



# Verificação de características eletroacústicas: estudo comparativo entre softwares de fabricantes de aparelhos de amplificação sonora individual

Verification of hearing aid electroacoustic characteristics: comparative study of softwares of different manufacturers

Verificación de las características electroacústicas: estudio comparativo entre softwares de los fabricantes de la amplificación de sonido individuales

Juliana Rezende\*  
Renata S.L. Figueiredo\*\*  
Beatriz C.A.C. Novaes\*\*\*

## Resumo

**Introdução:** A diversidade dos recursos e propriedades específicas dos algoritmos desenvolvidos pelos fabricantes de aparelhos de amplificação sonora individual (AASI) torna a verificação no processo de seleção AASI ainda mais importante e fundamental principalmente para a população pediátrica. **Objetivo:** comparar, utilizando verificação, a prescrição de características eletroacústicas e as modificações propostas para aclimatização feitas por softwares de fabricantes de AASIs. **Método:** Foram simulados seis casos de perdas auditivas neurosensoriais e selecionados três softwares de fabricantes de AASI que disponibilizassem os métodos prescritivos NAL-NL1 e DSL [i/o]v4.1 como opção para programação. Foram realizados: 1) verificação das medidas de saída dos AASIs no acoplador de 2cc; 2) comparação das medidas expressas pelos softwares dos fabricantes prescrita pelos método NAL-NL1 e DSL[i/o]v4.1; 3) comparação das medidas de saída prescritas pelo software original DSL[i/o] 4.1 e medidas prescritas pelos softwares dos fabricantes, considerando o nível de aclimatização. **Resultados:** Registrou-se grande variação da amplificação fornecida pelos AASIs, considerando os graus de perdas auditivas, na maioria das frequências, para diferentes intensidades de sons de entrada. Na comparação entre o método DSL[i/o]v4.1 dos fabricantes e o original, essa variação foi de -3 a -28 dB nas frequências altas. Ao comparar valores prescritos pelo software dos fabricantes considerando o período de aclimatização é significativo em termos de audibilidade, selecionar no software do fabricante que o paciente é um

\* Mestre em Fonoaudiologia pela PUC-SP. \*\* Doutoranda em Fonoaudiologia pela PUC-SP. \*\*\* Doutora em Audiologia pela Columbia University, Professora titular da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUCSP.





antigo usuário. **Conclusão:** Os resultados evidenciaram a necessidade da verificação das características eletroacústicas dos AASIs durante o processo de seleção dos mesmos, assegurando ao paciente uma amplificação adequada.

**Palavras-chaves:** auxiliares de audição, deficiência auditiva, criança.

### Abstract

**Introduction:** The diversity of specific properties of algorithms developed by the hearing aids manufacturers makes the verification process in hearing aids fittings even more important and fundamental especially for the pediatrics population. **Goal:** To compare the prescribed electroacoustic characteristics and modifications suggested for acclimatization among softwares of different hearing aids manufacturers. **Method:** Six simulated cases of sensorineural hearing losses were analyzed. Three softwares of hearing aids brands were chosen, based on the following criteria: software NOAH 3.0 with the choice for NAL-NL1 and DSL [i/o]v4.1; availability of measurements for output at the 2cc coupler for different intensities of input signal. **Procedures:** - Verification of output values with the 2cc coupler when compared with the values presented for each brand software, for each hearing loss, using NAL-NL1 and DSL [i/o] v.4.1. Verification of output values prescribed by the original DSL[i/o] v.4.1, as compared with those prescribed by the manufacturer software considering level of acclimatization. **Results:** A large variation of the amplification provided by the hearing aids was found in most frequencies, for different input levels. This variation was between -3 and -28 dB in high frequencies, comparing the DSL[i/o]v4.1 manufacturer method and the original one. **Conclusion:** The results of this study have revealed the verification of the electroacoustic characteristics of the hearing aids during the fitting process, ensuring the patient, especially children, a more appropriate amplification.

**Key-words:** hearing aids, hearing loss, child.

### Resumen

**Introducción:** La diversidad de recursos y propiedades específicas de los algoritmos desarrollados por los fabricantes de audífonos hacen la comprobación en el proceso de selección de audífonos aún más importante y fundamental para la población pediátrica. **Objetivo:** comparar la prescripción de las características de electroacústicas y las modificaciones propuestos para la aclimatación de software de los fabricantes de audífonos. **Método:** Fueron simulados seis casos de pérdida de audición y tres fabricantes de software de audífonos para hacer que los métodos disponibles preceptivo NAL-NL1 y DSL[i/o]v4.1 como una opción para la programación. Se llevaron a cabo: 1) salida de medidas de verificación de audífonos en 2cc acoplador; 2) comparación de medidas expresadas por fabricantes prescritos por método de software NAL-NL1 y DSL[i/o]v4.1; 3) comparación de salida medidas prescritas por el software original DSL[i/o]v4.1 prescritos por los fabricantes de software, teniendo en cuenta el nivel de aclimatación. **Resultados:** se registraron grandes variaciones de la amplificación, teniendo en cuenta el grado de pérdida auditiva en la mayoría de las frecuencias, en diferentes intensidades de entrada. Comparando el método DSL[i/o]v4.1 fabricantes y originales, esta variación fue de -3 a -28 dB a frecuencias altas. Cuando se comparan los valores prescritos por los fabricantes de software, teniendo en cuenta que el período de aclimatación es significativo en términos de capacidad de audición, seleccionar en el software del fabricante que el paciente es un usuario antiguo. **Conclusión:** los resultados mostraron la necesidad de verificación de las características electroacústicas de audífonos durante el proceso de selección, asegurando al paciente una amplificación adecuada.

**Palabras-claves:** audífonos, pérdida auditiva, niño.





## Introdução

O processo de seleção e adaptação de aparelhos de amplificação sonora (AASI) é composto por etapas sequenciais e integradas<sup>(1)</sup>. A primeira é determinar o tipo e o grau da perda auditiva com limiares por via aérea e óssea; a segunda é estabelecer os alvos desejados de saída para diferentes intensidades de entrada e saída máxima de acordo com a regra prescritiva. A terceira etapa é a verificação das medidas prescritivas por meio do acoplador de 2cc ou medidas na orelha real para compará-las aos níveis de saída prescritos pela regra utilizada, garantindo assim, que o indivíduo receba a amplificação adequada à sua perda auditiva<sup>(2)</sup>.

A literatura fornece diferentes algoritmos para métodos prescritivos. Os baseados em evidência, que incluem os métodos conhecidos como o DSL [i/o] v 4.1 (*Desired Sensation Level*), DSL m[i/o] v 5.0 e o método NAL-NL1 (*National Acoustics Laboratories nonlinear methods*), sendo destinados ao uso com qualquer AASI e, os métodos prescritivos específicos de cada fabricante, desenvolvidos para programar AASIs da própria marca<sup>(3)</sup>.

Apesar dos métodos prescritivos genéricos serem validados e utilizados em *softwares* de programação de AASI, alguns fabricantes desenvolveram métodos próprios, levando em conta as características singulares de seus AASIs. Atualmente, existem no mercado diversos *softwares* de fabricantes, o que leva à necessidade de determinar, sistematicamente, por meio de medidas de verificação, as diferenças que existem entre os métodos prescritivos usados pelos fabricantes e aqueles genéricos que são aceitos pelas sociedades científicas<sup>(3,4)</sup>.

Com os recursos e propriedades específicas dos algoritmos desenvolvidos pelos fabricantes para amplificação, torna-se complexa a seleção e adaptação de uma adequada amplificação para cada paciente, principalmente para a população pediátrica. Essa dificuldade faz o processo de verificação dos AASIs uma etapa de fundamental importância para o conhecimento de como analisar e utilizar os dados fornecidos por esses *softwares* na programação do AASI para cada usuário e utilizá-los da melhor maneira para cada paciente, garantindo a audibilidade para sons de fala sem desconto para sons intensos<sup>(4)</sup>.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi comparar a prescrição de características

eletroacústicas e as modificações propostas para aclimatização geradas pelos *softwares* específicos de fabricantes de aparelhos de amplificação sonora individual, através de processo de verificação.

## Material e Método

### Local da pesquisa e considerações éticas

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Amplificação do Centro de Audição na Criança (CeAC), caracterizado como um Serviço de Atenção à Saúde Auditiva de Alta Complexidade, vinculado à Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e credenciado por meio das normas gerais disponibilizadas na Portaria MS/SAS No. 587, de 7 de outubro de 2004, para credenciamento de serviços de Saúde Auditiva.

Este estudo, de caráter experimental, não envolveu seres humanos, portanto não foi necessária a aprovação do Comitê de Ética do programa no qual esta pesquisa está inserida.

### Material

Para a realização desta pesquisa foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Programa NOAH 3.0 com *softwares* dos três fabricantes de AASI licenciados para utilizar o método de prescrição DSL [i/o]4.1 e NAL-NL1;
- Hi-Pro Madsen;
- Medidor de características eletroacústicas (Fonix 7000 *Hearing Aid Test System*);
- Três modelos de AASI de três fabricantes diferentes.

### Procedimentos

Foram simulados seis perdas auditivas sensorioneural, de configuração plana e graus distintos; três em crianças e três em adultos.

Para simulação do grau da perda auditiva utilizou-se a classificação de Davis e Silverman<sup>(5)</sup>. A figura um mostra as seis perdas auditivas simuladas para o estudo (Figura 1).

A configuração das perdas auditivas simuladas foi plana em todos os casos com o objetivo de não avaliar a interferência de algoritmos como expansão e redutor de ruído no processo de verificação de medidas de saída no acoplador de 2 cc.

Quanto ao critério de escolha dos métodos prescritivos, para as perdas auditivas simuladas para os adultos, o método prescritivo utilizado foi



**Figura 1 – Características das perdas auditivas neurossensoriais simuladas**

		Grau	Idade	Limiares auditivos simulados para VA e VO					
				500	1000	2000	3000	4000	Hz
1	P(45)	Moderado	Criança(5 anos)	45	45	45	45	45	dBNA
2	P(45)	Moderado	Adulto( 20 anos)	45	45	45	45	45	dBNA
3	P(65)	Moderado	Criança(5 anos)	65	65	65	65	65	dBNA
4	P(65)	Moderado	Adulto( 20 anos)	65	65	65	65	65	dBNA
5	P(85)	Severo	Criança(5 anos)	80	80	80	80	80	dBNA
6	P(85)	Severo	Adulto( 20 anos)	80	80	80	80	80	dBNA

o NAL-NL1, e a idade estabelecida foi de 20 anos. Nos casos simulados para as crianças foi utilizado o método DSL [i/o] 4.1, e a idade estabelecida foi de cinco anos, não sendo considerada a medida do RECD para esta pesquisa. Não foi utilizado o método DSL<sub>m</sub>[i/o] v5.0 pelo fato dessa versão não estar disponível em todos os softwares dos fabricantes estudados.

Foram selecionados três fabricantes de AASI (A, B e C). Para a seleção dos fabricantes alguns critérios foram considerados, a saber:

- ter a opção de escolha dos métodos prescritivos NAL-NL1 e DSL [i/o]v4.1;
- ser possível visualizar no *software* de programação de AASI o gráfico de saída mensurado em acoplador de 2cc para, pelo menos, duas intensidades de sons de entrada (média e forte).

Os modelos de AASI selecionados para o estudo também seguiram alguns critérios, foram eles:

- Cadastramento como modelo fornecido pelo SUS, segundo a Portaria de Saúde Auditiva no. 2.073/GM de 28 de setembro de 2004;
- Ser digital e sugerido pelo *software* das empresas a partir das características dos casos simulados e incluídos no Noah 3.0 para seleção;
- Compressão Dinâmica (WDRC - *Wide Dynamic Range Compression*).

A partir dos critérios estabelecidos para escolha dos modelos, foram selecionados três modelos de aparelhos de cada fabricante, três para a perda auditiva de 45 dB NA (A1, B1 e C1), três para a perda de 65 dB NA (A2, B2 e C2) e outros três modelos de AASI para a perda de 80 dB NA (A3, B3 e C3).

Para os AASI da marca A e C foram mensuradas as saídas para os sons de entrada de: 50, 65 e 80 dB NPS. Para os AASI da marca B foram mensuradas as saídas para os sons de entrada de 60 e 80 dB NPS, não foi mensurado o som de entrada fraco desse fabricante (40 dB NPS), devido a artefatos no processo de verificação.

Quanto ao período de aclimatação foram considerados nas mensurações dois níveis, novo usuário e antigo usuário, para os três fabricantes selecionados, sendo que o fabricante A disponibiliza três níveis de aclimatação (nível um equivale ao novo usuário e nível 3, antigo usuário), o fabricante B disponibiliza quatro níveis de aclimatação, nível um para novo usuário e nível quatro para antigo usuário. O fabricante C divide os períodos de aclimatação em cinco níveis, sendo o nível um para novo usuário e o cinco para antigo usuário.

A partir do estabelecimento das perdas auditivas e da seleção dos fabricantes e modelos de AASI segundo os critérios acima descritos, foram realizados os seguintes procedimentos:

1) Prescrição das características eletroacústicas utilizando os diferentes *softwares* de fabricantes e os métodos prescritivos DSL[i/o] V4.1 e NAL-NL1:

- Cadastramento no *software* NOAH 3.0 dos seis casos simulados (limiares de via aérea e via óssea) e idades;
- Registro dos valores das medidas prescritivas de saída indicadas pelo *software* de cada fabricante cadastrado para os sons de entrada fraco, médio e forte nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000Hz e 4000 Hz, com base na regra DSL[i/o]4.1 e, posteriormente, com a regra NAL-NL1.





2) Verificação das características eletroacústicas dos AASIs dos fabricantes:

- Verificação das medidas dos AASIs programados no acoplador de 2cc e comparação com os valores das medidas indicadas pelos *softwares* dos fabricantes para cada perda auditiva;
- Para cada verificação no acoplador de 2cc, foi utilizada bateria nova para os AASI;
- Cada medida foi verificada duas vezes;
- Foram realizadas três programações para crianças, selecionando-se a opção do método DSL[i/o] 4.1 inserido no *software* do fabricante, e três programações para adultos, selecionando-se a opção do método NAL-NL1 inserido no *software* do fabricante.

3) Comparação das características eletroacústicas prescritas pelo *software* original DSL[i/o] 4.1 e as medidas prescritas pelos *softwares* dos fabricantes considerando o nível de aclimatização:

- Cadastramento no *software* DSL[i/o] 4.1 original das perdas auditivas com os limiares obtidos por via aérea para as perdas de 45 dB, 65 dB e 80 dBNA, com idade de 5 anos;
- Registro dos valores das medidas prescritivas de saída de acordo com o *software* original do DSL [i/o] 4.1 para os sons de entrada fraco, médio e forte, para cada perda auditiva;
- Comparação com as medidas de saída de acordo com o *software* DSL[i/o] dos fabricantes para os sons de entrada fraco, médio e forte, nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz e 4000 Hz, primeiramente com a opção de paciente novo usuário e, posteriormente, de paciente antigo usuário de AASI para cada fabricante.

## Análise dos dados

A análise estatística de todas as informações coletadas nesta pesquisa foi inicialmente feita de forma descritiva.

A análise inferencial empregada com o intuito de confirmar ou refutar evidências encontradas na análise descritiva foi o teste *t-Student* para amostras independentes<sup>(6)</sup> na comparação das diferenças entre *software* e alvo para os níveis de aclimatização antigo e novo usuário. Em todas as conclusões obtidas por meio das análises inferenciais foi utilizado o nível de significância  $\alpha$  igual a 5%.

Os dados foram digitados em planilhas do Excel 2007 for Windows para o adequado armazenamento das informações. As análises estatísticas foram realizadas com o *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 11.0 para Windows e Statistica versão 5.0

## Resultados

Os resultados mostraram uma grande variação da amplificação fornecida pelos aparelhos de amplificação sonora individual, tanto para crianças quanto para adultos, considerando os diferentes graus de perda auditiva estudados, na maioria das frequências, para todos os sons de entrada, utilizando os dois métodos prescritivos (NAL-NL1 e DSLv4.1).

A figura dois mostra as diferenças entre os valores medidos no acoplador de 2 cc e os valores inseridos nos *softwares* dos fabricantes considerando a idade adulta, portanto o método NAL-NL1, para a saída para os sons de entrada de 50, 60, 65 e 80 dBNPS (Figura 2).

Pôde-se observar uma subamplificação entre -5 a -8 dB na frequência de 4000Hz para todos os fabricantes e, uma superamplificação entre +7 e +13 dB nas frequências de 2000 Hz e 3000 Hz para o fabricante C para o som de entrada de 80 dBNPS. As distribuições das diferenças entre acoplador e *software* para a saída para o som de entrada de 65 dBNPS (marca A) e 60 dBNPS (marcas B e C), mostram que o fabricante A apresentou diferenças negativas para todas as frequências nas perdas auditivas de 45 e 65 dBNA, sendo que a maior diferença encontrada foi novamente em 4000 Hz na P65. O fabricante B1 apresentou diferenças de +1dB entre as frequências de 2000 a 4000 Hz e nenhuma diferença em 1000Hz. Já o fabricante C os valores indicaram superamplificação nas frequências de 2000 e 3000 Hz em todas as perdas auditivas.

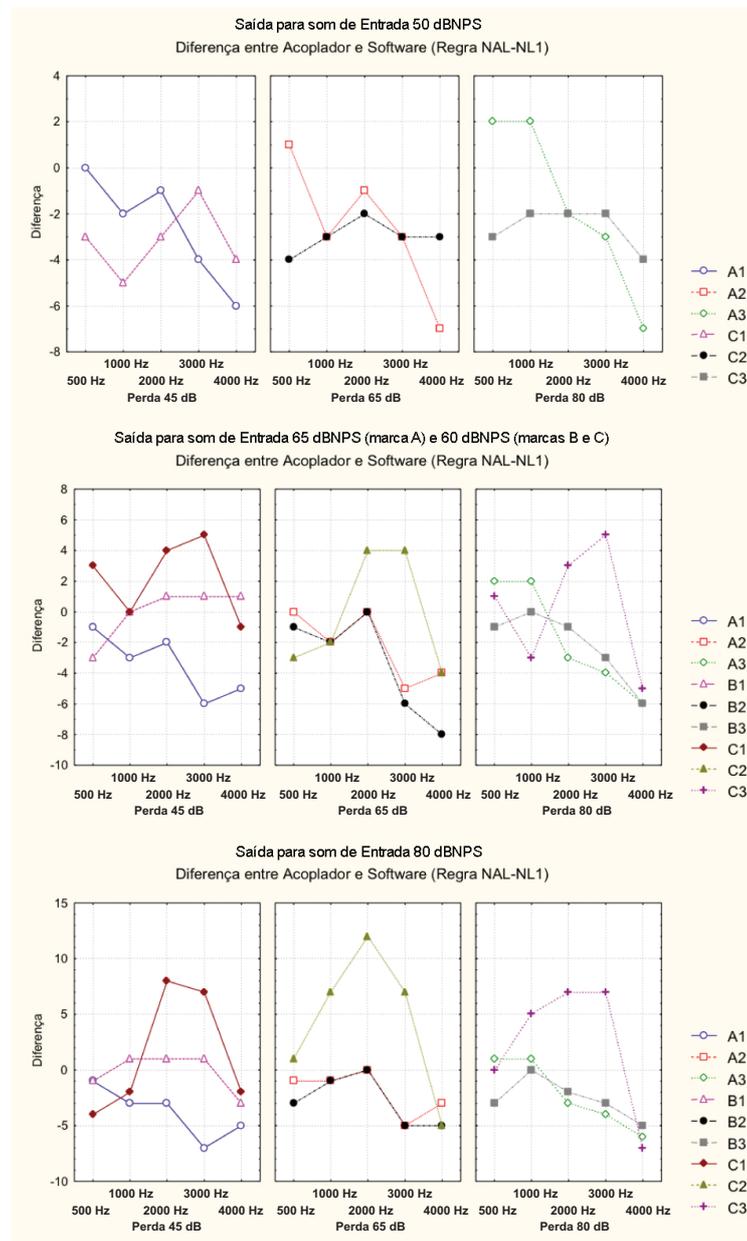
A figura três apresenta a distribuição das diferenças entre os valores de saída verificados no acoplador de 2cc e os valores de saída indicados nos *softwares* dos fabricantes, prescritos para diferentes sons de entrada (50 dBNPS, 60 dBNPS, 65 dBNPS e 80 dBNPS), com o método DSL[i/o]4.1, para diferentes graus de perdas auditivas (45 dB, 65 dB, 80 dBNA) nas frequências de 500 a 4000 Hz (Figura 3).

As diferenças entre acoplador e *software* para a saída, para o som de entrada 50 dBNPS, sendo





**Figura 2 – Diferenças entre acoplador e *software* (Método NAL-NL1) para a saída para os sons de entrada de 50 dBNPS (marcas A e C), 65 dBNPS (marca A), 60 dBNPS (marcas B e C) e 80 dBNPS (marca A, B e C) nas perdas auditivas P45, P65 e P80 dBNA.**

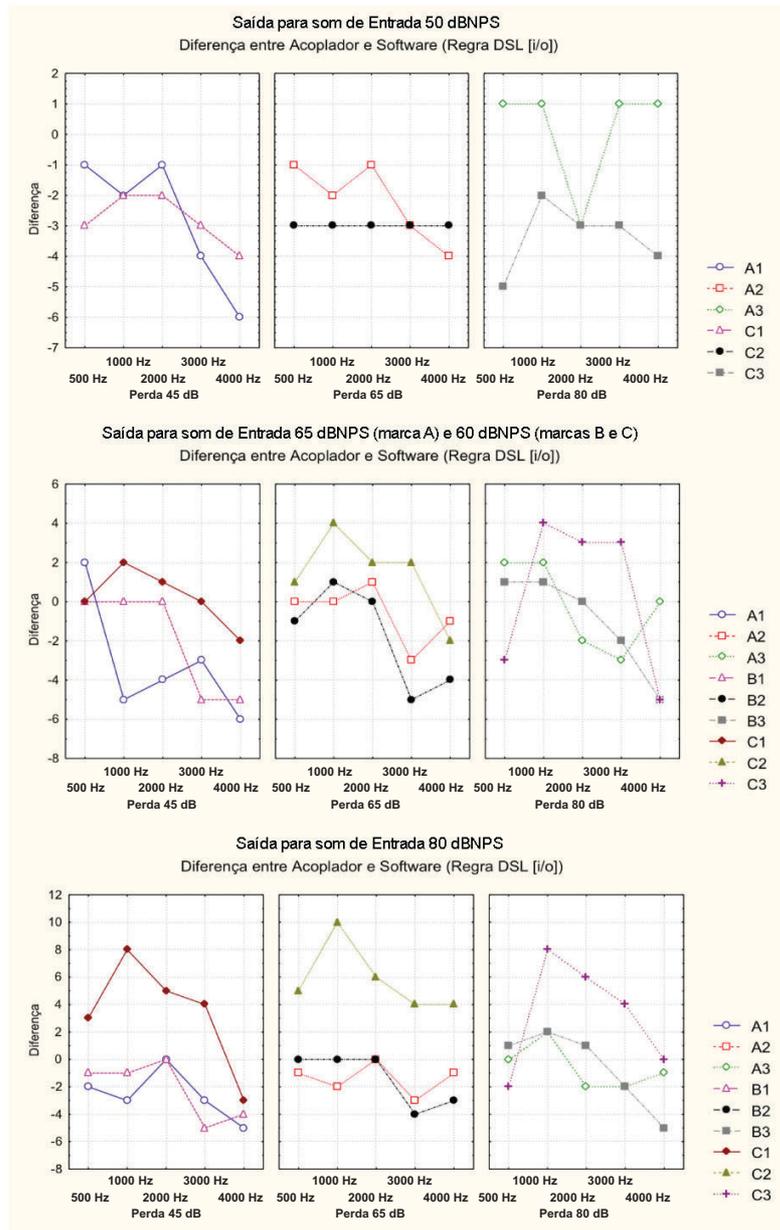


as perdas auditivas de 45 e 65 dB, foram sempre negativas em todas as frequências. Para o som de entrada de 65dBNPS (marca A) e 60 dBNPS (marcas B e C), na perda auditiva de 45 dB, observa-se que os três fabricantes analisados apresentaram diferenças entre a medida no acoplador e o *software*

de sub e superamplificação nos três graus de perda auditiva e em todas as frequências estudadas. Para o som de entrada de 80 dBNPS, observou-se que a maioria dos AASIs apresentaram subamplificação nas frequências de 3000 e 4000 Hz.



**Figura 3 – Diferenças entre acoplador e software (Método DSL [i/o]) para a saída para os sons de entrada de 50 dBNPS (marca A e C), 65 dBNPS (marca A), 60 dBNPS (marcas B e C) e 80 dBNPS (marca A, B e C) sendo as perdas auditivas P45, P65 e P80 dBNA**



Quanto à comparação das características eletroacústicas prescritas pelo *software* original DSL[i/o]v.4.1 e as prescritas pelos *softwares* dos fabricantes considerando o nível de aclimatização, observa-se, na figura quatro, que as diferenças entre

as prescrições de saída com os *softwares* dos fabricantes e os alvos indicados pelo *software* DSL[i/o] v4.1 original para o nível de aclimatização novo usuário foram todas negativas, para todas as saídas, considerando todos os sons de entrada, frequências

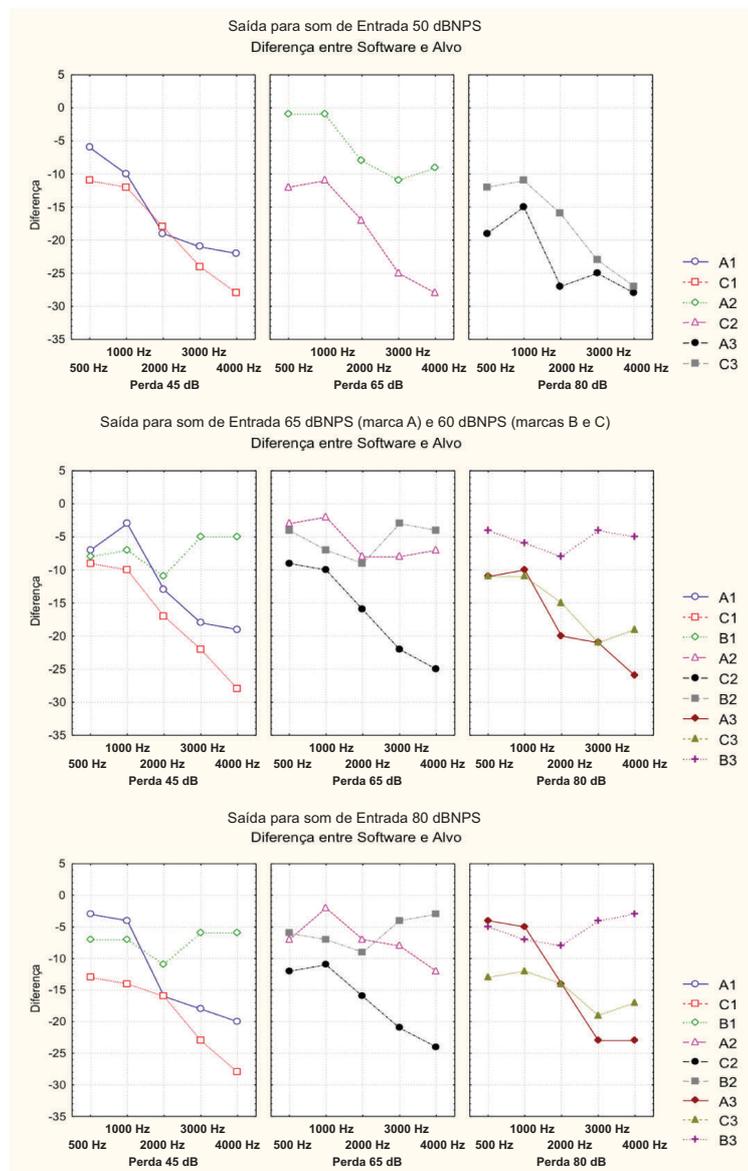


e perda auditiva, sendo que as maiores diferenças encontradas foram nas frequências de 3000 e 4000 Hz, variando entre -3 e -28 dB (Figura 4).

Quando considerado o nível de aclimatização antigo usuário na comparação entre a regra prescritiva DSL[i/o]v4.1 original e a regra prescritiva

dos *softwares* de programação dos fabricantes observa-se que as diferenças foram todas negativas, exceto para o fabricante B. Estas diferenças foram menores quando considerado um paciente antigo usuário de AASI, variaram entre +2 e -6 dB nas frequências de 500 e 1.000 Hz e de 2 a -12 dB nas

**Figura 4 – Diferenças entre os valores prescritos com o método DSL[i/o]v4.1 dos fabricantes e os valores indicados pelo software DSL[i/o]v4.1 original (nível de aclimatização novo usuário) para os sons de entrada de 50 dBNPS (marcas A e C), 60 dBNPS, 65 dBNPS e 80 dBNPS (marcas A, B e C) nas perdas auditivas P45, P65 e P80 dBNA.**

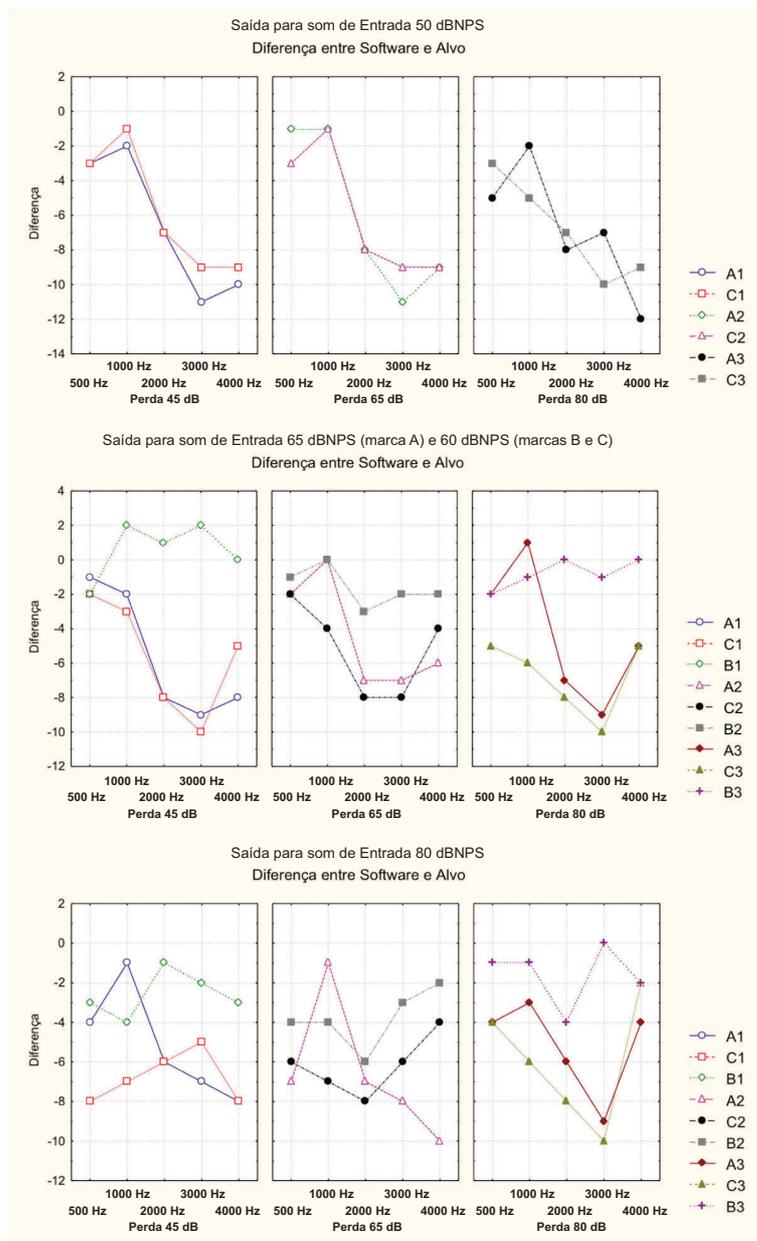


frequências de 3.000 e 4.000 Hz, como pode ser observado na figura cinco (Figura 5).

Ao comparar as diferenças de valores de saída prescritos entre um paciente antigo usuário e um

paciente novo usuário, selecionando o método DSL[i/o]v4.1 nos softwares dos fabricantes, os resultados mostraram valores estatisticamente maiores para o novo usuário (tabelas um, dois e três).

**Figura 5 – Diferenças entre os valores prescritos com o método DSL[i/o]v4.1 dos fabricantes e os valores indicados pelo software DSL[i/o]v4.1 original (nível de aclimatação antigo usuário) para a saída para o sons de entrada de 50 dBNPS (marcas A e C), 60 dBNPS (marca B e C), 65 dBNPS (marca A) e 80 dBNPS (marcas A, B e C) nas perdas auditivas P45, P65 e P80 dBNA.**





**Tabela 1 – Resultados das comparações entre *software* e alvo para saída, para o som de entrada 50 dBNPS, considerando os níveis de aclimatização.**

Perda auditiva	Frequência	Conclusão
45dB	500Hz	antigo = novo (p=0,159)
	1000Hz	antigo < novo (p=0,014)
	2000Hz	antigo < novo (p=0,002)
	3000Hz	antigo < novo (p=0,020)
	4000Hz	antigo < novo (p=0,036)
65dB	500Hz	antigo = novo (p=0,505)
	1000Hz	antigo = novo (p=0,423)
	2000Hz	antigo = novo (p=0,423)
	3000Hz	antigo = novo (p=0,375)
	4000Hz	antigo = novo (p=0,423)
80dB	500Hz	antigo = novo (p=0,087)
	1000Hz	antigo = novo (p=0,063)
	2000Hz	antigo = novo (p=0,127)
	3000Hz	antigo < novo (p=0,013)
	4000Hz	antigo < novo (p=0,009)

**Tabela 2 – Resultados das comparações entre *software* e alvo para saída, para os sons de entrada de 60 e 65 dBNPS, considerando os níveis de aclimatização.**

Perda auditiva	Frequência	Conclusão
45dB	500Hz	antigo < novo (p=0,001)
	1000Hz	antigo = novo (p=0,089)
	2000Hz	antigo = novo (p=0,067)
	3000Hz	antigo = novo (p=0,219)
	4000Hz	antigo = novo (p=0,114)
65dB	500Hz	antigo = novo (p=0,182)
	1000Hz	antigo = novo (p=0,136)
	2000Hz	antigo = novo (p=0,165)
	3000Hz	antigo = novo (p=0,423)
	4000Hz	antigo = novo (p=0,346)
80dB	500Hz	antigo = novo (p=0,089)
	1000Hz	antigo = novo (p=0,053)
	2000Hz	antigo = novo (p=0,095)
	3000Hz	antigo = novo (p=0,244)
	4000Hz	antigo = novo (p=0,105)



**Tabela 3 – Resultados das comparações entre *software* e alvo para saída para um som de Entrada 80 dBNPS, considerando os níveis de aclimatização.**

Perda auditiva	Frequência	Conclusão
45dB	500Hz	antigo = novo (p=0,462)
	1000Hz	antigo = novo (p=0,275)
	2000Hz	antigo < novo (p=0,013)
	3000Hz	antigo = novo (p=0,104)
	4000Hz	antigo = novo (p=0,154)
65dB	500Hz	antigo = novo (p=0,265)
	1000Hz	antigo = novo (p=0,442)
	2000Hz	antigo = novo (p=0,259)
	3000Hz	antigo = novo (p=0,374)
	4000Hz	antigo = novo (p=0,306)
80dB	500Hz	antigo = novo (p=0,224)
	1000Hz	antigo = novo (p=0,140)
	2000Hz	antigo = novo (p=0,060)
	3000Hz	antigo = novo (p=0,244)
	4000Hz	antigo = novo (p=0,122)

## Discussão

O objetivo deste estudo foi compreender como os fabricantes de AASI utilizam em seus *softwares* os métodos prescritivos, considerando algumas modificações, como o período de aclimatização, que poderão influenciar na amplificação fornecida tanto para a criança quanto para o adulto.

A diferença entre adaptar um AASI em uma criança e um adulto é que, o adulto apresenta uma perda auditiva adquirida e já desenvolveu a linguagem, já tendo estabelecido uma memória auditiva. A criança com perda auditiva congênita, no entanto, necessita de mais informação auditiva para que desenvolva a linguagem.

No caso dos adultos os resultados indicam que a habilidade em reconhecer a fala amplificada no silêncio é afetada, principalmente, por perdas auditivas nas regiões de frequências altas. Esses déficits parecem estar relacionados à inabilidade em perceber traços espectrais da fala, sugerindo talvez a presença de lesão na região basal da cóclea de células ciliadas externas<sup>(7)</sup>.

A partir disso, podemos supor que um dos motivos que leva um paciente adulto a não se adaptar com a amplificação de um determinado AASI, preferindo algum outro, teoricamente, com as mesmas características, relaciona-se às diferenças encontradas entre os fabricantes. A não adaptação

do AASI pode também estar relacionada à superamplificação de algumas frequências, ocasionando desconforto e distorção dos sons amplificados.

Os resultados encontrados na comparação entre os valores gerados pelos softwares dos fabricantes e os valores mensurados no acoplador de 2cc estão de acordo com o estudo de Turner<sup>(8)</sup>, no que diz respeito às frequências altas, geralmente, há insuficiência de amplificação, ou pode-se ainda superamplificar outras frequências não desejadas, ocasionando alterações na audibilidade de fala, e desconforto.

De acordo com os resultados encontrados em relação às análises realizadas com a regra prescritiva DSL[i/o]v4.1 os achados indicam grandes diferenças entre os fabricantes e também em relação aos valores gerados pelo software da regra DSL original.

Os resultados estão de acordo com outros estudos<sup>(9,10)</sup>, segundo os quais, os valores de ganho medidos no acoplador de 2cc representam as medidas padrão dos fabricantes, específicas daquele modelo de AASI, e não servem necessariamente para o dispositivo que está sendo programado pelo fonoaudiólogo.

Outra questão que esses resultados nos indicam refere-se à amplificação para as frequências altas<sup>(11,12,13)</sup>. Mesmo nos casos de perdas auditivas leves a moderadas, as crianças apresentam atrasos



no desenvolvimento do vocabulário e nas habilidades verbais, especificamente dificuldades em perceber os fonemas /s/ e /z/ quando denotam pluralidade, possessividade e sentenças verbais.

Torna-se então imprescindível durante o processo de seleção e indicação do AASI para as crianças que o fonoaudiólogo compare os valores de ganho, saída e resposta de frequência determinados com a programação feita no AASI, considerando os parâmetros acústicos da orelha avaliada<sup>(14)</sup>.

A escolha do método prescritivo teve pouca consequência na percepção de fala das crianças, apesar das diferenças de prescrição de ganho entre elas. Entretanto, quando a amplificação é fornecida durante os primeiros meses de vida, essa diferença de ganho pode ser fundamental para o desenvolvimento de fala e linguagem em curto ou em longo prazo, principalmente no caso de perdas auditivas de grau severo.

Nessa medida, a adaptação de AASI deve ser guiada por evidência científica, para que a prescrição determinada seja capaz de fornecer audibilidade a ponto de desenvolver fala e linguagem adequadamente<sup>(15)</sup>.

Ao comparar os valores prescritos pelo método DSL v4.1 inserido nos *softwares* dos fabricantes A, B e C; com o *software* original do método DSLv4.1<sup>(16)</sup>; foi encontrada uma subamplificação entre -3 e -28 dB nas frequências altas ao considerar o nível de aclimatização novo usuário de AASI. Com a utilização da sugestão inicial dos *softwares*, assume-se que a média dos sons de fala amplificados podem variar até 21 dB, principalmente nas frequências altas, para o mesmo audiograma<sup>(3)</sup>.

Outros estudos<sup>(3,17)</sup> encontram também uma grande variação das medidas prescritivas indicadas por um método baseado em evidência comparadas às prescrições dos fabricantes. Nas frequências altas ocorreu uma variação de até 30 dB, e nas frequências baixas essa variação chegou a 25 dB entre uma marca e outra. Com relação à saída máxima, cada fabricante indicou uma prescrição diferente da outra para a mesma perda auditiva.

É muito difícil determinar a base dos métodos prescritivos dos fabricantes para a limitação de saída, pois nem sempre eles são claramente descritos ou não são acessíveis. Entretanto, neste estudo, pôde-se observar uma grande variação da prescrição de limitação de saída indicada pelos fabricantes, mostrando que esta pode estar inapropriada para adaptação de AASI pediátrica.

Sugerem, portanto, que os métodos prescritivos inseridos no *software* dos fabricantes avaliados fornecem diferentes prescrições expressas de respostas de orelha real para a mesma criança. Isso nos mostra a importância de métodos objetivos de verificação e comparação de valores, limitação de saída, respostas para níveis de fala fornecidos pelos fabricantes de AASI<sup>(3,12,17)</sup>.

Portanto, é significativo em termos de audibilidade, selecionar na tela de programação de AASI do fabricante que o paciente é um antigo usuário, excepcionalmente no caso de crianças durante o processo de seleção e indicação de AASI.

Foi possível observar também, que quanto ao período de aclimatização, todos os fabricantes o consideram ao prescrever os valores de saída de acordo com os métodos prescritivos inseridos nos *softwares* de programação dos fabricantes. A privação e a aclimatização auditiva podem ser estudadas de diversos ângulos, tais como: diminuição da habilidade auditiva, recuperação desta habilidade após a privação, melhora da percepção auditiva após a adaptação do AASI e base fisiológica deste mecanismo que justifique essas mudanças<sup>(18,19)</sup>.

Assim sendo, os valores de saída expressos em um *software* de programação de AASI devem ser utilizados somente como um ponto de partida. Para saber como o AASI atual, realmente, está amplificando em cada paciente, devem ser realizadas medidas individuais.

## Conclusão

A partir dos resultados encontrados podemos concluir que a inadequação da amplificação fornecida pelo AASI, observada em todos os modelos dos fabricantes estudados, não está relacionada à insuficiência de ganho dos AASIs, já que, mesmo para as perdas auditivas de grau leve e moderado, foi observada uma subamplificação em algumas frequências. Parece demonstrar que a verificação é a única maneira de adequar a saída para os alvos estabelecidos pelas regras prescritivas. Ressalta-se, portanto, a necessidade de o fonoaudiólogo que trabalha em um serviço de saúde auditiva conhecer como cada fabricante utiliza seus algoritmos (evidenciado neste estudo com a variação de critério para “novo usuário”), para evitar que o AASI forneça uma amplificação inadequada, sendo imprescindível a utilização de medidas de verificação





durante o processo de indicação de AASI, seja o paciente criança ou adulto.

## Referencias Bibliográficas

1. Iório MCM, Menegotto I. Métodos prescritivos para a seleção do ganho em sistemas não-lineares. In: Iorio, MCM, Almeida, K. Prótese Auditivas Fundamentos teóricos e Aplicações Clínicas. 2ª ed. capt. 10. São Paulo: Lovise; 2003. p. 497.
2. Kuk F, Marcoux A. Factors ensuring consistent audibility in pediatric hearing aid fitting. *J Am Acad Audiol*. 2002;13(9):503–20.
3. Seewald R, Mills J, Bagatto M, Scollie S, Moodie S. A comparison of manufacturer-specific prescriptive procedures for infants. *The Hearing Journal*. 2008;61(11):26–34.
4. Humes LE. Verification and Validation: The Chasm between Protocol and Practice. *The Hearing Journal*. 2012;65(3):8–11.
5. Davis H, Silverman SR. Hearing and deafness. 3ª ed. New York: Holt, Rinehart and Winston; 1970. p. 522.
6. Bussab WO, Morretin PA. Estatística Básica. 7ª Edição. São Paulo: Saraiva; 2011.
7. Cook JA, Hawkins DB. Hearing loss and hearing aid treatment options. *Mayo Clinic proceedings Mayo Clinic [Internet]*. 2006;81(2):234–7. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20090297>
8. Turner CW. Hearing loss and the limits of amplification. *Audiol Neurootol*. 2006;11(suppl 1):2–5.
9. Hawkins DB, Cook JA. Hearing aid software predictive gain values : How accurate are they ? *The Hearing Journal*. 2003;56(7):26–34.
10. Gabbard SA, Schryer J. Considerations in early amplification : Selection , fitting , validation , counseling. *The Hearing Journal*. 2008;61(11):11–7.
11. Palmer CV, Grimes AM. Effectiveness of Signal Processing strategies for the pediatric population: A Systematic Review of the Evidence. *J Am Acad Audiol*. 2005;16:505–14.
12. Rissatto MR, Novaes B. Próteses auditivas em crianças : importância dos processos de verificação e validação. *Pró-Fono*. 2009;21(2):131–6.
13. Stelmachowicz PG. The Importance of High-Frequency Amplification for Young Children. In: Seewald R, Bamford J, editors. *A sound Foundation Through Early Amplification 2001 [Internet]*. Chicago: Phonak AG; 2001. Disponível em: [http://www.phonakpro.com/com/b2b/en/events/proceedings/pediatric\\_conference\\_2001.html](http://www.phonakpro.com/com/b2b/en/events/proceedings/pediatric_conference_2001.html)
14. Ching TYC, Dillon H, Day J, Crowe K. The NAL Longitudinal Study on Outcomes of Hearing-Impaired Children : Interim Findings on Language of Early and Later-Identified Children at Six Months after Hearing Aid Fitting. In: Seewald R, Bamford J, editors. *A sound Foundation Through Early Amplification 2007 [Internet]*. Chicago: Phonak AG; 2007. p. 185–200. Disponível em: [http://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/C\\_M\\_tools/Library/Pediatric/Fitting/en/The\\_NAL\\_Longitudinal\\_Study\\_on\\_Outcomes.pdf](http://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/C_M_tools/Library/Pediatric/Fitting/en/The_NAL_Longitudinal_Study_on_Outcomes.pdf)
15. Bagatto MP, Moodie ST, Malandrino AC, Richert FM, Clench D a, Scollie SD. The University of Western Ontario Pediatric Audiological Monitoring Protocol (UWO PedAMP). *Trends in amplification*. 2011;15(1):57–76.
16. Scollie S, Seewald R, Cornelisse L, Moodie S, Bagatto M, Laurnagaray D, et al. The Desired Sensation Level Multistage Input/Output Algorithm. *Trends in Amplification*. 2005;9(4):159–97.
17. Mueller HG, Bentler RA, Wu Y. Prescribing maximum hearing aid output : Differences among manufacturers found. *The Hearing Journal*. 2008;61(3):30–6.
18. Palmer CV. Deprivation and acclimatization in the human auditory system : Do they happen ? Do they matter ? *The Hearing Journal*. 1999;52(11):23–4.
19. Bentler R, Holte L, Turner C. An update on the acclimatization issue. *The Hearing Journal*. 1999;52(11):44–7.

**Recebido em** outubro/12; **aprovado em** dezembro/12.

**Endereço para correspondência**  
Renata S.L. Figueiredo

**E-mail:** [rsl.figueiredo@gmail.com](mailto:rsl.figueiredo@gmail.com)

