



Audiology - Communication Research

ISSN: 2317-6431

Academia Brasileira de Audiologia

Sperling, Mariana Pinheiro Silva Brigatto; Pereira, Anderson Alves da Silva; Almeida, Katia de  
Correspondência entre alvo e saída da prótese auditiva  
segundo as regras prescritivas NAL-NL1 e NAL-NL2  
Audiology - Communication Research, vol. 27, e2649, 2022  
Academia Brasileira de Audiologia

DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2022-2649pt>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=391569852031>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em [redalyc.org](http://redalyc.org)

UABEM  
[redalyc.org](http://redalyc.org)

Sistema de Informação Científica Redalyc

Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal

Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa  
acesso aberto

# Correspondência entre alvo e saída da prótese auditiva segundo as regras prescritivas NAL-NL1 e NAL-NL2

## Fit to target of hearing aids according to NAL-NL1 and NAL-NL2 prescription rules

Mariana Pinheiro Silva Brigatto Sperling<sup>1</sup> , Anderson Alves da Silva Pereira<sup>1</sup> , Katia de Almeida<sup>1</sup> 

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar comparativamente os alvos prescritos pelas regras NAL (*National Acoustic Laboratories*) não lineares com a resposta da prótese auditiva obtida por meio das mensurações com microfone-sonda no ajuste de uso efetivo, de acordo com o grau da perda auditiva. **Método:** Participaram do estudo 67 usuários experientes de próteses auditivas. Todos foram reavaliados quando compareceram às sessões de acompanhamento periódico. Nesse momento, realizou-se avaliação audiológica, registrando-se as horas de uso do dispositivo e realizando-se a resposta com prótese auditiva (REAR - *Real Ear Aided Response*). **Resultados:** Observou-se que 80% das próteses auditivas de todos os grupos atingiram a faixa analisada, com exceção do grupo de perda moderada. Também foi realizada a análise da porcentagem de orelhas cuja resposta com prótese auditiva estivesse em  $\pm 5$  dB para as frequências baixas e  $\pm 8$  dB nas altas frequências e observou-se que menos de 80% dos ajustes atingiram esta faixa. Intervalos de confiança foram construídos para verificar a faixa de adaptação de preferência dos usuários experientes. **Conclusão:** A faixa de  $\pm 10$  dB demonstra ser a de preferência dos usuários. Porém, para usuários experientes, sugere-se que a faixa de adaptação encontre-se na faixa de  $\pm 3$  nas frequências baixas e médias e  $\pm 7$  na região de altas frequências.

**Palavras-chave:** Adulto; Perda auditiva; Auxiliares de audição; Percepção da fala; Avaliação de resultados

### ABSTRACT

**Purpose:** To compare the targets prescribed by the non-linear NAL with the real ear aided response - REAR obtained through probe microphone in the setting of effective use according to the degree of hearing loss. **Methods:** 67 experienced hearing aid users participated in the study. All were reassessed when attending follow-up sessions. At that moment, they were asked whether they had any complaints with respect to the amplification. An audiological evaluation was performed, the hours of use of the device were recorded and the new probe microphone measurement was taken. **Results:** The percentage of ears with REAR within  $\pm 10$  dB of the prescriptive target was verified. It was observed that 80% of the hearing aids of all groups reached the analyzed range, with the exception of the moderate hearing loss group. We also performed the analysis of the percentage of ears whose hearing aid response was within  $\pm 5$  dB for the low frequencies and  $\pm 8$  dB for the high frequencies, and it was observed that less than 80% of the adjustments reached this range. Confidence intervals were constructed to verify the preference fit to target of experienced users. **Conclusion:** The range of  $\pm 10$  dB proves to be the users' preference. For experienced users, it is suggested that the adaptation phase be found in the range of  $\pm 3$  in the low and medium frequencies and  $\pm 7$  in the high frequency region

**Keywords:** Adult; Hearing loss; Hearing aids; Speech perception; Outcome assessment

Trabalho realizado na Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo – FCMSCSP – São Paulo (SP), Brasil.

<sup>1</sup>Mestrado Profissional em Saúde da Comunicação Humana, Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo – FCMSCSP – São Paulo (SP), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não.

**Contribuição dos autores:** MPSBS participou da idealização do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados e redação do artigo; AASP; participou da revisão do artigo; KA participou, na condição de orientadora, da idealização do estudo e revisão do artigo.

**Financiamento:** Nada a declarar.

**Autor correspondente:** Mariana Pinheiro Silva Brigatto Sperling. E-mail: [marianapbrigatto@gmail.com](mailto:marianapbrigatto@gmail.com)

**Recebido:** Março 07, 2022; **Aceito:** Maio 24, 2022

## INTRODUÇÃO

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) <sup>(1)</sup> demonstram que a perda de audição é a terceira deficiência que mais prevalece no Brasil. Em crianças, a deficiência auditiva acarreta importantes prejuízos no desenvolvimento de linguagem, o que torna necessária a intervenção por meio do uso de próteses auditivas o mais cedo possível, para que a audibilidade do sinal de fala seja reestabelecida. Em adultos e idosos, a perda auditiva, além de prejudicar a comunicação, tem forte impacto negativo na qualidade de vida. Na tentativa de minimizar os efeitos indesejados das perdas auditivas, a amplificação por meio de próteses auditivas é indicada <sup>(2)</sup>.

Durante o processo de seleção e adaptação das próteses auditivas, é necessário verificar o seu desempenho, com a finalidade de assegurar que o sinal de fala amplificado seja audível e confortável para o usuário. Nesse processo, determinam-se as características físicas, eletroacústicas e tecnológicas mais adequadas e que atendam às necessidades audiológicas de cada caso. É igualmente importante que a seleção de ganho por frequência e saída máxima necessários para a amplificação do sinal de fala seja realizada por meio de métodos prescritivos validados, como NAL-NL (*National Acoustic Laboratories – Non-Linear*) <sup>(3)</sup> e DSL (*Desired Sensation Level*) <sup>(4)</sup>, pois tais regras foram amplamente estudadas em diferentes populações, com resultados satisfatórios para garantir a audibilidade do sinal de fala e conforto para o usuário da amplificação.

A verificação utilizando mensurações com microfone-sonda e o uso de alvos a partir de métodos prescritivos validados é a melhor prática recomendada para a adaptação de próteses auditivas. Porém, Mueller <sup>(5)</sup> ressaltou que, embora 78% dos profissionais que adaptam próteses auditivas utilizem métodos prescritivos de ganho validados, apenas 44% desses fazem uso de mensurações com microfone-sonda em sua rotina clínica. Isso significa que muitos profissionais selecionam uma medida prescritiva adequada e validada cientificamente, mas não realizam testes para verificar se os valores de ganho e saída desejados são alcançados de maneira satisfatória.

Muito se discute sobre a diferença desejável entre os alvos prescritos e os resultados obtidos na verificação objetiva do usuário da amplificação, seja em crianças ou adultos. Em crianças, é fundamental que o sinal amplificado esteja o mais próximo possível dos alvos prescritos, já que essa população está em desenvolvimento de fala e, portanto, é necessário que o dispositivo de amplificação forneça a maior audibilidade possível. É recomendado que o sinal amplificado esteja em uma faixa de  $\pm 3$  ou  $\pm 5$  dB dos alvos prescritos pelo DSL, para assegurar que não exista super ou subamplificação <sup>(6,7)</sup>. Para a população adulta, existe a crença de que o sinal amplificado esteja em uma faixa de  $\pm 10$  dB dos alvos prescritos, porém, não é consenso <sup>(8,9-13)</sup>. Há evidências demonstrando que a faixa de ganho utilizável pode variar ao longo das frequências, sugerindo valores entre 5,8 dB nas frequências baixas e 8,4 dB nas frequências altas <sup>(11)</sup>. Apesar desses achados, sabe-se que adultos necessitam e suportam menos ganho quando comparados à população pediátrica.

Nesse contexto, surge a necessidade de conhecer o ajuste ideal da prótese auditiva, para que a amplificação entregue ao paciente seja audível, confortável e proporcione a melhor experiência. Sendo assim, é necessário analisar comparativamente os alvos prescritos pelas regras NAL não lineares com a resposta

da prótese auditiva obtida por meio das mensurações com microfone-sonda no ajuste de uso efetivo, de acordo com o grau da perda auditiva, a fim de verificar o ajuste de preferência de usuários experientes adaptados com próteses auditivas.

Face ao exposto, o objetivo do estudo foi analisar comparativamente os alvos prescritos pelas regras NAL não linear 1 e 2, com a resposta da prótese auditiva obtida por meio das mensurações com microfone-sonda no ajuste de uso efetivo segundo o grau da perda auditiva, em adultos experientes, a fim de estabelecer a faixa de ganho acústico ideal para essa população.

## MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - CEP - da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo - FCMSCSP, sob protocolo de comprovante em pesquisa nº 2.483.720. De acordo com as normas éticas para a realização de pesquisas com seres humanos, todos os participantes foram orientados sobre o estudo e procedimentos aos quais seriam submetidos. Ao concordarem em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Todas as etapas do estudo foram realizadas na Clínica de Fonoaudiologia Maria do Carmo Redondo da FCMSCP e no Centro de Estudos dos Distúrbios da Audição - CEDIAU.

Os participantes eram usuários de próteses auditivas e foram convidados a participar do estudo quando compareceram às sessões de acompanhamento. O recrutamento dos candidatos ao estudo ocorreu no período de junho de 2017 a outubro de 2018. Foram selecionados 66 participantes, segundo os critérios de inclusão: adultos com perda auditiva de qualquer grau e configuração; usuários de próteses auditivas há, pelo menos, seis meses, autorrelato de uso diário da(s) prótese(s) auditiva(s) por um tempo igual ou maior que oito horas por dia, confirmado pelo registro de dados do dispositivo. Como critério de exclusão, considerou-se a presença de quaisquer problemas de saúde que pudessem impedir a participação em qualquer etapa da pesquisa.

No momento da adaptação, a programação das próteses auditivas foi realizada utilizando um computador equipado com o sistema NOAH 4.0, para registro de dados individuais e para ajuste das características eletroacústicas das próteses auditivas, por meio de uma interface específica de cada marca/modelo (*iCube*, *Air Link*, *Hi-pro*), estabelecida pelo *software* de programação de cada fabricante. As próteses auditivas selecionadas foram ajustadas a partir dos métodos prescritivos NAL-NL1 (*National Acoustic Laboratories Non-Linear*) <sup>(14)</sup>, para usuários adaptados há mais tempo e NAL-NL2 (*National Acoustic Laboratories Non-Linear*) <sup>(3)</sup>, para usuários mais recentes. Com base nas informações fornecidas pelo indivíduo em relação à qualidade sonora, intensidade e desconforto, o ajuste fino inicial era realizado, antes da obtenção das medidas com microfone-sonda. O registro de horas (*data logging*) de uso foi ativado em todas as próteses auditivas. Os participantes do estudo foram reavaliados quando compareceram às sessões de acompanhamento periódico agendadas pelo menos seis meses após a adaptação. Nesse momento, era verificada a existência de alguma queixa com relação à amplificação, realizada avaliação audiológica, verificado o registro de horas de uso da prótese auditiva e nova mensuração com equipamentos

com microfone-sonda. Os dados obtidos nessa ocasião foram coletados e utilizados para análise.

A verificação das características eletroacústicas das próteses auditivas foi realizada em sala silenciosa, com equipamento de microfone-sonda Verifit da Audioscan, utilizando a ferramenta denominada 'mapeamento de fala amplificada'. Essa ferramenta permite avaliar o funcionamento eletroacústico das próteses auditivas e verificar se os valores de ganho e saída gerados fornecem audibilidade consistente para o sinal de fala, conforme os alvos gerados pelas regras prescritivas. Para verificar quão próxima a saída para diferentes entradas sonoras estava dos alvos determinados pela regra prescritiva escolhida, utilizou-se o sinal ISTS (*International Speech Test Signal*)<sup>(15)</sup> nas intensidades de 55 dB NPS (decibel - nível de pressão sonora) e 65 dB NPS, respectivamente, e os valores obtidos foram registrados pelo equipamento. Para a pesquisa da resposta de saturação da prótese auditiva, utilizou-se a varredura de tons puros na intensidade de 90 dB NPS. Os testes eram interrompidos imediatamente se o paciente relatasse qualquer desconforto.

Todos os dados foram computados e submetidos à análise descritiva e inferencial. A análise descritiva englobou variáveis qualitativas, como idade, gênero, tempo de adaptação, uso diário das próteses e grau de perda auditiva. Para todas as variáveis desta análise, obtiveram-se valores absolutos (n) e relativos (%), além do desvio padrão e mediana. Para análise das diferenças entre alvo e resposta dos grupos, foi adotado o nível de significância  $p \leq 0,05$ , obtido por meio do teste Qui-quadrado de Pearson. Intervalos de confiança foram gerados para as diferenças entre alvo prescritivo e resposta da prótese auditiva. Toda a análise estatística foi realizada por meio do programa SPSS (13.0).

## RESULTADOS

A amostra do estudo foi composta por 66 adultos - 35 homens e 31 mulheres -, todos com mais de 18 anos, de ambos os gêneros, sendo predominantemente formada por idosos (mais de 60 anos). A maioria das orelhas foi classificada com perda moderada (55%), como demonstra a Tabela 1. Em relação ao tempo de uso, notou-se que os indivíduos da amostra estavam adaptados com suas próteses auditivas há, pelo menos, 6 meses, com tempo médio de 5 anos.

Considerou-se o uso efetivo das próteses auditivas quando foram utilizadas por um período maior ou igual a 8 horas por dia e utilizou-se o tempo de uso diário como marcador de satisfação com o uso da amplificação. A partir disso, realizou-se a análise dos alvos gerados pelas regras prescritivas, calculando a variação entre alvo e resposta com a prótese auditiva (REAR - *Real Ear Aided Response*). Verificou-se a porcentagem de orelhas cuja resposta com prótese auditiva estivesse em  $\pm 10$  dB do alvo prescritivo e a porcentagem de orelhas cuja resposta com prótese estivesse entre  $\pm 5$  dB e  $\pm 8$  dB, de acordo com a frequência, obtidas na verificação com microfone-sonda para os sinais de entrada de fraca (55 dB) e média intensidade (65 dB), a fim de estabelecer a faixa de amplificação ideal para usuários experientes. A Tabela 2 mostra a análise descritiva das faixas analisadas, de acordo com a intensidade do sinal de entrada.

Além disso, foram construídos intervalos de confiança para o sinal de fala fraco (55 dB), médio (65 dB) e saída máxima (MPO), a partir das diferenças entre resposta da prótese auditiva e alvos prescritivos, considerando o grau de perda auditiva,

a fim de verificar a faixa de ganho acústico e saída máxima utilizadas para as regras prescritivas NAL-NL1 e NAL-NL2, por usuários experientes da amplificação. É importante ressaltar que os ajustes de todas as próteses auditivas foram feitos buscando atingir os alvos propostos pelas regras prescritivas e respeitando a sensação individual de cada paciente. Os resultados descritivos da diferença entre alvo e resposta para as regras prescritivas NAL-NL1 e NAL-NL2 e os intervalos de confiança estão descritos nas Tabelas 3, 4 e 5.

## DISCUSSÃO

A amostra do estudo foi composta por 66 adultos adaptados com próteses auditivas há, pelo menos, seis meses e com uso diário de, no mínimo, oito horas. A média de idade dos participantes foi de 76,9 anos, ou seja, a população idosa representou quase 90% da amostra. Todos os participantes faziam uso efetivo de suas próteses auditivas por um período de tempo que variou entre oito e 17 horas, com média de dez horas diárias. Considerando o tempo de uso, acreditou-se que todos estivessem bem adaptados à amplificação, já que isso refletiria o benefício e a satisfação do usuário com seus dispositivos, concordando com outros estudos<sup>(15,16)</sup>.

**Tabela 1.** Caracterização da amostra

|                              | N= 114       | %    |
|------------------------------|--------------|------|
| <b>REGRAS PRESCRITIVAS</b>   |              |      |
| NAL-NL1                      | 66           | 57,9 |
| NAL-NL2                      | 48           | 42,1 |
| <b>GRAU DE PERDA</b>         |              |      |
| Leve                         | 25           | 21,9 |
| Moderada                     | 62           | 54,4 |
| Moderadamente Severa         | 16           | 14,0 |
| Severa ou Profunda           | 11           | 9,6  |
|                              | N<br>(n= 66) | %    |
| <b>TIPO DE PRÓTESE</b>       |              |      |
| Receptor no canal            | 51           | 45   |
| Retroauricular com tubo fino | 2            | 2    |
| Retroauricular convencional  | 7            | 6    |
| Microcanal/Intracanal        | 6            | 5    |
| <b>GÊNERO</b>                |              |      |
| MASCULINO                    | 35           | 53   |
| FEMININO                     | 31           | 47   |
| <b>IDADE (ANOS)</b>          |              |      |
| 18 - 59                      | 7            | 11   |
| Acima de 60                  | 59           | 89   |
| <b>MÉDIA DE IDADE:</b>       | 76,9         |      |
| <b>ADAPTAÇÃO</b>             |              |      |
| Unilateral                   | 18           | 27   |
| Bilateral                    | 48           | 73   |

**Lenda:** N= total de orelhas analisadas; % = percentual; NAL-NL = *National Acoustic Laboratories Non-Linear*

**Tabela 2.** Estatística descritiva da diferença entre alvo e resposta da prótese por frequência e grau de perda auditiva segundo a NAL-NL2

| Grau de Perda              | Entrada | Faixa de adapt. (dB) | 250 Hz | 500 Hz | 1KHz |     | 2 KHz | 3 KHz | 4 Hz |
|----------------------------|---------|----------------------|--------|--------|------|-----|-------|-------|------|
|                            |         |                      | %      | %      | %    |     | %     | %     | %    |
| <b>Leve</b><br>(n= 25)     | 55 dB   | ± 10                 | 100    | 100    | 88   | ± 8 | 100   | 84    | 92   |
|                            |         | ± 5                  | 88     | 68     | 48   |     | 80    | 73    | 64   |
|                            | 65 dB   | ± 10                 | 100    | 100    | 89   | ± 8 | 100   | 93    | 93   |
|                            |         | ± 5                  | 96     | 76     | 60   |     | 84    | 76    | 92   |
|                            | Saída   | - 10                 | 76     | 100    | 89   | - 8 | 100   | 96    | 96   |
|                            |         | - 5                  | 12     | 0      | 8    |     | 35    | 46    | 12   |
| <b>Moderado</b><br>(n=62)  | 55 dB   | ± 10                 | 97     | 68     | 66   | ± 8 | 97    | 95    | 74   |
|                            |         | ± 5                  | 77     | 30     | 47   |     | 80    | 87    | 63   |
|                            | 65 dB   | ± 10                 | 95     | 78     | 70   | ± 8 | 94    | 90    | 84   |
|                            |         | ± 5                  | 81     | 42     | 75   |     | 91    | 86    | 75   |
|                            | Saída   | - 10                 | 31     | 81     | 73   | - 8 | 97    | 94    | 86   |
|                            |         | - 5                  | 5      | 2      | 8    |     | 28    | 54    | 13   |
| <b>Mod/Sev.</b><br>(n=16)  | 55 dB   | ± 10                 | 87     | 73     | 88   | ± 8 | 93    | 93    | 77   |
|                            |         | ± 5                  | 50     | 32     | 62   |     | 69    | 81    | 57   |
|                            | 65 dB   | ± 10                 | 81     | 69     | 81   | ± 8 | 88    | 75    | 63   |
|                            |         | ± 5                  | 63     | 44     | 69   |     | 69    | 63    | 77   |
|                            | Saída   | - 10                 | 27     | 73     | 81   | - 8 | 94    | 86    | 77   |
|                            |         | - 5                  | 7      | 6      | 13   |     | 44    | 38    | 6    |
| <b>Sev/Prof.</b><br>(n=11) | 55 dB   | ± 10                 | 93     | 100    | 81   | ± 8 | 87    | 83    | 75   |
|                            |         | ± 5                  | 45     | 45     | 73   |     | 55    | 45    | 9    |
|                            | 65 dB   | ± 10                 | 70     | 91     | 73   | ± 8 | 78    | 57    | 50   |
|                            |         | ± 5                  | 40     | 55     | 67   |     | 75    | 57    | 25   |
|                            | Saída   | - 10                 | 30     | 91     | 73   | - 8 | 78    | 57    | 50   |
|                            |         | - 5                  | 10     | 18     | 27   |     | 27    | 57    | 50   |

**Legenda:** NAL-NL = (National Acoustic Laboratories - Non-Linear); N = número de indivíduos % = percentual; dB = decibel; Hz = hertz; KHz = kilohertz; adapt. = adaptação; Mod/Sev. = moderado/severo; Sev/Prof. = severo/profundo

Todos os participantes deste estudo foram adaptados utilizando as regras NAL-NL1 ou NAL-NL2, dependendo de sua experiência anterior. É importante ressaltar que métodos prescritivos validados são a melhor prática para adaptação de próteses auditivas e determinam as características eletroacústicas das próteses auditivas<sup>(17)</sup>. Entretanto, nenhuma prótese auditiva foi utilizada sem que ajustes finos tenham sido realizados e os alvos prescritos verificados. Independentemente do método validado escolhido para adaptação de próteses auditivas, a verificação das características de ganho e saída máxima, por meio de medidas com microfone-sonda, é fundamental, já que essas características demonstram a informação de fala amplificada audível para o usuário.

Na prática clínica, a busca pelo ajuste ideal das próteses auditivas pode ser um desafio, já que, muitas vezes, a faixa de

adaptação ideal para os usuários de próteses auditivas não é conhecida. Sabe-se que a melhor prática para confirmar o ajuste de próteses auditivas é a verificação por meio de medidas com microfone-sonda, pois permite a visualização da amplificação fornecida pela prótese auditiva ao usuário. Ainda que tais ferramentas sejam essenciais, é necessário que o fonoaudiólogo saiba como usar as informações obtidas. Por exemplo, de acordo com os diferentes métodos prescritivos, usuários experientes com a amplificação preferem mais ganho do que novos usuários, mas qual a faixa de ganho acústico ideal para cada indivíduo aceitar e obter maior benefício com a amplificação? O ajuste ideal da prótese auditiva é aquele que propicia ao usuário som amplificado em intensidade confortável e com boa qualidade sonora, levando ao uso da amplificação em tempo integral, e que forneça a melhor informação sonora possível<sup>(19)</sup>.



**Tabela 3.** Intervalo de confiança de 95% para as diferenças entre alvo e resposta segundo a regra prescritiva NAL-NL1

| Grau de Perda               | Nível de Entrada | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 3000 Hz | 4000 Hz |
|-----------------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| (dB NPS)                    |                  |        |        |         |         |         |         |
| <b>Leve</b><br>(n= 25)      | 55               | 6,05   | 5,7    | 4,5     | 7,6     | 7,7     | 7,7     |
|                             | 65               | 3,3    | 10,3   | 4,1     | 8,6     | 8,6     | 6,1     |
|                             | Saída            | 2,3    | 10,3   | 5,6     | 8,8     | 8,8     | 10,6    |
| <b>Moderado</b><br>(n=62)   | 55               | 3,2    | 3,6    | 4,5     | 3,3     | 4,7     | 4,7     |
|                             | 65               | 2,8    | 3,1    | 4,3     | 3,1     | 4,6     | 5,4     |
|                             | Saída            | 2,1    | 3,1    | 4,2     | 3,1     | 4,6     | 6,0     |
| <b>Mod/Severo</b><br>(n=16) | 55               | 26,7   | 11,7   | 17,3    | 12,2    | 8,7     | 39,8    |
|                             | 65               | 18,3   | 16,2   | 14,7    | 12,1    | 6,2     | 44,7    |
|                             | Saída            | 39,2   | 24,4   | 20,5    | 19,6    | 10,3    | 23,4    |
| <b>Profundo</b><br>(n=11)   | 55               | 12,8   | 9,0    | 6,8     | 4,6     | 28,7    | *       |
|                             | 65               | 17,8   | 8,4    | 10,5    | 10,3    | 24,7    | *       |
|                             | Saída            | 18,9   | 10,9   | 21,5    | 25,9    | 26,5    | 35,1    |

\*valores não foram estabelecidos devido ao n reduzido para a frequência de 4 kHz do grupo de grau profundo

**Legenda:** NAL-NL = *National Acoustic Laboratories Non-Linear*; n = número de orelhas dB = decibel; NPS = nível de pressão sonora; Hz = hertz; Mod = moderado

**Tabela 4.** Intervalo de confiança de 95% para as diferenças entre alvo e resposta segundo a regra prescritiva NAL-NL2

| Grau de Perda                | Nível de Entrada | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 3000 Hz | 4000 Hz |
|------------------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| (dB NPS)                     |                  |        |        |         |         |         |         |
| <b>Leve</b><br>(n= 25)       | 55               | 2,93   | -4,6   | -3,8    | -2,0    | -4,4    | -7,1    |
|                              | 65               | 2,1    | -2,7   | -1,9    | -0,2    | -1,2    | -4,9    |
|                              | Saída            | -6,8   | -13,9  | -14,8   | -8,9    | -10,6   | -15,5   |
| <b>Moderado</b><br>(n= 62)   | 55               | 0,2    | -7,6   | -4,7    | -0,5    | -2,9    | -6,2    |
|                              | 65               | -0,1   | -3,8   | -1,5    | 1,1     | 0,1     | -3,8    |
|                              | Saída            | -12,0  | -17,5  | -16,7   | -8,4    | -9,3    | -15,4   |
| <b>Mod/Severo</b><br>(n= 16) | 55               | -0,5   | -6,7   | 1,0     | 2,7     | -2,1    | -6,3    |
|                              | 65               | 1,3    | -3,2   | 5,2     | 3,3     | 2,1     | -4,1    |
|                              | Saída            | -13,5  | -17,5  | -12,0   | -7,5    | -12,6   | -21,6   |
| <b>Profundo</b><br>(n= 11)   | 55               | -3,5   | 7,0    | 14,0    | 11,0    | 1,0     | *       |
|                              | 65               | -5,5   | 11,5   | 17,0    | 10,5    | *       | -2,0    |
|                              | Saída            | -18,5  | -5,5   | -7,0    | -3,0    | -27,0   | -32,0   |

\*valores não foram estabelecidos devido ao n reduzido para as frequências de 3 e 4 kHz do grupo de grau profundo

**Legenda:** NAL-NL = *National Acoustic Laboratories Non-Linear*; n = número de orelhas ; dB = decibel; NPS = nível de pressão sonora; Hz = hertz; Mod = moderado

Devem ser realizados ajustes finos nas características de ganho e saída das próteses auditivas, tendo como meta os alvos calculados pelos métodos prescritivos – dentro de certa faixa de variação - buscando a audibilidade dos sinais de fraca e média intensidade da fala e sem desconforto para o usuário<sup>(3)</sup>.

No presente estudo, realizou-se a comparação entre os alvos prescritos pela NAL-NL1 e NAL-NL2 e respostas com a prótese auditiva (REAR) obtidas para os sinais de fala de fraca (55 dB) e média (65 dB) intensidade, a fim de identificar a faixa de adaptação considerada ideal para o usuário experiente. Diversas

pesquisas<sup>(9,10,12,20)</sup> citam critérios diferentes para adaptação das próteses auditivas, independentemente da regra prescritiva a ser utilizada, sendo que a faixa de  $\pm 10$  dB é a mais recomendada. Notou-se que os indivíduos que integraram este estudo utilizavam suas próteses auditivas com ganho acústico entre  $\pm 3$  e  $\pm 7$  dB, de acordo com a frequência para as entradas sonoras de fraca e média intensidade. Sendo assim, pode-se enfatizar, que o melhor ajuste deve ser realizado e avaliado considerando não apenas os limiares auditivos, mas também fatores individuais, como conforto e tolerância ao som amplificado. Além disso, a partir

**Tabela 5.** Estatística descritiva da média das diferenças entre alvo prescritivo e resposta da prótese auditiva por frequência e grau de perda auditiva segundo as regras NAL-NL1 e NAL-NL2

| Grau de Perda                | Nível de Entrada | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 3000 Hz | 4000 Hz |
|------------------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
|                              | (dB NPS)         |        |        |         |         |         |         |
| <b>Leve</b><br>(n= 25)       | 55               | 3,16   | -4,7   | -5,4    | -2,0    | -4,7    | -7,0    |
|                              | 65               | 2,0    | -2,9   | -3,0    | 0,0     | -1,1    | -4,7    |
|                              | Saída            | -8,5   | -13,5  | -14,5   | -7,3    | -9,2    | -14,4   |
| <b>Moderado</b><br>(n= 62)   | 55               | 1,4    | -8,2   | -6,4    | -1,7    | -3,0    | -6,9    |
|                              | 65               | 1,2    | -5,6   | -4,0    | -0,8    | 1,0     | -2,8    |
|                              | Saída            | -10,4  | -16,9  | -16,3   | -9,5    | -9,2    | -15,8   |
| <b>Mod/Severo</b><br>(n= 16) | 55               | -2,9   | -6,3   | 0,8     | 1,9     | -1,2    | -6,3    |
|                              | 65               | -0,5   | -4,1   | 3,3     | 2,6     | 2,4     | -4,2    |
|                              | Saída            | -15,8  | -20,3  | -13,1   | -7,3    | -12,2   | -21,9   |
| <b>Profundo</b><br>(n= 11)   | 55               | -2,8   | -1,0   | 1,7     | 3,9     | -3,0    | -5,3    |
|                              | 65               | 0,8    | 0,2    | 4,9     | 5,3     | 1,3     | -4,8    |
|                              | Saída            | -16,4  | -12,7  | -9,0    | -5,0    | -17,6   | -33,4   |

**Legenda:** NAL-NL = *National Acoustic Laboratories Non-Linear*; n= número de indivíduos dB = decibel; NPS = nível de pressão sonora; Hz = Hertz; Mod = moderado

dos dados obtidos na verificação eletroacústica dos indivíduos, puderam ser construídos intervalos de confiança das faixas de adaptação, a fim de fornecer ao fonoaudiólogo, um ponto de partida consistente para o ajuste das próteses auditivas<sup>(20)</sup>.

No que se refere aos grupos estudados, observou-se que, para ambas as faixas de adaptação analisadas, os ajustes estavam dentro do esperado, mostrando, assim, que a tecnologia das próteses auditivas dos usuários era capaz de atingir o ganho prescrito. Ressalta-se o efeito da ventilação no grupo de grau moderado, uma vez que esse grupo foi composto por indivíduos usuários de adaptação aberta ou grandes ventilações. Tal efeito resultou em apenas 30% dos ajustes alcançarem a faixa de  $\pm 5$  dB na frequência de 500 Hz, assim como impactou os ajustes das frequências de 250 e 1000 Hz.

Sabe-se que a severidade da perda auditiva, especialmente em altas frequências, impacta a prescrição de ganho da NAL-NL1. Tal regra considerava a presença de possível zonas mortas da cóclea na região de altas frequências, quando os limiares auditivos são muito elevados<sup>(4)</sup>. Já a NAL-NL2, descartou essa suposição<sup>(3)</sup>. Sendo assim, observou-se que o intervalo de confiança para o grupo de perda severa/profunda sofreu variação de até -34 dB na prescrição da saída máxima (MPO - *Maximum Power Output*). Além disso, a porcentagem menor de ajustes provavelmente está relacionada com a limitação inerente ao dispositivo, associada ao ganho por frequência fornecido pelas próteses auditivas, conforme observado por Baker e Jenstad<sup>(13)</sup>.

Em casos de alvos prescritivos não gerados, a análise dos resultados baseou-se apenas nos alvos gerados. Como consequência, houve grande variação na análise das altas frequências, especialmente nas perdas severas ou profundas. Por exemplo, considerando a faixa de adaptação de  $\pm 10$  dB e o sinal de 65 dB, observou-se que, embora o grupo de perda severa/profunda tenha sido composto por 11 orelhas, na frequência de 4000 Hz apenas quatro alvos prescritivos foram gerados, ou seja, duas orelhas representaram 50% dos ajustes dentro da faixa esperada. No que se refere à saída máxima, vale

ressaltar que os valores de nível de pressão sonora registrados em todos os grupos não ultrapassaram os alvos determinados pelas regras prescritivas.

Realizou-se, também, uma análise dos ajustes de ganho para valores de  $\pm 5$  dB (250, 500, 1000 e 2000 Hz) a  $\pm 8$  dB (3000 e 4000 Hz), como proposto por Polonenko<sup>(11)</sup>. Para o sinal de entrada de 55 dB, o grupo de grau leve obteve 80% dos ajustes na faixa de ganho na frequência de 250 Hz. Nas demais frequências, houve baixa porcentagem de ajustes nessa faixa. Encontraram-se nos outros grupos 80% dos ajustes na faixa somente na frequência de 3000 Hz. Além disso, os grupos de grau moderadamente severo e severo/profundo apresentaram as menores porcentagens entre os grupos, já que apenas 50% dos ajustes atingiram a faixa de ganho nas frequências baixas.

Embora todos os indivíduos deste estudo fossem usuários experientes de próteses auditivas, sabe-se que perdas auditivas geram redução da área dinâmica da audição. Com isso, indivíduos com perdas auditivas de grau severo e profundo frequentemente apresentam menor tolerância a determinados sons. Isso talvez explique o fato de apenas 33% dos ajustes de ganho para o grupo de grau moderadamente severo estarem apenas 5 dB distantes dos alvos prescritivos na região de baixas frequências. Baker e Jenstad<sup>(13)</sup> destacaram que alcançar valores de ganho acústico de  $\pm 5$  dB nas frequências baixas a  $\pm 8$  dB nas altas frequências é consistente com a melhor adaptação das próteses auditivas, porém, ressaltaram que comumente o ajuste de ganho talvez precise ficar mais distante dos alvos para que a amplificação seja efetivamente utilizada e tolerada pelo usuário.

Para a entrada sonora de 65 dB, o grupo de grau leve obteve 80% de ajustes na faixa apenas na frequência de 250 Hz. Os demais grupos obtiveram 80% dos ajustes na faixa de adaptação apenas na frequência de 3000 Hz. O grupo de grau moderado obteve 42% dos ajustes dentro da faixa de ganho, na frequência de 500 Hz, provavelmente devido à maior quantidade de adaptações abertas. Além disso, novamente o grupo de grau severo/profundo obteve apenas um ajuste dentro da faixa de

$\pm 8$  dB (4000 Hz), demonstrando a limitação do dispositivo eletrônico em fornecer a amplificação necessária, especialmente para as frequências altas. De acordo com Baker e Jenstad<sup>(13)</sup>, a tecnologia atual das próteses auditivas disponíveis comercialmente é capaz de prover amplificação para essa faixa de ganho em 80% dos casos, na maioria das frequências. O grupo de estudo da presente pesquisa demonstrou que é possível obter ganho médio satisfatório, próximo dos alvos prescritos pelas regras e com uso consistente da amplificação.

## CONCLUSÃO

Na comparação dos alvos prescritos pelas regras NAL-NL1 e NAL-NL2 com a resposta da prótese auditiva obtida por meio das mensurações com microfone-sonda no ajuste de uso efetivo, a maioria dos usuários utiliza um ganho acústico na faixa de  $\pm 10$  dB, independentemente do grau de perda auditiva, indicando que essa é a faixa preferencial de uso efetivo das próteses auditivas em adultos. No que se refere aos usuários experientes, sugere-se que a faixa de adaptação encontre-se na faixa de  $\pm 3$  nas frequências baixas e médias e  $\pm 7$  na região de altas frequências, se o dispositivo assim permitir, sempre garantindo que a resposta da prótese, em comparação com os alvos, seja realizada por meio de medidas com microfone-sonda.

## REFERÊNCIAS

1. IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE; 2010 [cited 2022 Jul 4]. Available from: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9749&t=destaques>.
2. Teixeira AR, Thedy RB, Jotz G, Barba MC. Sintomatologia depressiva em deficientes auditivos adultos e idosos: importância do uso de próteses auditivas. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2007 Dez;11(4):453-8.
3. Keidser G, Dillon H, Flax M, Ching T, Brewer S. The NAL-NL2 prescription procedure. *Audiol Res*. 2011;1(1):e24. <http://dx.doi.org/10.4081/audiores.2011.e24>.
4. Scollie S, Seewald R, Cornelisse L, Moodie S, Bagatto M, Laurnagaray D, et al. The desired sensation level multistage input/output algorithm. *Trends Amplif*. 2005;9(4):159-97. <http://dx.doi.org/10.1177/108471380500900403>. PMID:16424945.
5. Mueller GH. Probe-mic measures: hearing aid fittings most neglected element. *Hear J*. 2005;58(10):21-30. <http://dx.doi.org/10.1097/01.HJ.0000285782.37749.fc>.
6. Scollie S. DSL version v5.0: description and early results in children [Internet]. Houston: Audiology Online; 2007 [cited 2022 Mar 7]. Available from: <https://www.audiologyonline.com/articles/dslversion-v5-0-description-959>
7. Moodie STF, Scollie SD, Bagatto MP, Keene K. Fit-to-targets for the desired sensation level version 5.0a hearing aid prescription method for children. *Am J Audiol*. 2017;26(3):251-8. [http://dx.doi.org/10.1044/2017\\_AJA-16-0054](http://dx.doi.org/10.1044/2017_AJA-16-0054). PMID: 28744549.
8. Gatehouse S. Self-report outcome measures for adult hearing aid services: some uses, users and options. *Trends Amplif*. 2001;5(3):91-110. <http://dx.doi.org/10.1177/108471380100500302>. PMID:25425903.
9. Aazh H, Moore BCJ. The value of routine real ear measurement of the gain of digital hearing aids. *J Am Acad Audiol*. 2007;18(8):653-64. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.18.8.3>. PMID:18326152.
10. Jenstad LM, Bagatto MP, Seewald RC, Scollie SD, Cornelisse LE, Scicluna R. Evaluation of the desired sensation level [input/output] algorithm for adults with hearing loss: the acceptable range for amplified conversational speech. *Ear Hear*. 2007;28(6):793-811. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e318157670a>. PMID:17982367.
11. Polonenko MJ, Scollie SD, Moodie S, Seewald RC, Laurnagaray D, Shantz J, et al. Fit to targets, preferred listening levels, and self-reported outcomes for the DSL v5.0 a hearing aid prescription for adults. *Int J Audiol*. 2010;49(8):550-60. <http://dx.doi.org/10.3109/14992021003713122>. PMID:20438300.
12. Aazh H, Moore BC, Prasher D. The accuracy of matching target insertion gains with open-fit hearing aids. *Am J Audiol*. 2012;21(2):175-80. [http://dx.doi.org/10.1044/1059-0889\(2012/11-0008\)](http://dx.doi.org/10.1044/1059-0889(2012/11-0008)). PMID:22846638.
13. 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.
14. Dillon H. Page Ten: NAL-NL1: a new procedure for fitting non-linear hearing aids. *Hear J*. 1999;52(4):10-6. <http://dx.doi.org/10.1097/00025572-199904000-00002>.
15. 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.
16. Iwahashi JH, Jardim IS, Sizenando CS, Bento RF. Protocolo de seleção e adaptação de prótese auditiva para indivíduos adultos e idosos. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2011;15(2):214-22.
17. Mueller GH. Data logging: it's popular, but how can this feature be used to help patients? *Hear J*. 2007;60(10):19-26. <http://dx.doi.org/10.1097/01.HJ.0000295442.16133.d7>.
18. Almeida K. Verificação do desempenho e controle das características da amplificação sonora. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastasio ART. *Tratado de audiologia*. 2. ed. São Paulo: Santos Editora; 2015. p. 286-93.
19. Mueller GH. Hearing aid verification: old concepts and new considerations. In: *Hearing care for adults*; 2006 Nov; Chicago. Stäfa: Phonak AG; 2006. 155-65.
20. Dao A, Folkeard P, Baker S, Pumford J, Scollie S. Fit-to-targets and aided speech intelligibility index values for hearing aids fitted to the DSLv5-Adult prescription. *J Am Acad Audiol*. 2021;32(2):90-8. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0040-1718707>. PMID:33296929.