

# Reconhecimento de fala e índice de inteligibilidade de fala em usuários de próteses auditivas intra-aurais: um estudo comparativo

## Speech recognition and speech intelligibility index in intra-aural hearing aids users: a comparative study

Cibele Aparecida da Silva Andrade<sup>1</sup> , Marília Rodrigues Freitas de Souza<sup>1</sup> , Maria Cecília Martinelli Iorio<sup>1</sup> 

### RESUMO

**Objetivo:** Comparar o Índice de Inteligibilidade de Fala e o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) obtidos pré e pós-ajustes de acordo com valores prescritos, investigar correlações entre o Índice de Inteligibilidade de Fala pré e pós-ajustes e investigar correlações entre o IPRF pré e pós-ajustes em usuários de próteses auditivas intra-aurais. **Métodos:** Participaram 20 adultos de 18 a 59 anos, com perda auditiva neurossensorial bilateral de graus moderado e severo. Foram comparados o Índice de Inteligibilidade de Fala e o IPRF obtidos com próteses auditivas, em dois momentos: com os ajustes até então utilizados (momento pré) e após a regulação de acordo com os valores prescritos em verificação, com emprego do método NAL-NL1 (momento pós). Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e de testes não paramétricos, com nível de significância de 0,05. **Resultados:** Verificou-se correlação negativa entre o IPRF pré-ajuste e seu Delta pós-pré-ajuste, assim como entre o Índice de Inteligibilidade de Fala pré-ajuste e seu Delta pós-pré-ajuste. Houve correlação positiva entre o IPRF e o Índice de Inteligibilidade de Fala pós-ajuste. **Conclusão:** Quanto menores o IPRF e o Índice de Inteligibilidade de Fala pré-ajuste, maiores suas diferenças, comparando os momentos pré e pós-regulação. Quanto maior o acesso aos sons de fala, promovido pela regulação ideal das próteses auditivas, maior o IPRF.

**Palavras-chave:** Perda auditiva; Perda auditiva neurossensorial; Transtornos da audição; Audiometria da fala; Auxiliares de audição

### ABSTRACT

**Purpose:** To compare the Speech Intelligibility Index (SII) and the Word Recognition Score (WRS) in quiet obtained pre and post adjustments according to prescribed values, to investigate correlations between the Speech Intelligibility Index before and after adjustments, and to investigate correlations between pre- and post-adjustment SII in intra-aural hearing aids users. **Methods:** 20 adults participated, aged 18 to 59 years, with moderate or severe bilateral sensorineural hearing loss. We compared the Speech Intelligibility Index and the WRS obtained with hearing aids in two moments: with the adjustments previously used (pre-adjustment moment) and after modification according to the values prescribed in verification using the NAL-NL1 method (post-adjustment moment). The data were analyzed through descriptive statistics and nonparametric tests, with a significance level of 0.05. **Results:** There was a negative correlation between the pre-adjustment WRS and its post-pre adjustment difference, as well as between the pre-adjustment Speech Intelligibility Index and its post-pre adjustment Delta. There was a positive correlation between post-adjustment PISR and the SII. **Conclusion:** The lower the pre-adjustment WRS and Speech Intelligibility Index, the greater their differences comparing the pre- and post-adjustment moments. The greater the access to speech sounds, promoted by the ideal regulation of the hearing aids, the higher the WRS.

**Keywords:** Hearing loss; Sensorineural hearing loss; Hearing disorders; Speech audiometry; Hearing aids

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

<sup>1</sup>Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não.

**Contribuição dos autores:** CASA autora da monografia de curso de Especialização que deu origem ao artigo, coleta e análise de dados, escrita do manuscrito; MRFS coorientação da monografia de curso de Especialização que deu origem ao artigo, correção e submissão do manuscrito; MCMI orientadora da monografia que originou a pesquisa, correções e sugestões necessárias.

**Financiamento:** Nada a declarar.

**Autor correspondente:** Cibele Aparecida da Silva Andrade. E-mail: [cibeleandrade.fono@gmail.com](mailto:cibeleandrade.fono@gmail.com)

**Recebido:** Junho 12, 2020; **Aceito:** Outubro 16, 2020

## INTRODUÇÃO

O sucesso da seleção e adaptação de próteses auditivas depende primordialmente da condição em que o sinal de fala é amplificado e entregue ao deficiente auditivo.

Uma vez selecionado o método prescritivo e reguladas as próteses auditivas, a verificação dos ajustes é a forma pela qual se mensura o nível de pressão sonora resultante da regulação e se realiza sua comparação com os valores-alvo de ganho e saída. Esse procedimento fornece parâmetros para melhorar a audibilidade resultante da amplificação e pode ser realizado na câmara acústica (*test box*), ou *in situ* (na orelha do paciente). Quando, na verificação, é empregado o estímulo de fala, obtém-se o Mapeamento Visível de Fala Amplificada, ou *Speech Mapping*. A partir dele, é possível obter o Índice de Inteligibilidade de Fala - *Speech Intelligibility Index* (SII), medida hoje fornecida automaticamente pelos equipamentos de mensuração *in situ* e que permite quantificar o acesso aos sons de fala em determinada condição de regulação<sup>(1)</sup>. O SII pode variar de 0 a 100% – quanto maior a porcentagem, maior acesso auditivo aos fonemas – e tem sua base de cálculo no Índice de Articulação<sup>(2)</sup> e no modelo *Count the Dots*<sup>(3,4)</sup>.

A avaliação dos resultados alcançados a partir da adaptação das próteses auditivas pode ser realizada, também, com emprego de exames comportamentais, dentre eles o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF), obtido pela tarefa de repetição de 25 monossílabos gravados no silêncio<sup>(5)</sup>, e determinado pela habilidade de reconhecer os fonemas que compõem os estímulos apresentados. Trata-se, portanto, de uma tarefa vinculada ao mecanismo *bottom-up*, que é dependente da audibilidade de fonemas. Quando estímulos maiores e mais contextualizados são apresentados em tarefas comunicativas, faz-se uso, também, do mecanismo *top-down*, que se vincula às funções de atenção, memória e cognição.

Alguns estudos já tiveram como objetivo comparar as previsões de inteligibilidade de fala por meio do SII, com os escores de reconhecimento de fala comportamentais<sup>(6-9)</sup>. Uma das pesquisas indicou que o antigo Índice de Articulação (AI, do inglês *Articulation Index*) poderia indicar o desempenho no teste de reconhecimento de sílabas sem sentido de indivíduos adultos usuários de próteses auditivas, com moderada precisão<sup>(6)</sup>. Já outro estudo, que procurou estabelecer relações entre a capacidade auditiva e o desempenho em tarefas de percepção da fala em crianças com deficiência auditiva, revelou que não houve regularidade nessa correspondência, embora os resultados tenham sugerido que o desempenho nas tarefas de reconhecimento de palavras sem sentido tem maior relação com o índice de inteligibilidade do que as palavras com sentido, possivelmente por limitar as estratégias de fechamento semântico<sup>(7)</sup>. Outra investigação detalhou a relação entre audibilidade e previsões de reconhecimento de fala de 116 crianças e 19 adultos. A largura de banda do estímulo e o nível de ruído de fundo variaram sistematicamente, a fim de avaliar o reconhecimento de fala, conforme previsto pelo SII, e derivar funções de importância de frequência. Ao contrário de estudos anteriores, as crianças não experimentaram maior degradação no reconhecimento de fala do que os adultos quando a largura de banda de frequência alta foi limitada. Tanto adultos quanto crianças tiveram desempenho pior no reconhecimento de fala quando houve limitação de pistas linguísticas. Esse fato reafirma a necessidade de maximizar a

audibilidade de frequências altas, sobretudo em situações em que o contexto é limitado e, particularmente, para crianças que estão desenvolvendo conhecimento linguístico e melhorando a eficiência dos processos cognitivos relacionados. Os resultados sugeriram que o SII fornece uma estimativa da audibilidade, mas crianças exigem maiores índices para atingir o mesmo nível de compreensão da fala que os adultos<sup>(8)</sup>.

Esta pesquisa foi proposta justamente com base na observação da inexistência de consenso na literatura, no que diz respeito à correspondência entre os resultados alcançados com a intervenção (no caso, o uso da amplificação), ao comparar métodos objetivos e comportamentais de avaliação.

A partir dessas considerações, os objetivos deste estudo, realizado em usuários de próteses auditivas intra-aurais, com perda neurossensorial de graus moderado e severo, foram:

- 1) Comparar o Índice de Inteligibilidade de Fala e o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) obtidos pré e pós-ajustes, de acordo com valores prescritos em verificação;
- 2) Investigar correlações entre o Índice de Inteligibilidade de Fala obtido no momento pré-ajuste e o Índice de Inteligibilidade de Fala obtido no momento pós-ajuste, de acordo com valores prescritos em verificação;
- 3) Investigar correlações entre o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) obtido no momento pré-ajuste e o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) obtido no momento pós-ajuste, de acordo com valores prescritos em verificação;
- 4) Investigar correlações entre a audibilidade para sons de fala mensurada pelo Índice de Inteligibilidade de Fala – *Speech Intelligibility Index* – SII e a mensurada pelo Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF).

## MÉTODOS

A pesquisa foi cadastrada na Plataforma Brasil, submetida e aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo – CEP-UNIFESP, sob o número 2.177.850. Participaram da pesquisa apenas os pacientes que autorizaram o uso dos dados coletados, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Trata-se de um estudo transversal, descritivo e observacional, com amostra não probabilística por conveniência.

A amostra foi selecionada por meio de consulta dos arquivos do Núcleo Integrado de Assistência, Pesquisa e Ensino em Audição - NIAPEA, do Hospital Universitário da Escola Paulista de Medicina – Universidade Federal de São Paulo – EPM/UNIFESP.

Foram considerados como critério de inclusão: ter idade de 18 a 59 anos; ter diagnóstico de deficiência auditiva neurossensorial bilateral, de graus moderado e severo (média tonal dos limiares auditivos nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, entre 41 – 80 dBNA)<sup>(9)</sup>; ser usuário de próteses auditivas intra-aurais há mais de seis meses, a fim de que fosse possível individualizar os resultados por orelha, todas reguladas com uso do método prescritivo NAL-NL1; não apresentar outros comprometimentos associados à deficiência auditiva que pudessem comprometer a avaliação que compôs a pesquisa.

Com base nesses critérios, 20 pacientes foram submetidos à anamnese e meatoscopia.

Com uso do audiômetro clínico marca Grason-Stadler, modelo GSI 61, e emprego de fones supra-aurais TDH 50, foi realizada a audiometria tonal em cabina acústica e foram determinados os limiares para tons puros nas frequências 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz, por via aérea, e nas frequências de 500, 1000, 2000, 3000, 4000 Hz, por via óssea, em dBNA.

Na audiometria vocal, o Limiar de Reconhecimento de Fala foi pesquisado a partir de uma lista de vocábulos trissílabos e foram considerados aceitáveis os resultados iguais ou até 10 dB maiores que a média dos limiares audiométricos das frequências sonoras de 500, 1000, 2000 Hz.

O Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) foi pesquisado por meio da apresentação das listas de 25 monossílabos, gravadas D1 e D2 (listas de Pen e Mangabeira-Albernaz)<sup>(5)</sup>, para avaliação das orelhas direita e esquerda, respectivamente. Houve a preocupação de que as listas fossem apresentadas no nível de maior conforto auditivo para os pacientes, pois, para prever a inteligibilidade de fala com maior precisão, faz-se necessário diminuir as chances de desconforto auditivo e de distorção sonora gerada por altos níveis de pressão sonora<sup>(10)</sup>.

Após checagem do funcionamento das próteses auditivas, por meio de ausculta, para assegurar a qualidade da amplificação e inexistência de possíveis distorções sonoras, o IPRF foi novamente pesquisado, com uso do mesmo audiômetro clínico e dos mesmos fones supra-aurais TDH 50, com próteses na programação de uso habitual, com emprego das listas de monossílabos gravadas D3 e D4<sup>(5)</sup>, para avaliação das orelhas direita e esquerda, respectivamente, também apresentadas no nível de maior conforto auditivo para os pacientes. Todos os indivíduos avaliados faziam uso de próteses auditivas microcanais, com sistema de cancelamento de microfonia, a fim de assegurar a manutenção da qualidade sonora durante o teste.

No equipamento de verificação, foram informados os seguintes dados: tipo de prótese auditiva utilizada, tipo de adaptação (binaural), idade do paciente, transdutor utilizado para a pesquisa dos limiares tonais, método prescritivo empregado na regulagem das próteses auditivas (no caso, NAL-NL1) e limiares de audibilidade do paciente, por via aérea e por via óssea. A partir desses dados, o equipamento de verificação disponibilizou os valores em dBNPS prescritos por frequência para saída de fala e para saída máxima para cada um dos dispositivos de amplificação em uso pelos pacientes.

Foi efetuada então a verificação *in situ* das próteses auditivas nas suas regulagens de uso habitual: em sala acústica, paciente posicionado sentado a 0° azimute e a 60 cm do alto falante do equipamento de verificação *in situ*, modelo Verifit VF-1, com o microfone sonda posicionado a 5 mm da membrana timpânica, o microfone de referência logo abaixo do pavilhão auricular e a prótese auditiva colocada no meato acústico externo, garantindo-se que a extremidade do microfone sonda não estivesse ocluída pela prótese auditiva.

O estímulo empregado na verificação foi o *International Speech Test Signal (ISTS)*<sup>(11)</sup>, a 65 dBNPS, e para mensuração dos níveis de saída máxima, foi o *tone burst* de 128ms, apresentado a 85 dBNPS. Com base na verificação *in situ*, o equipamento disponibilizou, automaticamente, o *Speech Intelligibility Index* – Índice de Inteligibilidade de Fala (SII). Tal dado permitiu quantificar a porcentagem de acesso aos sons de fala para sons

de 65dBNPS de entrada nas regulagens usadas pelos pacientes, até então.

Após a primeira verificação, os aparelhos foram regulados nos *softwares* dos próprios fabricantes, a fim de alcançar os valores prescritos, ainda não contemplados. Os procedimentos de verificação *in situ* foram repetidos e, para que fossem considerados adequados, os valores de saída para a fala amplificada deveriam estar situados entre os valores-alvo  $\pm 5$  dB para cada frequência do espectro<sup>(12)</sup> e os valores de saída máxima deveriam estar abaixo dos níveis de desconforto médios estimados para a população (valores já disponibilizados pelo equipamento de verificação, de acordo com os dados de avaliação inseridos para cada paciente, e predeterminados de acordo com a pesquisa anteriormente desenvolvida<sup>(13)</sup>).

Após a garantia do ajuste adequado, foi pesquisado mais uma vez o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) com próteses auditivas, com uso do mesmo audiômetro clínico e dos mesmos fones supra-aurais TDH 50, novamente por meio da apresentação das listas gravadas D3 e D4<sup>(5)</sup>, para avaliação das orelhas direita e esquerda, respectivamente. As listas foram novamente apresentadas no nível de maior conforto auditivo para os pacientes.

Procurou-se avaliar em que medida os valores de SII e IPRF se modificaram, ao comparar cada um dos momentos em que foram pesquisados, e de que forma essas mesmas informações poderiam estar correlacionadas.

Para a análise dos dados, optou-se pela utilização dos seguintes testes não paramétricos, pois o conjunto de dados possuía baixa amostragem:

- Intervalo de Confiança para Média: utilizado para verificar a variabilidade e/ou a homogeneidade do estudo, segundo a média de idade da população estudada;
- Teste de Igualdade de Duas Proporções: utilizado para caracterizar a distribuição da frequência relativa das variáveis qualitativas sexo, grau e configuração da perda;
- Teste t-Student pareado (Teste de Igualdade de Duas Médias): empregado para testar a hipótese de homoscedasticidade dos limiares auditivos e do limiar de reconhecimento de fala (LRF) entre as orelhas, a fim de garantir a utilização de técnicas paramétricas. Foi utilizado, também, na comparação entre os momentos pré-ajuste, pós-ajuste e na variação (Delta) pós-pré-ajuste da média do Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) e do Índice de Inteligibilidade de Fala (SII), ambos com uso de próteses auditivas;
- Correlação de Pearson: utilizada para medir o grau de correlação entre o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) e Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) nos momentos pré e pós-ajuste, bem como para a variação pós-pré-ajuste (Delta);
- Teste de Correlação: empregado na validação das correlações entre o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII), nos momentos pré e pós-ajuste, bem como para a variação pós-pré-ajuste (Delta).

Compuseram a estatística descritiva, para as variáveis categóricas, frequência absoluta (N) e relativa (%) e, para as variáveis quantitativas, média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, valores mínimo e máximo e primeiro e

**Tabela 1.** Comparação entre as orelhas direita e esquerda quanto aos resultados obtidos na pesquisa dos limiares tonais por via aérea e na pesquisa do Limiar de Reconhecimento de Fala

| Limiares/LRF (dBNA) |    | Média | Mediana | Desvio Padrão | Q1 | Q3 | N  | IC  | Valor de p |
|---------------------|----|-------|---------|---------------|----|----|----|-----|------------|
| 250 Hz              | OD | 43,3  | 45      | 10,5          | 39 | 50 | 20 | 4,6 | 0,366      |
|                     | OE | 45,3  | 48      | 10,8          | 39 | 50 | 20 | 4,7 |            |
| 500 Hz              | OD | 52,8  | 50      | 8,2           | 45 | 60 | 20 | 3,6 | 0,522      |
|                     | OE | 51,5  | 55      | 8,4           | 50 | 55 | 20 | 3,7 |            |
| 1 kHz               | OD | 56,0  | 58      | 9,3           | 50 | 60 | 20 | 4,1 | 0,881      |
|                     | OE | 55,8  | 58      | 5,9           | 54 | 60 | 20 | 2,6 |            |
| 2 kHz               | OD | 62,0  | 60      | 7,5           | 55 | 66 | 20 | 3,3 | 0,015*     |
|                     | OE | 58,8  | 60      | 6,5           | 55 | 61 | 20 | 2,8 |            |
| 3 kHz               | OD | 56,8  | 55      | 6,7           | 54 | 61 | 20 | 3,0 | 0,330      |
|                     | OE | 57,8  | 60      | 8,0           | 54 | 65 | 20 | 3,5 |            |
| 4 kHz               | OD | 63,3  | 63      | 10,7          | 59 | 70 | 20 | 4,7 | 0,288      |
|                     | OE | 61,3  | 60      | 8,1           | 55 | 65 | 20 | 3,5 |            |
| 6 kHz               | OD | 69,0  | 65      | 14,1          | 60 | 78 | 20 | 6,2 | 0,893      |
|                     | OE | 69,3  | 65      | 12,5          | 64 | 75 | 20 | 5,5 |            |
| 8 kHz               | OD | 66,8  | 60      | 16,4          | 55 | 81 | 20 | 7,2 | 0,023*     |
|                     | OE | 61,8  | 63      | 17,9          | 50 | 75 | 20 | 7,9 |            |
| LRF                 | OD | 61,0  | 60      | 6,4           | 55 | 65 | 20 | 2,8 | 0,863      |
|                     | OE | 60,8  | 60      | 5,9           | 55 | 65 | 20 | 2,6 |            |

Teste t-Student pareado; nível de significância de 0,05 (5%); valores estatisticamente significantes assinalados com \*

**Legenda:** LRF = Limiar de Reconhecimento de Fala; dBNA = Nível de audição em decibéis; Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; N = número; IC = intervalo de confiança; KHz = quilohertz; Hz = Hertz; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

**Tabela 2.** Comparação do Índice de Inteligibilidade de Fala obtido nos momentos pré e pós-ajuste com uso de próteses auditivas

| SII com prótese auditiva (em %) | Pré-ajuste | Pós-ajuste |
|---------------------------------|------------|------------|
| Média                           | 44,4       | 55,9       |
| Mediana                         | 45         | 58         |
| Desvio Padrão                   | 14,8       | 11,5       |
| Q1                              | 34         | 49         |
| Q3                              | 52         | 62         |
| N                               | 40         | 40         |
| IC                              | 4,6        | 3,6        |
| Valor de p                      | <0,001*    |            |

Teste t-Student pareado; nível de significância de 0,05 (5%); valores estatisticamente significantes assinalados com \*

**Legenda:** SII = *Speech Intelligibility Index* (Índice de Inteligibilidade de Fala); % = percentual; Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; N = número; IC = intervalo de confiança

**Tabela 3.** Comparação do Índice Percentual de Reconhecimento de Fala obtido nos momentos pré e pós-ajuste com uso de próteses auditivas

| IPRF com prótese auditiva (em %) | Pré-ajuste | Pós-ajuste |
|----------------------------------|------------|------------|
| Média                            | 74,8       | 78,9       |
| Mediana                          | 76         | 80         |
| Desvio Padrão                    | 13,9       | 11,1       |
| Q1                               | 64         | 71         |
| Q3                               | 88         | 88         |
| N                                | 40         | 40         |
| IC                               | 4,3        | 3,4        |
| Valor de p                       | 0,002*     |            |

Teste t-Student pareado; nível de significância de 0,05 (5%); valores estatisticamente significantes assinalados com \*

**Legenda:** IPRF = Índice Percentual de Reconhecimento de Fala; % = percentual; Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; N = número; IC = intervalo de confiança

terceiro quartil. Para todos os testes empregados neste trabalho, foram adotados nível de significância de 0,05 (5%) e intervalo de confiança de 95%.

## RESULTADOS

A diferença na distribuição dos participantes, segundo a variável sexo, não se mostrou estatisticamente significativa: foram avaliados 11 pacientes do sexo feminino (55%) e 9 pacientes do sexo masculino (45%) (Teste de Igualdade de Duas Proporções;  $p = 0,527$ ). A variabilidade da idade foi baixa. O coeficiente de variação (CV) foi menor que 50%, o que demonstra homogeneidade dos dados. A média de idade dos participantes do estudo foi de  $35,6 \pm 5,8$  anos.

Houve prevalência de pacientes com perda auditiva neurossensorial de grau moderado bilateral (16 casos, 80%), em relação aos graus severo bilateral (2 casos, 10%) e severo à orelha direita e moderado à orelha esquerda (2 casos, 10%) (Teste de Igualdade de Duas Proporções;  $p < 0,001^*$ ).

Foram comparadas as orelhas direita e esquerda no que diz respeito aos limiares auditivos de via aérea e aos limiares de reconhecimento de fala (LRF), em dBNA. Houve simetria entre os limiares das orelhas direita e esquerda para a maioria das frequências avaliadas, com diferença estatisticamente significativa apenas para os valores de 2k e 8kHz, com maiores limiares encontrados à direita, o que pode ser observado na Tabela 1. Constatada a similaridade entre as orelhas, optou-se por considerar como N, nas demais análises estatísticas, o total de orelhas avaliadas (N=40).

A comparação dos valores de SII obtidos com as regulagens com as quais os pacientes chegaram ao serviço (pré-ajuste) com os SII coletados após regulagem, de acordo com os valores-alvo oferecidos no procedimento de verificação (pós-ajuste) é apresentada na Tabela 2.

A comparação dos valores de IPRF pesquisados com próteses auditivas no ajuste habitual de uso (pré-ajuste) com os resultados de IPRF após regulagem, de acordo com os valores prescritos na verificação (pós-ajuste) é apresentada na Tabela 3.

Tanto para o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII), quanto para o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF),



**Tabela 4.** Variações (Delta) do Índice Percentual de Reconhecimento de Fala e do Índice de Inteligibilidade de Fala: pós-ajuste em relação ao pré-ajuste

| Variação pós – pré-ajuste (Delta) (em %) | Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) | Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) |
|--|--|--|
| Média                                    | 4,1  | 11,5                                     |
| Mediana                                  | 4  | 11                                       |
| Desvio Padrão                            | 7,9  | 10,6                                     |
| Q1                                       | -1   | 3  |
| Q3                                       | 8  | 18                                       |
| N  | 40   | 40                                       |
| IC                                       | 2,4  | 3,3                                      |
| Valor de p                               | 0,002*   |  |

Teste t-Student pareado; nível de significância de 0,05 (5%); valores estatisticamente significantes assinalados com \*

**Legenda:** % = percentual; SII = *Speech Intelligibility Index*; Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; N = número; IC = intervalo de confiança

**Tabela 5.** Correlação entre o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala e o Índice de Inteligibilidade de Fala nas situações pré-ajuste, pós-ajuste e na variação pós-pré-ajuste

|  |            | IPRF pré-ajuste | IPRF pós-ajuste | SII pré-ajuste | SII pós-ajuste | Variação pós – pré-ajuste (Delta) IPRF |
|--|------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|--|
| IPRF pós-ajuste                        | Corr (r)   | 82,5%           |                 |                |                |  |
|  | Valor de p | <0,001*         |                 |                |                |  |
| SII pré-ajuste                         | Corr (r)   | 20,2%           | 29,1%           |                |                |  |
|  | Valor de p | 0,210           | 0,069           |                |                |  |
| SII pós-ajuste                         | Corr (r)   | 36,1%           | 39,6%           | 70,1%          |                |  |
|  | Valor de p | 0,022*          | 0,011*          | <0,001*        |                |  |
| Variação pós – pré-ajuste (delta) IPRF | Corr (r)   | -60,2%          | -4,6%           | 5,3%           | -7,9%          |  |
|  | Valor de p | <0,001*         | 0,780           | 0,744          | 0,628          |  |
| Variação pós – pré-ajuste (delta) SII  | Corr (r)   | 11,0%           | 2,4%            | -63,4%         | 10,7%          | -16,0%                                 |
|  | Valor de p | 0,501           | 0,884           | <0,001*        | 0,512          | 0,324                                  |

Teste de Correlação e Correlação de Pearson; nível de significância de 0,05 (5%); valores estatisticamente significantes assinalados com \*

**Legenda:** Corr (r) = correlação; IPRF = Índice Percentual de Reconhecimento de Fala; SII = *Speech Intelligibility Index* (Índice de Inteligibilidade de Fala)

houve diferença estatisticamente significativa nos resultados obtidos nos momentos antes e após ajuste, com valores maiores de ambas as variáveis nos momentos pós-regulagem. Para o Índice de inteligibilidade de fala (SII), o aumento em relação à média foi de 44,4% para 55,9% ( $p < 0,001^*$ ) e, para o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF), o aumento foi de 74,8% para 78,9% ( $p = 0,002^*$ ).

Foi então comparada a variação (Delta) do Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) e do Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF). Observou-se que a primeira foi estatisticamente maior que a segunda ( $p = 0,002^*$ ), com médias de 11,5% e 4,1%, respectivamente (Tabela 4).

Foram pesquisadas as correlações entre IPRF e SII nos momentos pré e pós, bem como entre seus Deltas, e os achados de maior relevância foram: correlação negativa entre o IPRF pré-ajuste e o Delta pós-pré-ajuste da mesma variável (-60,2%); correlação negativa entre o SII pré-ajuste e o Delta pós-pré da mesma variável (-63,4%); correlação positiva entre o IPRF pós-ajuste e o SII pós-ajuste (-39,6%) (Tabela 5).

## DISCUSSÃO

Houve a preocupação de incluir no presente estudo apenas participantes com idade mínima de 18 anos e máxima de 59 anos (média de idade dos participantes do estudo foi de  $35,6 \pm 5,8$  anos), na intenção de reduzir as chances de que os pacientes apresentassem deficiências auditivas em decorrência

do processo de envelhecimento, as quais poderiam levar à maior ocorrência de comprometimentos, não só das estruturas periféricas. O envelhecimento saudável está associado a alterações neurofisiológicas em todos os estágios do sistema auditivo humano, incluindo não somente a cóclea, mas neurônios do gânglio espiral, núcleos cocleares e outras estruturas ao longo do tronco encefálico<sup>(14)</sup>. A literatura mostra que, mesmo para estímulos curtos como monossílabos, essas alterações trazem impacto: ao avaliar a percepção da fala com próteses auditivas de 392 usuários de amplificação, foi possível observar os escores diminuírem com o aumento da idade, sobretudo após os 80 anos de idade. Acima dos 70 anos de idade, está presente uma clara tendência de diminuição do desempenho: -3% entre 70–80 anos; -7% entre 80–90 anos e -18% maior que 90 anos<sup>(15)</sup>. Talvez por esse mesmo motivo, estudo recente com 55 idosos de ambos os sexos, com perda auditiva neurosensorial adquirida bilateral de grau moderado a severo, usuários de próteses auditivas, mostrou correlação fraca entre os valores de SII e o IPRF<sup>(16)</sup>.

Houve prevalência da deficiência auditiva de grau moderado (80% da população avaliada). Sabe-se que perdas de audição neurosensoriais de graus leve e moderado costumam estar associadas à degeneração restrita das células ciliadas externas, as quais, pelo papel mecânico que desempenham como amplificadoras, são responsáveis pela audibilidade de sons fracos e pela seletividade de frequências na cóclea<sup>(17)</sup>. Uma vez que a proposta do presente estudo foi avaliar justamente a audibilidade, de forma objetiva e comportamental, e comparar essas duas formas de mensuração em dois momentos, foi fundamental

estudar participantes que, na maioria dos casos, tivessem apenas o comprometimento da sensibilidade auditiva. Nesses pacientes, a amplificação oferecida pela prótese auditiva tenta cumprir o papel que seria das células ciliadas externas e a expectativa é que o benefício alcançado nas tarefas dependentes apenas da audibilidade seja facilmente observável. Em contraposição, a deficiência auditiva de grau severo ou maior está associada à perda de função também de células ciliadas internas, que no papel de transdutores sensoriais, transmitem informações da cóclea para o nervo auditivo. A lesão dessas estruturas resulta em prejuízo ainda maior da codificação da mensagem sonora transformada em impulso elétrico, do que nas perdas de graus menores<sup>(17)</sup>. Nesses quadros, as dificuldades observadas dificilmente são sanadas satisfatoriamente apenas com uso da amplificação: são pacientes que dependerão do uso de pistas visuais e contextuais para se comunicarem com êxito. Sendo assim, a inclusão de pacientes com graus mais importantes de privação sensorial mostraria resultados distintos dos obtidos. Essa conclusão vai ao encontro de pesquisa previamente realizada com usuários de implantes cocleares (IC). Devido ao comprometimento auditivo e à grande variabilidade individual no desempenho desses pacientes, o SII não previu o desempenho da fala para esse grupo de usuários de IC, usando o cálculo tradicional. No entanto, novos modelos de SII foram desenvolvidos, incorporando fatores preditivos, o que melhorou a precisão das previsões. Variáveis demográficas (audibilidade com o dispositivo e duração da perda auditiva) e habilidades perceptivo-cognitivas são necessárias, segundo os autores, para melhorar o uso do SII para usuários de IC<sup>(18)</sup>.

Quanto à diferença observada no SII, quando comparados os momentos pré e pós-ajustes das próteses auditivas, foi possível notar aumento do valor médio da variável: de 44,4% (pré-ajuste) para 55,9% (pós-ajuste). Como o SII é obtido por cálculo puramente matemático<sup>(5)</sup>, já era de se esperar que, ao promover o maior acesso aos sons de fala por meio do novo ajuste da prótese auditiva, o SII também aumentaria.

A comparação do IPRF nas situações pré e pós-ajustes mostrou significativo aumento da variável, de 74,8% (pré-ajuste) para 78,9% (pós-ajuste), o que sinaliza a melhor audibilidade. Da mesma forma, um estudo que comparou o desempenho de pacientes em condições pré e pós-ajustes norteados pela verificação, observou, em teste de fala com emprego de sentenças, melhora significativa dos limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio (LRSS), cujo valor médio caiu de 39,60 dB para 34,41dBNA<sup>(19)</sup>. Assim, tanto na presente pesquisa com estímulos monossilábicos, quanto em estudo anterior com sentenças, houve melhora nos testes comportamentais após verificação e regulagem das próteses auditivas. As propriedades lexicais dos estímulos devem ser consideradas, mas a audibilidade é primordial em qualquer cenário. Estudo desenvolvido na Alemanha simulou, eletronicamente, três quadros distintos de audibilidade em 160 pacientes (80 participantes com limiares normais, 40 participantes com simulação de deficiência auditiva leve e 40 participantes com simulação de deficiência auditiva moderada). Os pesquisadores estimaram a audibilidade para cada quadro por meio do SII, em diferentes intensidades de apresentação do estímulo de fala, e compararam esse índice ao reconhecimento de fala obtido por meio da aplicação do *Freiburg Monosyllabic Speech Test*. O preditor mais importante para o reconhecimento de palavras foi a audibilidade, fator que, notavelmente, interagiu com as propriedades lexicais: se a audibilidade é baixa, o reconhecimento de palavras pode ser considerado uma tarefa com resultado do tipo “tudo ou nada”,

em que o impacto dos recursos lexicais é pequeno: o indivíduo que recebe pouca informação auditiva ou ouve o estímulo e acerta a tarefa, ou não ouve e erra, sem a possibilidade de respostas intermediárias. Somente quando a fala é audível em uma determinada medida é que se pode fazer uso de informações lexicais, tais como a frequência de uma palavra na língua ou a densidade de vizinhança lexical (palavras com semelhanças ortográficas, fonológicas ou semânticas, em relação ao estímulo-alvo, que interferem no acesso lexical) e que, se avaliadas, também influenciam o reconhecimento de fala<sup>(20)</sup>.

Quando comparadas as condições pós e pré-ajuste do SII e do IPRF, notou-se que o aumento apresenta no SII foi estatisticamente maior. Apesar de o IPRF ser também um valor substancialmente matemático (dado pela porcentagem de acertos), o seu resultado depende da capacidade biológica, dada também pela integridade da via auditiva do indivíduo na identificação e reconhecimento dos fonemas e das palavras do teste. Isso pode justificar a melhora relevante do SII e não do IPRF.

Os resultados dos testes de correlação entre os dois índices, SII e IPRF, mostraram que, quanto mais abaixo dos valores ideais prescritos em verificação estivessem as regulagens na chegada do paciente ao serviço, maiores as possibilidades de promover mudanças em ambos os índices, com a adequação dos parâmetros de ganho e saída e, conseqüentemente, de obter melhora das duas formas de avaliação de acesso à fala que foram comparadas: objetiva (SII) e comportamental (IPRF). O índice SII mostra o acesso à fala que a prótese auditiva passa a fornecer ao indivíduo e o IPRF mostra o quão bem o indivíduo se aproveita desse acesso. As duas medidas, no momento pós-ajuste, estão positivamente correlacionadas – quando uma aumenta, a outra acompanha. A medida objetiva é norteadora, mas quem permite comprovar a melhora do desempenho em reconhecer a fala é a medida comportamental de cada indivíduo. Tais resultados comprovam o que já é de senso comum em todas as diretrizes de boas práticas, protocolos e pesquisas na área de reabilitação audiológica: os procedimentos de verificação são imprescindíveis e as avaliações comportamentais, somadas a eles, tornam o processo de seleção, adaptação e acompanhamento dos pacientes usuários de próteses auditivas mais seguro, ético e correto<sup>(21-23)</sup>.

O estudo apresentou limitações que devem ser consideradas em pesquisas futuras: a amostra poderia ter sido maior, o que permitiria a escolha de testes estatísticos mais precisos. A comparação dessas mesmas medidas em outras faixas etárias e graus de perda, além dos estudados, permitiriam maior comprovação das inferências feitas na discussão.

## CONCLUSÃO

Quanto menores o IPRF e o SII pré-ajuste, maiores suas diferenças quando comparados os momentos pré e pós-regulagem.

Quanto maior o acesso aos sons de fala, promovido após a regulagem ideal das próteses auditivas, maior a capacidade de reconhecer monossílabos em ambiente silencioso.

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo, ao Hospital São Paulo e aos pacientes que colaboraram e permitiram a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. ANSI: American National Standards Institute. ANSI S3.5-1997: methods for the calculation of the speech intelligibility index. New York: Acoustical Society of America; 2012.
2. French NR, Steinberg JC. Factors governing the intelligibility of speech sounds. *J Acoust Soc Am.* 1947;19(1):90-119. <http://dx.doi.org/10.1121/1.1916407>.
3. Mueller HG, Killion MC. An easy method for calculating the articulation index. *Hear J.* 1990;43(9):14-7.
4. Killion MC, Mueller HG. Twenty years later: a NEW count-the-dots method. *Hear J.* 2010;63(1):10-2. <http://dx.doi.org/10.1097/01.HJ.0000366911.63043.16>.
5. Pen MG, Mangabeira-Albernaz PL. Lista de monossílabos para discriminação vocal. In: Mangabeira-Albernaz PL, Ganância MM, editors. *Surdez neurossensorial*. São Paulo: Moderna; 1976. p. 20.
6. Humes LE. Understanding the speech-understanding problems of the hearing impaired. *J Am Acad Audiol.* 1991;2(2):59-69. PMID:1768875.
7. Camargo N, Mendes BCA, Novaes BCAC. Relações entre medidas de capacidade auditiva e desempenho em tarefas de percepção da fala em crianças com deficiência auditiva. *CoDAS.* 2020;32(1):e20180139. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20192018139>. PMID:32022219.
8. McCreery RW, Stelmachowicz PG. Audibility-based predictions of speech recognition for children and adults with normal hearing. *J Acoust Soc Am.* 2011;130(6):4070-81. <http://dx.doi.org/10.1121/1.3658476>. PMID:22225061.
9. WHO: World Health Organization. Grades of hearing impairment [Internet]. Switzerland: WHO; 2019 [citado em 2020 Mai 12]. Disponível em: [http://www.who.int/pbd/deafness/hearing\\_impairment\\_grades/en/](http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/)
10. Studebaker GA. The effect of equating loudness on audibility-based hearing aid selection procedures. *J Am Acad Audiol.* 1992;3(2):113-8. PMID:1600213.
11. Holube I, Fredelake S, Vlaming M, Kollmeier B. Development and analysis of an international speech test signal (ISTS). *Int J Audiol.* 2010;49(12):891-903. <http://dx.doi.org/10.3109/14992027.2010.506889>. PMID:21070124.
12. Baker S, Jenstad L. Matching real-ear targets for adult hearing aid fittings: NAL-NL1 and DSL v5.0 prescriptive formulae. *Can. J Speech Lang Pathol Audiol.* 2017;41(2):227-35.
13. Pascoe DL. Clinical measurements of the auditory dynamic range and their relation to formulas for hearing aid gain. In: J. Jensen (Ed.). *Hearing Aid Fitting: Theoretical and Practical Views: Proceedings of the 13th Danavox Symposium; 1988; Copenhagen*. Copenhagen: Danavox Jubilee Foundation; 1988. p. 129-52.
14. Peelle JE, Wingfield A. The neural consequences of age-related hearing loss. *Trends Neurosci.* 2016;39(7):486-97. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tins.2016.05.001>. PMID:27262177.
15. Hoppe U, Hocke T, Müller A, Hast A. Speech perception and information-carrying capacity for hearing aid users of different ages. *Audiol Neurootol.* 2016;21(Supl. 1):16-20. <http://dx.doi.org/10.1159/000448349>. PMID:27806356.
16. Nigri LF, Iório MCM. Estudo da correlação entre índice de inteligibilidade de fala Speech Intelligibility Index (SII) e índice percentual de reconhecimento de fala. *Distúrb Comun.* 2019;31(1):33-43. <http://dx.doi.org/10.23925/2176-2724.2019v31i1p33-43>.
17. Ryan AF, Kujawa SG, Hammill T, Le Prell C, Kil J. Temporary and permanent noise-induced threshold shifts: a review of basic and clinical observations. *Otol Neurotol.* 2016;37(8):e271-5. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0000000000001071>. PMID:27518135.
18. Lee S, Mendel LL, Bidelman GM. Predicting speech recognition using the speech intelligibility index and other variables for cochlear implant users. *J Speech Lang Hear Res.* 2019;62(5):1517-31. [http://dx.doi.org/10.1044/2018\\_JSLHR-H-18-0303](http://dx.doi.org/10.1044/2018_JSLHR-H-18-0303). PMID:31058575.
19. Tonelini CFM, Garolla LP, Iório MCM. Avaliação da percepção de fala em usuários de próteses auditivas após ajuste fino via mapeamento de fala com estímulo em Português. *Audiol Commun Res.* 2016;21(0):e1647. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2015-1647>.
20. Winkler A, Carroll R, Holube I. Impact of lexical parameters and audibility on the recognition of the Freiburg monosyllabic speech test. *Ear Hear.* 2020;41(1):136-42. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0000000000000737>. PMID:31033700.
21. Valente M, Abrams H, Benson D, Chisolm T, Citron D, Hampton D, et al. Guidelines for the audiologic management of adult hearing impairment. *Audiology Today.* 2006;18(5):32-7.
22. Jardim IS, Sizenando CS, Bento RF, Iwahashi JH. Hearing aid fitting protocols for adults and elderly individuals. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2011;15(02):214-22. <http://dx.doi.org/10.1590/S1809-48722011000200015>.
23. Jorgensen LE. Verification and validation of hearing aids: opportunity not an obstacle. *J Otol.* 2016;11(2):57-62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joto.2016.05.001>. PMID:29937811.