da 1ª e 2ª fase.....	80
Figura 10: Curvas das médias de reconhecimento de fonemas, com ruído, dos sujeitos da 1ª e 2ª fase.....	81

## *LISTA DE TABELAS*

---

Tabela 1: Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de palavras, sem ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=21).....	52
Tabela 2: Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de fonemas, sem ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=21).....	53
Tabela 3: Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de palavras, com ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=30).....	55
Tabela 4: Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de fonemas, com ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=21).....	56
Tabela 5: Índices de reconhecimento dos 112 vocábulos, de acordo com traços de anterioridade de suas respectivas vogais.....	59
Tabela 6: Índices de reconhecimento dos 112 vocábulos, de acordo com os valores acústicos médios de algumas de suas consoantes.....	59
Tabela 7: Percentuais de acerto dos 112 vocábulos, de acordo com a participação do arquifonema /S/ em posição final.....	60
Tabela 8: Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de palavras, sem ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=8).....	60
Tabela 9: Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de fonemas, sem ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=8).....	61
Tabela 10: Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de palavras, com ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=8).....	61
Tabela 11: Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de fonemas, com ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=8).....	61

## *LISTA DE QUADROS*

---

- Quadro 1 - Medições dos valores de intensidade dos monossílabos para referência de calibração.....38
- Quadro 2 - Percentuais médios de reconhecimento de cada lista, nas relações sinal/ruído -6 e -15 dB (N=30).....57
- Quadro 3 - Níveis de apresentação e inclinação das curvas de reconhecimento de fala, sem ruído, obtidos em sujeitos normo-ouvintes, por diversos autores.....74
- Quadro 4 - Relações sinal/ruído e inclinação das curvas de reconhecimento de fala, com ruído, obtidos em sujeitos normo-ouvintes, por diversos autores.....75

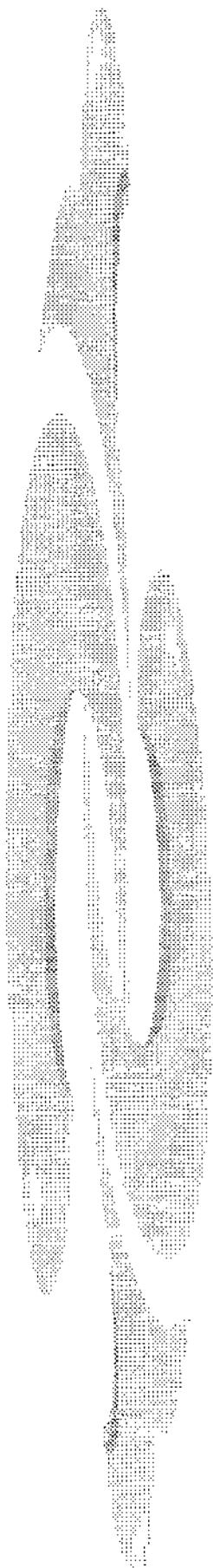
## *LISTA DE ABREVIATURAS*

---

ANSI:	American National Standard Institute.
"Babble":	Ruído competidor, para testes de fala, composto de várias vozes simultâneas.
dB:	Decibel, decibéis.
dB NA:	Decibel, nível de audição.
dB NPS:	Decibel, nível de pressão sonora.
dB NS:	Decibel, nível de sensação(re: média em 500, 1.000, 2.000 Hz).
CD:	Disco compacto a laser.
CID W-22:	Listas de 50 monossílabos foneticamente balanceados, do Central Institute for Deaf (St.Louis).
DanNoise:	Ruído espectral de fala, com modulação de amplitude, de uso corrente na Dinamarca, para testes de fala.
DanTale:	Material de fala, de uso corrente na Dinamarca, com várias listas de numerais e vocábulos, com ruído competidor (o DanNoise) e sinais de calibração, gravados em CD.
EUA:	Estados Unidos da América.
Hz:	Hertz ou ciclos por segundo.
IRF:	Índice ou Percentual de Reconhecimento de Fala.
ISO:	International Organization for Standardization.
kHz:	Quilohertz.
LFAPE:	Laboratório de Fonética Acústica e Psicolinguística Experimental do Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas.

- Leq: Nível sonoro equivalente.
- Lref: Nível sonoro equivalente referencial.
- LRF: Limiar de Reconhecimento de Fala (o mesmo que "SRT").
- PAIR: Perda auditiva induzida pelo ruído (ou por níveis elevados de pressão sonora).
- PB-50: Listas de 50 monossílabos foneticamente balanceados, para testes de fala, do Psychoacoustic Laboratory (Harvard).
- "RMS": "Root mean square".
- "SRT": "Speech Recognition Threshold" (o mesmo que LRF).
- S/R: Relação entre o sinal de fala e o ruído competidor.

Sujeito otologicamente normal: Uma pessoa em bom estado de saúde, que não apresenta sinais ou sintomas de doença dos ouvidos, que não tenha obstrução dos meatos acústicos externos por rolha ceruminosa, que não tenha história de exposição indevida a ruído ou a drogas potencialmente ototóxicas, que não tenha história de perda auditiva familiar (ISO-8253-3,1993).



***RESUMO***

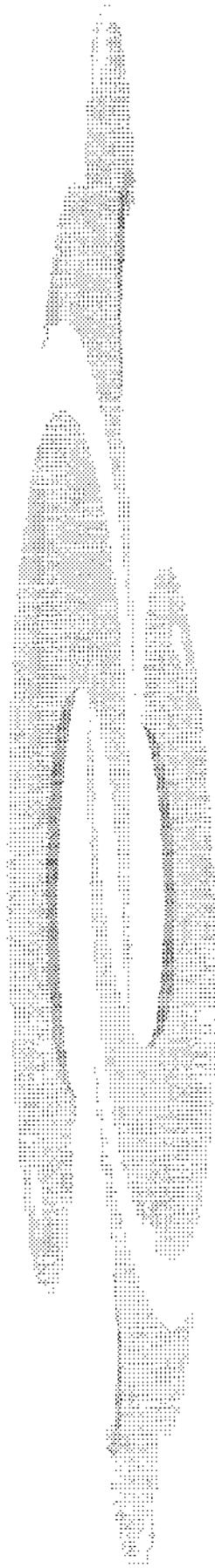
Desenvolveu-se um teste de reconhecimento de fala, com ruído, para ser aplicado na avaliação das desabilidades de trabalhadores portadores de perdas auditivas induzidas pelo ruído (PAIR). Utilizaram-se nove listas de 25 vocábulos, na maioria monossilábicos, em português do Brasil, gravadas em disco compacto, com voz masculina, para apresentação monoaural, com fones, por via de audiômetro. Utilizou-se, também, um ruído competidor, com espectro de fala e modulações de amplitude, gravado no segundo canal do disco compacto.

O material e o método foram padronizados com 30 voluntários otologicamente normais, com determinação da variância e elaboração de curvas de reconhecimento de fala. Nas apresentações dos sinais de fala sem ruído competidor, com 21 sujeitos, os 50% de reconhecimento foram alcançados em 19,1 dB NS, com contagem de palavras identificadas e em 15,1 dB NS, com contagem de fonemas. A inclinação das curvas, em torno de 50% de reconhecimento, foi de 3,4 %/dB, com contagem de palavras e 4,0 %/dB, com contagem de fonemas. Nas apresentações dos sinais de fala com ruído, com 30 sujeitos, os 50% de reconhecimento foram alcançados na relação sinal/ruído -10,5 dB, com contagem de palavras e -13,8 dB, com contagem de fonemas. A inclinação das curvas, em torno de 50% de reconhecimento, foi de 5,0 %/dB, com contagem de palavras e 6,3 %/dB, com contagem de fonemas.

A equivalência entre as nove listas foi determinada, inicialmente, por equilíbrio fonêmico. Nos testes com os sujeitos normo-ouvintes, a equivalência só foi verificada entre oito das nove listas, pela contagem de fonemas, com e sem ruído competidor, em níveis confortáveis de apresentação. Nas apresentações em níveis justaliminares, a equivalência só foi verificada entre quatro listas, nas apresentações sem ruído, e entre seis listas, nas apresentações com ruído.

Os vocábulos com as vogais anteriores e centrais (/e/,/e/,/i/,/a/), com as consoantes fricativas (/f/,/v/,/s/,/z/,/ʃ/,/ʒ/) e com as consoantes oclusivas /t/ e /d/ obtiveram, em média, melhores percentuais de reconhecimento do que as demais.

Concluiu-se que o teste de reconhecimento de fala, com ruído, pode ser aplicado na rotina de clínicas dedicadas à audiologia ocupacional. Serão necessários, contudo, novos estudos, com trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora, para se estabelecer os respectivos dados normativos.



## ***1. INTRODUÇÃO***

A **perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR)** é considerada, hoje, a principal doença profissional, em ocorrência, e a segunda causa de perda da audição, depois da presbiacusia. Acomete milhões de pessoas, em todo o mundo, e sua abordagem envolve a participação de inúmeras categorias profissionais. Pode-se, assim, entender a importância de seu estudo, especialmente na busca de métodos de avaliação mais sensíveis e específicos. Dentre eles, os testes de fala, com ruído, mostram-se muito promissores.

A PAIR deve ser entendida como uma doença que tem várias características. A principal delas é um conjunto de alterações dos limiares auditivos, do tipo neurossensorial, decorrentes da exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora. 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 ser afetadas (BRASIL, 1998).

Esta perda auditiva pode acarretar ao seu portador problemas importantes, que interferem na sua qualidade de vida. A incapacidade auditiva costuma comprometer a percepção da fala em situações do cotidiano. Pode, também, dificultar a percepção de sinais sonoros ambientais, sinais de alerta, sons musicais e outros mais. Além disso, pode provocar estresse, ansiedade, insônia e irritabilidade, que, muitas vezes, conduzem o portador ao auto-isolamento, com comprometimento de sua auto-imagem e de suas relações na família, no trabalho e na sociedade, prejudicando o desempenho de suas atividades de vida diária (BRASIL, 1994).

Desde tempos remotos, o ruído intenso vem sendo apontado como causa de perda auditiva das pessoas e de transtornos à população. Há inúmeros relatos sobre os ferreiros e forjadores de metais que, desde a antiguidade, não só incomodavam a comunidade com seus ruídos, mas eram, também, portadores de perdas auditivas. O uso de armas de fogo em atividades bélicas, a partir da invenção da pólvora, no século XIV, muito contribuiu para aumentar a ocorrência da perda auditiva induzida pelo ruído. Posteriormente, a exposição ocupacional ao ruído intenso das fábricas, com a Revolução Industrial, aumentou consideravelmente a população acometida. Mais recentemente

acrescentaram-se, como fontes de ruído nocivo, os meios de transporte, terrestres, aquáticos e aéreos, cada vez mais utilizados, atingindo passageiros e operadores. E, por fim, mas não menos importantes, os equipamentos domésticos e os de lazer passaram a compor, de maneira importante, o grande contingente de fontes ruidosas do cotidiano das pessoas. Nos dias de hoje, pode-se dizer que a civilização está definitivamente comprometida com um crescente ruído ambiental (CHADWICK, 1971; NUDELMANN *et al*, 1997).

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

No Brasil, um recente levantamento feito por NEVES-PINTO, MONTEIRO, SELIGMAN (1997) destaca o pioneirismo de numerosas publicações sobre audição e ruído, na aviação civil e militar, entre 1938 e 1970 (Salém, Antônio Monteiro, Aristides Monteiro, Mauro Penna, Manceau e Neves-Pinto). Referem, ainda, na década de 50, os estudos de Hugo Almeida, em São Paulo e Leônidas Mocellin, em Curitiba, com operários expostos ao ruído ocupacional. E, como fecho de uma época, nos anos 60, em São Paulo, os estudos de laboratório, de Mangabeira-Albernaz e colaboradores e dos aspectos médico-legais, de Sílvio Marone.

Hoje em dia, pela significativa ocorrência da doença e pelos graves problemas gerados pelo ruído intenso sobre a população, o estudo da PAIR adquiriu a maior importância, passando a interessar diretamente a uma extensa faixa de profissionais e a um grande número de instituições.

### **1.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A ANATOMOFISIOLOGIA DO SISTEMA AUDITIVO, APLICADA AOS MECANISMOS DA PAIR**

Indivíduos expostos a níveis elevados de pressão sonora têm, como queixas principais, além da diminuição da acuidade auditiva, dificuldades para perceber a fala, hipersensibilidade para sons intensos, zumbidos e dificuldade para localizar fontes sonoras. Todos estes sintomas estão relacionados com alterações do processamento auditivo,

geradas pelas lesões anatômicas, desde o órgão periférico até o córtex cerebral. Tornam-se pertinentes, portanto, algumas considerações sobre a morfologia e fisiologia do sistema, particularmente do órgão periférico (orelhas externa, média e interna) e das vias nervosas aferentes e eferentes.

### **1.1.1. Sobre as orelhas externa e média**

A transmissão sonora, por via aérea, nas orelhas externa e média é facilitada pela morfologia e atuação de suas estruturas, assim como pela amplificação dos sinais produzida pelo complexo tímpano-ossicular. Estas ações privilegiam os comprimentos de ondas mais relacionados com as frequências da fala e dificultam os demais. A transmissão por via óssea, por outro lado, não dispõe de mecanismos tão eficientes de seleção e amplificação dos sinais sonoros.

A orelha média tem, também, uma função protetora contra sons intensos, por meio da contração reflexa dos músculos timpânicos. Além disto, esta contração, enrijecendo a cadeia ossicular, atenua os sons de baixa frequência, inclusive os da própria voz, propiciando uma melhor percepção dos sons agudos, de menor densidade, mas de grande importância entre os componentes da fala. Estes reflexos têm suas vias eferentes originadas dos núcleos do nervo trigêmeo (para o músculo timpânico) e do nervo facial (para o músculo estapédio). Tais vias nervosas não são afetadas na PAIR, de modo que, nos portadores desta afecção, os reflexos timpânicos costumam estar presentes e, freqüentemente, sugerem recrutamento nas altas frequências.

### **1.1.2. Sobre a orelha interna**

O órgão de Corti tem uma disposição espiralar no interior da cóclea, com uma representação tonotópica tal que as altas frequências relacionam-se às espiras mais basais, e as baixas, às mais apicais. Apoiado na membrana basilar, esse órgão é mais estreito na base da cóclea (altas frequências) e mais largo no ápice (baixas frequências).

As células sensoriais, fixadas pelas células de sustentação, dispõem-se, em toda a extensão do órgão de Corti, em três fileiras de células ciliadas externas e uma fileira de células ciliadas internas. Estas células ciliadas são transdutores de energia mecânica em potenciais elétricos.

As células ciliadas externas do órgão de Corti, de 10.000 a 14.000 de cada lado, dispõem-se em três fileiras paralelas. Têm um corpo cilíndrico, com a maior parte em espaço livre. Suas bases são firmemente ligadas às células de sustentação e, por meio delas, à membrana basilar. Seus topos contêm cílios, em formação semelhante a um "W", que alcançam a membrana tectória. As células ciliadas externas apresentam estruturas contráteis em seu citoplasma e são inervadas predominantemente por fibras eferentes. Tudo isto evidencia uma função ativa, caracterizada por dois tipos de contrações: rápidas e lentas. As contrações rápidas são induzidas eletricamente e desencadeadas pelo movimento vibratório do ducto coclear. Amplificam ou atenuam a intensidade do estímulo sonoro, em faixas bem delimitadas de frequência, fazendo com que um contingente preciso de células ciliadas internas seja estimulado, disparando uma precisa informação sonora por intermédio da via aferente (OLIVEIRA, 1997). Esta função é de suma importância nos mecanismos de percepção da fala.

As células ciliadas internas, cerca de 3.500 de cada lado, têm um formato piriforme, dispõem-se em uma única fileira ao longo do órgão de Corti. Ficam inseridas nas células de sustentação, sem espaço livre, e não contêm, em seu citoplasma, elementos contráteis. Em sua base, fazem sinapses, predominantemente, com fibras sensoriais aferentes, e seus cílios, no topo, têm formação de um "V" e não ficam em contato permanente com a membrana tectória. Quando seus cílios são deslocados por esta membrana, transformam as células ciliadas internas em verdadeiros transdutores sensoriais, que se despolarizam e estimulam as terminações nervosas da via aferente. Este mecanismo de despolarização conjunta de grupos bem delimitados de células ciliadas internas tem uma fina seletividade de frequência, e suas curvas de frequência se assemelham às curvas das fibras nervosas auditivas. Desta forma, sons complexos, como, por exemplo, os da fala, podem ser precisamente decodificados.

A cóclea é suprida por três grupos de fibras nervosas: as aferentes, do nervo coclear, com seus neurônios situados no gânglio espiral, dentro da cóclea; as eferentes, com seus neurônios situados, predominantemente, nos núcleos bulbares do complexo olivar superior; as simpáticas, adrenérgicas, que não têm contato com as células ciliadas e, por conseguinte, não atuam diretamente na função auditiva.

Segundo SPOENDLIN (1972), 90-95% das fibras aferentes têm sinapses com as células ciliadas internas e respondem pela transmissão da mensagem sonora ao sistema nervoso central. Apenas 5-10% das fibras aferentes se unem às células ciliadas externas e estas fibras não devem transmitir informações sonoras. A maioria das fibras eferentes conecta-se às células ciliadas externas e 70% são de origem contralateral. Induzindo as contrações lentas destas células, as fibras eferentes têm função inibidora, atenuando as contrações rápidas e exercendo uma função protetora ao ouvido contra sons muito intensos, principalmente os de altas freqüências (BONALDI, DE ANGELIS, SMITH, 1997; OLIVEIRA, 1997).

### **1.1.3. Sobre a cóclea ativa**

Os conceitos de fisiologia coclear passaram por grandes modificações nos últimos anos, pois, até há pouco tempo, não conseguiam explicar a precisão com que o ouvido era capaz de processar sons complexos. Pela teoria de Von Békésy, as ondas progressivas ou viajantes sobem pelas espiras cocleares até encontrar seu ponto de ressonância natural para a freqüência sonora correspondente. Neste ponto, elas têm uma abrupta deflexão e se dissipam. Quanto mais alta a freqüência, tanto mais basal e próxima da janela oval a deflexão. Quanto mais baixa a freqüência, tanto mais próxima do ápice a deflexão. Neste conceito, os grupos de células ciliadas, correspondentes à deflexão máxima, disparam seus estímulos ao nervo, representando as respectivas freqüências. Trata-se de um mecanismo passivo, pouco acurado, que não explica como o ouvido discrimina freqüências contíguas ou superpostas e com tamanha precisão. A curva de resposta de freqüência da fibra do nervo acústico é muito mais fina que a curva de resposta mecânica da membrana basilar, provocada pelas ondas progressivas (OLIVEIRA, 1997).

Desconhecia-se, também, por que razão, no órgão de Corti, as células ciliadas internas e externas tinham morfologias e inervações diferentes. Hoje se sabe que as células ciliadas externas têm contrações rápidas, induzidas eletricamente pela estimulação mecânica de seus cílios. Este tipo de contração provoca deslocamentos da membrana tectória, delimitando a população de células ciliadas internas a ser despolarizadas pela vibração sonora presente, disparando estímulos precisos nas fibras sensoriais do nervo acústico. Desta forma, frequências diferentes estimulam setores precisamente diferentes de células ciliadas internas, e isto resulta em acurada análise frequencial dos sons (OLIVEIRA, 1997).

Entretanto as células ciliadas externas são as estruturas primeira e mais extensamente lesadas pelo ruído excessivo. Esta lesão reduz a capacidade de delimitar as faixas de sensores a ser ativados, provoca um crescimento anormalmente rápido na percepção de "loudness" (recrutamento) e compromete a seletividade e a discriminação de frequências, prejudicando a percepção clara de sinais sonoros complexos, como os da fala, em situações desfavoráveis de escuta (DE BOER & BOUWMEESTER, 1974; MICHAEL & BIENVENUE, 1976; EVANS, 1978; SCHARF, 1978). Lembra MOORE(1987) que o ponto principal da percepção sonora é a capacidade que o ouvido tem de analisar frequências, ou seja, de detectar sinais de fala em meio ao mascaramento, de perceber detalhes sonoros em sons complexos. Este autor concebe o sistema auditivo periférico como um banco de filtros auditivos, as faixas críticas, cujas frequências centrais cobrem todo o espectro audível. Os mecanismos de análise da frequência central de cada faixa parecem situar-se em nível de nervo coclear, e as lesões de orelha interna alteram estes mecanismos, comprometendo a seletividade de frequências, a percepção de intervalos de tempo entre estímulos sonoros (resolução temporal), a percepção de intensidade ("loudness"), a percepção de altura ("pitch") e a localização da fonte sonora.

A resolução temporal está mais relacionada com a perda sensitiva nas altas frequências, mas há evidências de que tenha também um componente central (PHILLIPS, RAPPAPORT, GULLIVER, 1994).

Com a continuação da exposição ao ruído intenso, degeneram-se, também, as células ciliadas internas e as fibras nervosas e, posteriormente, as células de sustentação,

com destruição total do órgão de Corti, num setor de 10 a 14 mm da janela oval. Esta lesão é irreversível e tem sua representação audiométrica no característico entalhe nas altas frequências.

#### 1.1.4. Sobre as vias auditivas centrais

A via auditiva aferente conduz a informação sonora dos receptores do órgão de Corti até o córtex cerebral, passando por vários núcleos: cocleares dorsal e ventral, do complexo olivar superior, do lemnisco lateral, do colículo inferior e do corpo geniculado medial. À medida que a via ascende, aumenta o número de fibras e a complexidade dos estímulos, promovendo conexões com outros núcleos, *ipsi* ou *contralaterais* e mediando integrações com outros sistemas.

Os núcleos cocleares recebem as fibras do primeiro neurônio em nível bulbar. As fibras aferentes da parte apical da cóclea, relacionadas às baixas frequências, dirigem-se para os núcleos ventrais, enquanto as basais, das altas frequências, aos dorsais (BONALDI *et al*, 1997).

O complexo olivar superior compõe-se de quatro núcleos e tem importante ação na localização das fontes sonoras, pelas diferenças de fase interaurais das vias diretas e cruzadas (BONALDI *et al*, 1997; OLIVEIRA, 1997). A degeneração nervosa deste setor, como ocorre em casos de PAIR, explica por que alguns portadores da doença relatam dificuldade para localizar fontes sonoras. As fibras eferentes que partem do complexo olivar superior (70% *contralaterais*) exercem, por sua ação inibidora sobre as células ciliadas externas, uma função de proteção contra estímulos sonoros intensos.

As alterações provocadas pela exposição ao ruído intenso, do órgão periférico até os núcleos bulbares, têm sido muito estudadas e cada vez mais esclarecidas. São, contudo, escassos, na literatura, os relatos de lesões centrais, na PAIR, acima do primeiro neurônio. É certo, porém, que elas existem e que interferem efetivamente na geração de alguns sintomas da doença, principalmente no processamento da fala (PHILLIPS *et al*, 1994) e na origem dos zumbidos (SANCHEZ *et al*, 1997).

## 1.2. A PERCEPÇÃO E O PROCESSAMENTO AUDITIVOS

A percepção auditiva da fala é a habilidade que tem um indivíduo para receber e interpretar os modelos sonoros da fala, por meio do sentido da audição (RUSSO & SANTOS, 1993).

Para KATZ & WILDE (1994), o processamento auditivo envolve, além da percepção, a maneira como a informação sonora é elucidada, localizada, atendida, analisada, armazenada e recuperada pelo sistema auditivo. Para esses autores, o que se mede, na realidade, com os testes formais é o processamento e não a percepção, ou seja, como os indivíduos respondem aos estímulos sonoros e não como eles os percebem.

Segundo RUSSO & BEHLAU (1993), a percepção auditiva é um processo altamente complexo e elaborado, parte do processamento auditivo, ainda não inteiramente conhecido, mas dentro do qual se podem identificar algumas etapas ou habilidades: detecção, sensação, discriminação, localização, reconhecimento, compreensão, atenção e memória. Assim descrevem as autoras:

A *detecção* ocorre quando o estímulo sonoro se encontra dentro da faixa de frequências audíveis e tem intensidade suficiente para excitar as estruturas sensoriais da audição. ("Existiu o som?")

A *sensação* é a impressão subjetiva deixada pelo som, em face de suas características: frequência, intensidade e timbre. ("Como era o som?")

A *discriminação* é a capacidade de diferenciação entre sons distintos, mesmo que acusticamente similares. ("Em que este som é diferente daquele outro?")

A *localização* refere-se à determinação do local de origem da fonte sonora. ("Onde foi produzido o som?")

O *reconhecimento* é a identificação correta do estímulo sonoro, por meio de conhecimento anterior, previamente adquirido. ("Qual foi o evento que causou o som?")

A *compreensão* vai além do reconhecimento por experiência prévia, atingindo a interpretação, atribuindo significado. ("Por que razão o evento ocorreu?")

A *atenção* é a habilidade de priorizar sinais acústicos sobre outros competidores, a fim de atribuir-lhes significado. ("Que estímulo sonoro me interessa mais?")

A *memória* é a capacidade de armazenar e evocar informações sonoras recebidas, por intermédio de mecanismos de associação, para utilizá-los quando necessário. ("O que ficou retido e pode ser evocado daquele som?")

Para o desenvolvimento deste trabalho, devem ser, também, consideradas outras importantes habilidades:

A *figura/fundo*, ou seja, a capacidade de identificar um sinal ou mensagem, na presença de um ruído competidor; e o *fechamento auditivo*, que é a capacidade de reconhecer o todo (palavra ou mensagem), quando algumas partes são omitidas (RUSSO & SANTOS, 1993).

Para que a mensagem falada seja eficazmente transmitida para um indivíduo, seu processamento auditivo é facilitado pelas redundâncias intrínsecas do sistema nervoso auditivo central e pelas redundâncias extrínsecas existentes na própria mensagem enunciada (SCHOCHAT, 1996).

Geralmente, o reconhecimento correto da fala não exige a percepção de todos os fonemas e palavras individualmente. Alguns itens, quando omitidos, em condições razoáveis de escuta, podem ser compensados pelas redundâncias extrínsecas da fala. Estas estão relacionadas com as numerosas pistas (sintáticas, semânticas, morfológicas, lexicais) sobrepostas dentro da própria fala. Em situações desfavoráveis de escuta, como, por exemplo, em ambientes com ruído de fundo ou reverberação, estas redundâncias geram pistas de grande valia para estes mecanismos de compensação (SCHOCHAT, 1996).

Para TREMBLAY *et al* (1991), as alterações dos testes de fala, com ruído, podem sugerir a localização das lesões no domínio da cóclea e do tronco encefálico ou,

ainda, de um distúrbio cognitivo sutil, que influencia a capacidade de uma melhor utilização da redundância linguística. A ocorrência deste componente cognitivo central, embora não possa ser negada, tem tido sua importância indevidamente minimizada, nas perdas auditivas neurossensoriais, segundo pesquisas de JERGER *et al* (1989) e VAN ROOIJ, PLOMP, ORLEBEKE (1989).

É interessante a observação de NEEDLEMAN & CRANDELL (1995) de que os testes de fala, com ruído, acusam diferenças de desempenho na percepção da fala, entre ouvintes normais e portadores de perda auditiva, mas apenas quando o material de fala tem significado (palavras ou sentenças). Relatam muitas pesquisas que não demonstram tais diferenças, quando se usam palavras sintéticas. Segundo estes autores, em portadores de perdas auditivas neurossensoriais deve ocorrer uma distorção secundária, que degrada a percepção acurada da fala, quando em ruído. A origem desta distorção ainda permanece obscura, mas pode estar ligada a disfunções de processamento central e/ou periférico, a deficiências da função cognitiva/linguística, à utilização deficitária das pistas prosódicas ou até mesmo a vieses nos mecanismos de respostas.

Na avaliação da PAIR, ainda não há muita informação disponível sobre os possíveis acometimentos das vias auditivas superiores, a partir do segundo neurônio. Mas é absolutamente certo que os sinais de fala já cheguem até elas deteriorados pelas alterações do setor periférico do sistema. Há evidências de que as alterações da resolução temporal, na PAIR, têm um componente cognitivo, sobreposto às alterações cocleares, que pode ser evidenciado mesmo em pacientes com audiogramas normais (PHILLIPS *et al*, 1994). Por analogia, é o que se pode verificar com os portadores de PAIR, queixosos de zumbidos, muitas vezes, sem perdas audiométricas que evidenciem um comprometimento significativo do órgão periférico (SANCHEZ *et al*, 1997).

Quando se sobrepõe um ruído competidor aos sinais de fala, reduzem-se as redundâncias extrínsecas, possibilitando testar-se a capacidade de o ouvinte realizar a figura/fundo auditiva e o fechamento auditivo (PEREIRA, 1993; SCHOCHAT, 1996; ROGGIA, 1997). Por isso, os testes de fala, com ruído, podem ser considerados uma promissora prática de avaliação do processamento auditivo.

### 1.3. AS INCAPACIDADES GERADAS PELA PAIR

A PAIR é capaz de provocar impactos na vida dos trabalhadores, de variadas formas. Além de afetar suas funções auditivas básicas, provoca diversas limitações psicossociais.

As disfunções auditivas geradas pela PAIR são: a perda auditiva propriamente dita, os zumbidos, a intolerância a sons intensos, a dificuldade para localizar fontes sonoras e, principalmente, as dificuldades na percepção da fala, em situações do cotidiano, que são, muito freqüentemente, desfavoráveis à boa audibilidade.

As disfunções auditivas, por si só, podem não trazer incapacidades aos seus portadores. São inúmeros os trabalhadores portadores de audiogramas mais ou menos alterados, mas absolutamente assintomáticos e sem queixas de comprometimentos no seu dia-a-dia, quer social, quer profissional. Além do mais, estas disfunções só se manifestam na ocorrência de uma demanda auditiva específica. Nesta situação poderá, então, ocorrer a desabilidade. A percepção desta desabilidade, seja pelo portador, seja por terceiros, pode levar à situação de 'handicap' (HÉTU, GETTY, QUOC, 1995).

As incapacidades geradas pela exposição continuada ao ruído excessivo não podem ser avaliadas apenas pela audiometria tonal, que reflete apenas algumas disfunções auditivas.

A Organização Mundial de Saúde classifica estas incapacidades em "impairment", "disability" e "handicap" que, neste estudo, serão transcritas, respectivamente como "dano", "desabilidade" e 'handicap' (AURÉLIO).

O dano ("impairment"), a exteriorização da doença, é qualquer perda ou anormalidade da estrutura ou da função de órgão ou sistema. Representa um distúrbio **em nível de órgão**. No presente caso, pode ser avaliada pelo exame audiométrico. A desabilidade já é uma situação mais objetivada: qualquer restrição ou deficiência (resultante do dano) da habilidade em desempenhar uma atividade pelo indivíduo, na maneira ou escala considerada normal; representa um distúrbio **em nível de pessoa**. Já o 'handicap' é um fenômeno social, ou seja, é a desvantagem (resultante do dano ou da desabilidade) que

limita ou evita o desempenho de um papel tido como normal para aquele indivíduo; expressa uma relação de desvantagem dele em relação a seus pares; reflete a interação ou a adaptação de uma pessoa com o seu meio (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1980).

Na impossibilidade de se quantificar a desabilidade, alguns países quantificam o 'handicap', por meio de cálculos sobre os limiares tonais, por grupos de frequências supostamente relacionadas com a comunicação oral (ALBERTI *et al*, 1976; EUA, 1979).

Para SMOORENBURG (1992), o 'handicap' auditivo deve ser medido primariamente em termos de perda de percepção de fala e não de perdas tonais. Entretanto os testes de fala convencionais, sem ruído, só têm relação com as perdas tonais nas frequências médias e baixas. Como a PAIR compromete as altas frequências e a inteligibilidade da fala em ambientes ruidosos, torna-se razoável que o 'handicap' da PAIR seja avaliado por meio de testes de fala com ruído.

A PAIR traz, também, incapacidades no trabalho. A má percepção de sinais e avisos sonoros, o entendimento equivocado de instruções, as dificuldades para discriminar frequências do próprio processo de trabalho exigem do trabalhador acometido um esforço maior e limitam o exercício de suas funções. Além de comprometer sua própria eficiência, podem afetar o trabalho de outros, nas operações conjuntas, e comprometer sua imagem perante seus pares e suas chefias. Além disso, o portador de PAIR tem desprazer e estresse quando precisa de participar de atividades grupais.

Nas interações do cotidiano, o portador da PAIR experimenta dificuldades para se comunicar em público, em festas, ônibus, bancos, lojas, repartições, o que o conduz ao isolamento social e à redução de sua autonomia. Nas relações domésticas, eles passam por frustrações e ressentimentos, conseqüentes ao cansaço e à impaciência dos familiares de ter que repetir, ter que falar mais alto, tolerar a televisão com volume elevado, pegar recados ao telefone, disfarçar situações mais delicadas, desculpar-se sempre... Tudo isso afeta diretamente a auto-estima e a qualidade de vida dos trabalhadores afetados pela doença. (HÉTU *et al*, 1995).

Neste contexto, a introdução de testes de percepção de fala, que simulem situações do cotidiano, pode contribuir muito para avaliar as desabilidades geradas pela PAIR.

#### **1.4. A AVALIAÇÃO DA PAIR**

A PAIR tem como características principais algumas disfunções auditivas e os problemas gerados por elas, tanto físicos como psicossociais. Desta forma, sua correta avaliação começa pela audiologia clínica, mas não pode deixar de considerar as incapacidades sociais e laborativas das pessoas acometidas.

A audiometria tonal liminar ainda é o exame mais importante para a avaliação de todos os tipos de perda auditiva. Este teste avalia os limiares em que podem ser ouvidos os tons puros representativos das frequências audíveis, por via aérea e por via óssea, de ambos os lados. Consagrado universalmente, este procedimento está padronizado em todos os países, não só para fins diagnósticos, mas também para auxiliar na adaptação de aparelhos de surdez e no acompanhamento de resultados terapêuticos das perdas auditivas. É sensível a pequenas alterações da acuidade auditiva, e seu formato pode indicar a localização da causa do problema.

A audiometria tonal, introduzida na clínica no começo do século, é usada, até hoje, com mínimas modificações, tal e qual o era na ocasião de sua introdução. Apesar de tantos avanços tecnológicos, um sistema tão sofisticado quanto a audição humana ainda vem sendo avaliado pela sua capacidade de ouvir ou não tons puros, que nem mesmo existem na natureza. Desta forma, é forçoso admitir-se que a audiometria tonal seja um teste limitado para avaliar adequadamente as conseqüências da PAIR. Com a introdução de outros métodos, a importância do exame audiométrico vem se diluindo paulatinamente dentro do arsenal de diagnóstico audiológico. Entretanto, em Saúde Ocupacional, onde se avaliam grupos populacionais, a audiometria tonal continua soberana e ainda o será, por muito tempo. Mas a avaliação da PAIR não pode limitar-se à simples análise de audiometrias tonais, que informam muito pouco sobre o 'handicap' experimentado por seus

portadores, na percepção da fala do dia-a-dia (SMOORENBURG & BOSMAN, 1992). Uma abordagem mais ampla desta doença vem sendo desejada, cada vez mais, no âmbito da Saúde Coletiva, particularmente nas áreas de Medicina do Trabalho e da Previdência Social. O correto equacionamento das conseqüências desta doença tem-se tornado um desafio na elaboração dos programas de proteção auditiva das empresas e, também, na elucidação de problemas em processos administrativos, previdenciários e judiciais que envolvem o trabalhador acometido.

A audição humana tem a extraordinária competência de analisar sinais sonoros da mais alta complexidade, entre eles os da fala. Seu perfeito funcionamento é fundamental na comunicação entre as pessoas e, por conseguinte, na interação do indivíduo com o ambiente e com a sociedade. Da mesma forma, o comprometimento desta função gera conseqüências que precisam ser investigadas de uma maneira mais abrangente, consonante com a diversidade e a complexidade dos problemas gerados. Assim sendo, métodos diagnósticos mais eficazes precisam ser introduzidos nas rotinas de avaliação da PAIR.

#### **1.4.1. A avaliação das disfunções auditivas**

Sem perder de vista o universo dos problemas gerados pela PAIR, o início da avaliação de suas conseqüências, como visto, passa necessariamente pela audiologia clínica. O ponto de partida da investigação da PAIR é a realização da audiometria tonal. É importante repetir que os limiares obtidos não refletem todos os danos ocorridos no ouvido afetado; e, muitas vezes, não condizem com as queixas auditivas dos pacientes. Os especialistas dispõem, hoje, de baterias de testes mais precisos e objetivos, para melhor diagnosticar os danos auditivos que ocorrem nos ouvidos afetados. A audiometria passou a ser apenas um referencial, um ponto de partida de uma série de avaliações.

Alguns exames são rotineiramente utilizados na clínica audiológica, além da audiometria tonal: os testes logoaudiométricos e imitanciométricos, que têm, também, suas limitações técnicas naturais. Outros testes são eventualmente solicitados, mais para fins de diagnóstico diferencial do que de avaliação dos males gerados pela PAIR. É o caso dos

testes com potenciais evocados e das emissões otoacústicas. As clínicas audiológicas e os médicos peritos já vêm, há muito tempo, utilizando múltiplas provas diagnósticas, visando a uma avaliação mais abrangente da perda auditiva, para compensar as limitações da audiometria tonal. Entretanto nenhuma dessas provas permite afirmações categóricas sobre a realidade de cada caso. Ou seja, elas não costumam representar todas as desabilidades geradas pela doença e não constituem o melhor referencial para se distinguirem os ouvidos acometidos dos normais, assim como os de maior dos de menor comprometimento.

Apesar de tudo, a audiometria tonal continua sendo a referência universal para a avaliação das perdas auditivas induzidas pelo ruído. Consta de todas as normas técnicas, legais e administrativas, no mundo inteiro. Transformou-se num verdadeiro paradigma em Audiologia Ocupacional. A audição de um trabalhador não deve, contudo, ser avaliada apenas pela sua capacidade de ouvir tons puros. Por ser um exame subjetivo, os resultados audiométricos perdem, muitas vezes, a consistência e a confiabilidade, principalmente em situações litigiosas. Além disso, é fato reconhecido que, em situações ocupacionais, a audiometria tonal nem sempre tem sido realizada com o necessário rigor técnico.

A PAIR se caracteriza por uma constelação de sintomas e sinais muito mais abrangentes do que a perda auditiva. A audiometria tonal não detecta todos os danos ocorridos dentro do ouvido humano, por ação dos níveis elevados de ruído. Os resultados dos testes audiométricos tonais refletem apenas e tão somente a perda quantitativa da sensibilidade auditiva. Não refletem adequadamente os danos qualitativos da doença, que tanto comprometem a comunicação do portador com seus semelhantes e sua interação com o ambiente (LINDEMAN, 1971).

Muito empenho tem sido feito, nas últimas décadas, para se estabelecerem fórmulas, tabelas de classificação ou equações quantificadoras, para se transformar em valores numéricos as incapacidades geradas pela PAIR. Os números são mais práticos para manipular, para comparar resultados com parâmetros de normalidade e para fazer análises seqüenciais de exames periódicos. Mas quase todos os métodos quantitativos baseiam-se tão somente nos limiares tonais. Alguns deles se apóiam na intensidade da queda audiométrica, como referencial direto da perda quantitativa da audição. Outros, no comprometimento de grupos de freqüências audiométricas, na tentativa de relacioná-los

com a percepção da fala. Como a perda auditiva tonal é apenas um dos problemas da PAIR, dificilmente estas práticas conduzirão, um dia, a uma aceitação universal. O que se tem visto, em função das limitações dessas técnicas, são normas e critérios de avaliação distintos e, muitas vezes, conflitantes, adotados por países ou instituições.

## 1.5. OS TESTES LOGOAUDIOMÉTRICOS

A habilidade para entender a fala deve ser considerada o mais importante aspecto mensurável da função auditiva humana. É fundamental para a maior parte das atividades do cotidiano e um pré-requisito para uma efetiva participação em nosso complexo universo auditivo (PENROD, 1994).

No passado, a avaliação da percepção da fala era feita pela medida da distância com que o ouvinte era capaz de entender uma fala cochichada. Com o advento do audiômetro, tornou-se possível mensurar os percentuais de reconhecimento de fala e sua relação com a intensidade dos sinais.

Os testes convencionais que apuram a percepção da fala são de uso rotineiro na clínica audiológica, mas, nem tanto, na área ocupacional. Até 1998, as normas regulamentadoras oficiais não exigiam testes de fala, na avaliação auditiva de trabalhadores expostos ao ruído ocupacional. Por isso, os testes limitavam-se à audiometria tonal e os audiômetros não continham dispositivos para testes de fala.

A logaudiometria é, entretanto, de grande utilidade para o melhor conhecimento do ouvido e suas funções; para diagnóstico, triagem e avaliação dos distúrbios auditivos; para auxiliar o acompanhamento terapêutico e a reabilitação dos portadores destas afecções; para monitorar a produção e a implantação de equipamentos de ampliação e comunicação. Na área ocupacional, o teste de "Limiares de Reconhecimento de Fala" já é previsto em lei e pode ser utilizado pelo examinador, a seu critério, principalmente para confirmar os limiares de baixas e médias frequências (BRASIL, 1998). Mas, acima de tudo, a logaudiometria poderá tornar-se útil para a avaliação da desabilidade e do 'handicap' gerados pelas disfunções auditivas.

O desenvolvimento dos testes de fala deveu-se, no início do século, às necessidades de aprimoramento das linhas telefônicas. Segundo LEVITT & RESNICK (1978), foi Campbell, no começo do século, quem primeiro estabeleceu um método prático para medir a inteligibilidade da fala. Duas décadas depois, ainda segundo esses autores, Fletcher e Steinberg avaliaram, pioneiramente, as habilidades de percepção de fala entre os portadores de deficiências auditivas. Estes precursores trabalharam com listas de combinações de vogais e consoantes de ocorrência freqüente na língua (PENROD, 1994).

Outra grande demanda pelos testes de fala deveu-se à necessidade de avaliação dos sistemas de comunicação militar e da surdez de veteranos da Segunda Grande Guerra. Do pós-guerra, até os anos 60, várias listas de palavras e frases foram desenvolvidas e aperfeiçoadas, para testes, destacando-se as baterias elaboradas pelo PAL ("Psychoacoustic Laboratory") da Universidade Harvard, Cambridge, Mass. e pelo CID ("Central Institute for the Deaf"), St. Louis, Mo.. A partir de então, numerosas listas de material de fala foram desenvolvidas, em vários países, cada qual destinada a suprir necessidades nos mais variados campos da comunicação oral, para adultos, para crianças, para portadores de problemas de processamento central e muitos outros.

Há inúmeros fatores que interferem na compreensão da fala. Estes fatores são igualmente determinantes, na imensa variedade de testes de fala, que procuram explorá-los ou neutralizá-los, dependendo da população a ser testada ou da localização da lesão procurada, ou mesmo, da finalidade a que o teste se propõe. Estes fatores, classificados por PENROD (1994) em físicos, lingüísticos e metodológicos, foram agrupados pelo autor do presente trabalho, em diversos grupos de variáveis que modificam a natureza e os resultados dos testes (COSTA, 1997a):

**1. Pelas características do sinal da fala** (nível e velocidade de apresentação; sexo, articulação, pronúncia e entonação do locutor; qualidade dos equipamentos de transmissão).

**2. Pelo modo de apresentação do sinal** (em campo livre ou com fones; à viva voz ou em gravações; mono ou biauricular; com ou sem frases-guia; diótica ou dicótica; coloquial ou detalhada).

3. **Pelo material de fala** (palavras, sílabas, numerais, sentenças, fala corrida; com ou sem palavras-chave; com ou sem significado; trocaicas, espondeicas ou com rimas; familiaridade, idioma e regionalismos).

4. **Pela sensibilização do sinal** (com ou sem ruído de fundo ou reverberação; com ou sem distorções ou fragmentações).

5. **Pelo tipo de respostas do testado** (orais, gestuais ou escritas; com ou sem registro; conjuntos abertos ou fechados).

6. **Pelas características naturais do sujeito testado** (idade; tipo de perda auditiva; nível cultural e de inteligência; experiência lingüística; atenção, memória, motivação e grau de cooperação).

CARHART(1965) recomenda que o clínico deve escolher o teste e o método a serem utilizados de acordo com seus propósitos, seja para diagnóstico ou localização da patologia, seja para estimar a eficiência da audição diária ou o potencial de reabilitação.

Os Índices de Reconhecimento de Fala (IRF), antes chamados "testes de discriminação vocal", são de uso rotineiro nas avaliações audiológicas. Determinam o desempenho do paciente, medindo qual o percentual de reconhecimento do material de fala apresentado, em nível e situação confortáveis de audibilidade. São muito úteis no diagnóstico diferencial das disfunções auditivas, em audiologia clínica, mas, na área ocupacional, não contribuem na distinção entre os portadores de PAIR e as pessoas com audição normal. Dentre os portadores do problema, estes testes não ajudam a distinguir, também, os diversos graus de comprometimento auditivo, visto que os escores obtidos alteram-se muito pouco, mesmo nos casos mais afetados da doença (COSTA, 1992a; COSTA, 1992b). A habilidade de se entender a fala em ambientes ruidosos não pode ser prevista com estes testes de fala, realizados em condições ótimas de escuta. Mesmo assim, os índices de reconhecimento de fala vêm sendo acrescentados freqüentemente aos laudos e relatórios audiométricos ocupacionais, aumentando os custos e a duração dos exames. Sua maior serventia está no diagnóstico diferencial, pois, quando se mostram alterados, sugerem mais outras doenças auditivas e não a PAIR.

Outras provas logoaudiométricas têm sido usadas, no mais das vezes, também, para diagnóstico diferencial, como, por exemplo, com os distúrbios retrococleares e os do sistema nervoso central (MACHADO & COSTA, 1985; ALMEIDA & CAETANO, 1988; PEREIRA, 1997).

O teste de Limiares de Reconhecimento da Fala ("SRT" ou "Speech Recognition Threshold") tem sido utilizado em audiologia ocupacional, para confirmar os limiares tonais. Isso é muito útil quando surgem os casos de pseudo-hipoacusia, principalmente os simuladores, freqüentadores habituais dos ambulatórios de Medicina do Trabalho. Poderão ser de grande utilidade, na avaliação da PAIR, quando apresentados com ruído competidor, conforme vêm sugerindo recentes pesquisas, adiante relacionadas.

#### **1.5.1. Os testes de fala com ruído**

Para entender as palavras, o ouvido humano se vale de muitas pistas acústicas, relacionadas principalmente com a articulação da fala. Conta, também, com o recurso das redundâncias, que podem ser intrínsecas e extrínsecas. As primeiras são próprias do sistema auditivo e se devem à multiplicidade de vias e tratos auditivos disponíveis no sistema nervoso. As redundâncias extrínsecas se referem, por sua vez, às numerosas pistas que acompanham os sinais da fala e contribuem muito para a sua percepção. A redução destas redundâncias, por meio da sensibilização dos testes de fala, é uma tática que permite criar instrumentos úteis para o diagnóstico e a avaliação das disfunções auditivas (RUSSO & BEHLAU, 1993; SCHOCHAT, 1996).

Os trabalhadores portadores de perda auditiva induzida pelo ruído não costumam queixar-se de perda auditiva. Mais freqüentemente, eles se queixam de dificuldades para entender a fala, em ambientes ruidosos. Os testes audiológicos que medem esta dificuldade ainda não estão disponíveis, na clínica. Os poucos existentes variam muito em seu formato. Um teste ideal deveria avaliar a capacidade de se entender a fala nas situações do cotidiano, geralmente ruidosas e de escuta difícil. Nenhum teste de percepção de fala, que pretenda suprir esta necessidade, mereceu, até agora, a aceitação

geral, no nosso meio. A principal razão é, por certo, a falta de métodos padronizados e materiais de fala adequados, que ofereçam à clínica avaliações rápidas e confiáveis.

Muitas pesquisas têm demonstrado que os portadores de PAIR entendem mal a fala, quando acompanhada de um ruído competidor, se comparados com os ouvintes normais. Esta diferença não tem sido constatada com os testes convencionais de audiometria tonal e de reconhecimento de fala. Em função disto, os autores destes estudos recomendam que, para melhorar tais avaliações, sejam introduzidos, na rotina audiológica, testes de fala sensibilizados por ruído competidor (CARHART & TILLMAN, 1970; FINDLAY, 1976; COHEN & KEITH, 1976; LIPSCOMB, 1978; CHUNG & MACK, 1979; HUMES, SCHWARTZ, BESS, 1979; QUIST-HANSEN, THORUD, AASAND, 1979; MIDDELWEERD, FESTEN, PLOMP, 1990; PEKKARINEN, SALMIVALLI, SUONPAA, 1990; NEEDLEMAN & CRANDELL, 1995)

Na acepção de SUMMERFIELD (1987), os sinais da fala apresentam um padrão de "picos e vales" de variação de energia em curtos espaços de tempo, que o ouvido normal consegue distinguir, mesmo quando este padrão é distorcido pela presença de sons mascaradores. Entretanto, nas perdas auditivas neurossensoriais, além da redução da sensação auditiva, ocorre uma série de alterações supraliminares que, "ocupando os vales", distorcem a percepção dos sons mais complexos.

DANAHER, OSBERGER, PICKETT (1973) verificaram que, na discriminação dos sinais de fala, os formantes de frequência mais baixa (F1) mascaram as transições para os de frequência mais alta (F2), mesmo em níveis confortáveis de audição. Este fenômeno é compensado naturalmente nos portadores de cóclea normal, o que não ocorre com os portadores de perdas auditivas neurossensoriais. Verificaram, também, que, nas apresentações do sinal de fala em níveis muito elevados, ocorre uma "dispersão ascendente do mascaramento", que compromete até os ouvintes normais. COHEN & KEITH (1976) verificaram que este problema ocorre em proporção maior em normo-ouvintes do que nos portadores de perdas neurossensoriais com curvas planas.

Muitos estudos têm estimulado a adoção dos testes com fala sensibilizada por ruído competidor, na avaliação da PAIR (SMOORENBURG, 1992). Neste campo, as

pesquisas têm-se mostrado bastante promissoras. Entretanto a grande variabilidade de métodos e a falta de padronização têm ocasionado muito questionamento sobre a utilização destes testes. Por essa razão, eles ainda não foram introduzidos na rotina audiológica, pelo menos no nosso meio.

## **1.6. JUSTIFICATIVAS E OBJETIVO DA PESQUISA**

A avaliação das desabilidades dos trabalhadores portadores de perda auditiva induzida pelo ruído ainda carece de instrumentos diagnósticos eficazes. Necessita-se de testes que possam oferecer a possibilidade de distinguir ouvintes normais dos portadores de PAIR e, dentre estes, distinguir uns dos outros, os mais graves dos menos graves.

Uma possibilidade de avaliação bastante realista será verificar, entre estes pacientes, a sua maior ou menor capacidade de entender a fala, com ruído, em condições assemelhadas às situações do dia-a-dia. Um teste de percepção de fala, com ruído competidor, incorporado à clínica, pode contribuir significativamente para este objetivo.

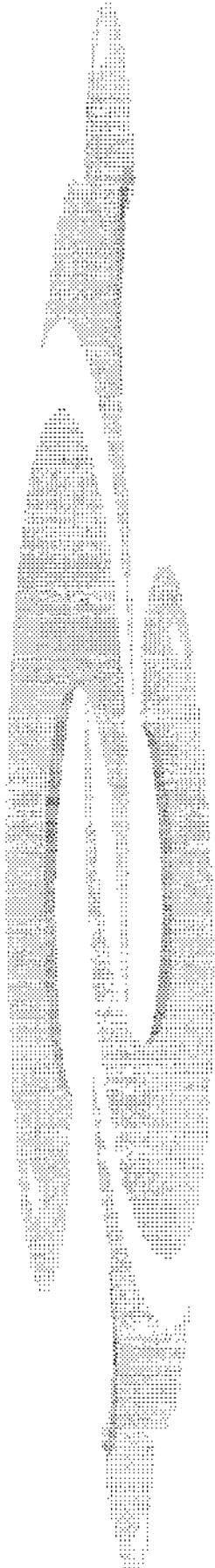
Muitas pesquisas têm sido feitas, ultimamente, no nosso meio, com testes de fala sensibilizada, para diversas finalidades diagnósticas e destinados a várias populações-alvo. Ainda não há, contudo, um teste de fala disponível, com dados normativos, para aplicação em trabalhadores expostos a ruído ocupacional.

O objetivo deste estudo é desenvolver um teste que possa acrescentar dados mais realistas à avaliação das desabilidades dos portadores de perda auditiva induzida pelo ruído.

Especificamente, propõe-se:

1. Preparar um material de fala com ruído competidor, e estabelecer dados normativos, pelos resultados obtidos em testes com pessoas otologicamente normais.
2. Validar o material de fala a ser utilizado, pela equivalência de suas listas e pelo equilíbrio fonético de seus vocábulos componentes.

Verificar a aplicabilidade do teste em clínicas que realizam avaliações otológicas de trabalhadores expostos a ruído ocupacional.



## ***2. LITERATURA CONSULTADA***

Este capítulo foi assim desenvolvido, em razão da especificidade do tema e de sua aplicabilidade inerente à discussão. Serão citados, em ordem cronológica, os estudos diretamente relacionados com o tema desta pesquisa e também diversos estudos correlatos encontrados na literatura nacional.

HIRSH, REYNOLDS, JOSEPH (1954) submeteram ouvintes normais a testes de fala, sensibilizada por distorção de frequência e por ruído mascarador, com locutores masculinos e femininos, com listas de polissílabos, espondaicos, dissílabos, monossílabos com e sem significado, com diferentes níveis da apresentação e diferentes relações sinal/ruído. Verificaram que a eliminação de todas as frequências abaixo ou acima de 1.600 Hz não afeta seriamente a inteligibilidade da fala. Constataram, já, na época, que os escores eram melhores com os polissílabos, seguidos dos espondaicos, dissílabos, monossílabos e, depois, os vocábulos monossilábicos sem significado. Constataram, também, que o nível de apresentação do sinal é muito importante nos testes com ruído, mas não o é tanto, nos testes com distorção.

MILLER & NICELY (1955) analisaram a percepção de 16 consoantes, com cinco sujeitos normo-ouvintes, aplicando sensibilizações com filtros de distorção de frequências e ruído mascarador, em diversas relações sinal/ruído. Pela análise das confusões observadas entre as consoantes, puderam estabelecer cinco traços articulatórios, relativamente independentes, uns dos outros, na percepção das mesmas: sonoridade e nasalidade, ponto de articulação, duração e africacão. Verificaram que o ponto de articulação foi o traço mais influenciado pelo ruído competidor, seguido pela africacão e a duração; a sonoridade e a nasalidade não sofreram influências significativas.

LOVRINIC, BURGI, CURRY (1968) fizeram estudos comparativos entre cinco tipos de listas de monossílabos, com voz masculina, com uma relação sinal/ruído fixada em +12 dB, em 10 pessoas normo-ouvintes e 20 com perda auditiva. Concluíram que as listas "PB-50 Harvard" e "CID W-22", com ruído competidor de vozes, são as mais sensíveis para diferenciar ouvintes normais daqueles com perdas auditivas, em sua capacidade de reconhecer a fala.

LINDEMAN (1971) testou o reconhecimento de fala em 679 metalúrgicos, com monossílabos apresentados em nível constante de 70 dB e ruído competidor ("cocktail-party noise") em quatro relações sinal/ruído, de -5 a +10 dB. Na relação mais confortável (S/R=+10), encontrou boa correlação entre as queixas de má percepção da fala e a redução dos percentuais de reconhecimento. Em contrapartida, não encontrou tal correlação dessas queixas com a audiometria tonal.

COOPER & CUTTS (1971) estudaram os percentuais de reconhecimento de monossílabos, com voz masculina profissional, com ruído mascarador, do tipo "cafeteria noise" em 16 sujeitos normo-ouvintes e 15 portadores de perda auditiva neurossensorial. Constataram que os percentuais de reconhecimento melhoraram com o aumento do nível do sinal da fala, em relação ao nível do ruído (relação sinal/ruído), em ambos os grupos. Verificaram, também, que os indivíduos com perdas auditivas neurossensoriais tiveram maior variabilidade e médias piores do que ouvintes normais.

KEITH & TALIS (1972) aplicaram testes de reconhecimento de monossílabos, sem ruído competidor e com ruído branco de banda larga, a três grupos de sujeitos: normo-ouvintes, portadores de perda auditiva neurossensorial nas altas frequências e em todas as frequências. Observaram que houve diferenças significativas de desempenho entre os três grupos, mas a grande variabilidade observada nos resultados, principalmente entre os portadores de perda auditiva, desestimula a aplicação do método na clínica. Propuseram, então, que se aprimorem os métodos, para que possam se tornar instrumentos de grande valia na avaliação dos portadores de perdas auditivas neurossensoriais.

COHEN & KEITH (1976) fizeram estudos comparativos, com percentuais de reconhecimento de monossílabos, sem ruído e com ruído, entre ouvintes normais e com dois tipos de perdas auditivas neurossensoriais. Encontraram percentuais semelhantes em todos os grupos, quando os exames foram feitos sem ruído; quando acrescentaram ruído competidor, os percentuais se tornaram bem distintos entre os normais e os dois grupos com perdas neurossensoriais. Estes resultados mostraram menor variabilidade do que em estudo anterior, de um dos autores, em que foi usado um ruído competidor de faixa-larga, diferente do ruído com filtro passa-baixa em 500 Hz, utilizado na atual pesquisa. Os autores verificaram, também, que, com níveis muito intensos de apresentação dos sinais, os

ouvintes normais tiveram pior desempenho do que os neurosensoriais com traçados audiométricos planos.

KALIKOW, STEVENS, ELLIOT (1977) desenvolveram um teste de reconhecimento da fala ("SPIN-Test"), composto de sentenças, com palavras-chave de alta ou baixa previsibilidade e ruído competidor de fala ("babble"). Acreditam que, para se avaliar a habilidade de entender a fala do dia-a-dia, devem ser testados tanto o componente acústico-fonético (periférico) quanto o linguístico-situacional (percepção central). Discutiram, também, o potencial de aplicações do teste, principalmente na avaliação das perdas auditivas.

CHUNG & MACK (1979) compararam o reconhecimento de monossílabos de 36 ouvintes normais e 18 portadores de perdas auditivas neurosensoriais, em três níveis de apresentação do sinal e três relações sinal/ruído (ruído rosa), em campo livre, simulando condições do cotidiano. Verificaram que os ouvintes normais tiveram melhor desempenho que os portadores de perda auditiva; que houve melhor desempenho, para ambos os grupos, com níveis mais baixos de ruído do que com níveis mais altos; e que houve melhores índices, em ambos os grupos, com o sinal em 65 dB NPS do que em 85 dB NPS. Acreditam que tais achados justificam as queixas dos portadores de perdas auditivas neurosensoriais de terem dificuldades para entender a fala em ambiente ruidoso.

SCHWARTZ & SURR (1979) fizeram três experimentos com o "California Consonant Test" e verificaram que este teste é sensível para acusar diferenças importantes entre ouvintes normais e portadores de perda auditiva nas altas frequências, devido à dificuldade que este tipo de pacientes tem para reconhecer fonemas. As curvas de reconhecimento de fala, com este teste, são menos inclinadas e têm formato linear, diferentemente das sigmóides dos demais testes logoaudiométricos.

SURR & SCHWARTZ (1980) aplicaram o "California Consonant Test", em campo livre, com e sem ruído de fundo ("babble"), em sujeitos normo-ouvintes e em portadores de perda auditiva nas altas frequências, e verificaram que os índices de reconhecimento caem com a redução da relação sinal/ruído, em ambos os grupos. Os portadores de perda auditiva tiveram um desempenho pior do que os normais, em torno de 30%, com curvas logoaudiométricas paralelas.

DRESCHLER & PLOMP (1985) analisaram várias funções auditivas de 21 adolescentes com perdas auditivas neurossensoriais e concluíram que a percepção da fala, nos testes com ruído, correlaciona-se tanto com a resolução de frequência quanto com a resolução temporal, ao passo que, nos testes de fala, em silêncio, os índices de reconhecimento estão mais ligados à perda audiométrica tonal e ao campo dinâmico.

PLOMP (1986) propôs um modelo de relação sinal/ruído para a aplicação de testes de fala, com ruído, no qual são identificados, nas perdas auditivas, um componente "atenuação"(A) e um componente "distorção" (D). O componente "A" está relacionado com a perda sensitiva e os limiares tonais, podendo ser compensado com a simples amplificação do sinal. Já o componente "D", revelado pelo efeito do ruído competidor e que sugere alterações da seletividade de frequências, só pode ser compensado por uma melhor relação entre o sinal e o ruído competidor.

GLASBERG & MOORE(1988) estudaram o comportamento de portadores de cocleopatias, com audiogramas semelhantes, por meio de testes psicoacústicos e de recepção de fala. Concluíram que os limiares de reconhecimento de fala ("SRT"), em silêncio, relacionam-se mais com os limiares tonais, mas, quando se acrescenta um ruído de fundo, eles refletem mais as habilidades de resolução temporal e discriminação de frequência.

MIDDELWEERD *et al* (1990) constataram alterações no reconhecimento de fala, com ruído ou em ambiente com reverberação, em pacientes queixosos de má percepção da fala, mas com exames audiológicos rotineiros dentro (ou quase) da normalidade. Verificaram, também, que os testes com ruído competidor flutuante dão resultados mais marcantes do que com ruído estático, na distinção entre os ouvintes normais e os patológicos.

SCHORN & ZWICKER (1990) examinaram 125 portadores de diversas cocleopatias e concluíram que, em todas as patologias, houve alterações da seletividade de frequência e da resolução temporal. Entendem que a fraca seletividade de frequência compromete a discriminação de formantes e de vogais, enquanto que a redução da

resolução temporal gera mascaramento de sílabas. Assim, a comunicação falada fica seriamente prejudicada.

TREMBLAY *et al* (1991) normatizaram um teste de reconhecimento de fala, com ruído, classificando os resultados em seis categorias. Em duas delas, atribuídas à exposição a ruído excessivo, a localização das lesões pode estar nas vias auditivas. Na sua concepção, as alterações de reconhecimento de dissílabos, com ruído, podem refletir tanto os problemas periféricos de seletividade de frequência e de resolução da análise temporal quanto problemas centrais (fatores cognitivos de atenção seletiva e redundância lingüística).

KEIDSER (1993) determinou as curvas normativas de percepção de fala, sem e com ruído, em sujeitos ouvintes normais e examinou a equivalência entre as listas de monossílabos de um material de fala dinamarquês (o "Dantale"). Nos testes sem ruído, foi obtido o reconhecimento de 50% de monossílabos em 28,2 dB NPS e uma inclinação de 5-6%/dB da curva em torno dos 50%. Nos testes com ruído, o escore médio de 50% foi obtido em uma relação sinal/ruído de -8,7 dB NS e uma inclinação da curva de 5,5-6,5%/dB.

PHILLIPS *et al* (1994) testaram 15 portadores de PAIR, com queixas de inteligibilidade de fala em ambientes ruidosos, e 15 ouvintes normais. Usaram monossílabos e ruído branco de banda larga, em sete diferentes relações sinal/ruído, em duas situações: ruído contínuo e ruído interrompido. Não houve diferença significativa entre os dois grupos, na situação de ruído contínuo. Com ruído interrompido, entretanto, os portadores de perda auditiva tiveram um desempenho pior do que os normais. Isto sugere, para os autores, um comprometimento da resolução temporal, nos portadores de PAIR.

MAGNUSSON (1995) desenvolveu um material de teste em que as listas suecas de monossílabos, foneticamente balanceadas, foram gravadas em disco compacto, já misturadas com o ruído competidor em relações sinal/ruído pré-determinadas. Obteve dados normativos e investigou a equivalência das listas, testando sujeitos ouvintes normais. O reconhecimento de 50% foi alcançado na relação sinal/ruído de -2,8 dB e a inclinação

da curva, em torno de 50%, foi de 6,5%/dB. O autor recomenda a inclusão dos testes de reconhecimento de fala, com ruído, na rotina clínica audiológica.

NEEDLEMAN & CRANDELL (1995), usando sentenças mascaradas por ruído tipo "babble", compararam o desempenho entre portadores de perdas auditivas neurossensoriais e ouvintes normais, com perda auditiva simulada por mascaramento das altas frequências. Verificaram que os portadores de perdas auditivas "reais" obtiveram índices de reconhecimento piores do que os simulados. Atribuem a diferença a distorções secundárias na percepção de fala destes pacientes.

OLSEN (1995) obteve a função psicométrica para listas de numerais, em dinamarquês, testando 30 ouvintes normais, que alcançaram 50% de reconhecimento em 15 dB NPS, com inclinação da curva de reconhecimento de fala de 8,3 %/dB, em torno dos 50%.

## 2.1. LITERATURA NACIONAL

SÁ (1952) propôs três listas de monossílabos e seis listas de dissílabos, para testes audiométricos em português falado no Brasil. Para tornar estas listas foneticamente balanceadas, correlacionou suas listas com textos de 10.000 palavras, colhidas de 20 textos de literatura clássica e contemporânea e de jornais e revistas da época. Acreditando que os testes de conversação são os melhores para testar as deficiências do ouvido humano, adaptou, também, uma tabela norte-americana de avaliação de percepção da fala, chamada Índice de Adequação Social.

MONTEIRO, PENNA, MANCEAU (1959) realizaram exames logaudiométricos em 384 trabalhadores portadores de PAIR, com as listas de dissílabos de SÁ (1952), gravadas em disco de vinil e geradas por um toca-discos acoplado ao audiômetro. Com a aplicação do Índice de Adequação Social, proposto por SÁ (1952), e levantamento de curvas de inteligibilidade, verificaram que 82,7% dos trabalhadores apresentaram certo grau de comprometimento social.

MACHADO & COSTA (1985), com uma ampla revisão dos conceitos de recepção e percepção da fala, analisaram os testes e as listas disponíveis, para testes de fala. Além disto, compuseram, em caráter pioneiro, uma lista de expressões espondáicas para testes em português falado no Brasil.

ALMEIDA & CAETANO (1988) elaboraram listas de sentenças sintéticas, em português do Brasil, para aplicação diagnóstica em audiolgia clínica, particularmente em avaliações de processamento central.

SCHOCHAT(1991) fez um estudo de reconhecimento de dissílabos em português falado no Brasil, com portadores de perda auditiva induzida pelo ruído, e observou importantes diferenças de resultados, quando os testes eram aplicados sem e com ruído competidor. Três anos depois (SCHOCHAT, 1994), estendeu o estudo dos testes de fala com ruído para outros grupos de doenças.

BOHLSSEN (1992) constatou, por meio de um teste rápido e eficiente, aplicado em escolares de sete a dez anos, que um ruído competidor ("babble") interfere na percepção da fala.

COSTA (1992a) aplicou testes de reconhecimento de monossílabos, sem e com ruído competidor ("cafeteria noise", com relação S/R = +3 dB) em 84 trabalhadores de indústrias metalúrgicas e verificou que os percentuais de reconhecimento decrescem com o agravamento da perda auditiva, principalmente nos testes com ruído competidor. Observou, também, que os portadores de PAIR, com limiares médios tonais em 3.000, 4.000 e 6.000 Hz maiores que 25 dB NA, apresentaram percentuais significativamente piores do que aqueles com estes limiares médios iguais ou menores que 25 dB.

COSTA (1992b) testou 212 trabalhadores de indústria cerâmica, para reconhecimento de monossílabos, sem e com ruído competidor ("cafeteria noise", com relação sinal/ruído = +6 dB). Observou que os percentuais de reconhecimento de fala decrescem com o agravamento da perda auditiva, nos testes sem ruído e, de maneira mais marcante, nos testes com ruído. Verificou, ainda, que estes percentuais pioram

significativamente nos casos de PAIR cujos limiares médios ultrapassam 20 dB em 500, 1.000 e 2.000 Hz ou 35 dB, em 3.000, 4.000 e 6.000 Hz.

PEREIRA (1993) investigou o efeito do ruído branco contínuo ipsilateral nos índices de reconhecimento de palavras monossilábicas em normo-ouvintes, apresentadas a 40 dB NS (re: média tonal em 500, 1.000, 2.000 Hz), com relações fala/ruído de -25, -15, -5 e +5 dB. Observou que a interferência é tanto maior quanto menor a relação fala/ruído e que, na relação -25 dB, ocorre mascaramento total da fala. Constatou, também, que, com seu método, a relação sinal/ruído de maior aplicabilidade clínica está na faixa entre -5 e +5 dB.

RUSSO & BEHLAU (1993) publicaram um estudo de revisão crítica sobre a percepção da fala e uma análise acústica e fonêmica do português falado em S.Paulo.

FERNANDES & SHOCHAT (1994) verificaram que um ruído branco competidor é capaz de piorar significativamente os índices de reconhecimento de fala, em portadores de PAIR.

GAMA (1994) propôs um instrumento de avaliação qualitativa de percepção da fala, visando principalmente à adaptação de aparelhos de amplificação sonora individual.

COSTA (1997b) desenvolveu um teste de fala com sentenças em português falado no Brasil, para avaliar os limiares de reconhecimento de fala com ruído competidor. Elaboraram-se sete listas de 10 sentenças, foneticamente balanceadas, gravadas em fita digital por locutor do sexo masculino e aplicadas em ouvintes normais, juntamente com ruído com espectro de fala, em campo livre, em diferentes relações sinal/ruído. Observou que ouvintes normais foram capazes de reconhecer corretamente 50% das sentenças em uma relação sinal/ruído de -11 dB.

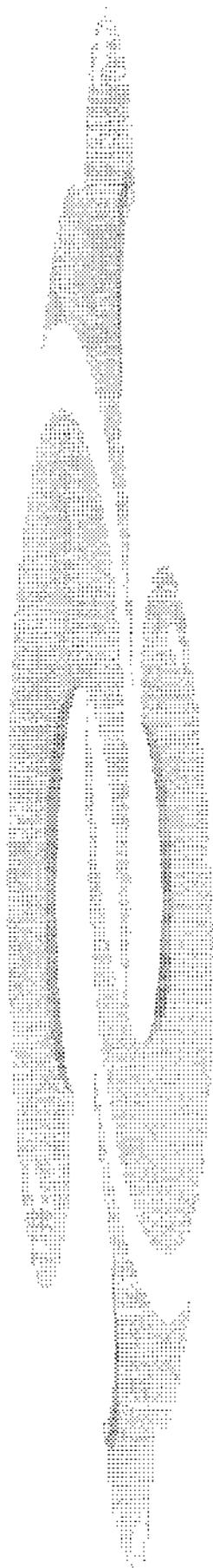
OSTERNE (1997) estudou os limiares de audibilidade média, de inteligibilidade e de discriminação máxima com ouvintes normais e portadores de perdas auditivas condutivas e neurosensoriais e observou que, tanto para uns quanto para outros, os limiares de inteligibilidade guardam uma relação com os limiares médios tonais em 500, 1.000 e 2.000 Hz, dependendo do grau de dificuldade do material de fala empregado.

Em valores arredondados, bastam 5 dB acima da média aritmética dos limiares tonais em 500, 1.000 e 2.000 Hz para ser possível reconhecer 50 % dos estímulos verbais (monossílabos, dissílabos ou sentenças). Para 100 % de reconhecimento, são necessários 15 dB para sentenças e 20 dB para monossílabos e dissílabos, acima da média aritmética dos limiares tonais em 500, 1.000 e 2.000 Hz.

ROGGIA (1997) analisou crianças com desvios fonológicos evolutivos pelo desempenho com testes de fala com ruído e verificou que elas apresentaram um desempenho pior do que as crianças normais. Observou, também, que, quanto mais baixa a relação entre o sinal de fala e o ruído mascarador, tanto pior o desempenho daquelas crianças e maior a variabilidade dos resultados.

MANTELATTO (1998) avaliou a inteligibilidade de fala em ouvintes normais, por meio de julgamentos psicofísicos e testes de reconhecimento de fala, com ruído. Verificou que julgamento psicofísicos são concordantes com os índices de reconhecimento. Mostrou, também, a importância do uso de ruído competidor nos testes de percepção de fala, particularmente de ruídos que utilizam os próprios sons da fala.

SILVA (1998) avaliou o reconhecimento de monossílabos, em campo livre, com voz gravada, do sexo feminino, com e sem ruído branco competidor, em 14 normo-ouvintes e 10 presbiacúsicos. Verificou que estes últimos necessitam, para uma boa percepção da fala, de um nível de sinal superior ao de ruído de fundo, o que não foi necessário para ouvintes normais.



### ***3. METODOLOGIA***

Para desenvolver um teste de fala sensibilizada por ruído competidor, propôs-se cumprir estas etapas:

1. Organizar um material de fala adequado às propostas da pesquisa.
2. Editar um disco compacto com as listas de palavras, o ruído competidor e os sinais de calibração.
3. Conseguir a participação consentida de sujeitos otologicamente normais.
4. Estabelecer rígido protocolo de procedimentos de teste.
5. Definir a variabilidade dos resultados dos testes e a equivalência entre as listas de palavras utilizadas.

### **3.1. O MATERIAL DE FALA**

Para esta pesquisa foram compostas nove listas, com 25 palavras cada uma, em sua maioria monossilábicas. Estas nove listas foram, inicialmente, compiladas de materiais de testes de fala, de uso corrente, obtidas nas seguintes fontes:

1. Três pares de listas (Listas 2, 3 e 4) de "A Prática da Audiologia Clínica" (RUSSO & SANTOS, 1993, p. 87-89).
2. Um par de listas adotadas pela Disciplina de Audiologia Clínica da Faculdade de Fonoaudiologia da PUC/CAMPINAS, na década de 70 (COSTA, 1992b, p.81).
3. Uma única lista (Lista D-1) de Pen & Mangabeira-Albernaz (ALMEIDA, 1978, p.20). As listas D-2, D-3 e D-4 não foram utilizadas por serem apenas ordenações diferentes das mesmas palavras.

Estas nove listas foram submetidas a uma avaliação fonética, no Laboratório de Fonética Acústica e Psicolinguística Experimental (LAFAPE) do Instituto de Estudos da Linguagem (IEL) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).<sup>1</sup>

Com metodologia própria desse laboratório, realizou-se, inicialmente, uma contagem dos fonemas, com a verificação de sua frequência de ocorrência em cada lista. Foi constatada a ausência de fonemas de grande ocorrência na língua, em sete das nove listas (/r/, /g/, /f/, /z/, /v/, /u/).

Em seguida, comparou-se a frequência de ocorrência dos fonemas, em cada lista, à distribuição dos fonemas numa lista referencial, baseada no Mini-dicionário Aurélio e informatizada num banco de dados. Não foi tecnicamente possível considerar o material original, como foneticamente balanceado.

Decidiu-se, então, dotar as listas disponíveis apenas de um equilíbrio fonético, substituindo-se uns vocábulos por outros, até se obter um novo conjunto de nove listas, com 25 vocábulos cada uma, procurando-se suprir todas as listas de fonemas cuja ocorrência tenha alta frequência na língua. Estas trocas foram efetuadas apenas com as palavras já existentes. Não se acrescentaram novos vocábulos.

Devido às repetições em diferentes listas, contou-se com um total de 112 palavras, em sua maioria monossilábicas. São vocábulos familiares, habitualmente usados na língua, tendo sido evitados aqueles de conotações emocionais ou objetáveis, assim como os de uso limitado a áreas especializadas ou a dialetos.

Cada lista passou, então, a conter de 73 a 82 fonemas, classificados, segundo o Alfabeto Fonético Internacional, com estes traços fonéticos:

a) 26 a 27 vogais (/a/, /ɛ/, /e/, /ɛ/, /i/, /o/, /ɔ/, /u/) (36,03 %)

b) 10 a 12 consoantes oclusivas iniciais (/t/, /d/, /k/, /g/, /b/, /p/)(14,96 %)

---

<sup>1</sup> SILVA, A.H.P., GAMA-ROSSI, A.J.A., ALBANO, E.C. - Parecer sobre a avaliação de listas de palavras quanto a balanceamento fonético. - Laboratório de Fonética Acústica e Psicolinguística Experimental - Instituto de Estudos da Linguagem - Unicamp, Campinas, 24/04/1997.

c) 6 a 9 consoantes fricativas iniciais (/s/,/z/,/ʃ/,/v/,/ʒ/,/ʒ/)(10,38 %)

d) 1 a 4 consoantes laterais não fricativas iniciais (/l/,/ʎ/)(3,05 %)

e) 3 a 5 consoantes vibrantes iniciais ou em encontros consonantais (/ʒ/,/r/)  
(5,19 %)

f) 2 a 3 consoantes nasais iniciais (/m/,/n/,/ɲ/)(3,21 %)

g) 5 a 9 semivogais (/j/,/w/)(7,94 %)

h) 11 a 16 arquifonemas finais (/N/,/R/,/S/,/L/)(18,47 %).

Estas listas estão relacionadas no Anexo 1.

## 3.2. EDIÇÃO DO MATERIAL DE FALA

### 3.2.1. Gravação e edição das listas de vocábulos

A gravação original do material de fala foi realizada no Laboratório de Audiologia do Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço do Hospital Universitário Nacional, Rigshospitalet, em Copenhague, Dinamarca, sob a condução técnica do Eng. Arne N. Rasmussen<sup>2</sup>, em maio de 1996.

Utilizou-se uma cabina audiométrica pequena, no interior da qual foram penduradas mantas sobre duas das superfícies verticais, para abafar a reverberação.

Um microfone de uma polegada (Brüel & Kjær 4144) foi instalado dentro da cabina, a 0,6 m em frente e no mesmo nível da boca do locutor. Os sinais passaram por um pré-amplificador (Brüel & Kjær 2610), convertidos de analógicos para digitais por um conversor A/D de 16 "bits" e gravados em um gravador digital (Sony TCD-D10-Pro II), configurado para uma taxa de amostragem de 48 kHz.

As listas de palavras foram gravadas por um locutor do sexo masculino, de 56 anos, brasileiro nato, residente, há 34 anos, na mesma região onde serão realizados os

<sup>2</sup> RASMUSSEN, A.N.- recording of Brzilian Portuguese word lists; technical description.-, Audiological Laboratory, Dept. of otolaryngology, head and neck surgery, Rigshospitalet, Blegdamsvej 9, DK 2100 Copenhagen, DENMARK (May, 1996).

testes. Permaneceu sentado em uma cadeira, dentro da cabina, com o manuscrito na mão, em frente ao microfone, a cerca de 60 centímetros. Foi orientado a manter um nível constante de voz durante toda a gravação.

Manteve-se, entre cada palavra, um intervalo aproximado de dois a três segundos. As palavras, cuja gravação foi considerada de qualidade insatisfatória, foram regravadas.

Todo o material gravado foi filtrado com o equipamento Stanford Research Systems SR650 e os seguintes parâmetros:

Passa-baixa: frequência de corte de 10 kHz, 115 dB/oitava.

Passa-alta: frequência de corte de 70 Hz, 115 dB/oitava

A seção passa-baixa serviu como um filtro "anti-alias" para evitar altas frequências indesejáveis, geralmente geradas na conversão analógico/digital. A seção passa-alta destinou-se a reduzir os ruídos de fundo de baixa frequência, sem afetar os sinais de fala.

A gravação filtrada foi, então, instalada em um computador pessoal e trabalhada por um editor de som (Roland RAP-10 Audio), com uma taxa de amostragem de 22 kHz e resolução de 16 "bits". Com este programa, foram cumpridas as seguintes etapas:

1. Cada palavra foi gravada em arquivos separados (para cada palavra foi escolhida a melhor, dentre diversas gravações).
2. Para cada palavra foram identificados os pontos de corte de início e de fim. Removendo-se as pausas, as palavras mantiveram-se "limpas", para ser agrupadas em novos arquivos.
3. Foram reconstituídos arquivos com nove listas de 25 vocábulos cada e inseriu-se um intervalo de quatro segundos entre uma palavra e outra, sem introduzir alterações audíveis em qualquer palavra.

4. Nenhum ajuste ou correção de amplitude foi feito em qualquer palavra, para não afetar um presumível balanço natural de amplitude de cada uma delas.

### 3.2.2. Medições

Para tornar possível a medição dos valores "rms" de longo-termo ( $L_{eq}$ ) das palavras, cada monossílabo foi avaliado, utilizando-se o modo médio '20 s', com um amplificador (Brüel & Kjør 2610). Todos os resultados foram relacionados à mediana das medições lineares sobre os 112 monossílabos e este nível se iguala ao nível de referência da calibração. Os resultados, tanto lineares quanto em escala A, estão listados no Quadro 1.

**Quadro 1.** Medições dos valores de intensidade dos monossílabos para referência de calibração (Fonte: RASMUSSEN, 1996 (nota de rodapé N° 2)).

Função	dB linear	dB (A)
Máximo	5,5	5,0
Mínimo	-5,5	-15,0
Mediana	0,0	-6,5
Quartil 25%	-1,5	-9,5
Quartil 75%	1,0	-3,5

As nove listas, com 25 palavras cada, foram, então, transferidas para o canal esquerdo de um disco compacto digital (CD), para possibilitar uma fácil operação de testes, usando-se um reproduzidor de CD conectado ao audiômetro.

### 3.2.3. O ruído competidor

Nesta pesquisa, está sendo utilizado um ruído idêntico ao usado em alguns centros audiológicos dinamarqueses, o DanNoise. Trata-se de um ruído cujo espectro reproduz as características espectrais de longo-termo de sinais de fala, acrescido de modulação de amplitude. Suas características espectrais equivalem às de uma mistura de quatro vezes a fala de um locutor esportivo de sexo masculino, mas com propriedades físicas bem definidas, tais como: um ruído branco, submetido à filtragem passa-banda, com frequências de corte 125 e 500 Hz, com inclinação de -12 dB/oitava; o sinal de modulação, que é um ruído branco submetido a filtro passa-baixa em 4.000 Hz, com inclinação de -6 dB/oitava e modulação de aproximadamente 27% (ELBERLING, LUDVIGSEN, LYREGAARD, 1989) (Figura 1).

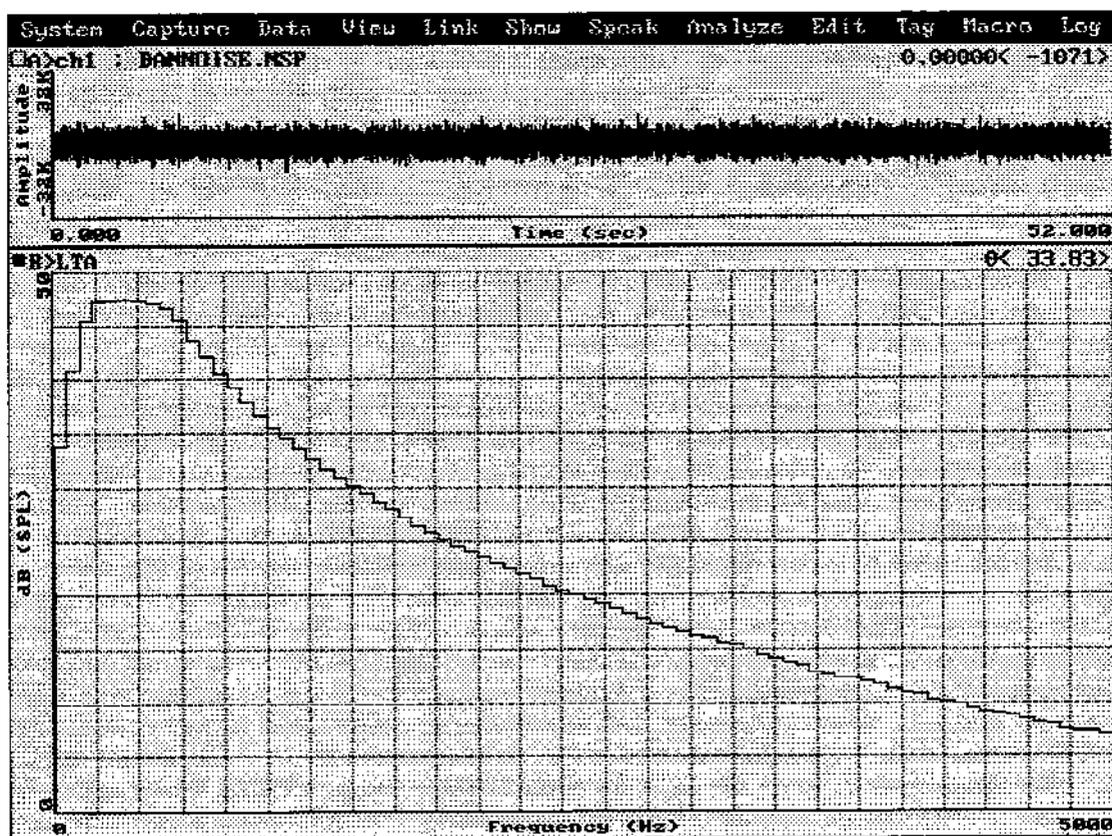


Figura 1. Espectro do ruído competidor (DanNoise, ELBERLING *et al.*, 1989)  
(reprodução por cortesia do Prof. Dr. R. M. Figueiredo)  
Este ruído competidor ocupa o canal direito do disco compacto (CD).

### **3.2.4. Os sinais de calibração**

Os sinais de calibração constituem uma seqüência de sinais que ocupam a última trilha de ambos os canais do CD. Os níveis destes sinais são relacionados ao nível da mediana obtida na medição dos níveis de todos os vocábulos das listas. O nível do ruído competidor está, também, relacionado ao mesmo nível equivalente ( $L_{eq}$ ), e este nível foi escolhido como o nível de referência ( $L_{ref}$ ).

A seqüência constitui-se de três sinais para calibração rotineira (1.000, 250 e 4.000 Hz, em freqüência modulada, em nível de  $L_{ref} + 10$  dB), dois sinais para controle técnico (1.000 e 4.000 Hz, em tons puros) e um sinal para calibração de freqüência (RASMUSSEN, nota de rodapé).

### **3.2.5. O leiaute do disco compacto (CD)**

O canal esquerdo do CD contém as nove listas com 25 vocábulos cada, com intervalos de silêncio de 15 segundos de uma lista para a outra. Cada lista ocupa uma trilha numerada do CD. Em cada lista, há um intervalo de silêncio de quatro segundos entre uma palavra e a seguinte (ISO 8253-3, 1993).

O canal direito do CD contém o ruído competidor em todas as trilhas correspondentes às das listas de palavras.

A última trilha de ambos os canais contém os sinais de calibração.

A numeração de cada trilha permite ao examinador selecionar facilmente a lista escolhida, na execução dos testes, no painel do reproduzidor do CD.

O leiaute do disco compacto, o ruído competidor e os sinais de calibração foram elaborados à semelhança do DanTale, um material de fala gravado em CD e amplamente utilizado nos centros audiológicos da Dinamarca (ELBERLING *et al*, 1989).

### **3.3. OS TESTES COM OUVINTES NORMAIS - 1ª FASE**

Todos os procedimentos desta fase foram realizados no ambulatório da Disciplina de Otorrinolaringologia, Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia, Hospital de Clínicas da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp (Campinas, SP).

#### **3.3.1 Sujeitos**

Na ausência de dados normativos quanto ao material e método utilizados, foi necessário testar primeiramente um grupo-controle de pessoas otologicamente normais (ISO 8253-3: 1993). Foram convidados, para a primeira e a segunda fase da pesquisa, sujeitos adultos, de ambos os sexos, de variadas raças, profissões e níveis de instrução e na faixa etária dos 16 aos 50 anos, à semelhança da população-alvo, qual seja, a de trabalhadores expostos a ruído ocupacional.

Para padronizar as listas para ouvintes normais e verificar a equivalência entre elas, foram recrutadas, na primeira fase, 30 pessoas voluntárias, que atendessem às seguintes condições:

1. **CONSENTIMENTO POR INFORMAÇÃO:** Concordar em participar voluntariamente da pesquisa e assinar um termo de consentimento.
2. **IDADE:** Ter idade entre 16 a 45 anos, completos.
3. **LÍNGUA:** Ser de língua nativa e residente na região de realização dos testes.
4. **ANTECEDENTES MÓRBIDOS OU TRAUMÁTICOS:** Informar ser pessoa saudável e nunca ter sido portador de doenças ou traumatismos auriculares, assim como nunca ter-se exposto a ruído excessivo ou a substâncias ototóxicas.
5. **SEM EXPERIÊNCIA PRÉVIA:** Não ter tido nenhuma experiência prévia com testes logaudiométricos.

6. MEATOSCOPIA: Apresentar meatos acústicos externos livres e membranas timpânicas visíveis e sem alterações aparentes.

7. TIMPANOMETRIA: Apresentar timpanometria normal (tipo A) (JERGER, 1970), de ambos os lados.

8. TRIAGEM AUDIOMÉTRICA: Apresentar limiares auditivos tonais, por via aérea, iguais ou melhores que 20 dB NA (ANSI 69), em todas as frequências de 250 a 8.000 Hz.

9. FALA: Ter a fala bem articulada, para permitir contagens corretas das respostas.

A definição por 30 sujeitos ocorreu no momento em que cada uma das nove listas gerou resultados, pelo menos duas vezes, em cada uma das dezessete situações de teste, abaixo descritas em Procedimentos (nove níveis de apresentação, sem ruído, e oito, com ruído).

Preenchidos estes requisitos, esta fase da pesquisa passa a contar com a colaboração de 30 sujeitos otologicamente normais, convidados, como voluntários, entre funcionários e visitantes do hospital, com variados níveis de instrução. São, ao todo, 14 pessoas do sexo masculino e 16 do feminino, de todas as raças (branca, negra, amarela e miscigenações), com idades de 17 a 42 anos (mediana de 28 anos). Em 15 sujeitos o teste é apresentado à direita e, nos outros 15, à esquerda.

### **3.3.2 Procedimentos**

Todos os procedimentos são balizados por protocolo com os requisitos seguintes, obrigatórios, na ordem que se segue:

**IDENTIFICAÇÃO:** Anotar nome, idade, sexo, escolaridade de cada sujeito.

**CONSENTIMENTO:** Cada voluntário deve assinar um termo de consentimento, em que constam os motivos da pesquisa e a informação de que os testes são indolores, não invasivos e não afetam a saúde das pessoas.

**EXAMINADOR(A):** Deve ter experiência prévia com o tipo de teste, ouvir bem e estar familiarizado(a) com a linguagem dos testados.

**MEATOSCOPIA:** O(a) examinador(a) deve verificar se as orelhas externas estão em condições de teste, livres de rolhas ceruminosas, corpos estranhos, secreções ou descamações, que impeçam a visualização do tímpano.

**TIMPANOMETRIA:** É necessário verificar se o sujeito apresenta timpanometria tipo A, de ambos os lados.

**AUDIOMETRIA:** Deixar o audiômetro ligado por 10 minutos, para estabilização dos circuitos. Obtêm-se, então, de cada sujeito, os limiares, por via aérea, para se determinar o limiar médio em 500, 1.000 e 2.000 Hz e constatar se os limiares auditivos tonais, por via aérea, estão iguais ou melhores que 20 dB, em todas as frequências, de 250 a 8.000 Hz.

**DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES DE RECONHECIMENTO DE FALA, SEM RUÍDO:**

- Dar instruções claras ao sujeito testado: sobre a natureza do teste; orientar para evitar movimentos com a cabeça e o corpo durante o exame; questionar sempre, na ocorrência de dúvidas; poder interromper o exame a qualquer momento, em caso de algum desconforto.
- Instalar o equipamento para o registro das respostas, anotadas pelo(a) examinador(a) e gravadas em fita magnética, para posteriores verificações e contagens.
- Zerar o atenuador do canal do ruído, para operar, nesta fase, apenas com os sinais de fala.

- Testar a primeira lista, apresentada ao ouvido, de um lado, para familiarização, com o atenuador do canal dos sinais da fala em 45 dB NA (ANSI 69).
- Repetir as instruções e tirar dúvidas; o voluntário pode ser dispensado, nesta fase, se não conseguir atender os requisitos mínimos para a realização do teste.
- Fazer a prova no ouvido oposto em 40, 35, 30 e 25 dB NA, usando uma lista diferente para cada nível.
- Fazer um intervalo de repouso de 10 minutos.
- Continuar a prova, do mesmo lado, em 20, 15, 10 e 5 dB NA e as listas restantes.

#### DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES DE RECONHECIMENTO DE FALA, COM RUÍDO:

- Repetir claramente as instruções, alertando que, doravante, as palavras serão apresentadas junto com um ruído competidor, que aumentará em intensidade, de lista para lista, enquanto o nível do sinal de fala continuará fixo.
- Fixar o nível de apresentação do sinal em 60 dB NA, no atenuador do canal das palavras.
- Ajustar o atenuador do canal do ruído em 57 dB NA e programar a saída ipsilateral (sinal e ruído apresentados à mesma orelha).
- Fazer a prova no ouvido do mesmo lado, com o ruído em 57, 60, 63 e 66 dB NA, uma lista diferente para cada nível.
- Fazer um intervalo de repouso de 10 minutos;
- Continuar a prova, no mesmo lado, com o ruído em 69, 72, 75 e 78 dB NA.

Dessa forma, as nove listas são apresentadas para cada sujeito, sem e com o ruído competidor, na mesma sessão, para se evitar um possível efeito de variação de uma sessão para outra.

Nos testes sem ruído, cada lista é apresentada em níveis decrescentes, de cinco em cinco decibéis, desde 45 até 5 dB NA. A primeira lista, apresentada em nível mais confortável (45 dB), de um lado, destina-se apenas a treinamento do testando, sem registro dos resultados. Neste ponto, o voluntário pode ser, também, eliminado da pesquisa, caso não atenda à expectativa compatível com uma audição normal. Após serem repetidas as instruções e dirimidas quaisquer dúvidas quanto ao teste, as oito listas seguintes são, então, apresentadas em níveis decrescentes, a partir de 40 dB NA, todas do lado oposto, para se evitar uma possível variação intra-sujeito. Depois de testados os 30 sujeitos, cada lista terá sido apresentada pelo menos três vezes em cada nível de intensidade, metade à direita, metade à esquerda. Já que nem toda apresentação gera resultados, cada lista deverá obter resultados no mínimo duas vezes, em cada nível de apresentação.

Para os testes com ruído, cada lista é apresentada num nível fixo de 60 dB NA, conforme a recomendação de SUTER (1985), por refletir um nível de conversação levemente elevado, simulando condições do cotidiano. O ruído competidor, presente no outro canal do CD, é apresentado do mesmo lado das palavras, em intensidades variáveis, controladas pelo atenuador do audiômetro, em nove níveis crescentes para cada sujeito, com degraus de 3 em 3 dB, de 57 a 78 dB NA (razões sinal/ruído de +3 a -18 dB, em relação aos 60 dB do sinal da fala). Depois de testados os 30 sujeitos, cada lista terá sido apresentada pelo menos três vezes para cada relação sinal/ruído, metade à direita e metade à esquerda. Como nem toda apresentação gera resultados, cada lista deverá obter resultados no mínimo duas vezes, em cada nível de apresentação.

### **3.3.2.1. A apresentação dos sinais**

Todos os testes são realizados em sala audiométrica, de dois compartimentos, com paredes duplas, à prova de som, atendendo à recomendação ISO 8253-1 (1989).

Os sinais sonoros do CD são gerados por um reproduutor de disco compacto (Phinnex Compact Disk Player C-100R), com cada canal conectado separadamente a uma das entradas de teipe de um audiômetro clínico Interacoustics AC-30. Do audiômetro, os sinais são apresentados à orelha selecionada de cada sujeito, por intermédio de fones TDH-39, com arco cefálico TC89E, sem coxins. Nos testes com ruído, o sinal e o ruído competidor são apresentados à mesma orelha, com atenuações variáveis ajustadas pelo audiômetro.

As respostas são anotadas pelo(a) examinador(a) e, também, gravadas em fita magnética, para posterior conferência e contagem de fonemas acertados.

### **3.3.2.2. Instruções**

Os voluntários recebem instruções, antes e durante o procedimento: são informados sobre qual o lado do teste, o tipo de palavras, a necessidade da repetição clara e sem demora de cada vocábulo ouvido, seja a palavra inteira, seja parte dela, em única resposta para cada item. São, mesmo, estimulados a tentar adivinhar, quando não tiverem certeza. São, ainda, alertados de que as palavras são apresentadas em intervalos de quatro segundos, de tal forma que não gastem o tempo tentando identificar palavras mais difíceis, para não prejudicar a percepção da palavra seguinte (ISO/DIS 8253-3).

## **3.4. PROCESSAMENTO DOS RESULTADOS - 1ª FASE**

### **3.4.1. Contagem dos dados e elaboração das curvas de reconhecimento de fala**

Para cada sujeito é feita uma contagem de reconhecimento de palavras (tudo ou nada, ratificada pelo exame da gravação das respostas) e de fonemas (computada apenas à análise da gravação).

Nos testes sem ruído, os níveis de apresentação, em dB NA, foram corrigidos para dB NS, em relação à média dos limiares tonais em 500, 1.000 e 2.000 Hz, para tornar possível estabelecer a média de reconhecimento de todos os sujeitos, por nível de sensação.

Com as médias dos percentuais de reconhecimento de palavras e de fonemas, com e sem ruído, são obtidas quatro curvas de articulação ou reconhecimento. Nos gráficos, os percentuais de reconhecimento são anotados nas ordenadas (Y), e os níveis de apresentação (testes sem ruído) ou as relações sinal/ruído (testes com ruído), nas abcissas (X). Cada curva representa os valores médios de todas as observações feitas, para cada situação, com os respectivos desvios padrão. Sobre a curva das médias, calculam-se dois valores: o nível ou a relação sinal/ruído correspondente a 50% de reconhecimento (em dB); e a inclinação ("slope") da curva "alisada" ("smoothing"), em porcentagem por decibel, sobre esse ponto de 50%. Esses dois valores, obtidos para cada curva, serão considerados os referenciais de padronização para as situações específicas do presente teste.

### **3.4.2. Equivalência entre as listas**

Reordenando-se os resultados, por lista de palavras e por níveis ou relações de apresentação, procede-se à avaliação da equivalência audiométrica entre as listas, baseada nas respostas obtidas de ouvintes normais. Para tanto, serão utilizados apenas os percentuais de reconhecimento de fonemas, que, segundo MENDEL & DANHAUER (1997), representam variáveis em maior número de unidades do que a simples contagem de palavras. Com isto podem-se obter resultados mais sensíveis e fidedignos (KEIDSER, 1991).

### **3.4.3. Avaliação da homogeneidade dos sujeitos**

Para a avaliação da homogeneidade dos sujeitos, são comparados os percentuais médios de reconhecimento de palavras e fonemas, sem ruído e com ruído, em todas as situações de apresentação, primeiramente entre homens e mulheres e depois entre lados direito e esquerdo. Para esta comparação, será feita a análise de variância, em nível de significância de 5% para a rejeição da hipótese de nulidade ( $p < 0,05$ ).

### **3.5. OS TESTES COM OUVINTES NORMAIS - 2ª FASE**

A segunda fase da pesquisa não tem pretensões normativas, mas apenas exemplificativas. Ela visa verificar a exeqüibilidade dos testes em consultório, na área de Saúde Ocupacional. Para tanto, foi utilizado o mesmo material de fala, gravado em disco compacto e aplicado por via de audiômetro clínico. Novamente foram convocados outros sujeitos otologicamente normais, para um estudo, em moldes semelhantes aos que serão aplicados em trabalhadores.

#### **3.5.1. Sujeitos - 2ª fase**

Oito voluntários otologicamente normais foram convidados para se submeter aos testes da segunda fase, atendendo às mesmas condições e ao mesmo protocolo estabelecidos na primeira fase.

Dos oito voluntários, eram quatro do sexo masculino e quatro do feminino, com idades de 20 a 47 anos (mediana: 26 anos).

#### **3.5.2. MATERIAL - 2ª fase**

Os testes desta fase foram realizados em consultório de otorrinolaringologia, em cabina audiométrica (fabricada por Acústica São Luiz, São Paulo), apoiada em coxins de borracha, em sala com teto e paredes tratados com material isolante. Utilizou-se o mesmo material de fala, gravado no mesmo disco compacto da primeira fase, acionado pelo mesmo reproduzidor de disco compacto (Phinnex Compact Disk Player C-100R), com cada canal conectado separadamente a uma das entradas de teipe de um audiômetro clínico Madsen Midimate 622. Do audiômetro, os sinais foram apresentados à orelha selecionada de cada sujeito, por meio de fones TDH-39, com arco cefálico TC89E, sem coxins. Nos testes com ruído, o sinal e o ruído competidor foram apresentados à mesma orelha, com atenuações variáveis ajustadas pelo audiômetro.

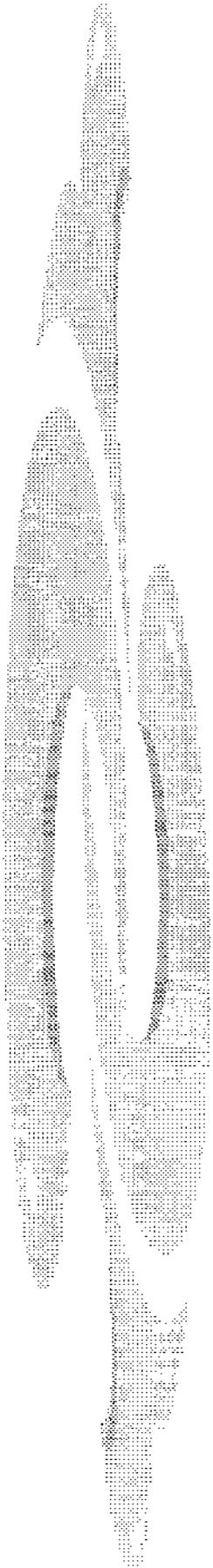
### 3.5.3. Procedimentos - 2ª fase

Os procedimentos da segunda fase atenderam a todos os requisitos protocolares da primeira fase.

Nos testes de fala sem ruído, as nove listas foram apresentadas aos oito sujeitos, em sistema de rodízio. A primeira, apenas para fins de familiarização com o teste, com resultados desprezados pela pesquisa, e mais quatro listas apresentadas ao lado oposto, em níveis decrescentes de 40, 30, 20 e 10 dB NS (re: média em 500,1000,2000 Hz, ANSI 69), para quatro sujeitos e em 35, 25, 15 e 5 dB NS, para os outros quatro.

Nos testes de fala com ruído, seguiu-se a seqüência de apresentação das nove listas, em sistema de rodízio. A primeira, novamente para fins de familiarização com o teste, com resultados desprezados pela pesquisa, e mais quatro listas apresentadas ao lado oposto, em nível fixo de 60 dB NA, acrescidas do ruído ipsilateral em intensidades crescentes, de 57, 63, 69 e 75 dB, para quatro sujeitos e de 60, 66, 72 e 78 dB NA, para os outros quatro. Desta feita, utilizaram-se relações sinal/ruído decrescentes, de +3 a -15 dB e de 0 a -18 dB, em degraus de -6 dB.

As respostas de reconhecimento de fala obtidas foram registradas pela examinadora, fonoaudióloga experimentada em audiologia clínica e ocupacional e também gravadas, para posteriores verificações e recontagens.



## ***4. RESULTADOS***

## **4.1. NORMATIZAÇÃO - 1ª FASE**

Os 30 voluntários foram submetidos ao teste de reconhecimento de fala com todas as listas: uma vez sem ruído competidor, em nove níveis de audição, 15 sujeitos à direita e 15 à esquerda, conforme descrito na metodologia; outra vez, a seguir, com ruído competidor, em oito diferentes relações sinal/ruído.

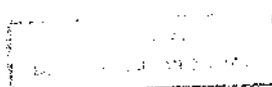
Por razões de ordem técnica, nove voluntários foram excluídos da pesquisa, nos testes sem ruído, que passaram a contar com 21 sujeitos, 8 do sexo masculino e 13 do feminino, 10 testados à direita e 11 à esquerda, tendo sido mantida a mesma faixa de idades (17 a 42 anos, mediana 28).

### **4.1.1. Fator lado**

Para se avaliar a ocorrência de uma possível diferença entre os resultados do lado direito e do lado esquerdo, compararam-se as médias dos resultados do reconhecimento de fonemas de ambos os lados, nos diferentes níveis de apresentação, sem e com ruído competidor, por análise de variância. Não foram encontradas diferenças significantes entre os resultados do lado direito e os do lado esquerdo ( $p < 0,05$ ).

### **4.1.2. Fator sexo**

Para se avaliar a ocorrência de uma possível diferença entre os resultados dos voluntários do sexo masculino e do feminino, compararam-se as médias dos resultados de reconhecimento de fonemas entre os dois grupos, nos diferentes níveis de apresentação, sem e com ruído competidor, por análise de variância. Não foram encontradas diferenças significantes entre os resultados dos voluntários do sexo masculino e os do feminino ( $p < 0,05$ ).



### 4.1.3. As curvas de reconhecimento de monossílabos

Os resultados obtidos nos testes desta fase foram representados pelas médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento dos sujeitos, por nível de apresentação. A partir destas estatísticas, foram obtidas as curvas de reconhecimento de fala para os normo-ouvintes.

#### 4.1.3.1. Apresentação sem ruído

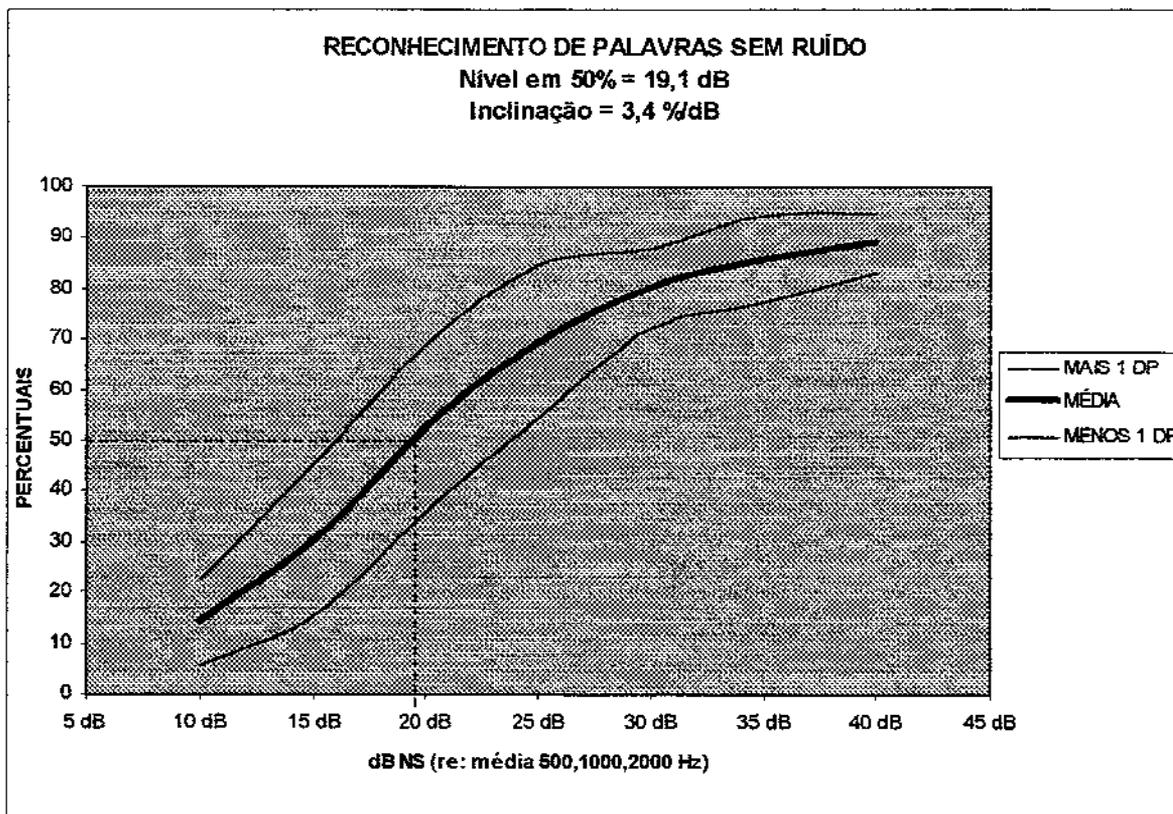
Embora a todos os sujeitos tivessem sido apresentadas as listas em todos os níveis e todas as relações sinal/ruído programadas, algumas situações foram excluídas da avaliação:

- nível de apresentação de 45 dB NA, por ter sido usado na orelha contralateral, para treinamento inicial e ajustes do teste;
- nível de apresentação 5 dB NA, por não ter sido ouvido o sinal pela maioria dos sujeitos.

Desta forma, as curvas foram obtidas, a partir das médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento, nas intensidades crescentes de 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 dB NS, conforme a Tabela 1 e a Figura 2, para palavras, e a Tabela 2 e a Figura 3, para fonemas.

**Tabela 1:** Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de **palavras**, sem ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=21).

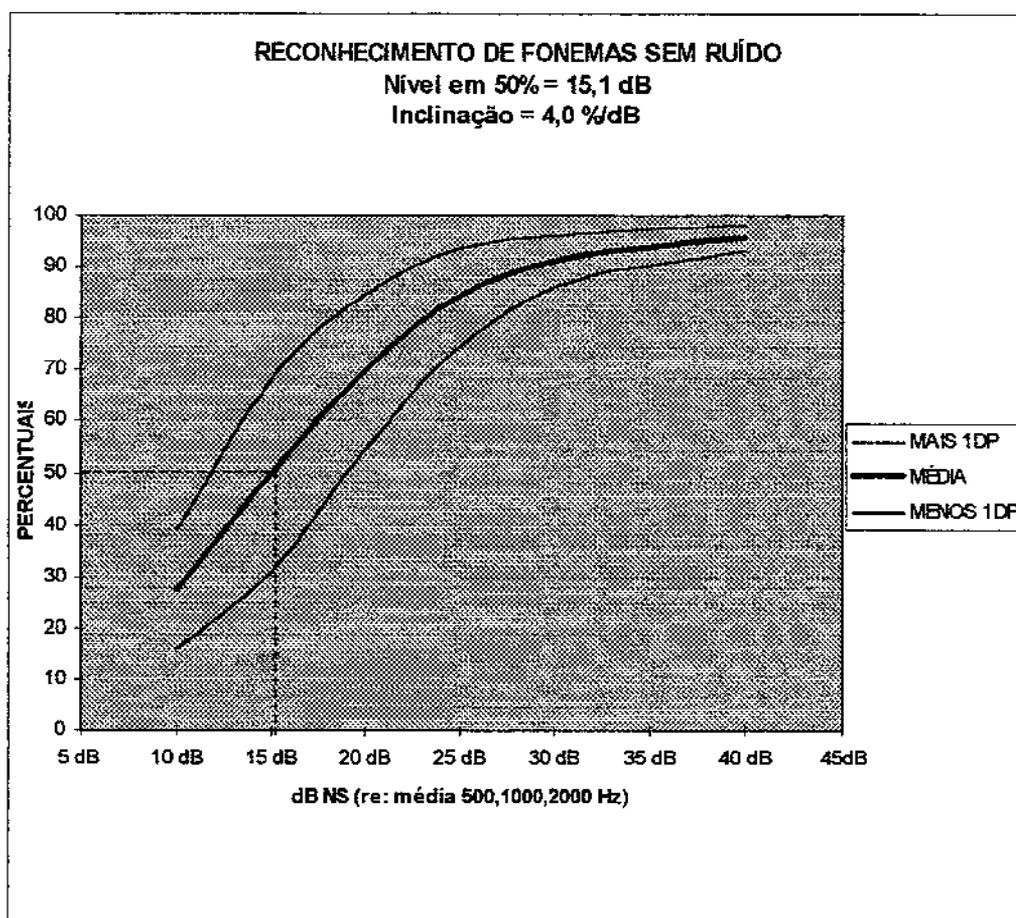
Níveis dB NS	10	15	20	25	30	35	40
Médias	14,2	30,2	52,4	69,5	80,2	85,9	89,1
D. Padrão	8,6	14,9	16,4	15,0	7,9	8,4	5,7



**Figura 2:** Curva das médias de reconhecimento de palavras, sem ruído (N=21)

**Tabela 2:** Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de **fonemas**, sem ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=21).

Níveis dB NS	10	15	20	25	30	35	40
Médias	27,5	49,8	69,6	84,2	91,0	93,9	95,7
D. Padrão	11,6	18,7	15,2	9,5	4,9	3,7	2,4



**Figura 3:** Curva das médias de reconhecimento de fonemas, sem ruído (N= 21)

A curva das médias de percentuais de reconhecimento de palavras alcançou 50% em 19,1 dB NS (re: média de limiares em 500, 1.000 e 2.000 Hz), com uma inclinação de 3,4 %/dB, em torno dos 50%.

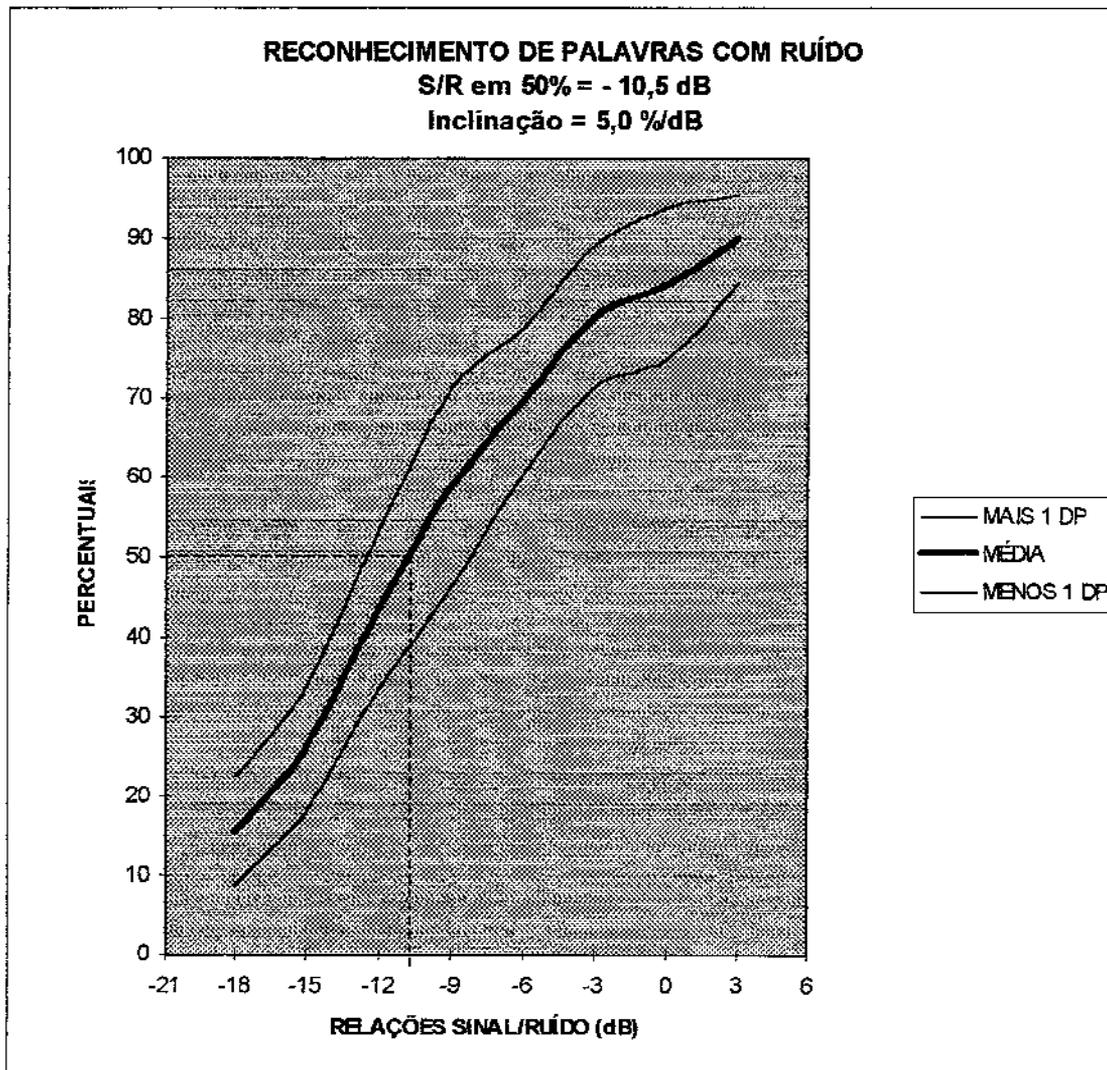
A curva das médias de percentuais de reconhecimento de fonemas alcançou 50% em 15,1 dB NS (re: média de limiares em 500, 1.000 e 2.000 Hz), com uma inclinação de 4,0 %/dB, em torno dos 50%.

#### 4.1.3.2. Apresentação com ruído

As curvas de reconhecimento de fala, com ruído, foram obtidas, a partir das médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento, nas relações sinal/ruído -18, -15, -12, -9, -6, -3, 0 e +3 dB, conforme a Tabela 3 e a Figura 4, para palavras e a Tabela 4 e a Figura 5, para fonemas.

**Tabela 3:** Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de palavras, com ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=30).

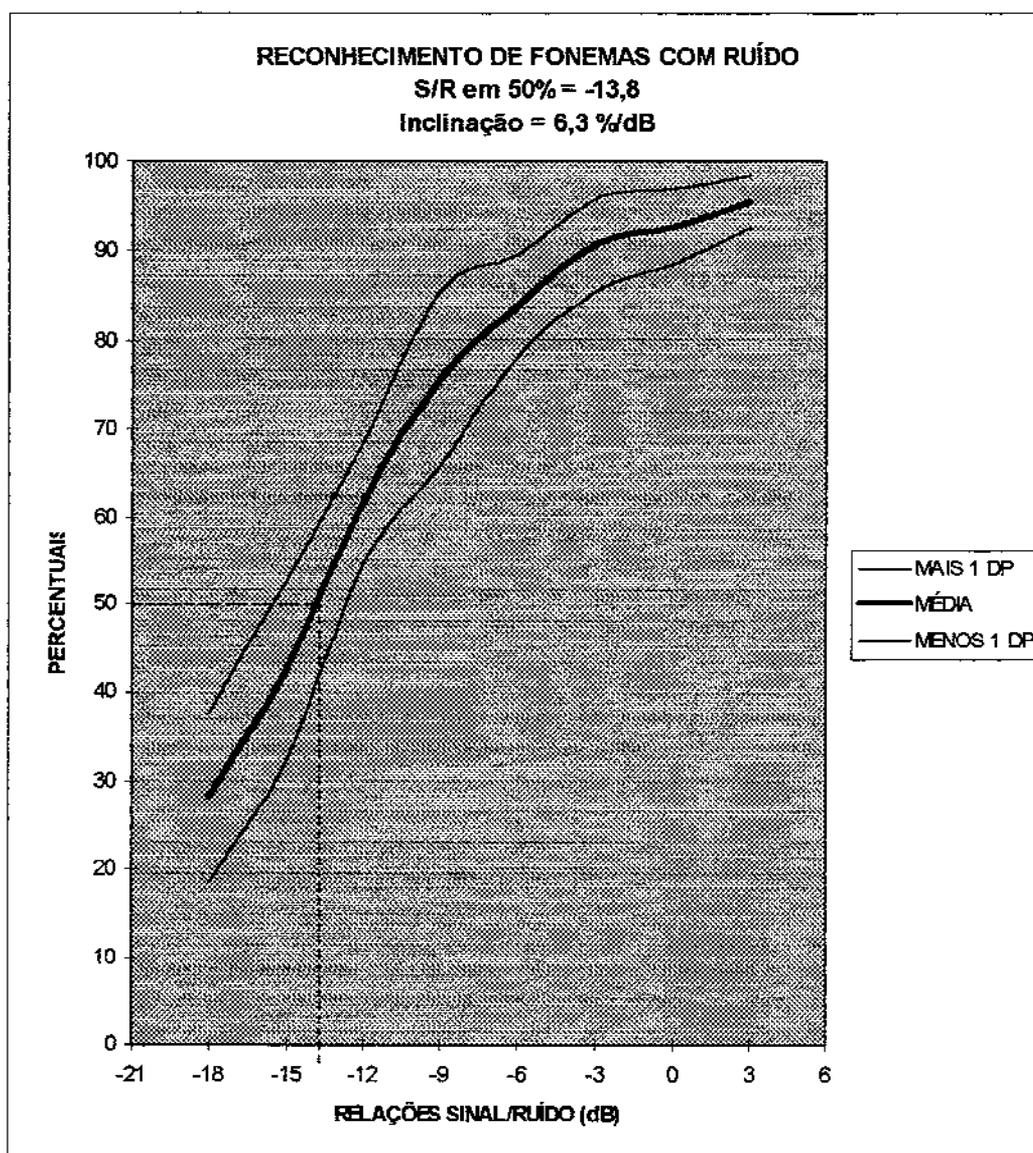
Relação S/R (dB)	-18	-15	-12	-9	-6	-3	0	+3
Médias	15,6	25,9	43,7	58,8	69,9	80,4	84,4	90,0
D Padrão	6,8	7,9	10,0	12,6	9,2	8,8	9,4	5,5



**Figura 4:** Curva das médias de reconhecimento de palavras, com ruído (N=30)

**Tabela 4:** Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de fonemas, com ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=30).

Relação S/R (dB)	-18	-15	-12	-9	-6	-3	0	+3
Médias	28,2	42,7	61,6	75,7	83,9	90,7	92,8	95,6
D- Padrão	9,5	10,1	6,8	9,8	5,8	5,1	4,2	2,6



**Figura 5:** Curva das médias de reconhecimento de fonemas, com ruído (N=30).

A curva das médias de percentuais de reconhecimento de palavras alcançou 50% em uma relação sinal/ruído de -10,5 dB, com uma inclinação de 5,0 %/dB, em torno dos 50%.

A curva das médias de percentuais de reconhecimento de fonemas alcançou 50% em uma relação sinal/ruído de -13,8 dB, com uma inclinação de 6,3 %/dB, em torno dos 50%.

#### 4.2. A EQUIVALÊNCIA DAS NOVE LISTAS DE PALAVRAS

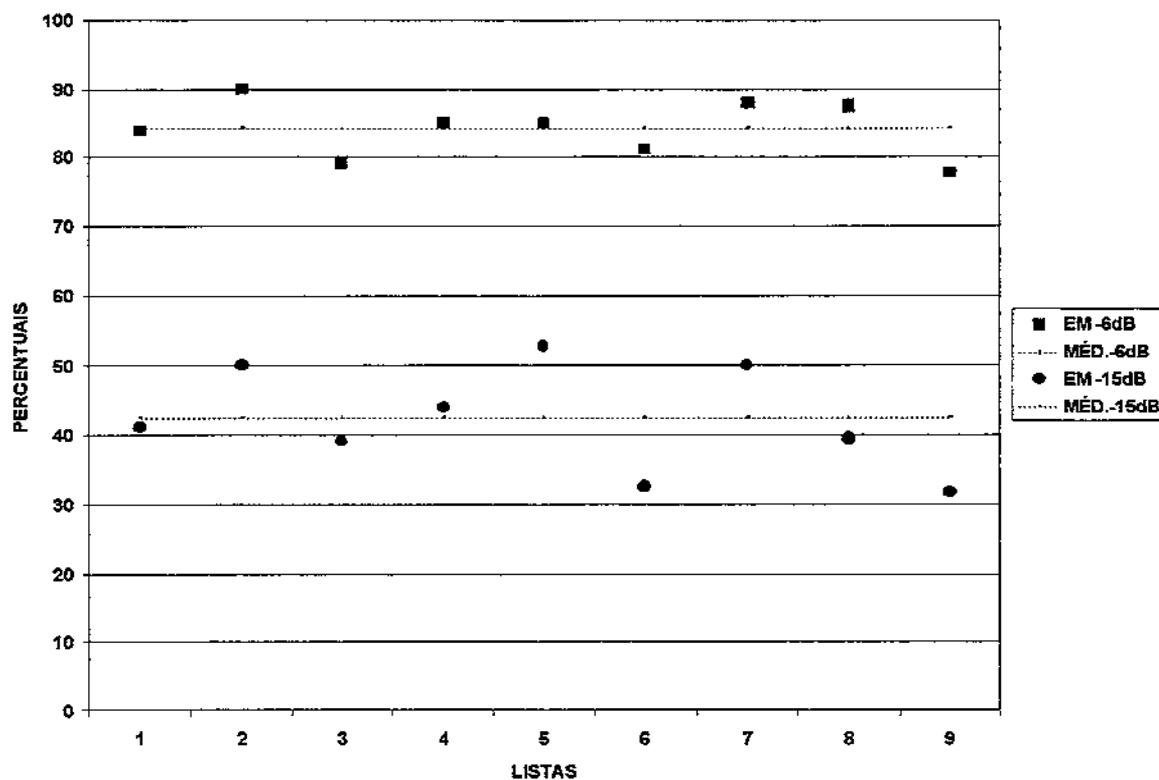
A equivalência das listas foi avaliada com as médias dos escores reconhecimento com fonemas, com ruído, com todos os sujeitos, em dois níveis: próximos de 50% e de 85% de reconhecimento.

Nas apresentações com relação sinal/ruído próxima a 85% de reconhecimento (84,2% de média e S/R= -6 dB), a diferença máxima entre as médias de reconhecimento de cada lista foi de 12,2%. Nas apresentações com relação sinal/ruído próxima a 50% de reconhecimento (42,3% de média e S/R= -15 dB), a diferença máxima entre as médias de reconhecimento de cada lista foi de 21,0% (Quadro 2 e Figura 6).

**Quadro 2:** Percentuais médios de reconhecimento de cada lista, nas relações sinal/ruído -6 e -15 dB (N=30).

LISTAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Médias	Amplitude
S/R=-6	83,8	90,0	79,3	85,0	85,0	81,0	88,0	87,7	77,8	84,2	12,2
S/R=-15	41,0	50,0	39,0	43,8	52,7	32,7	50,0	39,5	31,7	42,3	21,0

### EQUIVALÊNCIA DAS LISTAS (fonemas com ruído)



**Figura 6:** Equivalência das listas, em fonemas com ruído, nas relações S/R= -15 e -6 dB (N=30)

#### 4.2.1. Os percentuais de acerto de cada vocábulo

Levantou-se, também, o percentual de reconhecimento correto de cada um dos 112 vocábulos, com e sem ruído. Observou-se que, no cômputo geral de todas as situações apresentadas, os vocábulos *vi*, *vou*, *nu*, *rei*, *cru* e *nhô* não obtiveram mais que 50% de reconhecimento.

Foi feita uma análise comparativa entre os percentuais de acerto dos vocábulos e o grau de anterioridade de suas vogais. Verificou-se que os vocábulos com vogais anteriores e centrais (/i/,/e/,/ɛ/,/a/) apresentaram melhores índices de reconhecimento do que aqueles com vogais posteriores (/o/,/ɔ/,/u/), mas não houve influência marcante do ruído nos resultados (Tabela 5).

**Tabela 5:** Percentuais de acerto dos 112 vocábulos, de acordo com traços de anterioridade de suas respectivas vogais.

Escore	Com vogais centrais e anteriores (/i/, /e/, /ɛ/, /a/)		Com vogais posteriores (/o/, /ɔ/, /u/)	
	Sem ruído	Com ruído	Sem ruído	Com ruído
> 74%	79% (33)	86% (42)	21% (9)	14% (7)
60 - 74%	77% (40)	72% (28)	23% (12)	28% (11)
< 60%	44% (8)	46% (11)	56% (10)	54% (13)

RUSSO & BEHLAU (1993) verificaram que os valores acústicos médios das consoantes fricativas (/s/, /z/, /f/, /v/, /ʃ/, /ʒ/) e as oclusivas /t/ e /d/ podem ser locados, sobre o audiograma tonal, entre 10 a 30 dB, na faixa de 2.000 a 8.000 Hz). Uma análise comparativa entre os resultados, para cada vocábulo, demonstrou que os que contêm aquelas consoantes, em posição inicial, apresentaram melhores índices de reconhecimento do que os que não as contêm, mas apenas nos testes com ruído (Tabela 6).

**Tabela 6:** Percentuais de acerto dos 112 vocábulos, de acordo com os valores acústicos médios de algumas de suas consoantes iniciais.

Escore	Com consoantes iniciais fricativas (/s/, /z/, /f/, /v/, /ʃ/, /ʒ/) e as oclusivas /t/ e /d/		Sem consoantes iniciais fricativas (/s/, /z/, /f/, /v/, /ʃ/, /ʒ/) e as oclusivas /t/ e /d/	
	Sem ruído	Com ruído	Sem ruído	Com ruído
> 74%	40% (17)	59% (29)	60% (25)	41% (20)
60 - 74%	48% (25)	41% (16)	52% (27)	59% (23)
< 60%	44% (8)	21% (5)	56% (10)	79% (19)

Uma análise comparativa semelhante, com aquelas consoantes, em posição final (no caso, o arquifonema /S/), demonstrou que os vocábulos que as contêm apresentaram melhores índices de reconhecimento do que os demais, mas não houve diferença significativa entre as apresentações com e sem ruído (Tabela 7).

**Tabela 7:** Percentuais de acerto dos 112 vocábulos, de acordo com a participação do arquifonema /S/ em posição final.

Escores	Sem ruído	Com ruído
> 74%	14% (42)	14% (49)
60 - 74%	12% (52)	13% (39)
< 60%	6% (18)	4% (24)

#### 4.3. DA APLICAÇÃO EM CONSULTÓRIO - 2ª FASE

Os resultados dos testes de consultório, com oito novos voluntários, sem e com ruído competidor, estão apresentados, respectivamente, nas Tabelas 8 a 11.

**Tabela 8:** Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de **palavras**, sem ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=8).

Níveis em dB NS	5	10	15	20	25	30	35	40
Médias	15,0	19,0	58,0	63,0	83,0	91,0	89,0	95,0
D. Padrão	8,2	6,0	13,7	15,1	10,0	5,0	8,2	5,0

**Tabela 9:** Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de **fonemas**, sem ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=8).

Níveis em dB NS	5	10	15	20	25	30	35	40
Médias	22,3	36,8	68,8	80,0	90,0	95,8	95,6	98,5
D. Padrão	14,4	11,5	11,9	9,6	6,3	3,0	3,4	1,7

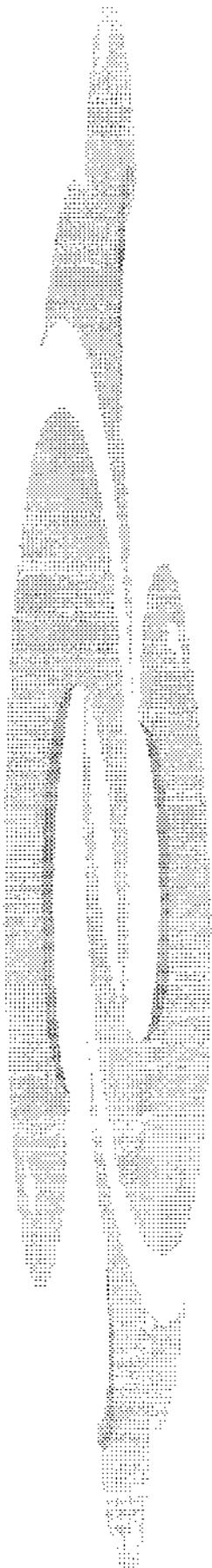
**Tabela 10:** Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de **palavras**, com ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=8).

Relação S/R (dB)	-18	-15	-12	-9	-6	-3	0	+3
Médias	19,0	35,0	38,0	57,0	65,0	85,0	86,0	86,0
D. Padrão	7,6	7,6	10,6	9,5	16,1	6,8	4,0	6,9

**Tabela 11:** Médias e desvios padrão dos percentuais de reconhecimento de **fonemas**, com ruído, por sujeitos otologicamente normais (N=8).

Relação S/R (dB)	-18	-15	-12	-9	-6	-3	0	+3
Médias	30,8	48,8	59,3	77,5	79,0	93,0	93,8	94,0
D. Padrão	10,7	6,9	7,8	4,0	8,6	4,3	1,5	2,4

As curvas das médias de reconhecimento foram locadas junto às curvas da primeira fase da pesquisa, para fim de verificação de reprodutibilidade (Figuras 7 a 10).



## ***5. DISCUSSÃO***

Os testes de fala destinam-se à avaliação diagnóstica, reabilitação audiológica e avaliação das desabilidades auditivas. Dependendo da finalidade do teste, decide-se qual o material adequado e qual o modo de apresentação a serem usados. O objetivo deste estudo é desenvolver um teste de reconhecimento de fala, cuja finalidade é a avaliação das desabilidades de trabalhadores expostos a ruído ocupacional.

Como primeiro requisito, este teste necessita ter *sensitividade*, ou seja, precisão e objetividade para mensurar habilidades de percepção de fala de um ouvinte, como um reflexo de seu desempenho, em situações auditivas realistas (MENDEL & DANHAUER, 1997). O que não se tem conseguido com os testes de fala convencionais, que avaliam as pessoas em condições ótimas de escuta, pode-se conseguir com os testes sensibilizados por ruído competidor, uma situação mais assemelhada às condições do dia-a-dia (CARHART & TILLMAN, 1970; FINDLAY, 1976; COHEN & KEITH, 1976; LIPSCOMB, 1978; CHUNG & MACK, 1979; HUMES *et al*, 1979; QUIST-HANSEN *et al*, 1979; MIDDELWEERD *et al*, 1990; PEKKARINEN *et al*, 1990).

O autor deste trabalho já tem dois estudos anteriores com testes de fala sensibilizada, mascarando listas de monossílabos com um ruído tipo "cafeteria noise". No primeiro estudo, verificou que os percentuais de reconhecimento de monossílabos decaem sistematicamente com o agravamento da perda auditiva induzida pelo ruído, principalmente quando os sinais de fala são sensibilizados pelo ruído competidor (COSTA, 1992a). No segundo, constatou que os índices de reconhecimento de fala, com ruído, pioram significativamente, em portadores de PAIR, quando os limiares médios tonais ultrapassam 20 dB, em 500, 1.000 e 2.000 Hz ou 35 dB, em 3.000, 4.000 e 6.000 Hz (COSTA, 1992b).

Como são testes que medem capacidades sensoriais, análogos aos testes de habilidade mental, os testes de fala, em seu desenvolvimento e padronização, devem ser avaliados segundo as teorias psicométricas. Assim sendo, outros requisitos necessários são a *validade* e a *confiabilidade*. Para ter validade, o teste precisa medir realmente o que se espera estar medindo; é necessário haver uma relação entre o conteúdo do teste e o objetivo visado. A melhor validação é feita posteriormente, por intermédio de cruzamento com critérios externos e independentes da pesquisa atual. Para ter confiabilidade, o teste precisa

administrar os erros intrínsecos, estabelecendo uma correlação entre a variância real do problema e a observada nos resultados. Quanto menor o erro padrão de medição, tanto mais confiável será o teste. Um bom indicador de confiabilidade é a homogeneidade das médias e das variâncias obtidas (MENDEL & DANHAUER, 1997).

Em busca da confiabilidade, estabeleceram-se o comportamento médio e a variância do reconhecimento de fala de grupos de sujeitos otologicamente normais, nas diversas intensidades de apresentação dos sinais e, a seguir, traçaram-se as respectivas curvas de reconhecimento.

Finalmente, para a padronização do teste, são necessárias a *definição da população-alvo*, a ser testada, e a formatação de um *protocolo de procedimentos*, que permita que seus resultados possam ser reproduzidos e comparados, com uma razoável margem de segurança.

## 5.1. A METODOLOGIA

Pelo grande número de variáveis envolvidas, esta pesquisa pretendeu encontrar os melhores caminhos, dentro da realidade local e atual, para se chegar a um teste aplicável na rotina diária de uma clínica que se dedique à audiolgia ocupacional.

### 5.1.1. Os sujeitos

O número da amostra não foi definido por meio de considerações de significância estatística, por não se conhecer, de antemão, a variância do método para a população-alvo. Apesar de inúmeras pesquisas semelhantes, em outros países, estes testes ainda não foram padronizados no nosso meio, para esta finalidade. KEIDSER (1993) estabeleceu curvas normativas para 10 listas de 25 monossílabos, na Dinamarca, e demonstrou que os 20 sujeitos testados constituíram um grupo estatisticamente suficiente. Na presente pesquisa, 30 sujeitos foram considerados um número suficiente para fazer com que cada uma das nove listas fosse apresentada, no máximo duas vezes, para cada sujeito, mas que fosse testada pelo menos duas vezes, em cada situação de apresentação, com e sem ruído competidor, para todo o grupo.

### 5.1.2 O material de fala

Sendo os mais utilizados, na rotina audiológica, os testes de fala com monossílabos, com significado, foram os eleitos para esta pesquisa. Os testes com palavras sintéticas ou sem significado, mesmo com ruído, não costumam acusar diferenças entre ouvintes normais e portadores de perda auditiva de frequências altas (NEEDLEMAN & CRANDELL, 1995). Os testes de confusões fonéticas, por sua vez, já mostram distinções entre normo-ouvintes e portadores de perdas nos agudos, mesmo sem ruído competidor, tornando-o, para estes testes, até dispensável (SCHWARTZ & SURR, 1979; SURR & SCHWARTZ, 1980).

Os monossílabos são unidades lingüísticas com significados mínimos e, ao mesmo tempo, difíceis. Seu reconhecimento tem reduzida interferência cognitiva e sua utilização, em testes, não se vale das pistas sintáticas (SCHOCHAT, 1996). Seu emprego, contudo, exige muitos cuidados. Eles são de baixa sensibilidade diagnóstica e de alta variabilidade, principalmente quando sensibilizados; é necessário que cada teste seja padronizado para cada situação específica de uso (MENDEL & DANHAUER, 1997). Para MANGABEIRA-ALBERNAZ (1997), quanto mais difícil for o material de fala empregado (os monossílabos, no caso), melhores são as indicações diagnósticas a se obter. JERGER & JERGER (1979) acreditam que as listas com monossílabos testam mais o sistema periférico, ao passo que as sentenças são mais realistas, mais discriminativas que repetitivas e dão resultados mais abrangentes.

KRYTER, WILLIAMS, GREEN (1962) recomendam o uso de sentenças com palavras-chave e, depois, os monossílabos foneticamente balanceados, como as listas mais apropriadas para se testar o reconhecimento da fala nas perdas auditivas neurosensoriais. CARHART(1965) utiliza listas de monossílabos, pois os considera suficientemente imprevisíveis, e seus elementos individuais de fala são percebidos mais ou menos independentemente. HARRIS(1965) encontrou a mesma correlação entre monossílabos e sentenças para os testes de compreensão da fala, com ruído de fundo.

Buscando, no nosso meio, listas de sentenças, em português do Brasil, para testes de fala, foram encontradas algumas, na literatura, confeccionadas para diversas

populações e voltadas, principalmente, para os testes de adaptação de aparelhos e sistemas de comunicação (OLIVEIRA, 1992; ALCAIM, SOLEWICZ, MORAES, 1992; GAMA, 1994; COSTA, 1997b). Infelizmente, não foi possível encontrar listas de sentenças disponíveis para se aplicar em testes com trabalhadores brasileiros.

O fundamental é que o material de fala seja familiar à população testada. Optou-se, então, pela utilização de listas de palavras já disponíveis, na maioria monossilábicas, com significado e familiaridade, para a população, em geral.

#### **5.1.2.1. As listas de palavras**

As listas escolhidas para este estudo são de uso corrente em grande parte de nossas clínicas audiológicas. Foram submetidas, primeiramente, a uma avaliação fonética no Laboratório de Fonética Acústica e Psicolinguística Experimental do Instituto de Estudos da Linguagem da Unicamp (LAFAPE). Realizou-se, preliminarmente, uma contagem dos fonemas e a verificação dos que não ocorreram em cada lista. Constatou-se, então, que, em sete das nove listas, estavam ausentes alguns fonemas de alta frequência de ocorrência na língua, como /t/, /g/, /f/, /z/, /v/, e /w/. Embora se possa aceitar a ausência de outros fonemas, de menor ocorrência, foi considerada preocupante a ausência desses fonemas referidos. Por esta razão, oito das nove listas foram modificadas, com trocas de vocábulos entre elas, até se conseguir o suprimento, em cada uma, de todos os fonemas considerados de grande ocorrência e um equilíbrio fonético aceitável, entre elas.

#### **5.1.2.2. O balanceamento fonético**

Foi avaliada, na mesma instituição (LAFAPE), a correlação entre a distribuição dos fonemas de cada lista e a de uma lista referencial, baseada no Minidicionário Aurélio. Este banco tem sido utilizado pelo laboratório para o levantamento da frequência de ocorrência dos fonemas do português do Brasil, em situações em que as palavras ocorrem isoladamente, em oposição a situações de fala corrente (frases, sentenças). Por meio de um

teste de correlação não-paramétrica, os resultados, para cada lista de monossílabos, variaram de 21 a 55 % de correlação. Estes índices estiveram muito abaixo do que seria considerado satisfatório para se afirmar que as listas estivessem foneticamente balanceadas (98 a 100 %). Elaborou-se, então, uma nova lista, com o somatório dos três pares de listas de RUSSO & SANTOS e, excluídas as palavras repetidas, obteve-se uma lista com 103 vocábulos e 302 fonemas. Para esta nova lista, observou-se um índice de correlação de apenas 70 %. Embora melhorada, esta correlação continuou muito abaixo do índice desejável. Além do mais, o emprego de uma lista tão extensa (103 vocábulos) torna-se inviável num teste audiológico. Em função disto, não foi tecnicamente possível considerar o material disponível como foneticamente balanceado (SILVA; GAMA-ROSSI; ALBANO, 1997 - N. rodapé nº 1).

A questão do balanceamento fonético das listas ainda não encontrou um consenso, tanto na literatura estrangeira, quanto na nacional. O português é uma língua carente de monossílabos (SÁ, 1952). Para RUSSO & SANTOS (1993), o balanceamento fonético é muito difícil no português, com as listas de teste disponíveis.

Nos testes com língua inglesa, são muito usados os testes com monossílabos foneticamente balanceados, mas CARHART (1965) considera o balanceamento fonético de importância secundária, uma vez que os vocábulos mais familiares são os que propiciam os melhores resultados. MENDEL & DANHAUER (1997) destacam a existência de muita controvérsia quanto à necessidade de balanceamento fonético do material de fala; particularmente, consideram-no uma "pura tradição". No DanTale, material de fala de uso corrente na Dinamarca, as listas de palavras não são, também, foneticamente balanceados, mas apenas equilibradas quanto ao grau de dificuldade e ao conteúdo mínimo definido de traços fonéticos.

Segundo MANGABEIRA-ALBERNAZ (1997), o balanceamento fonético realizado em listas de 50 vocábulos praticamente desaparece quando se usam somente 25, o que é a rotina no nosso meio. Para este autor, mais importante que o balanceamento fonético é a familiaridade do ouvinte com as palavras e a articulação do locutor. As listas mais longas tornam os testes cansativos e, muitas vezes, podem comprometer os resultados. Listas longas são pouco práticas, mas têm graus de dificuldade mais uniformes e menor

variabilidade. Em contrapartida, as listas mais curtas dão um intervalo crítico maior, e decidir se a variação é espúria ou não fica mais difícil; nos testes com ruído, os escores serão menores e serão, certamente, maiores, a variabilidade e o erro. (THORNTON & RAFFIN, 1978)

Na presente pesquisa, na impossibilidade de se considerar o material disponível como foneticamente balanceado, optou-se pelo equilíbrio fonético entre as nove listas a serem utilizadas. Pelo desenho da pesquisa e pela necessidade de se trocarem vocábulos de algumas listas, elas não foram consideradas aos pares, como se faz em uso corrente.

### 5.1.3. O ruído competidor

CARHART & TILLMAN (1970) elegeram a fala competidora como o melhor mascaramento para os testes de reconhecimento de fala. Consideram os mascaramentos estáticos, como o ruído branco ou o ruído de espectro da fala, inadequados e insatisfatórios. KRYTER *et al* (1962) acreditam que o ruído mascarante, com espectro dos sons da fala, assemelha-se mais ao ruído ambiental, por conter mais energia nas frequências mais baixas. PLOMP (1986) considera a fala competidora como o mascaramento mais prevalente no dia-a-dia das pessoas e, por isso, utiliza um ruído com o mesmo espectro dos sons das palavras para mascarar sentenças, na determinação do limiar de recepção da fala ("SRT"). MANTELATTO (1998) verificou que o ruído tipo "cocktail party" é mais efetivo do que o ruído branco, nos testes de percepção de fala.

O ruído competidor, quando acrescido de modulações (FESTEN & PLOMP, 1990) ou de interrupções (PHILLIPS *et al*, 1994) tem efeito mais marcante, quando se pretende diferenciar o desempenho de sujeitos normais dos portadores de cocleopatias. Para SMOORENBURG (1992), o ruído competidor deve ter um espectro correspondente ao espectro do material de fala.

A escolha do melhor tipo de ruído competidor, para sensibilizar os testes de fala, ainda não está muito bem definida na literatura. Há, porém, uma tendência de se utilizarem, cada vez mais, ruídos que se assemelhem às situações do cotidiano,

particularmente com sons de fala ou assemelhados. Muitos pesquisadores trabalharam com sons de vozes, como o "babble", o "cocktail-party noise", o "cafeteria noise", entre outros (LOVRINIC *et al*, 1968; LINDEMAN, 1971; COOPER & CUTTS, 1971; KALIKOW *et al*, 1977; SURR & SCHWARTZ, 1980; COSTA, 1992a; COSTA, 1992b; NEEDLEMAN & CRANDELL, 1995; MANTELATO, 1998)).

A tendência mais recente é utilizar o ruído espectral de fala, com modulações de amplitude (FESTEN & PLOMP, 1990; MIDDLEWEERD *et al*, 1990; KEIDSER, 1993). No presente estudo, usou-se o DanNoise, um ruído modulado, com espectro equivalente a um "babble" de quatro falantes, mas com propriedades físicas bem definidas (ELBERLING *et al*, 1989).

#### **5.1.4. Os procedimentos**

É imensa a variabilidade metodológica, na administração de testes de fala. Muitos fatores devem ser considerados antes de se administrarem estes testes. É preciso estar atento às limitações destes procedimentos e suas implicações nos resultados. A questão-chave está em certificar-se de que os resultados estão realmente refletindo as habilidades de o paciente estar entendendo a fala (MENDEL & DANHAUER, 1997).

##### **5.1.4.1. A apresentação do sinal**

Os testes em campo livre, com apresentação biaural, são mais realistas e mais assemelhados às situações auditivas do cotidiano. Em contrapartida, são muito mais difíceis de se padronizar, pelo aumento significativo de variáveis a serem controladas. Mais ainda, se forem "à viva voz". Além disso, exigem equipamentos que, geralmente, não estão disponíveis nos consultórios, onde costumam ser atendidos trabalhadores. Por coerência à proposta desta pesquisa, de desenvolver um teste de aplicação na clínica, optou-se por padronizá-lo em apresentação com fones, monoaural, somando-se o ruído competidor ao sinal, na saída ipsilateral do audiômetro. Na fase experimental, utilizaram-se audiômetros com dois canais, para tornar possível testar as diversas relações sinal/ruído, controladas pelos atenuadores dos aparelhos.

O uso de frases-guia pretende reduzir a variabilidade dos testes, permitindo ao examinador modular sua voz e manter uma regularidade na apresentação das palavras. Uma apresentação gravada pode garantir esta regularidade e com o mesmo locutor (MENDEL & DANHAUER, 1997). As frases-guia despertam a atenção do sujeito em teste e facilitam-lhe as respostas, mas uma fala gravada, precedida de competentes instruções e com intervalos de chamada, entre as listas, pode atenuar estas desvantagens, em benefício da regularidade das apresentações. No presente estudo, com fala gravada, foi dispensado o uso da frase-guia.

Se o locutor é de fala masculina ou feminina é, também, uma questão de controvérsias, na literatura. HIRSH *et al* (1954) verificaram importantes diferenças nos resultados de testes com voz masculina e com feminina. Nos testes de fala com portadores de perdas tonais nas altas frequências, SMOORENBURG & BOSMAN (1992) recomendam o uso da fala masculina, pela sua grande contribuição no reconhecimento do segundo formante das vogais, que não ocorre com a fala feminina. Nesta pesquisa, optou-se pela fala masculina.

SÁ (1952) recomenda que os otologistas gravem seu próprio material de fala de acordo com a região em que trabalham. As gravações com locutores profissionais são mais atrativas, mas não representam a fala de pessoas comuns e é com esta que os pacientes terão que conviver. Para ALCAIM *et al* (1992), o locutor ideal é aquele que pronuncia as palavras de maneira coloquial, isto é, praticando os mesmos fenômenos - elisões, reduções de ditongos etc. - encontrados no *corpus* espontâneo.

Os testes com sinais gravados dão menor variabilidade e menos erros nos resultados, em comparação aos com viva voz, embora estes sejam mais flexíveis e mais usados no nosso meio. É reconhecido que não se pode estandardizar um teste de fala à viva voz (ISO/DIS 8253-3, 1993). A apresentação deve ser preferencialmente gravada e, se possível, em disco compacto (CD) (MENDEL & DANHAUER, 1997).

As gravações em discos de vinil predominaram até a década de 70, quando foram substituídos pelas fitas magnéticas, com grandes vantagens. Mas a qualidade destas deteriora-se rapidamente com o uso, principalmente nas altas frequências, exigindo a sua

constante substituição (KEIDSER, 1991; WILSON, 1997). Com o surgimento dos discos compactos (CD) nos anos 80, os inconvenientes das fitas foram superados: os discos compactos duram mais, comportam maior volume de dados, permitem acesso imediato à trilha pretendida, poupam tempo e permitem a gravação digital, de maior fidelidade que a analógica. É desprezível a perda da qualidade da gravação digital, em CD, após uso repetitivo do material de fala, ao contrário das gravações em fitas magnéticas (KEIDSER, 1991).

#### **5.1.4.2. Os testes de fala com ruído**

Os percentuais ou índices de reconhecimento de fala (IRF) são obtidos, na clínica, em níveis confortáveis de audição, geralmente a 40 dB acima do limiar de reconhecimento de fala ("SRT")(RUSSO & SANTOS, 1993). Mas este nível não corresponde, em geral, aos níveis da fala do dia-a-dia. Nas perdas auditivas de altas frequências, este nível pode não ser o mais adequado. Nos portadores de recrutamento, ele pode ser muito desconfortável e exigir um rebaixamento até a 25 dB do "SRT". Quando se pretende, contudo, testar as desabilidades dos portadores de perda auditiva, em situações assemelhadas às do cotidiano, recomenda-se a apresentação do sinal fixada em nível da fala comum, para todos os testados (SUTER, 1985). Nos testes com ruído, no presente trabalho, elegeu-se o nível fixo de apresentação do sinal em 60 dB, que representa, aproximadamente, o nível da fala normal, com voz levemente elevada.

Nos testes de fala, com ruído, mais importante que o nível de apresentação é a relação entre o sinal e o ruído (S/R). Nos procedimentos de padronização, os sujeitos normais são avaliados em várias relações sinal/ruído, para, depois, serem escolhidos os de maior aplicabilidade, na clínica. PEREIRA (1993), trabalhando com monossílabos em português do Brasil e ruído branco, encontrou a maior aplicabilidade na faixa de relação sinal/ruído entre -5 e +5 dB.

Na literatura, a relação sinal/ruído obtida para reconhecimento de 50% dos sinais de fala é extremamente variada, mesmo em ouvintes normais, devido ao uso de

diferentes materiais de fala e de ruído e a diferentes métodos de medição. A maioria dos autores fixa o sinal e varia o ruído competidor (LINDEMAN, 1971; COOPER & CUTTS, 1971; KEITH & THALIS, 1972; COHEN & KEITH, 1976; KEIDSER, 1993; PEREIRA, 1993; PHILLIPS *et al*, 1994). Outros fixam a relação sinal/ruído e variam o conjunto (COSTA, 1992b; MAGNUSSON, 1995). E há, ainda, os que fazem variar tanto o sinal quanto o ruído (HIRSH *et al*, 1954; CHUNG & MACK, 1979). Para tornar possíveis as comparações de resultados, é importante definir padrões e níveis de apresentação dos sinais e ruídos (MAGNUSSON, 1995). No presente caso, optou-se por variar o ruído competidor, para manter o sinal em nível aproximado ao da conversação normal (60 dB).

#### **5.1.4.3. O método de avaliação**

Apesar das grandes vantagens das respostas fechadas, principalmente escritas ou indicadas ou digitadas, o método pesquisado elegeu as respostas abertas e faladas, mais condizentes com o trato com nossos trabalhadores. Em que pese a subjetividade das respostas, pelo número quase ilimitado de alternativas, a escolha de listas adequadas, no formato certo, aumenta a sensibilidade. As respostas faladas dependem de boa articulação da fala do testado e de boa audição do examinador, mas a gravação das respostas, permitindo checar os resultados, aumenta a sua confiabilidade.

A apuração dos escores, por contagem de palavras reconhecidas, segue um modelo sintético, de tudo-ou-nada, enquanto a contagem de fonemas é mais analítica e mais informativa, aumentando a sensibilidade. Para fins de normatização, decidiu-se por acrescentar à contagem de palavras a contagem de fonemas, seguindo a recomendação de SMOORENBURG & BOSMAN (1992) e KEIDSER (1993): quando se manipula um número maior de unidades, carregando menores erros de medida, as observações se tornam mais confiáveis.

#### **5.1.4.4. As curvas de reconhecimento de fala**

Para a padronização de um teste de fala, devem ser testados ouvintes otologicamente normais, e os resultados são registrados em audiogramas de fala, com as curvas de reconhecimento, que têm, nas ordenadas, os percentuais de reconhecimento e, nas abscissas, os níveis de apresentação ou as relações sinal/ruído, em decibéis. Estas curvas são também chamadas de "função de articulação" (ISO/DIS 8253-3, 1993).

É mais "fácil" identificar palavras com maior número de sílabas ou com sílabas de maior tonicidade. Nestas situações, as curvas de reconhecimento serão mais íngremes. Conseqüentemente, quando a curva de articulação é mais íngreme, os resultados são mais precisos (MANGABEIRA-ALBERNAZ, 1997).

## **5.2. OS RESULTADOS**

Para comparação de resultados, têm sido adotados, como parâmetros principais, o nível da apresentação, em que 50% dos sinais são reconhecidos, e a inclinação da curva de reconhecimento, em torno deste ponto (KEIDSER, 1993; OLSEN, 1995). A norma ISO recomenda elaborar, para cada material de teste usado, uma curva de referência com ouvintes normais (ISO/DIS 8253-3, 1993). Na literatura nacional, não foram encontrados dados normativos aplicáveis a trabalhadores expostos a ruído ocupacional.

### **5.2.1. Os dados normativos**

A gama de diferenças entre os resultados publicados na literatura é muito grande, mesmo com ouvintes normais. Isto se deve ao uso de diferentes tipos de material, de métodos de medida e de modelos de representação. Assim, para se tornarem possíveis as comparações, é importante ter bem definidos o material e o método utilizado (MAGNUSSON, 1995).

Os Quadros 3 e 4 mostram alguns resultados colhidos na literatura, para testes sem e com ruído, respectivamente. Os dados da presente pesquisa foram acrescentados na última linha de cada quadro.

**Quadro 3** - Níveis de apresentação e inclinação das curvas de reconhecimento de fala, sem ruído, obtidos em sujeitos normo-ouvintes, por diversos autores.

<b>AUTORES</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>Nível p/50% (dB NS)</b>	<b>Inclinação (%/dB)</b>
TILLMAN & CARHART, 1966(*)	Monoss. NU-6	-	5,6
RINTELMAN <i>et al</i> , 1973(*)	Monoss. NU-6	4-6	5,1
WILSON <i>et al</i> , 1976 (*)	Monoss. NU-6	10-12	3,6/4,5
BEATTIE <i>et al</i> , 1977	Monoss. NU-6	16	4,2
SCHWARTZ & SURR, 1979	Monoss. NU-6	-	5,1
CAUSEY <i>et al</i> , 1983	Maryland NU-6	11	4,5
CAUSEY <i>et al</i> , 1984	Maryland CNC	± 11	2,1
KEIDSER, 1993	Monossílabos	28,2 dBNPS	5-6
RØJSKJÆR, 1952 (**)	Números	-	9,2
OLSEN, 1995	Números	15 dBNPS	8,3
COSTA, 1998	Monossílabos	19,1	3,4

(\*) *apud* CAUSEY *et al*, 1983    (\*\*) *apud* OLSEN, 1995

**Quadro 4** - Relações sinal/ruído e inclinação das curvas de reconhecimento de fala, com ruído, obtidos em sujeitos normo-ouvintes, por diversos autores.

AUTORES	MATERIAL	Relações S/R (dB)50%	Inclinação (%/dB)
HAGERMAN, 1982	Sentenças	-8,15	-
PEKKARINEN <i>et al</i> , 1990	Diss./triss.	-13	-
ARLINGER & DRISELIUS, 1990	Monoss.PB 50	+2,3	-
KEIDSER, 1993	Monossílabos	-8,7	5,5-6,5
MAGNUSSON, 1995	Monoss.PB 50	-2,8	6,5
COSTA, 1998	Monossílabos	-10,5	5,0

### 5.2.2. A equivalência entre lados e sexos

Embora haja, na literatura, referências de grandes bancos de dados, demonstrando que a PAIR acomete mais o lado esquerdo do que o direito, depois de longa exposição ao ruído (COSTA & BUCCI, 1997), não se encontraram referências sobre comportamentos diferentes, entre os dois lados, nos testes de fala. Apesar de se estar testando sujeitos otologicamente normais, a metade deles foi testada somente à direita, e a outra metade somente à esquerda. A análise de variância não evidenciou nenhuma diferença significativa entre os dois grupos, como já era esperado.

Entre os voluntários ouvintes normais, não se observaram, também, diferenças significativas entre os resultados dos homens e das mulheres.

### 5.2.3. A equivalência entre as listas

O material de fala, para fins de padronização, deve ser composto de listas equivalentes de palavras, em termos de dificuldades. Além do equilíbrio fonético, determinado na fase de preparação do material, procurou-se, também, comparar os percentuais médios de reconhecimento das nove listas, em duas relações sinal/ruído, com os sujeitos normo-ouvintes: próximo dos 85% e dos 50% de reconhecimento. Para contar com um número maior de variáveis, foram computados apenas os escores de fonemas, com ruído.

Quando as listas foram apresentadas em níveis confortáveis de audição (com média de 84,2% de reconhecimento e S/R= -6 dB), suas médias de reconhecimento mostraram baixa variabilidade entre si, com diferença máxima de 12,2%. Já em níveis próximos dos 50% de reconhecimento (média de 42,3% de reconhecimento e S/R= -15 dB), a variabilidade foi maior, tendo havido diferença máxima de 21,0% entre as médias das listas (Quadro 2 e Figura 6).

### 5.2.4. Os escores de cada vocábulo

A análise dos resultados dos testes de percepção de fala, quando baseada apenas na relação desempenho/intensidade, tende a considerar os erros como equivalentes, mas isto não significa que eles sejam aleatórios. Numa observação mais detalhada, como fizeram MILLER & NICELY (1955), verificou-se que os traços articulatórios são sensibilizados diferentemente pelo ruído competidor. O ponto de articulação das consoantes foi o mais fortemente influenciado, mas na dependência do fonema vocálico seguinte.

A análise dos escores de reconhecimento de cada vocábulo, em todas as apresentações, mostrou diferenças curiosas, com relação aos traços fonéticos de cada um. Alguns vocábulos, no cômputo geral, não conseguiram passar de 50% de reconhecimento (*vi, vou, nu, rei, cru e nhô*).

Os vocábulos com vogais posteriores exibiram percentuais de reconhecimento piores do que aqueles com vogais anteriores e centrais (Tabela 5). Isto confirma as observações de RUSSO & BEHLAU (1993), de que há uma definição menos clara para as vogais posteriores, na disposição de seus formantes, reduzindo-lhes o grau de inteligibilidade, mesmo em outros idiomas. Mas a presença do ruído competidor não influenciou nesses resultados, pois os percentuais de acerto foram semelhantes nos testes sem e com ruído.

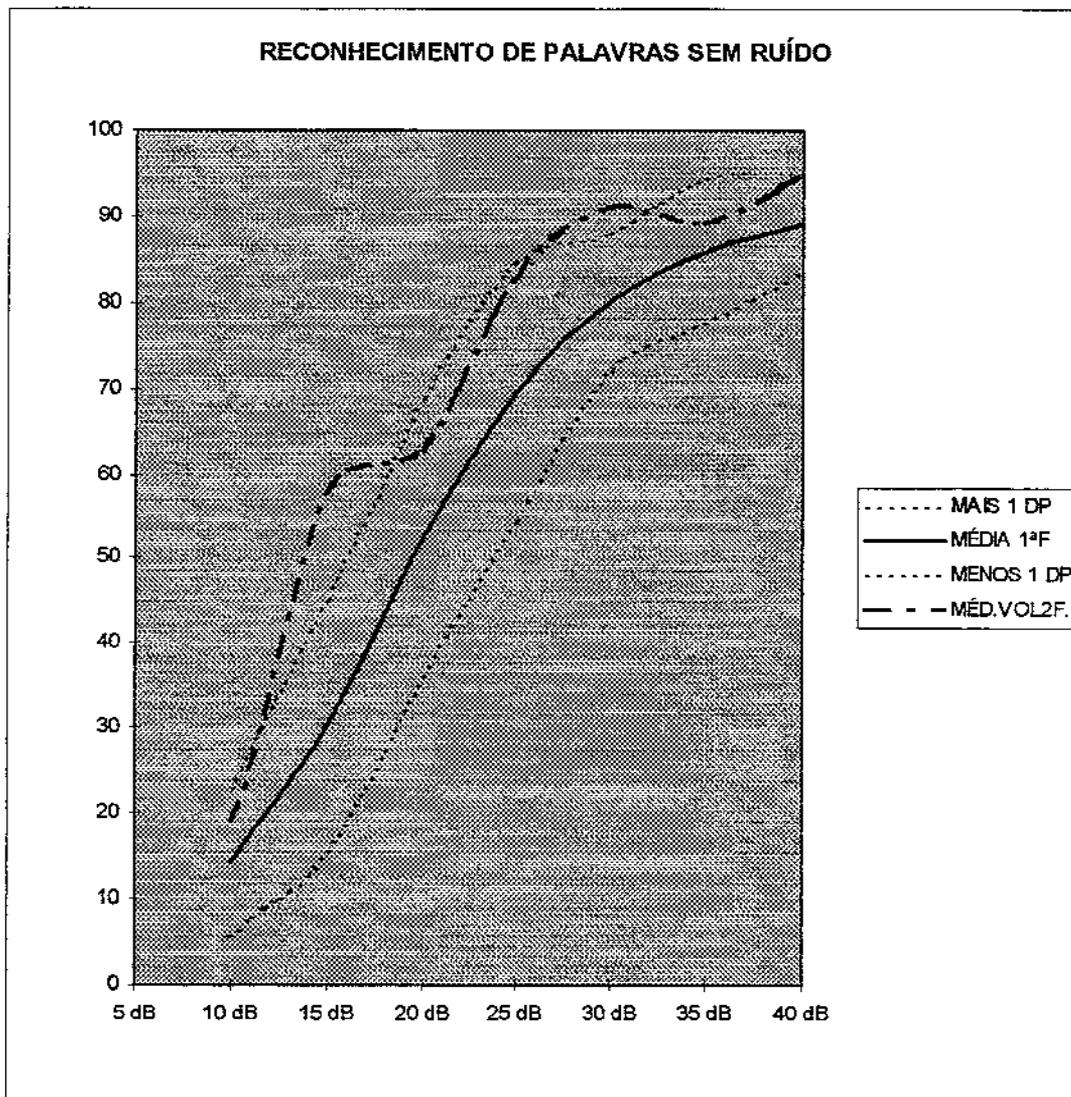
RUSSO & BEHLAU (1993), em estudo com sons de fala do português do Brasil, dispuseram as consoantes fricativas (/v/, /f/, /s/, /z/, /ʃ/ e /ʒ/) e as oclusivas /d/ e /t/, por seus valores acústicos médios, de frequência e intensidade, entre 10 e 30 dB, na faixa de 2.000 a 8.000 Hz, no registro gráfico do audiograma. Este quadrilátero corresponde exatamente ao local onde a perda auditiva induzida pelo ruído começa a alterar o traçado audiométrico. No presente estudo, com ouvintes normais, os vocábulos portadores destas consoantes, em situação inicial, tiveram melhores percentuais de reconhecimento do que os não portadores, mas apenas nas provas com ruído (Tabela 6).

Quando em situação final, estas consoantes, representadas, nas listas, pelo arquifonema /S/, estiveram muito mais presentes nos vocábulos de melhores percentuais de acerto. Aqui, contudo, não houve influência do ruído competidor nos resultados, que exibiram escores semelhantes nas provas sem e com ruído.

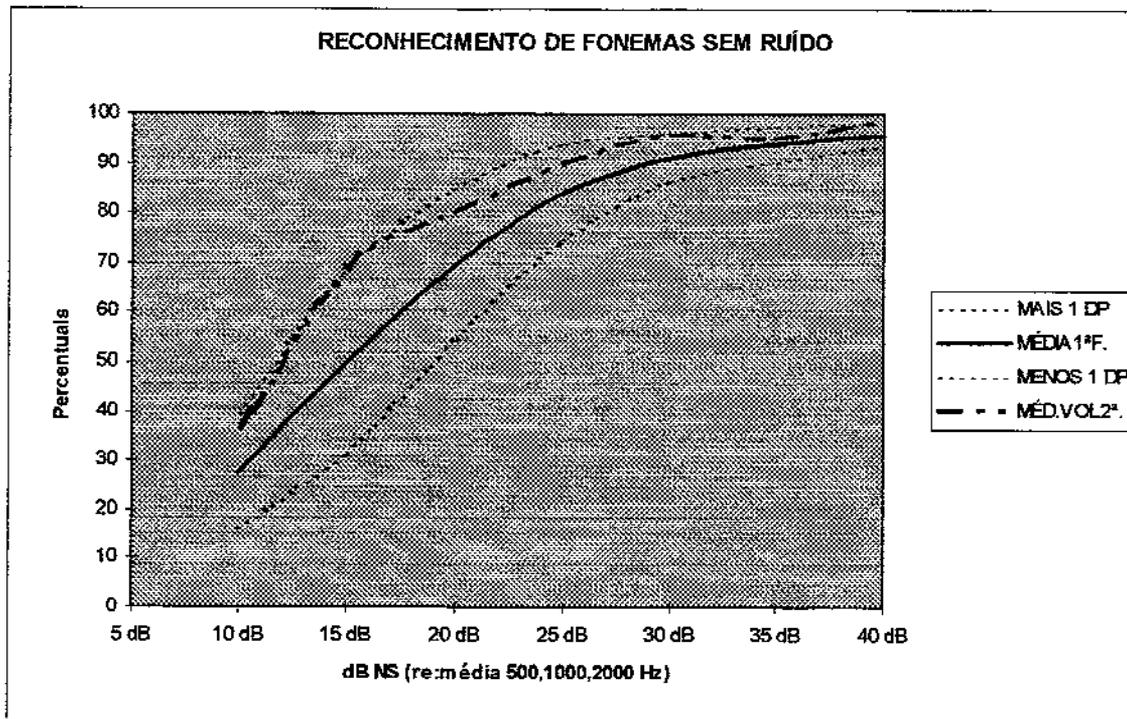
Em face destas observações, pode-se inferir que o componente fonético dos materiais de fala destinados a testes com trabalhadores portadores de PAIR pode ser determinante nos resultados. Este tipo de balanceamento poderá ter tanta importância quanto a equivalência entre as listas. No presente estudo, não foi possível observar nenhuma influência sistemática desses traços fonéticos analisados na equivalência das listas, mostrada no Quadro 2. Mesmo que as constatações desta pesquisa não permitam conclusões definitivas sobre os critérios de equivalência das listas e equilíbrio fonético dos vocábulos, elas têm que ser consideradas em futuras observações, com os portadores de perdas auditivas neurosensoriais.

### 5.3. A APLICAÇÃO DO TESTE EM CONSULTÓRIO

A tentativa de reproduzir o teste em consultório, com o mesmo método e o mesmo material, com outros voluntários otologicamente normais, mostrou curvas de reconhecimento concordantes com as da primeira fase (Figuras de 7 a 10).



**Figura 7:** Curva das médias de reconhecimento de palavras, sem ruído, da 1ª fase (N=21) e da 2ª fase (N=8)



**Figura 8:** Curva das médias de reconhecimento de fonemas, sem ruído, da 1ª fase (N=21) e da 2ª fase (N=8)

## RECONHECIMENTO DE PALAVRAS, COM RUÍDO

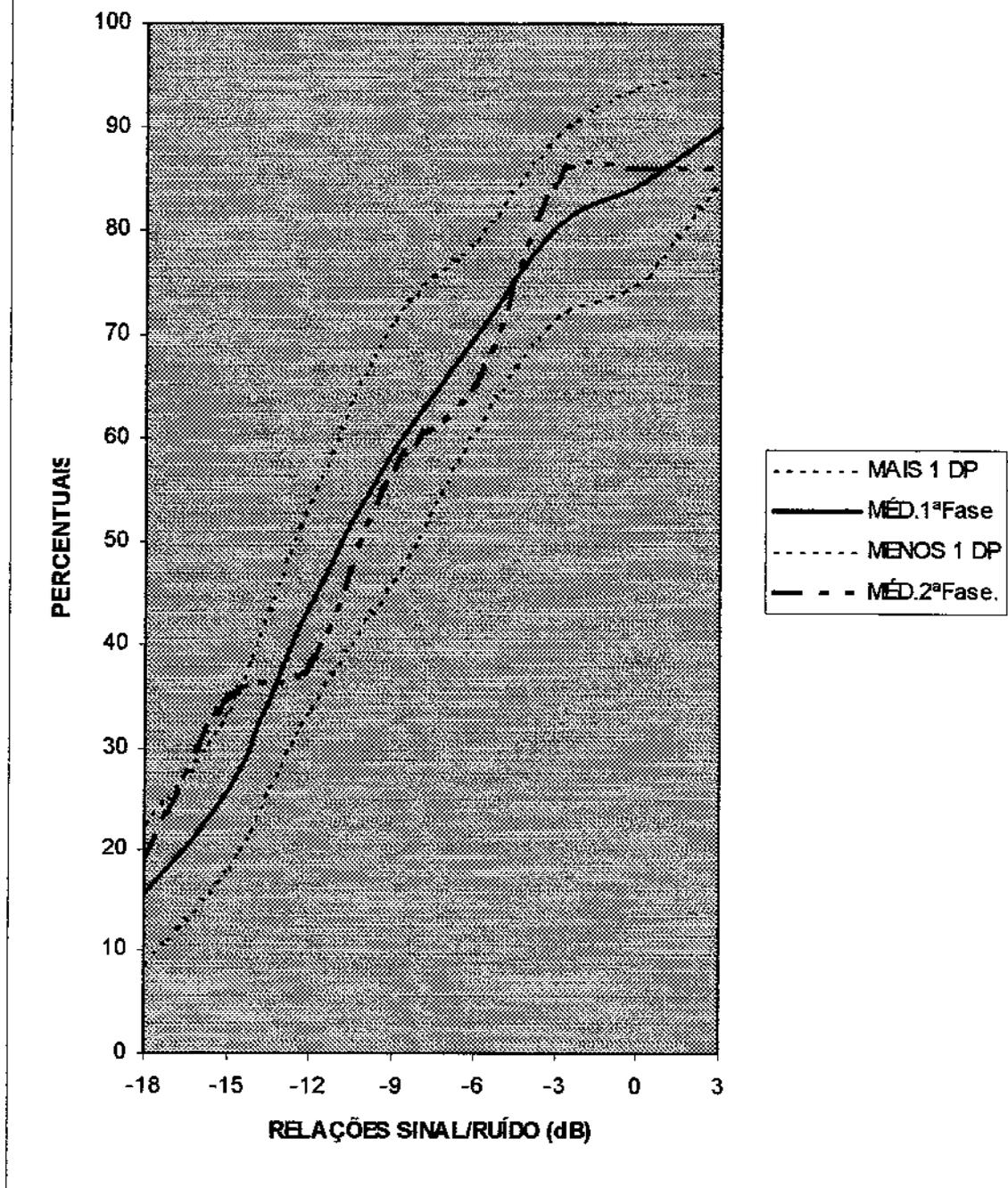
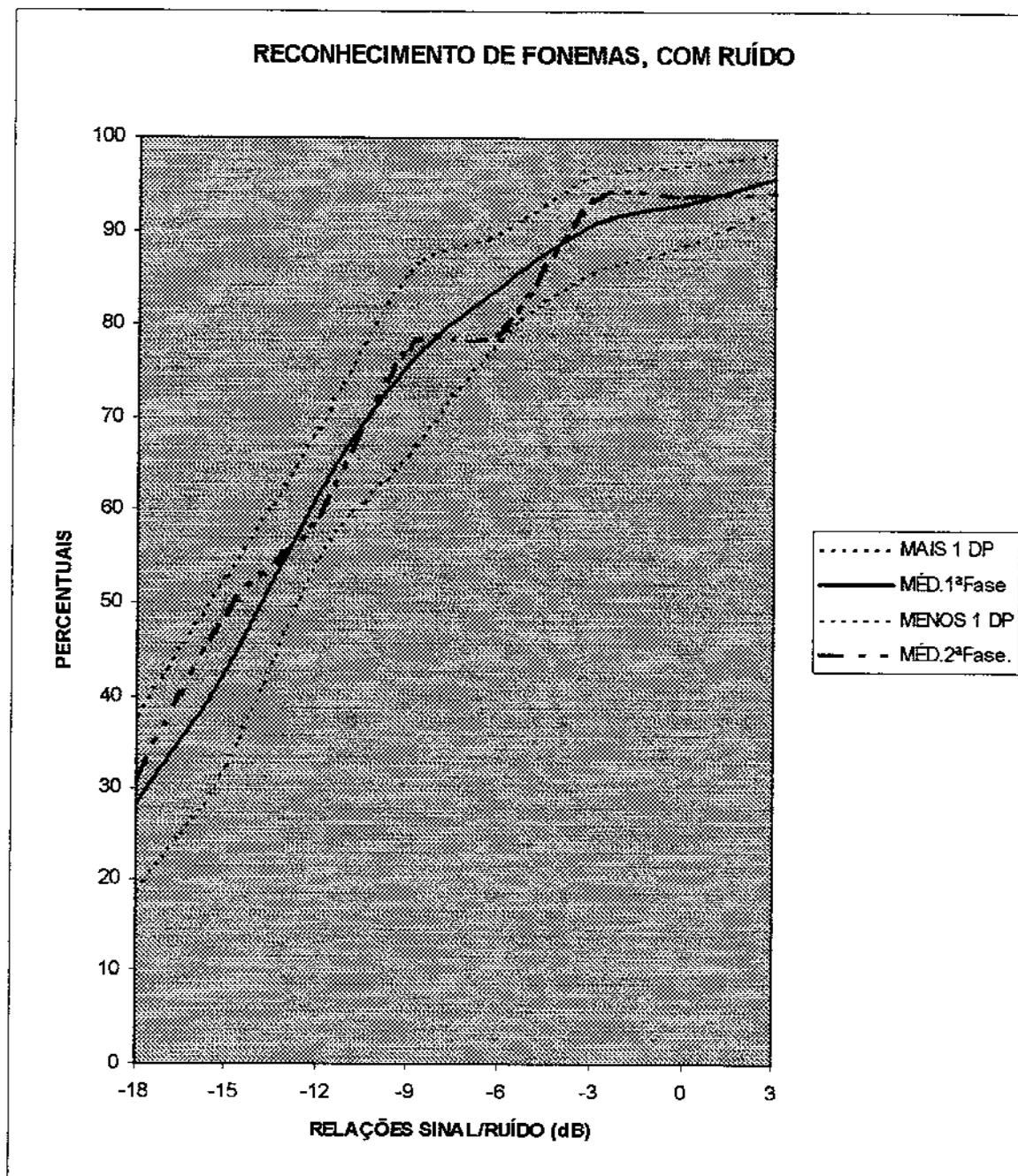


Figura 9: Curva das médias de reconhecimento de palavras, com ruído, da 1ª fase (N=30) e da 2ª fase (N=8)



**Figura 10:** Curva das médias de reconhecimento de fonemas, com ruído, da 1ª fase (N=30) e da 2ª fase (N=8)

Nesta segunda fase, mais exemplificativa do que normativa, testou-se um número de sujeitos mais reduzido (oito), e com o uso de apenas quatro listas, sem ruído, e outras quatro, com ruído. Observou-se que as curvas foram mais concordantes nos escores com fonemas do que com palavras. Foram mais concordantes, também, nos escores com ruído do que sem ruído.

Esta concordância pode ser considerada como indicadora da aplicabilidade do teste, em consultórios de audiologia ocupacional, com parâmetros bem definidos, desde que se cumpra rigorosamente o protocolo de procedimentos preconizado, mesmo com um número menor de listas.

Esta concordância deverá, também, estimular futuros estudos normativos, em grupos de trabalhadores com diferentes tipos e graus de perda auditiva induzida pelo ruído.

## ***6. CONCLUSÃO***

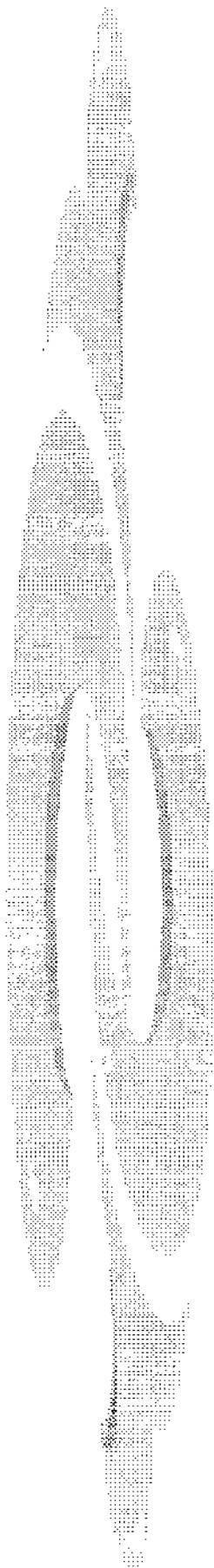
De todas as observações desta pesquisa, podem-se anotar as seguintes conclusões:

1. Padronizou-se um teste de fala, com monossílabos em português do Brasil, gravado em disco compacto, com voz masculina, contendo um ruído competidor, com espectro de fala e modulação de amplitude. Determinaram-se os dados normativos e curvas de reconhecimento de fala, sem ruído e com ruído, com sujeitos otologicamente normais.

2. No material de fala, composto de nove listas de 25 palavras, na maioria monossilábicas, foi ajustado um equilíbrio fonético prévio e verificou-se, com ouvintes normais, a equivalência entre as listas, tanto em níveis confortáveis de escuta quanto nas apresentações justaliminares.

3. A aplicação do modelo com outro grupo de ouvintes normais, em consultório de audiologia ocupacional, apresentou resultados concordantes com os dados normativos antes determinados, demonstrando que estes testes podem ser incorporados à rotina audiológica de clínicas que avaliam as desabilidades dos portadores de PAIR.

4. As observações deste estudo sugerem futuras pesquisas, em pacientes com perdas auditivas neurosensoriais, particularmente os portadores de perda auditiva induzida pelo ruído. Para tanto, será necessário estabelecer os dados normativos para os diversos graus de perda auditiva e atentar para o equilíbrio fonético do material de fala e a equivalência das listas de palavras a serem utilizadas.



## ***7. SUMMARY***

A test material was developed consisting of nine monosyllabic 25-word lists in Brazilian Portuguese and a speech weighted modulated noise, recorded on compact disk. This material was tested on normal hearing people and normative data and speech recognition curves were obtained, in quiet and in noisy conditions, with word scores and phoneme scores. This speech test is intended to be adequate for handicap assessment of noise exposed workers.

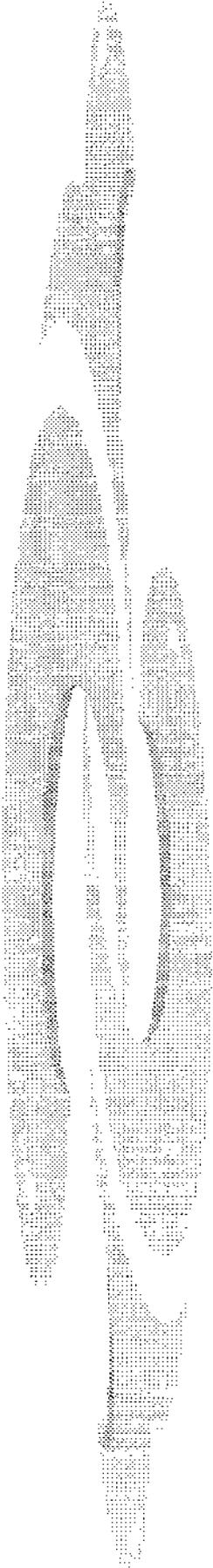
With 21 normal hearing non-experienced subjects and the speech test in quiet condition, the mean 50% recognition was obtained at the level 19.1 dB SL, on word scores and 15.1 dB SL, on phoneme scores; the recognition curves had a slope of 3.4 %/dB on word scores and 4.0 %/dB on phoneme scores.

With 30 normal hearing subjects and the speech test in noisy condition, the mean 50% recognition was obtained at the signal/noise ratio -10.5 dB on word scores, and -13.8 dB, on phoneme scores; the recognition curves have got a slope of 5.0 %/dB on word scores and 6.3 %/dB on phoneme scores.

The equivalence of the 9 monosyllabic lists, determined first, by their phonetic features, was verified in tests in 8 lists, at a comfortable presentation level, both in quiet and in noise. When presented close to 50% recognition level, the equivalence was verified only in 4 lists in quiet and 6 lists in noise.

Words with anterior or central vowels and with fricatives and stop /d/ and /t/ consonants had better recognition scores than those without them.

Speech recognition scores in noise with monosyllabic 25-word lists are recommended for everyday clinical use. Further studies are necessary for setting normative data on hearing impaired workers.



## ***8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

- ALBERTI, P.W.; MORGAN, P.P.; FRIA, T.J.; LEBLANC, J.C. - Percentage hearing loss: various schema applied to a large population with noise induced hearing loss. In: HENDERSON, D.; HAMERNICK, R.P.; DOSANJH, D.S.; MILLS, J.H. - **Effects of noise on hearing**. New York, Raven Press, 1976. p.479- 96.
- ALCAIM, A.; SOLEWICZ, J.A.; MORAES, J.A. - Frequência de ocorrência dos fonos e listas de frases foneticamente balanceadas no português falado no Rio de Janeiro. - **Rev.Soc.Bras.Telecom.**, 7:23-41, 1992.
- ALMEIDA, C.I.R. - Logaudiometria. In: MANGABEIRA ALBERNAZ,P.L.; GANANÇA,M.M.; HOUSE,W.F. - **Surdez Neuro- sensorial**. São Paulo, Ed.Moderna, 1978. p. 18-20.
- ALMEIDA, C.I.R. & CAETANO, M.H.U. - Logaudiometria utilizando sentenças sintéticas. - **Rev.bras.Otorrinolaringol.**, 54: 68-72, 1988.
- ARLINGER, S. & DRYSELIUS, H. - Speech recognition in noise: temporal and spectral resolution in normal and impaired hearing. **Acta Otolaryngol.(Stockh)**, 469(suppl.):30-7, 1990.
- BOHLSSEN, Y.A. - **Um procedimento de avaliação da percepção da fala em presença de ruído em escolares de 7 a 10 anos de idade**. São Paulo, 1992. [Dissertação de Mestrado - PUC/SP]
- BONALDI, L.V.; DE ANGELIS, M.A.; SMITH, R.L. - Hodologia do sistema auditivo: vias auditivas. In: PEREIRA, L.D. & SCHOCHAT, E. - **Processamento auditivo central; manual de avaliação**. São Paulo, Ed. Lovise, 1997. p.19-25.
- BRASIL - COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA - **Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Relacionada ao Trabalho** - Bol.nº 1 - São Paulo, 29/06/1994.
- BRASIL - MINISTÉRIO DO TRABALHO - **Diretrizes e Parâmetros Mínimos para Avaliação e Acompanhamento da Audição em Trabalhadores Expostos a Níveis de Pressão Sonora Elevados, da NR-7** - Portaria Nº 19 - Brasília, D.O.U. de 09/04/1998.

- CARHART, R. - Problems in the measurement of speech discrimination. **Arch.Otolaryngol.**, **82**:253-60, 1965.
- CARHART, R. & TILLMAN, T.W. - Interaction of competing speech signals with hearing losses. **Arch.Otolaryngol.**, **91**:273-9, 1970.
- CAUSEY, G.D.; HERMANSON, C.L.; HOOD, L.J.; BOWLING, L.S. - A comparative evaluation of the Maryland NU6 Auditory Test. - **J.Speech Hear.Dis.** **48**:62-9, 1983.
- CAUSEY, G.D.; HOOD, L.J.; HERMANSON, C.L.; BOWLING, L.S. - The Maryland CNC Test: normative studies. - **Audiology** **23**: 552-68, 1984.
- CHADWICK, D. - Noise and the Ear. In: BALLANTINE, J. & GROVES, J. - **SCOTT-BROWN'S Diseases of the Ear, Nose and Throat**. 3rd.ed. London, Butterworth, 1971. p.475-539.
- CHUNG, D.Y. & MACK, B. - The effect of masking by noise on word discrimination scores in listeners with normal hearing and with noise-induced hearing loss. **Scand.Aud.**, **8**:139-43, 1979.
- COHEN, R.L. & KEITH, R.W. - Use of low-pass noise in word-recognition testing. **J.Speech Hear.Res.**, **19**:48-54, 1976.
- COOPER Jr., J.R. & CUTTS, B.P. - Speech discrimination in noise. **J.Speech Hear.Res.**, **14**:332-7, 1971.
- COSTA, E.A. - Audiometria tonal e testes de reconhecimento da fala; estudo comparativo para aplicação em audiologia ocupacional. **Acta AWHO**, **11**:137-42, 1992a.
- COSTA, E.A. - **Estudo da correlação entre a audiometria tonal e o reconhecimento de monossílabos mascarados por fala competitiva nas perdas auditivas induzidas pelo ruído**. São Paulo, 1992b. [Dissertação de Mestrado - PUC/SP]
- COSTA, E.A. - Os testes logoaudiométricos e sua aplicação em audiologia ocupacional. - In: NUDELMANN, A.A.; COSTA, E.A.; SELIGMAN, J.; IBÁÑEZ, R.N.(org.) - **PAIR: Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**. Porto Alegre (RS), Ed. Bagaggen Com. Ltda., 1997a. p.223-35.

- COSTA, E.A. & BUCCI, C.R. - The progression of hearing loss induced by noise. In: **Second European Conference: Protection Against Noise**. London, 1997. **Annals**. London, 1997. p2.
- COSTA, M.J. - **Desenvolvimento de listas de sentenças em português**. - São Paulo, 1997b. [Tese de Doutorado - Escola Paulista de Medicina, U.F.S.P.]
- DANAHER, E.M.; OSBERGER, M.J.; PICKETT, J.M. - Discrimination of formant frequency transitions in synthetic vowels. - **J.Speech Hear.Res.**, **16**:439-51, 1973.
- DE BOER, E. & BOUWMEESTER, J. - Critical bands and sensorineural hearing loss. **Audiology**, **13**:236-59, 1974.
- DRESCHLER, W.A. & PLOMP, R. - Relations between psychological data and speech perception for hearing-impaired subjects.IIa. **J.Acoust.Soc.Am.**, **98**:1264-70, 1985.
- ELBERLING, C.; LUDVIGSEN, C.; LYREGAARD, P.E. - Dantale: a new danish speech material. - **Scand.Audiol.**, **18**:169-75, 1989.
- EUA - **Guide for the evaluation of hearing handicap**. (Am.Ac.ORL/ Am.Counc.ORL)- **J.A.M.A.**, **241**:2055-9, 1979.
- EVANS, E.F. - Peripheral auditory processing in normal and abnormal ears: physiological considerations for attempts to compensate for auditory deficits by acoustic and electrical prostheses. **Scand.Aud.**, **6**(suppl.):9-47, 1978.
- FERNANDES, R.P. & SCHOCHAT, E. - Interferência do ruído na percepção de fala de trabalhadores expostos ao ruído. - An.da 46ª Reunião Anual da SBPC: 144, 1994.
- FESTEN, J.M. & PLOMP, R. - Effects of fluctuating noise and interfering speech on the speech-reception threshold for impaired and normal hearing. **J.Acoust.Soc.Am.**, **88**:1725-36, 1990.
- FINDLAY, R.C. - Auditory disfunction accompanying noise-induced hearing loss. **J.Speech Hear.Dis.**, **41**:374-80, 1976.

- GAMA, M.R. - **Percepção da fala: uma proposta de avaliação qualitativa**. - São Paulo, Pancast Ed., 1994. 99p.
- GLASBERG, B.R. & MOORE, B.C.J. - Psychoacoustic abilities of subjects with unilateral and bilateral cochlear hearing impairments and their relationship to the ability to understand speech. **Scand.Aud.**, 32(suppl):1-25, 1988.
- HAGERMAN, B. - Sentences for testing speech intelligibility in noise. - **Scand.Audiol.**, 11:79-87, 1982.
- HARRIS, J.D. - Pure-tone acuity and the intelligibility of everyday speech. **J.Acoust.Soc.Am.**, 37:824-30, 1965.
- HÉTU, R.; GETTY, L.; QUOC, H.T. - Impact of occupational hearing loss on the lives of workers. - **Occup.Med.: State of Art Review**, 10:495-512, 1995.
- HIRSH, I.J.; REYNOLDS, E.G; JOSEPH, M. - Intelligibility of different speech materials. - **J.acoust.soc.Am.**, 26:530-8, 1954.
- HUMES, L.E.; SCHWARTZ, D.M.; BESS, F.H. - Two experiments on subtle mid-frequency hearing loss and its influence on word discrimination in noise-exposed listeners. **Audiology**, 18:307-19, 1979.
- ISO 8253-3 - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - **Acoustics - Audiometric test methods - Part 3: Speech audiometry**. Geneva, ISO, 1993. 15p.
- JERGER, J. - Clinical experience with impedance audiometry. **Arch.Otolaryngol.**, 92:311-324, 1970.
- JERGER, S. & JERGER, J. - Quantifying auditory handicap; a new approach. **Audiology**, 18:225-37, 1979.

- JERGER, J.; STACH, B.; PRUITT, J.; HARPER, R.; KIRBY, H. - Comments on "Speech understanding and aging" [J.Acoust.Soc.Am. 83:859-895 (1988)]. **J.Acoust.Soc.Am.**, **85**:1352-4, 1989.
- KALKOW, D.N.; STEVENS, K.N.; ELLIOTT, L.L. - Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. **J.Acoust.Soc.Am.**, **61**:1337-51, 1977.
- KATZ, J. & WILDE, L. - Auditory processing disorders. In: KATZ, J. - **Handbook of clinical audiology**. 4.ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1994. p.490-502.
- KEIDSER, G. - Computerized measurement of speech intelligibility. I. Development of systems and procedures. - **Scand. Audiol.**, **20**:147-52, 1991.
- KEIDSER, G. - Normative data in quiet and in noise for "DANTALE"- a danish speech material. - **Scand. Audiol.**, **22**:231-6, 1993.
- KEITH, R.W. & TALIS, H.P. - The effects of white noise on PB scores of normal and hearing-impaired listeners. - **Audiology** **11**:177-186, 1972.
- KRYTER, K.D.,; WILLIAMS, C.; GREEN, D.M. - Auditory acuity and the perception of speech. **J.Acoust.Soc.Am.**, **34**:1217-23, 1962.
- LEVITT, H. & RESNICK, S.B. - Speech reception by the hearing-impaired methods of testing and the development of new tests. **Scand.Aud.**, **6**(suppl):107-30, 1978.
- LINDEMAN, H.E. - Relation between audiological findings and complaints by persons suffering from noise-induced hearing loss. **Am.Ind.Hyg.Ass.J.**, **32**:447-52, 1971.
- LIPSCOMB, D.M. - Noise induced sensorineural hearing loss: implications for the practicing clinician. **Otolaryngol.Clin.N.Am.**, **11**:49-53, 1978.
- LOVRINIC, J.H.; BURGI, E.J.; CURRY, E.T. - A comparative evaluation of five speech discrimination measures. - **J.Speech Hear.Res.**, **11**:372-81, 1968.

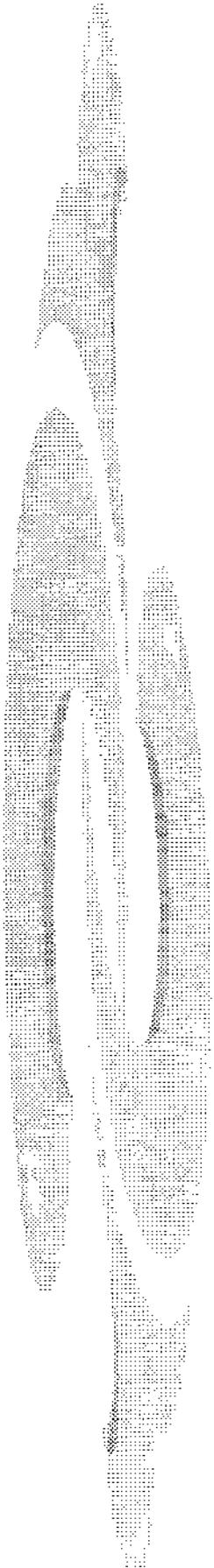
- MACHADO, S.F. & COSTA, O.A. - **Percepção da fala; revisão de conceitos e testes.** São Paulo, DERDIC, 1985. -(Cadernos Distúrbios da Comunicação - Série Audiológica No.2)
- MAGNUSSON, L. - Reliable clinical determination of speech recognition scores using swedish PB words in speech-weighted noise. - **Scand. Audiol** 24:217-23, 1995.
- MANGABEIRA ALBERNAZ, P.L. - Logoaudiometria. - In: PEREIRA, L.D. & SCHOCHAT, E. - **Processamento auditivo central; manual de avaliação.** - São Paulo, Ed.Lovise, 1997. p.39-42.
- MANTELATTO, S.A.C. - Percepção da inteligibilidade de fala por sujeitos com audição normal frente a ruídos competitivos. Ribeirão Preto, 1998. [Dissertação de Mestrado - FFCLRP/USP]
- MENDEL, L.L. & DANHAUER, J.L. - **Audiologic evaluation and management and speech perception assessment.** San Diego, Singular Publ.G., Inc., 1997. 275p.
- MICHAEL, P.L. & BIENVENUE, G.R. - A procedure for the early detection of noise-susceptible individuals. **Am.Ind.Hug.Ass.J.**, 37:52-5, 1976.
- MIDDLEWEERD, M.J.; FESTEN, J.M.; PLOMP, R. - Difficulties with speech intelligibility in noise in spite of a normal pure-tone audiogram. **Audiology**, 29:1-7, 1990.
- MILLER, G.A. & NICELY, P.E. - An analysis of preceptual confusions among some english consonants. - **J.Acoust.Soc.Am.**, 27(2):301-315, 1955.
- MONTEIRO, A.; PENNA, M.;MONCEAU, J. - Dados fono-audiométricos em operários do Arsenal da Marinha do Rio de Janeiro, portadores de surdez profissional. - **Mem.VI Congr.Pan-amer.Otorrinolaringologia.** Rio de Janeiro, 1959. p.329-35.
- MOORE, B.C.J. - Psychophysics of normal and impaired hearing. **Brit.Med.Bull.**, 43:887-908, 1987.

- NEEDLEMAN, A.R. & CRANDELL, C.C. - Speech recognition in noise by hearing-impaired and noise-masked normal-hearing listeners. **J.Am.Acad.Audiol.**, 6:414-24, 1995.
- NEVES-PINTO, R.M., MONTEIRO, A.R.C. & SELIGMAN, J. - Perda auditiva induzida pelo ruído; revisão das publicações por brasileiros no período de 1938-1970. **F.méd.(BR)**, 114(supl.2):47-62, 1997.
- NUDELMANN, A.A; COSTA, E.A.; SELIGMAN, J.; IBAÑEZ, R.N.(org.) - **PAIR: Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**. Porto Alegre (RS),Ed.Bagaggen Com. Ltda., 1997. 297p.
- OLIVEIRA, J.A.A. - Fisiologia clínica da audição - cóclea ativa. - In: NUDELMANN, A.A; COSTA, E.A.; SELIGMAN, J.; IBAÑEZ, R.N.(org.) - **PAIR: Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**. Porto Alegre (RS),Ed.Bagaggen Com. Ltda., 1997. p. 101-42.
- OLIVEIRA, S.T. - **Avaliação da percepção de fala utilizando sentenças do dia-a-dia**. São Paulo, 1992. [Dissertação de Mestrado - PUC/SP]
- OLSEN, S.O. - Evaluation of the list of numerals in the Danish speech audiometry material DANTALE. - **Scand. Audiol.** 24:1-5, 1995.
- OSTERNE, F.J.V. - Limiares logaudiométricos para palavras e sentenças. In:PEREIRA,L.D. & SCHOCHAT,E. - **Processamento auditivo central; manual de avaliação**. - São Paulo, Ed.Lovise, 1997. p. 43-7.
- PEKKARINEN, E.; SALMIVALLI, A.; SUONPAA, J. - Effect of noise on word discrimination by subjects with impaired hearing, compared with those with normal hearing. **Scand.Aud.**, 19:31-6, 1990.
- PENROD, J.P. - Speech threshold and word recognition/ discrimination testing. In: KATZ, J. - **Handbook of clinical audiology**. 4.ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1994. p.147-64.

- PEREIRA, L.D. - **Audiometria verbal: teste de discriminação vocal com ruído.** São Paulo, 1993. [Tese Doutorado - Escola Paulista de Medicina, U.F.S.P.]
- PEREIRA, L.D. - Processamento auditivo central: abordagem passo a passo. In: PEREIRA, L.D. & SCHOCHAT, E. - **Processamento auditivo central; manual de avaliação.** São Paulo, Ed. Lovise, 1997. p.49-59.
- PHILLIPS, D.P.; RAPPAPORT, J.M.; GULLIVER, J.M. - Impaired word recognition in noise by patients with noise-induced cochlear hearing loss: contribution of temporal resolution defect. - **Am.J.Otol.**, 15:679-86, 1994.
- PLOMP, R. - A signal-to-noise ratio model for the speech-reception threshold of the hearing impaired. **J.Speech Hear.Res.**, 29:146-54, 1986.
- QUIST-HANSEN, S.; THORUD, E.; AASAND, G. - Noise-induced hearing loss and the comprehension of speech in noise. - **Acta Otolaryngol.**, 360(suppl.):90-5, 1979.
- ROGGIA, S.M. - **Um estudo sobre o processamento auditivo em crianças portadoras de desvios fonológicos evolutivos.** Porto Alegre, 1997. [Dissertação de Mestrado - PUCRS]
- RUSSO, I.C.P. & BEHLAU, M. - **Percepção da fala: análise acústica.** - São Paulo, Ed. Lovise, 1993. 57p.
- RUSSO, I.C.P. & SANTOS, T.M.M. - **A prática da audiologia clínica.** - São Paulo, Cortez, 1993. 253p.
- SÁ, G. - Análise fonética da língua portuguesa falada no Brasil e a sua aplicação na logaudiometria. - **Rev.bras.Med.** 9:482-90, 1952.
- SANCHEZ, T.G.; ZONATO, A.I.; BITTAR, R.S.M.; BENTO, R.F. - Controvérsias sobre a fisiologia do zumbido. - **Arq.Fund.Otorrinolaringol.**, 1:2-8, 1997.
- SCHARF, B. - Comparison of normal and impaired hearing. II.Frequency analysis, speech perception. **Scand.Aud.**, 6(suppl.):81-106, 1978.

- SCHOCHAT, E. - **Percepção de fala entre indivíduos portadores de perda auditiva induzida pelo ruído.** - São Paulo, 1991. [Dissertação de Mestrado - F.F.L.C.H. da U.S.P.]
- SCHOCHAT, E. - **Percepção de fala: presbiacusia e perda auditiva induzida pelo ruído.** - São Paulo, 1994. [Tese de Doutorado - F.F.L.C.H. da U.S.P.]
- SCHOCHAT, E. - **Processamento auditivo** - São Paulo, Ed.Lovise, 1996. 142p.
- SCHORN, K. & ZWICKER, E. - Frequency selectivity and temporal resolution in patients with various inner ear disorders. **Audiology**, 29:8-20, 1990.
- SCHWARTZ, D.M. & SURR, R.K. - Three experiments on the California Consonant Test. - **J. Speech Hear.Dis.** 44:61-72, 1979.
- SILVA, A.P. - **Uma metodologia de avaliação da discriminação de monossílabos em ambiente silencioso e ambiente ruidoso.** Ribeirão Preto, 1998. [Dissertação de Mestrado - F.M.U.S.P.]
- SMOORENBURG, G.F. - Speech reception in quiet and in noisy conditions by individuals with noise-induced hearing loss in relation to their tone audiogram. - **J.Acoust.Soc.Am.**, 91:421-37, 1992.
- SMOORENBURG, G.F. & BOSMAN, A. - Choosing speech materials to assess hearing impairment. In: DANCER, A.L.; HENDERSON, D.; SALVI, R.J.; HAMERNIK, R.P. - **Noise induced hearing loss.** - St. Louis, Mosby Y.B., 1992. p. 282-92.
- SPOENDLIN, H. - Innervation densities of the cochlea. - **Acta Otolaryngol.**, 73:235-48, 1972.
- SUMMERFIELD, Q. - Speech perception in normal and impaired hearing. **Brit.Med.Bull.**, 43:909-25, 1987.
- SURR, R.K. & SCHWARTZ, D.M. - Effects of multi-talker competing speech on the variability of the California Consonant Test. - **Ear Hear.**, 1:319-23, 1980.

- SUTER, A.H. - Speech recognition in noise by individuals with mild hearing impairments. **J.Acoust.Soc.Am.**, 78:887-900, 1985.
- THORNTON, A.R. & RAFFIN, M.J.M. - Speech discrimination scores modeled as a binomial variable. - **J.Speech Hear.Res.** 21:507-18, 1978.
- TREMBLAY, C.; PICARD, M.; BARBAROSIE, T.; BANVILLE, R. - Étude clinique des décalages de seuil vocal dans le bruit. - **Audiology** 30:212-40, 1991.
- VAN ROOIJ, J.C.G.M.; PLOMP, R.; ORLEBEKE, J.F. - Auditive and cognitive factors in speech perception by elderly listeners. I: Development of test battery. - **J.Acoust.Soc.Am.**, 86:1294-309, 1989.
- WILSON, R.H. - "Speech and other materials on compact disk for use in auditory assessment". In: MENDEL, L.L. & DANHAUER, J.L. - **Audiologic evaluation and management and speech perception assessment**. San Diego, Singular Publ.G., Inc., 1997. p.169-99.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - **International Classification of Impairments, Disabilities, and handicaps**. Geneva, 1980. 256p.



## **9. ANEXO**

## LISTA DE PALAVRAS

	LISTA 1	LISTA 2	LISTA 3	LISTA 4	LISTA 5	LISTA 6	LISTA 7	LISTA 8	LISTA 9
1	pá	pé	pé	bom	pão	pai	bis	bar	broa
2	rol	teu	bem	pó	tom	tal	pó	pé	grão
3	cor	cal	dar	dó	qual	que	tal	tia	rol
4	bom	lei	teu	tão	boi	bis	dia	dor	pus
5	dar	dom	quer	quem	deu	dar	cor	cal	faz
6	gás	gás	gás	gol	gol	gás	gol	gás	gin
7	fio	fiz	fé	fui	broa	faz	sol	sol	rir
8	chá	chá	vou	sol	sal	seu	zás	zás	boi
9	sim	sol	sim	Zé	chá	chão	chá	chá	vai
10	vão	voz	crer	cruz	mar	mim	gil	giz	mel
11	zás	zás	bis	rim	nem	não	lha	lho	nu
12	já	giz	dor	não	dó	rum	nho	nha	lhe
13	mal	mão	já	meu	ler	lua	vai	trem	cal
14	não	nó	réu	já	rã	réu	réu	rei	mil
15	nhô	nhá	lua	dia	crer	cru	ler	lar	tem
16	ler	lar	som	cor	zum	grau	mão	mãe	dil
17	lhe	lha	nem	pus	véu	céu	na	não	dor
18	réu	rir	mel	bar	juz	pó	nu	brim	chá
19	três	brim	zás	trem	giz	já	cria	crer	zum
20	grau	grão	chão	lã	vai	vem	fim	grão	nhá
21	tia	por	rir	rol	luz	lar	sim	pão	cão
22	cal	dor	lei	chá	fel	zé	pau	vem	tom
23	dia	lua	fim	nu	flor	dor	já	fui	seis
24	pau	bem	ter	céu	cá	cal	trem	chão	ler
25	fui	cão	voz	vi	til	teu	brim	sal	sul