

# Utilização da matriz de confusão na indicação de aparelho de amplificação sonora individual

Laura Ferreira Helou\*  
Beatriz Caiuby Novaes\*\*

## Resumo

A tecnologia para indicação de Aparelhos de Amplificação Sonora Individual (AASI ou prótese auditiva) tem levado ao desenvolvimento de protocolos que visam comparar o aproveitamento de diferentes aparelhos. A satisfação do paciente com uma determinada programação de AASI é o alvo do trabalho do fonoaudiólogo, e os resultados podem estar baseados em testes de percepção de fala ou em relatos subjetivos do paciente. **Objetivo:** este trabalho teve como objetivo investigar a aplicabilidade da análise qualitativa de omissões e trocas de consoantes nos erros do IRF, utilizando a Matriz de Confusão (MC), ao longo do processo de seleção de AASI. Serão discutidas então as implicações e as vantagens na utilização desse protocolo durante esse processo. **Método:** foram avaliados nove pacientes com deficiência auditiva neurossensorial de configuração descendente em três condições: sem AASI e com AASI, na programação sugerida pelo fabricante e na programação elaborada na qual o paciente se dizia satisfeito com a amplificação. **Resultados:** foi observado um aumento significativo na porcentagem de fonemas percebidos ou corretamente repetidos ao longo das três etapas. A configuração das MCs, nas três condições citadas de avaliação, parece identificar as áreas de dificuldade de inteligibilidade pelos pacientes com deficiência auditiva neurossensorial de configuração descendente, assim como os benefícios na percepção de consoantes com o uso das diferentes programações. O potencial da utilização desse tipo de análise na indicação de dispositivos de amplificação é discutido, assim como sugestões para outras pesquisas.

**Palavras-chave:** percepção auditiva; deficiência auditiva; aparelhos de amplificação sonora individual.

## Abstract

Technology in hearing aids to compensate hearing losses implies the need to develop instruments to assess the advantages of each particular prescription of electroacoustic characteristics of the device. The present study investigates the applicability of a qualitative analysis of the errors in word recognition test, using confusion matrixes proposed by Miller and Nicely (1995), during a hearing aid fitting process. Nine patients with descendent sensorineural hearing impairment were tested using monosyllables, in the conditions: without hearing aids, with the initial program proposed by manufacturer and with the hearing aids in the final program at the end of the fitting process, when the patient was satisfied. The results have shown an increase in the number of phonemes perceived by each patient. The confusion matrixes, under

\* Professora assistente mestre da Faculdade de Fonoaudiologia da PUC-SP. Mestre em Audiologia pela PUC-SP. \*\* Professora titular da Faculdade de Fonoaudiologia da PUC-SP. Doutora em Distúrbios da Comunicação – Columbia University – EUA.

*the three conditions, could identify which phonemes were more difficult to be perceived as well as orient the need for changes in the hearing aid. The clinical validity in using this type of analysis for the prescription of hearing aids is discussed, as well as suggestions for future researches.*

**Key-words:** *speech perception; hearing aids; hearing impairment.*

## Resumen

*La tecnología para la indicación de aparatos de amplificación (audífono, audioprótesis) han llevado al desenvolvimiento de protocolos que puedan y que visen comparar el aprovechamiento de diferentes aparatos. La satisfacción del paciente con una determinada programación de la audioprótesis es el alba del trabajo del fonoaudiólogo ó patólogo del habla y lenguaje, e los resultados se basan en pruebas de percepción del habla en relatos subjetivos del paciente. OBJETIVO: Este trabajo tubo como objetivo investigar la aplicabilidad del análisis cualitativo de emisiones y cambios de consonantes en los errores del IRF (logoaudiometria), utilizando la Matriz de Confusión (MC), a lo largo del proceso de selección del audífono. Serán discutidas las implicaciones y las ventajas en la utilización de ese protocolo durante este proceso. MÉTODO: Fueron evaluados 9 pacientes con deficiencia auditiva neurosensorial descendiente en tres condiciones: sin audífono, e con audífono, en la programación sugerida por el fabricante e en la programación elaborada en el cual el paciente decía estar satisfecho con la amplificación. RESULTADOS: Fue observado un aumento significativo en el porcentaje de fonemas percibidos ó correctamente repetidos a lo largo de las tres etapas. La configuración de las MCs, en las tres condiciones citadas de evaluación, parece identificar las áreas de dificultad de inteligibilidad por los pacientes con deficiencia auditiva neurosensorial de configuración descendiente, así como los beneficios en la percepción de consonantes con el uso de las diferentes programaciones. El potencial de la utilización de este tipo de análisis en la indicación de dispositivos de amplificación es discutido, así como sugerencias para otras pesquisas.*

**Palabras clave:** *percepción del habla; aparatos auditivos; deficiencia auditiva.*

## Introdução

A audição é fator importante na comunicação oral, pois é por meio dela que se dá a compreensão da fala, um sistema complexo que se inicia na detecção de determinados sons e culmina com o entendimento da mensagem. A dificuldade no processo de comunicação oral pode estar relacionada a perdas auditivas, levando à necessidade de indicação de dispositivos eletrônicos para compensar essa perda. Com o avanço da tecnologia, esses dispositivos têm apresentado recursos cada vez mais sofisticados. Os Aparelhos de Amplificação Sonora Individual (AASI) permitem ajustes que personalizam as necessidades de amplificação de cada paciente. Com o advento dos AASI digitais, temos hoje mais condições de testar várias possibilidades pelo processador de sinais em verdadeiros ambientes de testes, o que nos dá maiores condições de êxito (Arlinger, 1997; Iório e Menegotto, 1997).

O fonoaudiólogo tem um papel importante na escolha do AASI mais apropriado às características da deficiência auditiva, sempre visando o benefício nas situações de comunicação do cotidiano. Sua tarefa consiste em utilizar a audição residual do paciente de maneira efetiva, propiciando melhores condições de compreensão da fala. O desafio que se coloca é traduzir os resultados das avaliações audiológicas e os relatos dos pacientes em transformações eletroacústicas do dispositivo de amplificação. Diferentes protocolos de avaliação de percepção de fala visam estimar os benefícios de mudanças na programação dos aparelhos e os efeitos desses benefícios em situações do dia-a-dia. No caso da programação de AASI digitais, são inúmeros os parâmetros ajustáveis de acordo com os relatos de conforto dos pacientes e dos resultados obtidos em diferentes instrumentos de avaliação de percepção de fala.

Os *softwares* desenvolvidos pelas diversas marcas de aparelhos utilizam diversas fórmulas que fornecem sugestões para uma primeira programação. Muitas vezes o resultado não satisfaz o paciente quanto a suas necessidades do dia-a-dia. O papel do fonoaudiólogo é buscar a satisfação do usuário por meio de ajustes nos parâmetros disponíveis nos diferentes aparelhos.

Não há consenso entre os pesquisadores clínicos sobre como melhor representar o desempenho e o benefício do AASI no dia-a-dia do paciente com deficiência auditiva. De fato, isso talvez nem seja possível. O maior foco na adaptação deve ser maximizar os benefícios do uso da amplificação na vida diária e, para tanto, são necessários instrumentos que possam aferir esses benefícios. Claramente, é a interação complexa de vários fatores que determinará o benefício de cada paciente com uma determinada programação de AASI (Walden et alii, 2000).

Atualmente, os algoritmos refletem os elementos que podem ser modificados em uma programação do AASI, visando superar os efeitos da deficiência auditiva. A experiência de cada sujeito torna bastante variável a melhor maneira para isso ser alcançado. Na verdade, não existe uma fórmula ideal. O fonoaudiólogo deve então estar apto a interpretar os resultados obtidos com a utilização dos algoritmos, relacionando o que melhor atende às necessidades do paciente (Ferrari, 1999).

A maioria das pessoas com deficiência auditiva tem dificuldade em perceber as consoantes. Isso se dá porque: a) acusticamente as consoantes são produzidas numa intensidade menor do que as vogais; b) a maioria das informações lingüísticas contidas nas consoantes está nas altas frequências, exatamente na região em que a maioria dos indivíduos deficientes auditivos tem a maior perda (Schochat, 1996). De acordo com Blasca (1994), as palavras monossílabas com significado são os materiais mais populares e mais utilizados para se analisar a percepção de fala. Devido à sua característica ou estrutura monossilábica, proporcionam maior dificuldade para o ouvinte, que necessitará de maior atenção para a compreensão da palavra. Blasca estudou o aproveitamento da audição por meio de AASI analógico e digitalmente programável. Observou que, na avaliação do reconhecimento de fala para palavras monossilábicas, os resultados demonstraram melhor desempenho para o AASI digitalmente programável do que para o analógico, tanto no

silêncio quanto com diferentes relações sinal/ruído. Isso confirma a superioridade do sistema digital sobre o analógico em relação, inclusive, à percepção de fala. O fato de o paciente poder optar pela programação que mais lhe agradou proporcionou a adaptação mais adequada, verificada pela satisfação do usuário. A autora justificou que esse material apresenta um grau de dificuldade importante para avaliar a percepção de fala dos pacientes com AASI na presença do ruído de fala competitiva do tipo *cocktail party*.

Moore, Alcantara e Glasberg (1998) demonstraram que, no nível de maior conforto para a fala com AASI, havia melhor inteligibilidade para os usuários. Em sua pesquisa, fizeram uma comparação entre duas programações; uma era a programação recomendada pelo fabricante, a outra era dada pelo procedimento de ajuste em melhor conforto para a fala. Seus testes também incluíam inteligibilidade de fala no silêncio e numa situação em que havia um outro falante como ruído de fundo. Apesar de o desempenho não ter apresentado diferenças significativas nessas duas situações, puderam concluir que os resultados indicaram a preferência dos usuários pela programação por eles elaborada, e que nela havia mais benefícios no dia-a-dia.

Segundo Kumabe (1999), para descrever e interpretar as respostas com relação ao processo de indicação e adaptação de AASI, a análise qualitativa das respostas propõe não só o número de erros ou acertos, mas também o tipo de erro e sua consistência. Os testes mais subjetivos e qualitativos proporcionam, também, um melhor desenvolvimento e satisfação do paciente no uso diário do AASI.

Testes convencionais de fala podem indicar que existe um pequeno benefício, mas não podem indicar como deveremos mudar as características dos AASI para obter um melhor resultado. Por outro lado, se o fonoaudiólogo simular condições acústicas específicas de avaliação, os testes de fala podem fornecer um claro resultado da habilidade do paciente em entender a fala com o AASI nessa situação. Os materiais em CD têm aumentado as condições de se utilizar essas simulações na clínica. Resta saber se a escolha da reverberação – espectro e níveis de ruídos utilizados – é apropriada para o material de fala utilizado (Dillon, 2001).

Como a maioria dos trabalhos utiliza instrumentos de avaliação quantitativa utilizando

percentuais de acerto, raramente encontramos instrumentos clínicos com interpretação qualitativa na análise da percepção de fala. Acredita-se, no entanto, que esse tipo de análise possa melhor refletir a detecção dos sons de fala com cada programação e, conseqüentemente, seus benefícios no cotidiano.

Buscamos na literatura possibilidades de uma avaliação qualitativa dos erros ocorridos em listas de palavras e encontramos na proposta de construir uma Matriz de Confusão (MC), de Miller e Nicely (1955), uma possível alternativa para esta análise. Os autores citados sugerem uma análise do reconhecimento de sílabas a partir de situações diferentes de relação sinal/ruído e de filtros, utilizando, para isso, matrizes de confusão (MCs.). Segundo eles, existe uma limitação nos estudos sobre a inteligibilidade da fala, já que os resultados, geralmente, são dados em termos de porcentagem de palavras que são ouvidas corretamente, o que acaba tomando todos os erros como equivalentes.

### *Matriz de confusão*

Para Miller e Nicely (1955), “A maior ou menor inteligibilidade de fala por meio de qualquer sistema de amplificação pode ser relacionada à medida das regiões de frequência de fala audíveis para o sujeito”. Os autores estudaram um conjunto de fonemas visando explorar esta hipótese. Já que as consoantes são mais passíveis de confusão e são muito importantes para a inteligibilidade, os autores começaram com a comparação de 16 consoantes. Foi elaborado um quadro que trazia cada sílaba apresentada aos ouvintes, indicada pelas consoantes listadas verticalmente no lado esquerdo da primeira coluna e cada sílaba que havia sido repetida, pelos mesmos, como resposta indicada horizontalmente de um lado a outro no alto do quadro. Cada célula do quadro representava um dos 256 pares de sílabas-resposta possíveis (16X16). O número em cada célula representava a frequência na qual cada par sílaba-resposta ocorria. Esses quadros foram chamados de “matrizes de confusão”.

Nesse estudo, um filtro de banda variável foi usado para introduzir a distorção de frequência dentro do canal da fala. Essa filtragem gerou estudos em diferentes situações de banda de frequência e diferentes relações S/R. O número de respostas corretas pode ser obtido totalizando as frequências

ao longo da diagonal principal. As somas das fileiras dão as frequências que cada sílaba foi escrita pelos ouvintes.

A fim de descrever as 16 consoantes usadas no estudo, os autores adotaram então a seguinte série de traços como base para classificação:

1. Vozeamento – em termos de articulação: as pregas vocais não vibram nos /p/, /t/, /k/, /f/, /tʃ/, /s/, /ʃ/ e vibram nos /b/, /d/, /g/, /v/, /dʒ/, /z/, /ʒ/, /m/, /n/.

2. Nasalização para articular / m / e / n / – os lábios estão fechados, e a pressão é solta pelo nariz, abaixando o palato mole na parte posterior da boca. A ressonância nasal provoca uma diferença acústica. Em adição, / m / e / n / parecem levemente mais longos na duração que as fricativas ou plosivas, bem como algo mais intensos. Essas duas nasais são as únicas consoantes nesse estudo desprovido do componente aperiódico do ruído.

3. Fricção – se os articuladores fecham completamente, a consoante pode ser plosiva ou nasal; mas se as consoantes são produzidas perto, juntas, e o ar é forçado entre elas, o resultado é um tipo de turbulência de ruído de fricção que distingue /f/, /tʃ/, /s/, /ʃ/, /v/, /dʒ/, /z/, /ʒ/ das consoantes /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/, /m/, /n/. A turbulência acústica é um contraste que caracteriza o estalo das plosivas com a ressonância das nasais.

4. Duração – esse é o nome que os autores têm adotado arbitrariamente para designar a diferença entre /s/, /ʃ/, /z/, /ʒ/ e as outras doze consoantes. Essas quatro consoantes são longas, intensas e de alta frequência; e é a longa duração delas, que faz com que os autores as considerem separadamente.

5. Ponto de articulação – esse traço determina onde ocorre na boca a maior constrição de passagem vocal. Usualmente, três posições – frontal, média e posterior – são distinguidas. Tem-se então três grupos: /p/, /b/, /f/, /v/, /m/ como frontais; /t/, /d/, /tʃ/, /s/, /dʒ/, /z/, /n/ como médias e /k/, /g/, /ʃ/, /ʒ/ como consoantes posteriores.

Nos resultados da pesquisa, Miller e Nicely (1955) discutem a tendência de um fonema ser sensível a diferentes relações S/R. Quando estão em jogo os cinco traços – vozeamento, nasalidade, fricção, duração e ponto de articulação –, os autores observaram que a sonoridade e a nasalidade são bem menos afetadas pela relação S/R do que a duração e a fricção. A característica linguística que mais sofre interferência da proporção S/R é o ponto de articulação. Os dados obtidos pelos autores

na comparação desses resultados demonstram que existe correspondência entre o ruído mascarante de espectro uniforme de um ambiente e a filtragem com o uso de filtro passa-baixo.

Analisando os dados obtidos por Miller e Nicely (1955), observa-se que, com o uso de filtro passa-baixo, em análise comparativa entre duração do estímulo, fricção e nasalidade, o traço que mais sofre influência do filtro é a duração, depois a fricção e bem menos a nasalidade. Em termos percentuais, isso quer dizer que, enquanto a nasalidade sofre somente cerca de 5% de influência com o ruído passa-baixo ou ruído de largo espectro ambiental, a fricção sofre ao redor de 45%, e a duração de um fonema /s/, ou /j/, ou /z/, ou /3/ é caracterizada pela concentração de energia acústica presente em frequências altas. Os filtros passa-baixo afetam os vários traços lingüísticos diferencialmente, deixando os fonemas audíveis, porém, similares nas formas previsíveis, enquanto os filtros passa-alto removem muito do poder acústico das consoantes, deixando-as inaudíveis e, conseqüentemente, produzindo confusões completamente aleatórias.

Araújo (1998) realizou um estudo utilizando MCs. O autor discute em sua pesquisa a percepção de fala dos deficientes auditivos. Salienta que, quase sempre, eles têm uma audição residual que se estende de 20 Hz até 1000 Hz ou mais, mesmo em grandes perdas, e que a intensidade da perda pode ser compensada com amplificação dos sinais. O autor demonstrou, com seus achados, a importância das frequências altas para o reconhecimento da fala. Com os dados obtidos, o autor concluiu que o português do Brasil (PB), restringido à faixa de 0 a 1000 Hz, apresenta índice de reconhecimento próximo a 64% e que, na faixa de 0 a 1000 Hz, existe um conjunto razoável de fonemas que facilitam a inteligibilidade.

Russo e Behlau (1993) destacam que a contribuição para a inteligibilidade de fala é específica de determinadas faixas de frequências. Discutem que dentre as consoantes no português, as plosivas – com maior número de ocorrência – apresentam mais pistas para facilitar sua identificação.

Blasca (1994), em seu trabalho sobre percepção de sons de fala com AASI, relacionou os fatores energia e inteligibilidade em função da frequência. Observou que as faixas de frequência abaixo de 500 Hz contribuem em 60% de energia e

apenas 5% de inteligibilidade, enquanto que as frequências acima de 1000 Hz contribuem em 5% de energia e 60% de inteligibilidade.

## Objetivo

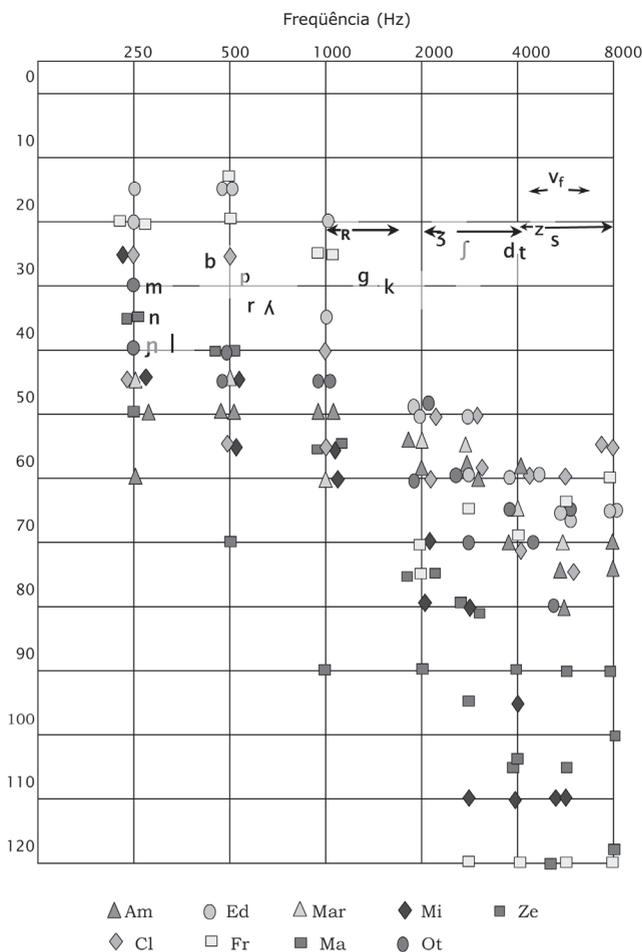
Pensando na necessidade de uma melhor compreensão de aspectos relativos à percepção de fala com AASI e considerando que, em geral, na avaliação audiológica, particularmente na obtenção do Índice de Reconhecimento de Fala – IRF –, os erros são tratados com equivalência, este trabalho tem como objetivo investigar a aplicabilidade da análise qualitativa de omissões e trocas de consoantes nos erros do IRF, utilizando a Matriz de Confusão ao longo do processo de seleção de AASI. Serão discutidas então as implicações e as vantagens na utilização desse protocolo durante esse processo.

## Material e método

O protocolo utilizado segue todos os princípios éticos para pesquisas com seres humanos determinados pelas Resoluções 196/96 e 251/97 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os pacientes que participaram desta pesquisa foram previamente esclarecidos sobre a mesma pela pesquisadora e consentiram na sua realização e na divulgação de seus resultados. A presente pesquisa foi realizada com pacientes encaminhados por otorrinolaringologistas para adaptação de AASI. Todos os pacientes deste estudo tinham audiometria tonal liminar, testes de limiar de reconhecimento de fala, de índice de reconhecimento de fala e teste da medida da imitância acústica, realizados nos centros diagnósticos de onde foram encaminhados, e alguns exames incluíam nível de maior conforto e desconforto por frequência. A mesma marca de AASI foi utilizada com todos os pacientes.

Os sujeitos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios: portadores de deficiência auditiva neurosensorial bilateral simétrica ou não, de configuração descendente de grau variável (Figura 1); curvas timpanométricas do tipo “A” em ambos os ouvidos; deficiência auditiva instalada na idade adulta, ou seja, após a aquisição da linguagem; não eram usuários de AASI; nível socioeconômico médio; fala inteligível, não apresentando trocas fonêmicas nas emissões espontâneas. A partir disso, compuseram o grupo deste estudo oito

**Figura 1 - Limiares Tonais Auditivos das orelhas (que foram adaptadas com AASI) dos pacientes sobrepostos ao gráfico 9 de Russo e Behlau (1993, p. 49) - Valores acústicos médios de frequência e intensidade dos sons consonantais da fala do português brasileiro, dispostos no registro gráfico do audiograma**



pacientes, de 58 a 82 anos de idade e somente um paciente (*Cl*) com 23 anos de idade – quatro mulheres e cinco homens. Somente dois tiveram amplificação unilateral, ambos na melhor orelha.

Foram realizados três procedimentos:

1. Avaliação dos pacientes sem o AASI digital;
2. Avaliação dos pacientes com o AASI digital na programação inicial sugerida pelo *software* do fabricante.
3. Avaliação dos pacientes com o AASI digital com variações na programação conforme demanda, em uma ou mais sessões, elaboradas pela fonoaudióloga até a adaptação final, chamada de “programação de maior satisfação do paciente”.

O ambiente de teste era uma sala silenciosa, porém, sem tratamento acústico. A verificação do

ruído ambiental foi realizada com um medidor de nível de pressão sonora na escala de compensação A (dBA) e resposta lenta. A medição constatou níveis sempre abaixo de 50 dBA. O nível estabelecido de intensidade sonora para a apresentação da fala durante as avaliações foi em torno de 55 dBA, na mesma escala.

O material utilizado foi um CD Player conectado a duas caixas acústicas portáteis e um CD gravado com listas contendo vocábulos monossilábicos, previamente validado em um grupo de sujeitos sem alterações auditivas. Foram utilizadas dez listas de 25 vocábulos utilizadas para obtenção do IRF na avaliação audiológica e publicadas em Pen e Mangabeira-Albernaz (1973). Os vocábulos gravados apresentaram, em momentos de picos da fala,

níveis de pressão sonora variando entre 52 e 57 dBA a uma distância de aproximadamente um metro. A utilização de um CD com a intensidade controlada visou garantir que a comparação entre diferentes situações não estivesse sujeita a variações de apresentação à viva voz.

No início da adaptação dos AASIs, foram realizadas as primeiras avaliações da percepção da fala. Era apresentada uma das listas de palavras ao paciente, escolhida aleatoriamente, sem o uso da amplificação. Esses resultados eram computados, e, para a análise dos resultados obtidos, os fonemas foram tabulados por número de apresentações, porcentagem de acertos, porcentagem de erros e omissões.

Após a primeira programação, o paciente era submetido novamente, já com seu(s) AASI(s), ao teste com as listas de palavras. Outra lista era sorteada e reapresentada no mesmo nível de intensidade realizado sem o AASI.

A cada mudança de programação pela fonoaudióloga, escolhia-se uma outra lista que não fosse a anterior, aleatoriamente, sob as mesmas condições de nível de intensidade e ambiente. Esse procedimento foi repetido até a chamada “programação de maior satisfação do paciente”.

No passo seguinte, foram comparados os resultados obtidos por meio da primeira programação com os resultados obtidos na última programação considerada a de maior satisfação pelo paciente.

A partir das respostas dos pacientes nas três situações de audição, as emissões dos pacientes foram transferidas para uma Matriz de Confusão adaptada para esta pesquisa a partir daquela proposta por Miller e Nicely (1955). Para cada paciente foram inseridos na MC os acertos, trocas e omissões de todas as etapas.

Foram então somados os elementos das MCs, dos nove pacientes, visando comparar as três situações: sem AASI, na programação sugerida pelo fabricante e na programação de maior satisfação do paciente durante o processo de adaptação.

A MC elaborada para esta pesquisa encontra-se no Anexo 1.

A MC montada pela pesquisadora contém somente fonemas consonantais utilizados no português brasileiro. São eles: /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/, /f/, /s/, /ʃ/, /tʃ/, /v/, /z/, /ʒ/, /dʒ/, /m/, /n/, /ɲ/, /l/, /ʎ/, /ʎ/, /t/, e /r/.

Na 1ª coluna da esquerda, os fonemas-estímulo [E], e na horizontal superior, os mesmos fonemas representando fonemas-resposta [R]. Na ante-

penúltima coluna da direita preenchida, em cinza mais claro, são anotadas as omissões dos respectivos fonemas – o paciente ou não emite nada, ou responde com um vocábulo que não contém o fonema correspondente. A última coluna da direita indica o número total de apresentações de cada fonema na lista de vocábulos que foi utilizada durante a avaliação.

Os dados inseridos na MC resultam na comparação de 21 fonemas consonantais visualizada no cruzamento desses fonemas. Esse cruzamento representa os resultados de fonemas apresentados como estímulo *versus* fonemas emitidos como resposta – anotados em cada célula da MC – e são as respostas possíveis traduzindo o acerto ou a troca do fonema emitido pelo paciente. A diagonal principal, destacada em cinza, traduz a emissão correta do fonema. A quantidade de acertos ou de trocas é observada pelo número encontrado na célula de cruzamento. O traçado mais contrastante destaca os subgrupos baseados em traços lingüísticos por modo de articulação segundo Yavas, Hernandorena e Lamprecht (1992).

## Resultados e discussão

A discussão é feita aqui combinando as respostas dos nove pacientes em uma única MC para cada situação, o que permitiu uma análise a partir da descrição dos acertos, trocas e omissões dos fonemas apresentados durante a avaliação para essa população com a configuração audiométrica descendente, situação que determina uma área dinâmica de audição residual reduzida, comprometendo, principalmente, a detecção e a discriminação de fonemas que apresentam componentes acústicos a partir de 1000 Hz.

### MC sem AASI

No Quadro 1, observa-se grande número de omissões – 44% do total das 309 apresentações. Analisando a porcentagem de omissões por grupos de fonemas, observa-se que os grupos mais omitidos foram o das líquidas laterais e vibrantes e o das fricativas e africadas. O grupo das nasais foi o que apresentou menor porcentagem de omissões, 31%. Essa tendência parece refletir a presença dos fonemas nasais no campo dinâmico de audição desses pacientes.

**Quadro 1 – Matriz de confusão dos pacientes Sem AASI – Total**

E \ R	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/g/	/f/	/s/	/ʃ/	/v/	/z/	/ʒ/	/dʒ/	/m/	/n/	/ɲ/	/l/	/ʎ/	/r/	/ʁ/	{}	total	
/p/	4				1		1	1									1				8	/p/ 16	
/t/	1	2	1	1				5		1											8	/t/ 19	
/k/	1	4	4					4													7	/k/ 20	
/b/				7																	7	/b/ 14	
/d/				1	6		1			1	1										4	/d/ 14	
/g/				2	3	3					1		1								5	/g/ 15	
/f/	1	3						3													3	/f/ 10	
/s/		1						10		1									4		32	/s/ 48	
/ʃ/			1				1		3			1									3	/ʃ/ 9	
/v/		1					1														2	/v/ 4	
/v/			1		1					5		1									2	/v/ 10	
/z/					1						2	2									2	/z/ 7	
/ʒ/		1										5					1				3	/ʒ/ 10	
/dʒ/										1			1								2	/dʒ/ 4	
/m/										2				8							4	/m/ 14	
/n/															5		1				3	/n/ 9	
/ɲ/															2	1	1				2	/ɲ/ 6	
/l/					1									1			5				5	/l/ 12	
/ʎ/											1							2			3	/ʎ/ 6	
/r/								2			1									24	22	/r/ 49	
/ʁ/										1				2							1	9	/ʁ/ 13
Total de apresentações:				<b>309</b>	% de trocas:				<b>24%</b>														
Número de acertos:				<b>98</b>	% de acertos:				<b>32%</b>														
Número de omissões:				<b>136</b>	% de omissões:				<b>44%</b>														

 E = Estimulo  
 R = Resposta

Por outro lado, os fonemas fricativos e afri-  
 cados que têm formantes acima de 2000 Hz com  
 intensidades menores do que os limiares dos pa-  
 cientes foram omitidos em quase metade das apre-  
 sentações (48%), o que representa 49 dos 102 fon-  
 emas fricativos e afri- cados. De modo similar, os  
 laterais e vibrantes foram omitidos 49% das ve-  
 zes em que foram apresentados. Esse fato pode  
 ter ocorrido porque os sons líquidos têm uma du-  
 ração encurtada, levando a uma maior dificulda-  
 de de discriminação, segundo Russo e Behlau  
 (1993).

Dentre os fonemas líquidos, o /r/ aparece como  
 o de maior porcentagem de omissão (69%), o que  
 se justifica por ser o fonema menos intenso desse  
 grupo, pois, segundo Russo e Behlau (1993), tem  
 seu pico de energia ao redor de 25 dBNA.

Na MC sem AASI, observou-se que nas per-  
 das de configuração descendente parece existir um  
 padrão semelhante de erros em termos de omi-  
 sões e trocas na dispersão de resultados na MC, já  
 que, dos fonemas não identificados, a maioria foi  
 omitida e somente 24% deles foram substituídos  
 por outros. Essas trocas estiveram distribuídas de

maneira aleatória, não havendo grandes concentra-  
 ções de erros que permitissem a identificação de  
 tendências evidentes. Muitas trocas foram orienta-  
 das pelo aspecto semântico, já que os pacientes  
 buscavam palavras com sentido.

### MC com AASI na primeira programação

No Quadro 2, vê-se a MC elaborada para as  
 respostas dos pacientes com AASI na primeira pro-  
 gramação, na qual se pode observar que a porcen-  
 tagem de omissões dos fonemas diminuiu consi-  
 deravelmente, passando para 18% – das 308 apre-  
 sentações, somente 54 foram omitidas. Dentre as  
 nasais, somente 4% foram omitidas e dentre as fri-  
 cativas e afri- cadas, 28%.

Nota-se que assim que se dá um aumento no  
 campo dinâmico de audição dos pacientes com  
 AASI, já existe uma mudança na percepção dos  
 fonemas, refletida na MC

A porcentagem de omissões diminuiu de 44%  
 na MC sem AASI para 18% na MC da primeira  
 programação, o que implica uma diminuição de 26

**Quadro 2 – Matriz de confusão dos pacientes  
Primeira Programação – Total**

E \ R	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/g/	/f/	/s/	/ʃ/	/v/	/z/	/ʒ/	/dʒ/	/m/	/n/	/ɲ/	/l/	/λ/	/r/	/ʀ/	{}	total				
/p/	13	1	1		2	2																/p/	19			
/t/	1	6	1		2			4		1												1	/t/	16		
/k/			20		2	1																1	/k/	24		
/b/	1			9	4	1				1										1		2	/b/	19		
/d/					7	2	1	1		1												1	/d/	13		
/g/			1		2	7																2	/g/	12		
/f/	1	1					5	1														2	/f/	10		
/s/	1	1					2	26											2			20	/s/	52		
/ʃ/									5													1	/ʃ/	6		
/v/								1														1	/v/	2		
/z/							1			8		1											1	/z/	10	
/ʒ/											4	4											1	/ʒ/	9	
/dʒ/												9											1	/dʒ/	10	
/m/														7	2							1	/m/	2		
/n/														4	7		1						1	/n/	10	
/ɲ/				1											2	1		1					2	/ɲ/	5	
/l/																	7						2	/l/	10	
/λ/										1								2	2					/λ/	5	
/r/							2	2														33	11	/r/	48	
/ʀ/							1		1					3									4	5	/ʀ/	14

Total de apresentações: **308**      % de trocas: **24%**  
 Número de acertos: **180**      % de acertos: **58%**  
 Número de omissões: **54**      % de omissões: **18%**

E = Estimulo  
 R = Resposta

pontos percentuais na ocorrência das omissões após a amplificação, passando de 136 em 309 para 51 em 308. As omissões que ainda se mantiveram são aquelas que envolvem fonemas de menor intensidade e maior concentração de energia nas frequências agudas – fricativas e africadas, e líquidas vibrantes.

Observando-se as trocas fonêmicas da MC na primeira programação, vê-se que a porcentagem (24%) foi exatamente igual à obtida sem amplificação; porém, as características das trocas são diferentes entre uma MC e outra. No caso da matriz sem amplificação, nota-se que há trocas dispersas, espalhadas por toda a matriz, sem uma concentração identificável. Já na MC da primeira programação, observa-se que, no caso das plosivas surdas e sonoras, existe uma concentração de trocas entre elas, ou seja, a maioria dessas trocas ocorre dentro do mesmo modo de articulação. No caso das plosivas surdas, as trocas ocorrem em porcentagens semelhantes. Com as plosivas sonoras, os resultados indicam maior concentração de trocas entre si. Observa-se que, tanto nas plosivas surdas quanto nas sonoras as trocas foram por fricativas e africadas.

No caso das fricativas e africadas sonoras, as trocas acontecem no mesmo modo de articulação e vozeamento. Caso semelhante se observa no grupo das nasais, com poucas exceções.

Apesar de a porcentagem de trocas entre as duas matrizes discutidas até então não ter se alterado, observa-se que a porcentagem de omissões diminui consideravelmente na MC com amplificação, ocasionando um aumento na porcentagem de acertos, o que pode ser observado no deslocamento dos resultados para a diagonal principal – acertos (58%, ou seja, 180 fonemas corretos em 308, em contrapartida com os 98 fonemas corretos dos 309 sem amplificação).

**MC com AASI na programação de maior satisfação**

Na MC dos pacientes com AASI na programação de maior satisfação (Quadro 3), observa-se que a porcentagem de omissões diminui ainda mais, chegando a 9%, pois, das 303 apresentações, somente 29 foram omissões. Se compararmos com a MC da primeira programação, pode ser observado

**Quadro 3 – Matriz de confusão dos pacientes  
Última Programação – Total**

E <sup>R</sup>	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/g/	/f/	/s/	/ʃ/	/v/	/z/	/ʒ/	/dʒ/	/m/	/n/	/ɲ/	/l/	/ʎ/	/r/	/ʁ/	{}	total
/p/	7						1														2	/p/ 10
/t/	2	11						1	1								1				1	/t/ 17
/k/			18				1			1											3	/k/ 23
/b/	1			8	1																2	/b/ 12
/d/				1	9			2													1	/d/ 13
/g/			1			5						1									1	/g/ 8
/f/	1				1		5	2	1		2										1	/f/ 13
/s/		2	1		2		1	30	1										2		14	/s/ 53
/ʃ/			1						7													/ʃ/ 8
/v/									1	2												/v/ 4
/z/			1	1							10											/z/ 12
/ʒ/											5	1										/ʒ/ 6
/dʒ/								2					13									/dʒ/ 15
/m/													2									/m/ 3
/n/														14			1				1	/n/ 16
/ɲ/														3	6		1					/ɲ/ 10
/l/					1											3						/l/ 3
/ʎ/											1						14					/ʎ/ 15
/r/												1						1	1			/r/ 3
/ʁ/	1							2	2											35		/ʁ/ 42
/R/							3			3								1			9	/R/ 17

Total de apresentações: **303**      % de trocas: **20%**  
 Número de acertos: **214**      % de acertos: **71%**  
 Número de omissões: **29**      % de omissões: **9%**

E = Estimulo  
R = Resposta

que esse resultado diminuiu 9 pontos percentuais, partindo de 54 omissões em 308 apresentações para 29 em 303.

A porcentagem de omissões das nasais atingiu 3%, diminuindo somente 1 ponto percentual, fato que reflete que o traço da nasalidade está facilmente disponível no campo dinâmico da audição do paciente que utiliza a amplificação. Já as plosivas surdas e sonoras tiveram um índice de 12% de omissões, aumentando 4 pontos percentuais.

A porcentagem total de trocas nessa matriz foi de 20%, diminuindo 4 pontos percentuais do valor encontrado na primeira programação; porém, os erros voltaram a se distribuir de modo aleatório dentro da MC, não se concentrando no modo de articulação, como observado na matriz da primeira programação. Esse fato talvez tenha ocorrido porque, com o filtro passa-alto, os erros se dispersam, acarretando menos critério nos erros, já que o aumento das fricativas mais graves, que também existe com a amplificação, prejudica a audibilidade de alguns formantes dos sons mais agudos (Miller e Nicely, 1955).

A porcentagem de acertos, observada nas MCs, aumentou de 58% para 71% na última programação,

o que gera uma melhora de 23 pontos percentuais, confirmando que, no geral, a programação escolhida como a de maior satisfação pelos pacientes propicia melhores informações acústicas para que entendam a fala.

### Considerações finais

A realização das avaliações em ambiente não tratado acusticamente pareceu viável e pareceu refletir a experiência do paciente em seu cotidiano, já que a programação referida como de maior satisfação também teve o melhor desempenho na análise dos erros na matriz de confusão.

A MC permitiu uma análise detalhada das características dos acertos, omissões e substituições de fonemas, mostrando-se útil na comparação de diferentes programações e/ou AASIs. Nem sempre, porém, o relato do paciente quanto à satisfação com determinada programação corresponde a uma MC com menos trocas. Outros fatores, como escuta no ruído e características do bom resultado, podem alterar seu julgamento de satisfação. Um período de adaptação a uma nova programação

pode, de fato, alterar não só o relato do paciente quanto à satisfação, como também alterar as características de suas respostas refletidas na MC. Nessa medida, outros estudos poderiam utilizar diferentes períodos de adaptação para obtenção das MCs.

A utilização de monossílabos como estímulo de fala levou em muitas ocasiões o paciente a responder com outra palavra que nem sempre refletiu a troca devido a características acústicas dos fonemas. O erro esteve, portanto, sempre sujeito a interferências do contexto semântico. Assim, outros estudos poderiam considerar a utilização de sílabas sem sentido na obtenção de MCs.

No presente estudo, a análise dos dados transferidos para a MC permitiu observar que esta pode ser um instrumento sensível para caracterizar as trocas e as omissões na indicação de AASI. Além de simples, pode trazer contribuições específicas na escolha de parâmetros na prescrição de características acústicas no processo de indicação e adaptação de AASI.

Outros estudos utilizando esse procedimento poderão contribuir para uma melhor orientação do fonoaudiólogo, incluindo estudos que analisem a influência da distância do interlocutor e do ruído de fundo nas omissões e trocas representadas em MCs. As relações de dados qualitativos resultantes da análise da matriz de confusão podem ser também relacionados com escalas de handicap, que sugerem estudos que reforçaria a validade da utilização das MCs como instrumento clínico de avaliação de AASI.

## Referências

- Araujo AMLA. Percepção de fala residual [dissertação]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 1998.
- Arlinger S. Recent developments in air-conduction hearing aids. *Ear Nose Throat J* 1997;76(5):310-5.
- Blasca WQ. O aproveitamento da audição através do uso do aparelho de amplificação sonora individual digitalmente programável [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1994.
- Dillon H. Prescribing hearing aid performance. In: Dillon H. *Hearing aids*. New York: Thieme; 2001. p.234-80.
- Ferrari DV. Aparelhos de amplificação sonora individuais digitais: caracterização e utilização em adultos com deficiência auditiva neurosensorial [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1999.
- Iório MCM, Menegotto IH. Aparelhos auditivos. In: Lopes Filho OC. *Tratado de fonoaudiologia*. São Paulo: Rocca; 1997. p.437-61.
- Kumabe EM. A influência do material de fala na inteligibilidade de pré-escolares: variáveis que podem interferir [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1999.
- Miller G, Nicely P. An analysis of perceptual confusions among some english consonants. *J Acoust Soc Am* 1955;27(2): 338-352.
- Moore BC, Alcantara JI, Glasberg BR. Development and evaluation of a procedure for fitting multi-channel compression hearing aids. *Br J Audiol*. 1998;(32)3:177-95.
- Pen, Mangabeira-Albernaz PL. Logoaudiometria. In: Pereira LD, Schochat E *Processamento auditivo central*. São Paulo: Lovise; 1997. p.42.
- Russo ICP, Behlau M. Percepção da fala: análise acústica do português brasileiro. São Paulo: Lovise; 1993. p.1-53.
- Schochat E. Fonética, fonologia e fonoaudiologia: contribuição aos estudos dos distúrbios da fala e da percepção auditiva. *Acta Sem Ling*. 1996;6:167-78.
- Walden BE, Surr KR, Cord MT, EB, OL. Comparison of benefits provided by different hearing aid technologies. *J Am Acad Audiol*. 2000;11:540-60.
- Yavas M, Hernandorena CLM, Lamprecht RR. Avaliação fonológica da criança. Porto Alegre: Artes Médicas; 1991. p.63-89.

**Recebido em junho/04; aprovado em agosto/05.**

### Endereço para correspondência

Laura Ferreira Helou  
Rua Três de Maio nº 260, ap. 81, São Paulo, CEP 04044-020

**E-mail:** [laurahelou@pucsp.br](mailto:laurahelou@pucsp.br)