

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
PUC-SP**

Nayara Thais de Oliveira Costa

**Audibilidade para fala e reconhecimento de fala em crianças com  
deficiência auditiva**

DOUTORADO EM FONOAUDIOLOGIA

SÃO PAULO  
2016

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
PUC-SP**

Nayara Thais de Oliveira Costa

**Audibilidade para fala e reconhecimento de fala em crianças com  
deficiência auditiva**

DOUTORADO EM FONOAUDIOLOGIA

Tese apresentada à Banca de Defesa, como exigência parcial para obtenção do título de Doutorado em Fonoaudiologia do Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Teresa Maria Momensohn dos Santos.

SÃO PAULO  
2016

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução parcial ou total desta Tese de Doutorado por processos de fotocópias ou meios eletrônicos.

Assinatura \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_

email \_\_\_\_\_

Sistema para Geração Automática de Ficha Catalográfica para Teses e Dissertações com dados fornecidos pelo autor

837 Costa, Nayara Thais de Oliveira  
Audibilidade para fala e reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva / Nayara Thais de Oliveira Costa. -- São Paulo: [s.n.], 2016.  
118p ; 30 cm.

Orientador: Teresa Maria Momensohn dos Santos.  
Tese (Doutorado em Fonoaudiologia)-- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia, 2016.

1. Deficiência Auditiva. 2. Percepção da Fala. 3. Transtornos da Articulação. I. Santos, Teresa Maria Momensohn dos . II. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia. III. Título.

CDD

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO**

**Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia**

**Coordenadora do Curso de Pós-Graduação**

Prof.a. Dra. Doris Ruth Lewis

**Vice-coordenadora do Curso de Pós-Graduação**

Prof.a. Dra. Maria Claudia Cunha

**Nayara Thais de Oliveira Costa**

Audibilidade para fala e reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva

PRESIDENTE DA BANCA:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Teresa Maria Momensohn dos Santos

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> .

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

---

*Ao Sr. Raimundo Nabuco e à Sra. Lúcia de Fátima, meus amados pais, por serem tão maravilhosos comigo e por terem me dado a oportunidade de realizar mais esse sonho. Serei eternamente grata!!.*

*Ao meu amor, Thomas Hubbert, por ter compreendido a minha ausência e por ter sido muito importante nesse momento da minha vida. PS: espero que também seja para o resto dela.*

*“Dein ist mein ganzes Herz .Wo du nicht bist, kann ich nicht sein”.*

## AGRADECIMENTOS

---

À Querida Profa. **Teresa Maria Momensohn-Santos** pela paciência, atenção e todos os ensinamentos. Obrigada pelos momentos de escuta, pelos conselhos e carinho. Você foi muito mais que uma orientadora. MUITO OBRIGADA!

Às Dra. **Beatriz A. C. Mendes** e Dra. **Luísa Barzagli Ficker**, pelas importantes sugestões dadas para a realização desta pesquisa. Muito Obrigada!

À Clínica Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação - DERDIC (PUC-SP) e ao Centro Audição na Criança (CeAC), pela autorização concebida para a realização do estudo.

À todos os meus demais **familiares**, por terem compreendido a minha ausência em momentos tão importantes para nossa família.

Às amigas fonoaudiólogas **Clarissa Ventura** e **Edilene Ralo**, pela amizade tão sincera, pelo carinho e companheirismo. Vocês são pessoas especiais na minha vida.

À toda **equipe de fonoaudiólogas do CeAC**, pelas parcerias durante os atendimentos e troca de conhecimento, em especial à fonoaudiólogas **Amanda** e **Elisa**, pela ajuda com o levantamento dos sujeitos, ajuda na realização do teste de audibilidade e pelos esclarecimentos sobre os casos, não tenho palavras para dizer o quanto sou grata!

À **Denise Botter**, pela análise estatística realizada e pela atenção, À **Mabile**, pela revisão da tese e pela disponibilidade e à **Ana Carolina Ghirardi**, pela disponibilidade para realizar tradução do resumo para a língua inglesa.

Aos secretários do CeAC **Marilei** e **Eduardo**, pela ajuda com os agendamentos das crianças, pela atenção e carinho de sempre. Vocês ficarão sempre no meu coração.

Ao **João**, funcionário da biblioteca da DERDIC, pela ajuda na pesquisa de bibliografia e pelo carinho.

À **Virgínia** – secretária do Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia pela a atenção, e grande ajuda prestada durante a realização do curso de Doutorado.

Às **famílias** que autorizaram a participação de suas crianças nesta pesquisa, meu sincero obrigada.

À **CAPES**, pela bolsa de estudo concedida.

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

---

<b>AASI</b>	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
<b>AI</b>	<i>Articulation Index</i>
<b>ANSI</b>	<i>American National Standards Institute</i>
<b>ASA</b>	<i>Acoustical Society of America</i>
<b>CeAC</b>	Centro Audição na Criança
<b>dB</b>	Decibel
<b>dB NA</b>	Decibel Nível de Audição
<b>dB NPS</b>	Decibel Nível de Pressão Sonora
<b>dB NS</b>	Decibel Nível de Sensação
<b>DERDIC</b>	Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação
<b>GrSII-1</b>	Grupo de intervalo de SII 1
<b>GrSII-2</b>	Grupo de intervalo de SII 2
<b>Hz</b>	Hertz
<b>IC</b>	Implante Coclear
<b>IEC</b>	<i>International Electrotechnical Commission</i>
<b>IPRF</b>	Índice Percentual de Reconhecimento de Fala
<b>ISO</b>	<i>International Organization of Standardization</i>
<b>LIBRAS</b>	Língua Brasileira de Sinais
<b>LTASS</b>	<i>Long-term Average Speech Spectrum</i>
<b>NA</b>	Nível de audição
<b>PUCSP</b>	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
<b>SII</b>	<i>Speech Intelligibility Index</i>
<b>SII 65</b>	<i>Speech Intelligibility Index</i> - sinal de entrada de 65dB NPS
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## LISTA DE TABELAS

---

### ESTUDO 1

- Tabela 1.** Estatísticas descritivas para as variáveis explicativas quantitativas .....43
- Tabela 2.** Estatísticas descritivas para as variáveis respostas de Porcentagem geral de palavras certas e Porcentagem de monossílabas, dissílabas e trissílabas...43
- Tabela 3.** Distribuição de frequências da variável Configuração audiométrica na melhor orelha .....44
- Tabela 4.** Valores do coeficiente de correlação amostral de Spearman e correspondentes valores-p associados ao teste da hipótese de inexistência de associação linear entre cada variável de interesse e a variável Porcentagem geral de palavras certas .....45
- Tabela 5.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem geral de palavras certas por categoria da variável Configuração audiométrica da melhor orelha e valor-p da ANOVA para comparar as médias sob as seis categorias .....46
- Tabela 7.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de monossílabas certas por categoria da variável Configuração audiométrica da melhor orelha e valor-p da ANOVA para comparar as médias sob as seis categorias .....49
- Tabela 8.** Valores do coeficiente de correlação amostral de Spearman e correspondentes valores-p associados ao teste da hipótese de inexistência de associação entre cada variável de interesse e a variável Porcentagem de dissílabas certas .....50
- Tabela 9.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de dissílabas certas por categoria da variável Configuração audiométrica da melhor orelha e valor-p da ANOVA para comparar as médias sob as seis categorias .....51
- Tabela 11.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de trissílabas certas por categoria da variável Configuração audiométrica da melhor orelha e valor-p da ANOVA para comparar as médias sob as seis categorias .....54

<b>Tabela 12.</b> Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de palavras certas .....	54
<b>Tabela 13.</b> Intervalos de confiança para diferenças de médias (duas a duas) entre os três tipos de palavras do teste de reconhecimento de fala – Método de Tukey e 90% de confiança global .....	55

## ESTUDO 2

<b>Tabela 1.</b> Valores do coeficiente de correlação linear amostral de Pearson e correspondentes valores-p associados ao teste da hipótese de inexistência de associação linear entre médias de limiares e a variável SII (%) .....	76
<b>Tabela 2.</b> Estatísticas descritivas para a variável SII (%) por categoria da variável Configuração audiométrica da melhor orelha e valor-p da ANOVA para comparar as médias sob as seis categorias .....	77
<b>Tabela 3.</b> Estatística descritiva dos grupos quanto aos valores de SII .....	77
<b>Tabela 4.</b> Estatísticas descritivas para as variáveis Média de limiares de 500 a 4000 e Média de limiares de 500 a 8000 por grupo de SII e valor-p do teste t-Student para amostras independentes, para comparar as médias das duas variáveis sob os dois grupos .....	78
<b>Tabela 5.</b> Distribuição de frequências da variável Grau de perda auditiva por grupo de SII e valor-p do teste exato de Fisher da hipótese de inexistência de associação entre as duas variáveis .....	79
<b>Tabela 6.</b> Distribuição de frequências da variável Configuração audiométrica por grupo de SII e valor-p do teste exato de Fisher da hipótese de inexistência de associação entre as duas variáveis .....	80
<b>Tabela 7.</b> Estatísticas descritivas para a variável Tempo de privação auditiva (em anos) por grupo de SII e valor-p do teste t-Student para amostras independentes para comparar as médias sob os dois grupos .....	81
<b>Tabela 8.</b> Estatísticas descritivas para a variável Número de horas de uso diário do aparelho de amplificação sonora individual por grupo de SII e valor-p do teste	

não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos.....	81
<b>Tabela 9.</b> Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de palavras certas por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos .....	83
<b>Tabela 10.</b> Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes produzidas por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos .....	84
<b>Tabela 11.</b> Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes produzidas corretamente por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos.....	84
<b>Tabela 12.</b> Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes de palavras monossílabas produzidas corretamente por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos.....	85
<b>Tabela 13.</b> Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes de palavras dissílabas produzidas corretamente por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos.....	86
<b>Tabela 14.</b> Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes de palavras trissílabas produzidas corretamente por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos.....	87
<b>Tabela 15.</b> Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes substituídas por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos .....	88
<b>Tabela 16.</b> Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes omitidas por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney	

para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos .....	88
<b>Tabela 17.</b> Quantidade de crianças que acertaram ou erraram cada fonema ou arquifonema .....	92
<b>Tabela 18.</b> Análise específica da ocorrência de substituição entre consoantes que compartilham as mesmas características de ponto e modo articulatorio, e das substituições entre consoantes que mais foram identificadas entre os grupos de SII.....	93
<b>Tabela 19.</b> Análise das omissões mais comuns identificadas nas produções das crianças de cada grupo de SII.....	96

## LISTA DE FIGURAS

---

### ESTUDO 1

- Figura 1.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Índice de Inteligibilidade de Fala da melhor orelha e Porcentagem geral de palavras certas .....45
- Figura 2.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Média dos limiares (500 – 4000) da melhor orelha e Porcentagem geral de palavras certas .....46
- Figure 3.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Índice de Inteligibilidade de fala da melhor orelha e Porcentagem de monossílabas certas .....48
- Figura 4.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Média dos limiares (500 – 4000) da melhor orelha e Porcentagem de monossílabas certas .....48
- Figura 5.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Índice de Inteligibilidade de Fala da melhor orelha e Porcentagem de dissílabas certas .....50
- Figura 6.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Média dos limiares (500 – 4000) da melhor orelha e Porcentagem de dissílabas certas .....51
- Figura 7.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Índice de Inteligibilidade de Fala da melhor orelha e Porcentagem de trissílabas certas .....53
- Figura 8.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Média dos limiares (500 – 4000) da melhor orelha e Porcentagem de trissílabas certas .....53
- Figura 9.** Gráfico *boxplot* para a variável Porcentagem de palavras certas .....55

### ESTUDO 2

- Figura 1.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Média de limiares de 500 – 4000 e Média de limiares de 500 – 8000 e a variável SII (%) .....76
- Figura 2.** Distribuição da variável SII (%) por indivíduo .....78
- Figura 3.** Gráfico *boxplot* para as variáveis Média limiares 500 a 4000 e Média limiares 500 a 8000 por grupo de SII .....79

<b>Figura 4.</b> Gráfico de barras para a variável Grau de perda auditiva por grupo de SII .....	80
<b>Figura 5.</b> Gráfico <i>boxplot</i> para a variável Tempo de privação auditiva (em anos) por grupo de SII.....	81
<b>Figura 6.</b> Gráfico <i>boxplot</i> para a variável Número de horas de uso diário do aparelho por grupo de SII .....	82
<b>Figura 7.</b> Gráfico <i>boxplot</i> para a variável Porcentagem de palavras certas por grupo de SII.....	83
<b>Figura 8.</b> Gráfico <i>boxplot</i> para a variável Porcentagem de consoantes produzidas por grupo de SII .....	84
<b>Figura 9.</b> Gráfico <i>boxplot</i> para a variável Porcentagem de consoantes produzidas corretamente por grupo de SII .....	85
<b>Figura 10.</b> Gráfico <i>boxplot</i> para a variável Porcentagem de consoantes de palavras monossílabas produzidas corretamente por grupo de SII .....	86
<b>Figura 11.</b> Gráfico <i>boxplot</i> para a variável Porcentagem de consoantes de palavras dissílabas produzidas certas por grupo de SII .....	86
<b>Figura 12.</b> Gráfico <i>boxplot</i> para a variável Porcentagem de consoantes de palavras trissílabas produzidas corretamente por grupo de SII .....	87
<b>Figura 13.</b> Gráfico <i>boxplot</i> para a variável Porcentagem de consoantes substituídas por grupo de SII .....	88
<b>Figura 14.</b> Gráfico <i>boxplot</i> para a variável Porcentagem de consoantes omitidas por grupo de SII.....	89

## LISTA DE QUADROS

---

- Quadro 1.** Caracterização dos grupos quanto aos valores de intervalo de SII .....72
- Quadro 2.** Matriz de Confusão com a quantidade de crianças do GrSII-1 que produziram pelo menos um erro para cada fonema ou arquifonema .....90
- Quadro 3.** Matriz de Confusão com a quantidade de crianças do GrSII-2 que produziram pelo menos um erro para cada fonema ou arquifonema .....91

## RESUMO

---

### **Audibilidade para fala e reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva**

**Objetivo:** O objetivo geral desta pesquisa foi estabelecer a relação entre audibilidade para sons de fala e reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva neurossensorial usuárias de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI). **Método:** Participaram deste estudo 40 crianças com perda auditiva de grau moderado a severo, de ambos os sexos e idade cronológica entre cinco e 12 anos. Inicialmente, foram pesquisados os fatores que poderiam influenciar o desempenho dos sujeitos analisados em teste de reconhecimento de fala, sendo investigados: audibilidade para fala, a partir de valores de Índice de Inteligibilidade de Fala - mais comumente denominado de SII; idade cronológica; características audiométricas; informações relacionadas à reabilitação auditiva; meio de comunicação e material de teste. Por último, grupos formados por crianças que possuíam valores de SII similares foram comparados buscando-se identificar as características individuais de cada grupo e os aspectos capazes de distinguir um grupo do outro, sendo pesquisadas como variáveis: as características audiológicas, de uso de AASI (tempo de privação sensorial e média de horas de uso por dia) e desempenho de reconhecimento de palavra e consoantes. **Resultados:** A análise mostrou que valores de SII tiveram relação fraca a moderada com resultados de reconhecimento de fala. Em relação às demais variáveis relacionadas à criança, foram identificadas que somente os limiares audiométricos também tiveram relação com o comportamento das crianças no teste, porém essa relação foi sempre fraca. Quanto ao material de fala, foram identificadas diferenças estatísticas entre os desempenhos, sendo melhores para palavras com maior conteúdo linguístico. Por último, foi observado que crianças pertencentes ao grupo com melhor audibilidade - GrSII-1, possuíam melhor desempenho em teste de reconhecimento de fala, porém, com resultados mais heterogêneos entre seus membros, se comparado ao grupo com menor audibilidade - GrSII-2. O desempenho de reconhecimento do GrSII-1 se mostrou mais suscetível à influência de outros fatores, como o tempo de privação sensorial, já os resultados do grupo com menor audibilidade se mostrou mais influenciado por suas limitações audiométricas, sendo que crianças desse grupo tiveram mais erros do que do primeiro grupo, e esses erros foram principalmente para segmentos de fala com baixa energia acústica. **Conclusão:** A audibilidade para fala, mensurada a partir de valores de SII, tem relação com desempenhos de crianças com deficiência auditiva neurossensorial usuárias de AASI em teste de reconhecimento de fala. No entanto, deve-se levar em consideração que, apesar dessa relação existir, o SII representa apenas que o sinal de fala está acessível e útil por meio do AASI, sendo incapaz de expressar fatores adversos que podem ter influência sobre o desempenho das crianças, como a privação de estimulação auditiva adequada ou característica do material de teste.

**Palavras-chave:** deficiência auditiva; percepção da fala; transtornos da articulação.

## ABSTRACT

---

### **Audibility for speech and speech recognition in hearing impaired children**

**Purpose:** The main purpose of this study was to establish the relation between audibility for speech sounds and speech recognition in children with neurosensory hearing loss using hearing aid. **Method:** The subjects of this study were 40 children with moderate to severe hearing loss, of both sexes, with chronological age between five and 12 years. Initially, the factors that may influence the analyzed subjects' performances in speech recognition tests were assessed. The investigated factors were: audibility for speech, according to Speech intelligibility index (SII); chronological age; audiometric characteristics; information regarding audiologic rehabilitation; means of communication and test material. Finally, groups composed by children with similar SII values were compared in order to identify the individual characteristics of each group and the aspects able to distinguish on group from the other. The studied variables were: audiologic and hearing aid use characteristics (time of sensory deprivation and mean hours of daily use) and performance in recognition of words and consonants. **Results:** The analysis showed that the SII values had a weak to moderate relation with speech recognition results. Regarding the other variables concerning the child, only the audiometric thresholds were also related to the child's behavior on the test, though this relation was always weak. There were statistical differences identified in the performances on the speech material, better for words with greater linguistic content. Finally, children in the group with better audibility – GrSII-1 had better performances in the speech recognition test, however, with more heterogeneous results among its members when compared to the group with lower audibility – GrSII-2. GrSII-1's recognition performance was more susceptible to the influence of other factors, such as time of sensory deprivation. The results of the group with lower audibility was more influenced by its audiometric limitations since children in this group had more errors than those in the first group, and these errors were mainly for speech segments with low acoustic energy. **Conclusion:** Audibility for speech, measured based on SII values is related to the performances of neurosensory hearing impaired children using individual hearing aid in speech recognition tests. However, it must be considered that, although this relation exists, SII represents only the speech signal that is accessible and useful through the hearing aid, and is incapable of expressing adverse factors that may influence the performance of children, such as adequate auditory stimulation deprivation or the test's material characteristic.

**Key Words:** hearing impairment; speech perception; articulation disorders.

## APRESENTAÇÃO

---

Conforme orientação do Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia da PUC-SP, a apresentação das teses deve ser em formato de estudos. Atendendo a esta solicitação, esta tese é composta de dois estudos sobre o tema “Audibilidade para fala e reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva”, que são apresentados individualmente, compostos por introdução e objetivos, método, resultados, discussão e conclusão.

O primeiro estudo, intitulado “**Relação do índice de inteligibilidade de fala e de outros fatores com o reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva**”, apresentou como **objetivos**: **1** - investigar se existe relação direta entre o Índice de Inteligibilidade de Fala e o desempenho em teste de reconhecimento de fala na população estudada; **2** - investigar que outros fatores podem influenciar o desempenho das crianças com deficiência auditiva em teste de reconhecimento de fala, e se o material de fala está entre eles. Nele, inicialmente foi realizada a análise de correlação entre escores de Índice de Inteligibilidade de Fala, do inglês "*Speech Intelligibility Index*" (SII)<sup>1</sup>, em intensidade de fala conversacional, e porcentagem de acertos em teste de reconhecimento de fala de crianças com perda auditiva neurossensorial de grau moderado e severo usuárias de aparelho de amplificação sonora individual (AASI). Em seguida foram investigados outros fatores que pudessem se relacionar com o desempenho de reconhecimento de fala das crianças, sendo esses: grau da perda auditiva da melhor orelha e configuração audiométrica; tempo de privação sensorial auditiva e consistência de uso do AASI (registro da média de horas de utilização diária do AASI a partir do registro do *datalogging*); provável etiologia; tempo total de terapia e meio(s) de comunicação; e o material de fala utilizado no teste (palavras monossílabas, dissílabas e trissílabas).

O segundo estudo, intitulado “**Audibilidade para fala e reconhecimento de consoantes: comparação entre grupos de intervalo de índice de inteligibilidade**

---

<sup>1</sup> A sigla SII da nomenclatura original foi utilizada, apesar dela não fazer correspondência à tradução em português, por esta ser a mais utilizada na literatura internacional.

**de fala**”, teve como **objetivo**: Comparar grupos de diferentes intervalos de SII quanto às características audiológicas, uso do AASI e desempenhos de reconhecimento de palavras e consoantes, e investigar padrões que os diferenciavam. Foram formados dois grupos, considerando os seguintes intervalos de SII 65: entre 36 e 55% e maior ou igual a 56%. Inicialmente foi realizada a comparação entre os grupos quanto às características audiológicas, tempo de privação sensorial e consistência de uso do AASI (dados de *data logging*), em seguida, foram investigados e comparados os padrões de desempenho para o reconhecimento de palavras e consoantes de cada grupo, para a análise das consoantes, além da análise estatística, foi realizada uma investigação qualitativa das produções a partir da Matriz de Confusão de Consoantes (MCC).

Além dos estudos, a Tese traz no primeiro capítulo uma introdução composta pelo referencial teórico, possibilitando uma imersão no tema e exposição das questões envolvidas na pesquisa. O segundo capítulo, junto com os objetivos específicos que deram origem aos estudos, apresenta um objetivo geral que norteou a Tese como um todo. O último capítulo abrange a conclusão para o objetivo geral formulado.

## SUMÁRIO

---

<b>Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos .....</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>xii</b>
<b>Lista de Quadros.....</b>	<b>xiv</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>xv</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xvi</b>
<b>Apresentação.....</b>	<b>xvii</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>21</b>
<b>2 Objetivos .....</b>	<b>30</b>
<b>3 Estudos .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 ESTUDO 1.....</b>	<b>33</b>
<b>Relação do índice de inteligibilidade de fala e de outros fatores com o reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva.....</b>	<b>33</b>
Introdução.....	33
Método .....	37
Resultados.....	42
Discussão.....	56
Conclusão.....	66
<b>3.2 ESTUDO 2.....</b>	<b>68</b>
<b>Audibilidade para fala e reconhecimento de consoantes: comparação entre grupos de índice de inteligibilidade de fala .....</b>	<b>68</b>
Introdução.....	68
Método .....	70
Resultados.....	76
Discussão.....	97
Conclusão.....	101
<b>4 Conclusão Geral.....</b>	<b>103</b>
<b>5 Referências .....</b>	<b>105</b>

<b>6 Apêndice .....</b>	<b>113</b>
<b>7 Anexos .....</b>	<b>116</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

---

Esta tese é contextualizada na clínica fonoaudiológica, especificamente na área que se dedica ao atendimento de crianças com deficiência auditiva e usuárias de aparelho de amplificação sonora individual (AASI). Antes de abordar o tema proposto e os aspectos relacionados aos deficientes auditivos, acredita-se que é conveniente mencionar sucintamente como ocorre o desenvolvimento da habilidade de percepção auditiva, em especial do sinal de fala, e suas implicações para o desenvolvimento da produção oral em crianças.

A cóclea humana com desenvolvimento típico, está essencialmente formada ao nascimento. No entanto, o desenvolvimento neural e de maturação sináptica do sistema auditivo dependerá da exposição da criança a um ambiente acústico rico de sons relevantes (Moore, Linthicum, 2007).

Werner (2007) afirmou que o desenvolvimento do sistema auditivo e do processo de perceber auditivamente os sons da fala englobam basicamente três grandes etapas: na primeira etapa, com a exposição à estímulos sonoros ocorre o amadurecimento dos mecanismos neurais envolvidos na codificação do som; na segunda, ocorre uma percepção mais específica dos sons, em que a criança passa a ter capacidade de identificar auditivamente pequenos detalhes acústicos do sinal de fala; na etapa final, a criança passa a ser capaz de escolher de forma flexível a informação acústica que ela utilizará para identificar determinados sons. Em todas as três fases, a experiência com sons da língua é essencial, em primeiro lugar para formar as conexões neurais certas para codificar um determinado som com precisão, em segundo lugar, para fornecer a exposição ao detalhe acústico de cada segmento de fala, e, finalmente, proporcionar oportunidades para que a criança descubra as pistas que são mais úteis sob diferentes condições de escuta.

Um sistema auditivo íntegro e a experiência com sons da língua são, portanto, essenciais para o desenvolvimento comunicativo da criança, na medida em que é a partir deles que ela vai perceber as características acústicas dos sons da fala e aprender a distinguir os signos linguísticos, o que dará a base para o desenvolvimento de sua fala e linguagem.

Nesse contexto, a presença de uma deficiência auditiva na infância pode comprometer a percepção dos sons e gerar consequências importantes para a produção de fala da criança. Inicialmente, os efeitos podem incluir, por exemplo, a

redução da habilidade de identificar contrastes entre segmentos da língua, e comprometer a constituição do sistema de sons da fala. Mais tarde, pode surgir como consequência, uma produção carregada de distorções, trocas ou omissões de segmentos, ou até mesmo a presença de uma fala ininteligível.

Identificar precocemente, quantificar o grau de impacto da deficiência auditiva e indicar um dispositivo de reabilitação auditiva, como o AASI ou o Implante Coclear (IC), que possibilite o acesso da criança aos sons, principalmente às pistas acústicas dos sinais de fala, é, portanto, essencial para garantir um desenvolvimento mais adequado do sistema auditivo, assim como, de fala e linguagem.

No contexto da criança com deficiência auditiva usuária de AASI, quantificar quanto do sinal de fala está acessível a partir desse dispositivo, é essencial para assegurar que ela terá acesso às pistas acústicas que compreendem a fala.

### **Índice de Inteligibilidade de Fala - SII**

Pesquisas têm sugerido o uso de um procedimento objetivo que permite estimar quanto do sinal de fala está audível com o uso da amplificação sonora, esse procedimento é denominado Índice de Inteligibilidade de Fala, do inglês *Speech Intelligibility Index* (SII) (Scollie, 2007; Gustafson, Pittman, 2010; Bass-Ringdahl, 2010; McCreery, 2011; Figueiredo, 2013; Cavanaugh, 2014).

O SII foi criado em 1997 como uma grande revisão do *Articulation Index* (AI). O AI é uma medida física desenvolvida por engenheiros da área da comunicação para quantificar quanto do espectro de fala permanecia audível na presença de filtragem, ruído ou em baixa intensidade de fala. Ele foi originalmente desenvolvido para auxiliar os engenheiros na concepção de sistemas de comunicação telefônica. Mais tarde, com os avanços em processamento de sinais de aparelhos auditivos, e a fraca correspondência entre limiares audiométricos e desempenhos de fala, estudiosos viram o AI como um potencial instrumento de análise da inteligibilidade de fala dos usuários desses dispositivos (Pavlovic *et al.*, 1986; Humes *et al.*, 1986; Pavlovic, 1989; Mueller, Killion, 1990; Magnusson, 1996). Então o procedimento foi

normalizado pela *American National Standards Institute* - ANSI - 1997 e passou a ser chamado de SII.

Para o cálculo do SII é utilizada uma fórmula que considera basicamente dois componentes: o coeficiente de audibilidade e o peso de importância da banda de frequência para o reconhecimento de fala (ANSI, 1997).

O coeficiente de audibilidade é uma expressão numérica que expressa a proporção de fala que está audível em uma determinada região de frequência, a partir da relação entre o nível do sinal de fala (a ser percebido) e os limiares audiométricos do sujeito (Scollie, 2007; Gustafson, Pittman, 2010; Bass-Ringdahl, 2010; McCreery, 2011).

No que diz respeito ao outro componente do cálculo do SII, o peso de importância de cada banda de frequência para o reconhecimento do sinal de fala, de acordo com a literatura, demonstram valores derivados empiricamente de processos de filtragem de frequências. Neles, a largura de banda de um estímulo de fala passa progressivamente por filtros passa-baixo e/ou passa-alto, avaliando-se a contribuição relativa de cada uma das regiões de frequência pela quantidade de degradação gerada no reconhecimento de fala, quando uma determinada faixa de frequência é filtrada para fora do estímulo (Studebaker, Sherbecoe, 1991). A partir daí, é gerado um valor que exprime a contribuição média que cada região de frequência tem para o reconhecimento de fala, denominado de "função de importância de banda".

A partir do cálculo obtém-se o valor do SII, que é um valor único e proporcional que resume a audibilidade para o som de fala, de forma ponderada, e cujo valor resultante é um número entre 0 e 1. Valor de SII igual a 0 expressa que nenhum som de fala está audível, enquanto que 1 significa que todas as informações de fala estão audíveis e resulta em máxima inteligibilidade (Scollie, 2007; Gustafson, Pittman, 2010; Bass-Ringdahl, 2010; McCreery, 2011).

O cálculo do SII é complicado, mas membros da *Acoustical Society of America* (ASA), Grupo de Trabalho S3-79, encarregado de revisar o padrão ANSI S3.5-1997 ("Métodos para cálculo do SII"), desenvolveram um *software* para facilitar o seu uso (<http://www.sii.to>) (Stiles *et al.*, 2012). Mas também há a opção de calcular o SII com o auxílio de equipamentos de verificação de AASI e de um *software*

denominado *SpeechMap*®. Esses equipamentos fornecem o SII em valores percentuais, e a partir deles é possível mensurar a audibilidade geral e ponderada fornecida pelo AASI para trecho de voz reais e calibradas (Scollie, 2007; Bagatto *et al.*, 2010).

### **Audibilidade para fala e o reconhecimento de fala**

Além da estimativa numérica da audibilidade para sons de fala, também já foi identificado empiricamente que existe relação entre valores de SII e a habilidade de fala.

Um estudo que investigou a relação entre SII e desenvolvimento de fala em crianças, identificou a existência de relação entre balbucio canônico com mais altos valores de audibilidade para fala. A partir da investigação longitudinal de crianças com perda auditiva neurossensorial de grau severo-profundo, foi observado que valores de SII abaixo de 35% não favorecem o desenvolvimento do balbucio canônico e para que uma criança consiga produzir consoantes é necessário que ela tenha uma inteligibilidade de fala igual ou maior que esse valor. Tal resultado aponta que o SII pode ser considerado um preditor para o desenvolvimento de fala (Bass-Ringdahl, 2010).

Pesquisas também têm apontado que o SII pode ser utilizado para estimar a proporção esperada de reconhecimento de fala com o uso de funções de transferência (Pavlovic *et al.*, 1986; Sherbecoe, Studebaker, 2003; Hornsby, 2004; Scollie, 2008; Bass-Ringdahl, 2010; McCreery, 2011; McCreery, Stelmachowicz, 2011).

Um estudo utilizou o SII para prever escores de reconhecimento de consoantes em adultos e crianças com audição normal, e crianças com deficiência auditiva, com o objetivo de determinar se a função de transferência sugerida na literatura poderia ser usada para todos os três grupos. Foi observado que ambos os grupos de crianças tiveram o reconhecimento de fala mais pobre do que os adultos para o mesmo valor de SII. Em alguns casos, foram notadas diferenças de 30% ou mais para o mesmo SII, tanto dentro dos grupos de crianças, quanto no grupo de

adultos. De acordo com a autora, a função de transferência derivada da análise com adultos previu pontuações para os dois grupos de crianças, no entanto, significativo aumento na precisão da previsão foram obtidos quando os efeitos da idade e perda auditiva foram incorporados à função de transferência. A partir disso, há o alerta de que ao se utilizar o SII como preditor para o desenvolvimento de fala, pode-se fazer um julgamento equivocado, superestimando-se o desenvolvimento da produção de fala em alguns casos, principalmente no caso das crianças, em que o valor do SII pode não refletir a variabilidade de reconhecimento de fala entre elas (Scollie, 2008).

### **Outros fatores que podem ser determinantes para o desempenho de reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva**

Interpretar os resultados de crianças com deficiência auditiva em testes de percepção de fala às vezes pode não ser uma tarefa fácil, sobretudo porque os desempenhos desses sujeitos podem apresentar uma grande variabilidade, que se relacionam à outros fatores que vão além da condição de audibilidade (Davidson, Skinner, 2006; Moeller *et al.*, 2009; Sininger *et al.*, 2010). Dentre os fatores considerados determinantes estão: idade de início da perda auditiva, idade de intervenção auditiva, programa de intervenção, família e influências ambientais (Moeller *et al.*, 2009; Sininger *et al.*, 2010).

Além desses, sabe-se da existência de outros fatores que também podem comprometer o desenvolvimento de percepção de fala e das habilidades comunicativas das crianças com deficiência auditiva, denominados "fatores complexos". A consistência de uso do AASI está entre esses fatores (Moeller *et al.*, 2009; Bagatto *et al.*, 2010; Novaes *et al.*, 2012).

Atualmente, pode-se utilizar como indicador de consistência do uso dos AASI o registro do *datalogging*, que é uma tecnologia disponível no AASI e que registra o tempo de uso do aparelho em média de horas/dia. De acordo com Moeller *et al.* (2009), esse recurso também pode ser útil para nortear o conhecimento do fonoaudiólogo sobre a adesão da família ao processo de reabilitação auditiva.

No entanto, há um consentimento de que os valores de *datalogging* também podem se relacionar com outros aspectos, como idade cronológica e grau da perda, por exemplo (McCreery *et al.*, 2015). De acordo com investigações recentes, o uso do AASI é mais consistente com o aumento da idade (Moeller *et al.*, 2009; Walker *et al.*, 2013). Também foi observado que crianças com maior grau de perda auditiva tendem a usar o AASI por um maior número de horas por dia, se comparadas às crianças com menor grau de perda auditiva (Walker *et al.*, 2013; Muñoz *et al.*, 2014).

Pesquisa realizada em um serviço de alta complexidade no município de São Paulo, mostrou que a consistência de uso do AASI tem sido um problema na população atendida na rede de saúde auditiva. A compreensão da família sobre o conceito de “uso consistente” não tem levado ao uso diário no período em que a criança está acordada. Foi observado que muitas das vezes os pais optam por postergar a colocação do AASI durante a rotina diária das crianças (Miguel, Novaes, 2013). Esse comportamento da família também pode ser um fator negativo para o desenvolvimento auditivo e de fala das crianças, pois sem a utilização do AASI não haverá a estimulação auditiva suficiente e adequada.

Apesar de atualmente as crianças com deficiência auditiva terem acesso mais fácil à esses aparelhos, sendo concedidos pelos serviços de saúde, e de ser incontestável que a habilitação auditiva requer a sua utilização incondicional, os fatores que interferem na consistência de uso dos mesmos e seu impacto no desenvolvimento de habilidades auditivas e de linguagem ainda não foram suficientemente explorados (Novaes, Mendes, 2011).

### **Avaliação do reconhecimento de fala**

Medidas objetivas, como o SII, são fundamentais para uma análise mais consistente da condição auditiva para sons de fala, principalmente porque podem servir como instrumento de auxílio na escolha e validação da programação dos dispositivos de amplificação sonora. Porém, elas não são capazes de representar o uso funcional da audição realizado pelas crianças com deficiência auditiva, principalmente por não conseguirem refletir a influência de outros fatores, que vão

além da audibilidade (Han, 2011). Diante dessa condição, torna-se importante o uso de métodos subjetivos que permitam aferir como o indivíduo com deficiência auditiva realmente percebe o sinal de fala amplificado, como os testes de percepção da fala. Contudo, tais testes também não são capazes de fornecer informações que realmente caracterizem a capacidade de percepção de detalhes específicos contidos no sinal de fala, informação essa, de suma importância no caso de sujeitos com deficiência auditiva. Como alternativa, pesquisadores sugerem que na análise dos dados identificados no teste de reconhecimento de fala, realize-se uma investigação complementar que leve em consideração a análise dos segmentos da língua, ou seja, dos fonemas (Boothroyd, 1976; Allen, 2005; Magalhães *et al.*, 2007).

A análise das confusões entre consoantes, por exemplo, pode fornecer informações valiosas para definir e compreender como ocorre a percepção auditiva dos sons da fala, principalmente porque as consoantes são os segmentos mais importantes para o reconhecimento e inteligibilidade da fala. De modo geral, existem duas principais motivações por trás desse tipo de análise. Em primeiro lugar, os padrões de confusão oferecem pistas essenciais para a compreensão de como o sinal de fala é processado e como algumas partes desse sinal (pistas acústicas) se tornam mais relevantes que outras. Em segundo lugar, estudos de percepção com enfoque na análise linguística têm mostrado que a percepção dos sons da fala não é limitada apenas à entrada do sinal no sistema auditivo, mas que também envolve resultados de representações perceptivas, que são em grande parte moldadas por experiências linguísticas (Miller, Nicely, 1955; Shepard, 1972; Tantibundhit *et al.*, 2011).

Um instrumento que já foi amplamente explorado na literatura internacional em estudos que buscavam compreender a representação perceptual dos sons da fala com enfoque na análise linguística, foi a Matriz de Confusão de Consoantes (MCC). A MCC nada mais é do que um quadro onde são dispostos todos os segmentos consoantes da língua, que serão utilizados como estímulo, e há espaços onde são registradas as consoantes produzidas como resposta. A partir dela é possível tanto quantificar quanto categorizar as produções (produções corretas, substituições ou omissões). A base de sua análise é realizada por meio de dados numéricos, entretanto, a sua apresentação gráfica também possibilita uma fácil identificação do comportamento perceptivo dos sons de fala, permitindo

---

identificar quando ocorre um erro na percepção de um determinado som, e a natureza da troca ao se analisar os padrões desses erros (Miller, Nicely, 1955; Shepard, 1972; Allen, 2005).

No Brasil, a MCC foi adaptada para o sistema de segmentos consonantais do português brasileiro por Helou e Novaes (2005), e foi investigada a sua aplicabilidade na análise qualitativa dos erros em teste de percepção da fala ao longo do processo de seleção de AASI em indivíduos adultos com perda auditiva de instalação pós-lingual. As autoras identificaram que a MCC é um instrumento sensível para caracterizar o desempenho de reconhecimento de fala de usuários de AASI, sendo uma ferramenta de fácil aplicação e que pode trazer contribuições específicas na escolha de parâmetros na prescrição de características acústicas no processo de indicação, adaptação e verificação de AASI.

## **2 OBJETIVOS**

---

## **2.1 OBJETIVO GERAL**

Estabelecer a relação entre audibilidade para sons de fala e reconhecimento de fala em crianças com perda auditiva neurossensorial usuárias de aparelho de amplificação sonora individual.

## **2.2 Objetivos Específicos - Estudos**

### **2.2.1 Estudo I - Relação do índice de inteligibilidade de fala e de outros fatores com o reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva**

**Objetivo 1** - Investigar se existe relação direta entre valores de Índice de Inteligibilidade de Fala e desempenhos de crianças com deficiência auditiva em teste de reconhecimento de fala.

**Objetivo 2** - Investigar que outros fatores podem influenciar o desempenho de reconhecimento de fala de crianças com deficiência auditiva, e se o material de fala utilizado é um fator determinante.

### **2.2.2 Estudo II – Audibilidade para fala e reconhecimento de consoantes: comparação entre diferentes grupos de índice de inteligibilidade de fala**

**Objetivo** - Comparar grupos de diferentes intervalos de Índice de Inteligibilidade de Fala quanto às características audiológicas, uso do aparelho de amplificação sonora individual e desempenhos de reconhecimento de palavras e consoantes, e investigar padrões que os diferenciam.



### 3.1 ESTUDO 1

## **Relação do índice de inteligibilidade de fala e de outros fatores com o reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva**

### **INTRODUÇÃO**

O principal objetivo de fornecer aparelhos de amplificação auditiva para crianças com deficiência auditiva é restabelecer a audibilidade do sinal de fala para possibilitar ou facilitar o desenvolvimento de linguagem (Bagatto *et al.*, 2010). Mensurar quanto do sinal de fala está acessível a partir do aparelho de amplificação sonora individual (AASI) é, portanto, essencial para assegurar que elas tenham acesso às pistas acústicas que compreendem o discurso.

O *Speech Intelligibility Index* - SII é uma medida objetiva e normalizada (ANSI S3.5, 1997), que é utilizada para estimar a audibilidade para o sinal de fala amplificado durante o processo de verificação da amplificação. Essa medida permite quantificar a proporção do sinal de fala que está audível e utilizável para o usuário de AASI, levando principalmente em conta a região de frequências que carrega as informações mais importantes para a inteligibilidade da fala (entre 500 a 4000 hertz - Hz) (Hornsby, 2004).

Pesquisas recentes têm utilizado este tipo de análise para estimar a audibilidade para fala em deficientes auditivos (Scollie, 2007; Gustafson, Pittman, 2010; Bass-Ringdahl, 2010; McCreery, 2011; Figueiredo, 2013; Cavanaugh, 2014).

Basicamente, o cálculo do SII é feito a partir do coeficiente de audibilidade, que é o nível médio do sinal de fala em relação ao grau de perda de audição, indicando a proporção de intensidade em que o sinal de fala está audível. Outro componente do cálculo é a função de "importância de banda", que representa a contribuição média de cada região de frequência para o reconhecimento de fala do ouvinte (*American National Standards Institute* - ANSI, 1997; Scollie, 2008; Gustafson, Pittman, 2010; McCreery, 2011). No entanto, a importância de cada

banda de frequência pode variar dependendo de uma série de fatores, incluindo-se aí o conteúdo fonêmico dos estímulos (Studebaker *et al.*, 1993; McCreery, 2011).

O SII também pode ser calculado automaticamente por equipamentos de verificação de AASI, com o auxílio do *software SpeechMap®*. Por meio deles é possível analisar, em valores percentuais, qual a proporção de audibilidade para trechos de voz reais que está sendo fornecida a partir do AASI (Scollie, 2007; Bagatto *et al.*, 2010).

Atualmente, o SII é um dos métodos mais utilizados para quantificar a perda de audibilidade para a fala em audiologia (McCreery, 2011). Nos últimos anos, ao visar principalmente validar o seu uso na clínica audiológica, pesquisas buscam utilizar o SII para esclarecer diversas questões relativas ao uso do aparelho auditivo, como por exemplo, o aproveitamento da amplificação nos diferentes graus de perda auditiva (Scollie, 2007, Sininger *et al.*, 2010; Figueiredo, 2013).

Também já foi identificado empiricamente que existe uma relação entre valores de SII e a habilidade de reconhecimento de fala. A literatura assinala que o SII pode ser utilizado para prever escores de reconhecimento de fala ou determinar a quantidade de audibilidade necessária para alcançar o desempenho de fala ideal (McCreery, Stelmachowicz, 2011). No entanto, a maioria das pesquisas utilizam fórmulas denominadas funções de transferência para investigar a relação entre SII e desempenho de fala. Tais funções de transferência são expressões matemáticas que, no caso da análise de dados de fala, fornece o padrão de comportamento dos resultados de fala de uma amostra específica de sujeitos. Seu resultado final é uma linha que exprime esse padrão, a qual passa a ser utilizada como referência de desempenho esperado para o grupo estudado. A partir disso, é possível comparar resultados previstos com resultados avaliados em testes de reconhecimento de fala, e analisar se o desempenho dos indivíduos foram condizentes com o que seria esperado (Hornsby, 2004; Scollie, 2008; McCreery, 2011). Porém, aparentemente, esse método envolve uma gama de fórmulas, o que o torna de difícil aplicação e quase inviável para uso na rotina da clínica audiológica.

Embora o SII seja bastante usado para mensurar a audibilidade para fala de crianças na clínica audiológica, são relativamente poucos os estudos que têm

utilizado o SII para investigar o reconhecimento de fala nessa população (McCreery, Stelmachowicz, 2011).

Uma pesquisa que analisou tal relação tanto em adultos quanto em crianças com valores equivalentes de SII, obteve resultados diferentes entre os sujeitos. No estudo, foram apresentados estímulos de fala (frases com e sem sentido) variando o nível de sensação do estímulo e a largura de banda. Os pesquisadores tinham como hipótese que condições equivalentes de SII resultariam em reconhecimento de fala semelhante em adultos e crianças. Entretanto, os resultados demonstraram que mesmo havendo correspondência entre valores de audibilidade para fala, o desempenho de reconhecimento de fala foi diferente entre os indivíduos. Foi identificado que o reconhecimento de fala foi melhor em condições com um nível de sensação inferior e uma largura de banda maior, do que em condições onde a informação espectral foi limitada e apresentada em um nível maior de sensação. Estes resultados mostraram que a perda de sinais espectrais não pode necessariamente ser compensada pelo aumento do nível de sensação, e que condições de audibilidade para fala similares, expressas por meio de valores equivalentes de SII, podem não resultar no mesmo nível de reconhecimento de fala. Além disso, foi salientado que o desempenho dos sujeitos era regido principalmente pela largura de banda dos estímulos e que esses efeitos não foram bem representados no SII (Gustafson, Pittman, 2010).

A literatura destacou também que, apesar dos valores do SII indicarem a proporção de fala que está audível ao usuários de AASI, o desenvolvimento da habilidade de reconhecer sons de fala depende de uma série de outros fatores que vão além da audibilidade, sendo que estes podem se relacionar à criança, ao ambiente de comunicação ou até mesmo ao estímulo de fala apresentado durante a avaliação (Scollie, 2007; Sininger *et al.*, 2010).

De acordo com pesquisas, dentre os fatores que podem influenciar o desenvolvimento e desempenho de reconhecimento de fala de crianças com deficiência auditiva usuárias de AASI estão: idade de início da perda auditiva, tempo de privação sensorial auditiva, tempo de uso do dispositivo de amplificação sonora, tempo de terapia fonoaudiológica, programa de intervenção auditiva, participação da família e influências ambientais (Moeller *et al.*, 2009; Sininger *et al.*, 2010).

Além desses, pesquisas recentes têm mostrado a existência de outros fatores que também podem comprometer o desempenho de fala das crianças com deficiência auditiva, tais foram nomeados de "fatores complexos". A consistência de uso do AASI está entre os conhecidos. No entanto, é importante ressaltar que esse fator pode ter relação com outros fatores primários, como idade cronológica, grau da perda auditiva ou até mesmo o entendimento da família quanto à importância do uso do AASI. No caso da idade, foi identificado que crianças mais "velhas" usam de forma mais consistente seu AASI (Moeller *et al.*, 2009). Já em relação ao grau da perda auditiva, pesquisas evidenciaram que crianças com maiores graus de perda tendem a usar o AASI por um maior número de horas por dia (Walker *et al.*, 2013; Muñoz *et al.*, 2014). Também foi observado que em crianças com perda auditiva, até o grau moderado, o desenvolvimento de habilidades comunicativas podem ser muito similares aos de crianças normo-ouvintes (Bagatto *et al.*, 2011), essa condição torna difícil, até mesmo para a família, identificar ou suspeitar da presença de um transtorno auditivo, o que adia a procura pelo diagnóstico audiológico e, conseqüentemente, a indicação do AASI.

Além das variáveis relacionadas diretamente à criança com deficiência auditiva, ou indiretamente quando se trata de sua família, um outro fator que desempenha um papel significativo no comportamento desses sujeitos durante o teste de reconhecimento de fala é o estímulo utilizado.

O reconhecimento de fala é acompanhado na combinação das pistas acústicas, linguísticas e contextual (Gama, 1994; Boothroyd, 2002). As evidências linguística e contextual desempenham um papel significativo na percepção, principalmente porque elas podem influenciar a interpretação da evidência sensorial e podem aumentar a precisão do reconhecimento do estímulo de fala apresentado. Principalmente no caso da população infantil, pesquisadores e clínicos dão muita atenção para o estudo da evidência sensorial auditiva, e menos atenção é dada ao papel da evidência contextual, talvez por causa de uma escassez de instrumentos de avaliação e métodos quantitativos, ou pela dificuldade em se interpretar qual informação é realmente utilizada pela criança.

No caso da população adulta, quando a informação linguística e contextual é limitada, o reconhecimento preciso do discurso depende principalmente das pistas acústico-fonéticas dos estímulos. Entretanto, no caso das crianças, as quais

não têm as mesmas habilidades comunicativas que os adultos, o peso das frequências pode ser diferente, havendo uma maior importância para pistas acústico-fonéticas dos estímulos, em especial as que se concentram em frequências mais altas, independentemente das características do estímulo (Sherbecoe, Studebaker, 2003; Gustafson, Pittman, 2010; Mlot *et al.*, 2010; McCreery, 2011).

A partir do que foi exposto, este estudo teve como objetivo investigar os fatores relacionados ao desempenho de reconhecimento de fala de crianças com deficiência auditiva neurossensorial de grau moderado a severo usuárias de AASI. Como possíveis fatores foram investigados: valores de SII; idade cronológica; características audiométricas; informações relacionadas à reabilitação auditiva; meio de comunicação e material de teste.

## MÉTODO

### SUJEITOS

Participaram deste estudo 40 sujeitos, sendo todos crianças com idade entre 5 e 12 anos, de ambos os sexos. Todos os participantes foram recrutados a partir do serviço de acompanhamento audiológico das clínicas de Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC) - Clínica de Audição, Voz e Linguagem - Prof. Dr. Mauro Spinelli e Centro Audição na Criança (CeAC) - mantida pela Fundação São Paulo e vinculada academicamente à Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP). O projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da PUCSP (18440013.8.0000.5482).

A amostra foi de conveniência, ou seja, as crianças que compareceram para atendimento no período de 2014 e 2015, que atenderam aos critérios de inclusão e que tiveram o aceite dos pais para participar, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A), foram submetidas aos procedimentos de coleta de dados.

A seleção dos sujeitos foi realizada a partir dos seguintes critérios:

*Critérios de inclusão:* Idade entre quatro e 12 anos; as seguintes características de perda auditiva = neurossensorial bilateral adquirida antes dos dois

anos de idade; grau de perda auditiva moderado ou severo; qualquer configuração audiométrica; AASI não linear com recurso de registro de memória de tempo de uso em média de horas por dia; ter a modalidade oral como principal meio de comunicação.

*Critérios de exclusão:* Uso de IC; alteração do sistema sensório motor oral que pudesse interferir na produção de fala; diagnóstico ou alguma informação registrada em prontuário que levante a suspeita de dessincronia auditiva; ou crianças com síndromes associadas ou múltiplas deficiências; perda auditiva de grau profundo bilateralmente; e sujeitos que necessitavam da ativação dos recursos de compressão de frequência.

## PROCEDIMENTOS

### Registro de dados de prontuário

As seguintes informações foram registradas a partir dos prontuários de cada criança: **Idade**; **dados audiométricos** = média dos limiares da melhor orelha nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, com estabelecimento do grau da perda auditiva (Northern, Downs, 1984); e tipo de configuração audiométrica (Silman, Silverman, 1997) foram registrados, observando-se a manutenção do quadro audiológico desde o primeiro teste audiométrico; **informações relacionadas à amplificação sonora** = tempo de privação auditiva, consistência de uso do AASI (registro da média de horas de utilização diária do AASI a partir do registro do *datalogging*); **idade do diagnóstico**; **provável etiologia**; **tempo total de terapia e meio(s) de comunicação** (linguagem oral, linguagem oral e Língua Brasileira de sinais - LIBRAS), sendo que essas duas últimas informações foram levantadas a partir de uma breve entrevista com os pais ou responsável.

### Índice de Inteligibilidade de Fala - SII

O valor de SII foi mensurado a partir de um equipamento de verificação de AASI, o *Verifit Audioscan*, com o uso de caixa teste. Foi registrado o valor do SII

para a entrada de 65 dB NPS - decibel nível de pressão sonora - (SII 65), da melhor orelha, seguindo o pressuposto de que as crianças "usam as informações mais audíveis de que dispõem" (Stelmachowicz *et al.*, 2004, p. 50). O cálculo realizado pelo equipamento considera 1/3 de oitava de frequência, conforme descrito pelo ANSI S3.5-1997, e simula um ambiente ideal de escuta (Audioscan, 2010). Foi utilizado o estímulo de fala *Standard-speech (Speech-std 1)*, que é produzido por um locutor masculino e no idioma inglês. O estímulo foi o "*Carrot passage*" que se caracteriza como um *Long-term Average Speech Spectrum (LTASS)*<sup>2</sup> - traduzido e mais utilizado em português como "Espectro Médio de Longo Termo" (Camargo *et al.*, 2004).

### Testes de reconhecimento de fala

A habilidade de reconhecimento de fala foi pesquisada por meio do teste de Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF). Para a realização do teste de reconhecimento de fala, a criança deveria utilizar os seus próprios AASI nas duas orelhas, sendo devidamente programados, com período máximo de 6 meses de verificação. A medida foi obtida em cabina tratada acusticamente e por meio de um audiômetro modelo AC-33 da *Interacoustic*, calibrado de acordo com as normas da *International Organization of Standardization - ISO 389-1(1998)*, *ISO 389-3 (1994)*, *ISO 389-4 (1994)* e da *International Electrotechnical Commission - IEC 675 (1992)*. A tarefa de reconhecimento de fala foi realizada por meio de repetição de uma lista de palavras gravadas (Seiva *et al.*, 2012). A lista de vocábulos gravados era composta por 25 monossílabos, 25 dissílabos e 25 trissílabos (Anexo B). Os vocábulos foram apresentados em campo sonoro por meio de caixas acústicas posicionadas à frente da criança, a 0 grau azimute, e a uma distância de 1 metro. As palavras foram apresentadas a 40 dB NS - decibel nível de sensação - acima da média tonal dos limiares aéreos de 500, 1000 e 2000 Hz da melhor orelha, ou na intensidade de melhor conforto para a criança. Cada palavra foi apresentada uma única vez e a

---

<sup>2</sup> É um espectro médio de todos os sons sonoros ao longo de uma amostra de fala relativamente longa, em um tempo de duração a partir de 30 segundos. A amostra é extensa o suficiente, a ponto dos efeitos linguísticos não serem significativos (Pittman *et al.*, 2003; Camargo *et al.*, 2004).

criança foi instruída a repetir cada palavra da forma que entendesse e suas respostas foram gravadas e filmadas por meio de mídia digital para posterior análise.

## **ANÁLISE DOS DADOS**

A princípio, foi realizada a transcrição do corpus registrado no teste de reconhecimento de fala, onde dois juízes, independentes, contabilizaram a quantidade de palavras certas de cada criança. Na falta de concordância entre as transcrições dos dois juízes, os mesmos se reuniram para um novo julgamento da gravação até que um consenso fosse estabelecido. Após conclusão desta fase, os dados foram encaminhados para a análise estatística.

A análise estatística dos dados foi realizada correlacionando-se os desempenhos de reconhecimento de fala com valores de SII e com outras variáveis que foram consideradas como fatores que poderiam ter influenciado os resultados das crianças, conforme tendências observadas na literatura da área. Além desses fatores, também foi investigada a influência do material de teste sobre os desempenhos das crianças, comparando-se as performances de reconhecimento conforme a classificação silábica das palavras (monossílabas, dissílabas e trissílabas).

Cada análise foi realizada em duas etapas: descritiva e inferencial.

### **1- Análise geral das variáveis**

Na análise descritiva (Bussab, Morettin, 2013), foram caracterizadas as variáveis explicativas - SII da melhor orelha (em %), Média limiars audiométricos (500 – 4000 Hz) da melhor orelha (em dB NA), Idade cronológica (em anos), Idade no diagnóstico (em anos), Tempo de privação auditiva (em anos), Número de horas de uso diário do aparelho, Tempo médio de terapia (em anos) e Configuração audiométrica da melhor orelha - e as variáveis respostas - Porcentagem geral de palavras certas (% GERAL) e Porcentagem de monossílabas (% MONO), dissílabas (% DISS) e trissílabas (% TRISS) certas.

Na análise inferencial, todas as variáveis explicativas foram correlacionadas com as variáveis respostas. Para a associação entre duas variáveis quantitativas foi

calculado o coeficiente de correlação amostral de Spearman e o valor-p associado ao teste da hipótese de inexistência de correlação entre as variáveis. Para a associação entre uma variável qualitativa e outra quantitativa, foi utilizado um modelo de ANOVA com um fator fixo (Kutner *et al.*, 2004; Winer *et al.*, 1991) cujos níveis foram as categorias da variável qualitativa. Para a construção do modelo de ANOVA, os valores da variável resposta foram transformados em unidades racionalizadas de arco seno (URAS) (Studebaker, 1985)<sup>3</sup>. A variável transformada passou a ter distribuição normal com variância constante. Essas suposições foram checadas por meio de uma análise de resíduos, que mostrou que os modelos empregados estavam bem ajustados.

O nível de significância adotado para todos os testes de hipóteses realizados foi igual a 0,05 (5%).

## **2 - Análise do desempenho de reconhecimento de fala conforme a extensão da palavra**

Na análise descritiva, foram construídas tabelas e gráficos para as variáveis % MONO, % DISS e % TRISS (Bussab, Morettin, 2013).

Na análise inferencial, foi ajustado um modelo de medidas repetidas com dois fatores, Indivíduo e Tipo de palavra. Em todos os modelos, os efeitos dos indivíduos foram considerados aleatórios e o fator Tipo de palavra, um fator de medidas repetidas. O uso de um modelo de medidas repetidas para a análise dos dados pode ser justificado ao se notar que todos os indivíduos foram avaliados sob os três tipos de palavras (Kutner *et al.*, 2004; Winer *et al.*, 1991).

O nível de significância adotado para o teste da hipótese de igualdade entre as médias das % de palavras certas sob os três tipos de palavras do teste reconhecimento de fala foi igual a 10%.

---

<sup>3</sup> Foi observado nos estudos que investigam o desempenho de reconhecimento de fala, em especial os relacionados ao SII, o uso da transformação das porcentagem de respostas certas em testes de reconhecimento de fala para URAS - do inglês *rationalized arcsine units* (RAU), antes de avaliá-los estatisticamente (Sherbecoe, Studebaker, 2004; Scollie; 2008; McCreery, Stelmachowicz, 2011).

A verificação da adequação do ajuste do modelo foi realizada por meio da construção de gráficos de resíduos (Nobre, Singer, 2007). O modelo mostrou-se bem ajustado.

## RESULTADOS

De acordo com publicações, distribuições de escores de reconhecimento de fala absolutos em amostras com deficiência auditiva são altamente enviesadas, pois a distribuição real é altamente assimétrica. Uma forma de amenizar essa condição é realizar a transformação das pontuações para URAS, o que leva à normalização e melhor simetria dos escores, deixando-os razoavelmente melhor descritos pelo desvio padrão (Studebaker *et al.*, 1995; Studebaker *et al.*, 1999; Sherbecoe, Studebaker, 2004). Ao seguir essas afirmações, inicialmente os escores de reconhecimento de fala das crianças que participaram desta pesquisa foram transformados para URAS, no entanto, observou-se que essa transformação tornou os dados mais simétricos, favorecendo somente a comparação entre as variáveis no que diz respeito às suas médias, ou seja, na análise com modelo de ANOVA, no entanto não favoreceu a análise quando o objetivo foi estudar a correlação direta entre valores de SII com porcentagem de acertos de palavras, por meio do cálculo do coeficiente de correlação amostral. O que se observou no segundo procedimento, é que a transformação diminuiu a correlação entre as variáveis, então a mesma não foi utilizada no caso desse procedimento de análise.

No que diz respeito à variável Meio de comunicação, foi identificada entre a casuística investigada uma grande discrepância entre as duas categorias: linguagem oral = 7,5% dos sujeitos e linguagem oral + LIBRAS = 92,5% dos sujeitos. Diante disso, tomou-se a decisão de não considerar seus resultados para evitar especulações enviesadas.

### Caracterização geral das variáveis

As Tabelas 1 e 2 mostraram que a média e a mediana amostrais são próximas para a maioria das variáveis explicativas e para as variáveis respostas % MONO e % DISS. No entanto, é possível notar que o desvio padrão da variável Tempo de terapia é relativamente alto, quando comparado à média. Também é possível observar que para a variável resposta % GERAL, a média é 74,4 enquanto que a mediana é 82 e, para a variável resposta % TRISS, a média é igual a 76,7 enquanto que a mediana é igual a 84.

**Tabela 1.** Estatísticas descritivas para as variáveis explicativas quantitativas

Variável	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
SII	40	63,98	12,62	37	65,5	85
Média limiares	40	60,4	13,66	41,25	57,5	88,8
Idade	40	9,6	2,13	5	10	12
Idade diagnóstico	40	4,6	2,46	0,11	4,8	10,1
Tempo de privação	40	5,7	2,64	0,10	5,5	11,3
No. horas de uso	40	10,3	3,22	2	11	15
Tempo de terapia	40	3,1	2,50	0	3	9

**Legenda:** SII: índice de inteligibilidade de fala; \*n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

**Tabela 2.** Estatísticas descritivas para as variáveis respostas de Porcentagem geral de palavras certas e Porcentagem de monossílabas, dissílabas e trissílabas

Variável	n*	Média	DP*	Mínimo	Mediana	Máximo
% GERAL	40	74,4	20,35	17	82	99
% MONO	40	73,0	20,01	20	76	100
% DISS	40	73,4	21,22	12	76	100
% TRISS	40	76,7	22,63	16	84	100

**Legenda:** \*n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

A Tabela 3 mostrou que a configuração Descendente leve e Horizontal foram as mais frequentes entre as crianças investigadas.

**Tabela 3.** Distribuição de frequências da variável Configuração audiométrica na melhor orelha

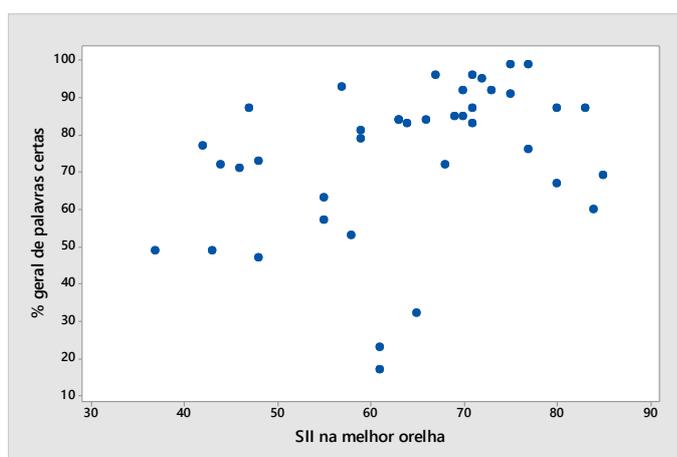
Categoria	Frequência	%
Ascendente	2	5,0
Descendente acentuada	6	15,0
Descendente Leve	17	42,5
Descendente rampa	2	5,0
Em U	3	7,5
Horizontal	10	25,0
Total	40	100,0

### Fatores relacionados à porcentagem geral de palavras certas

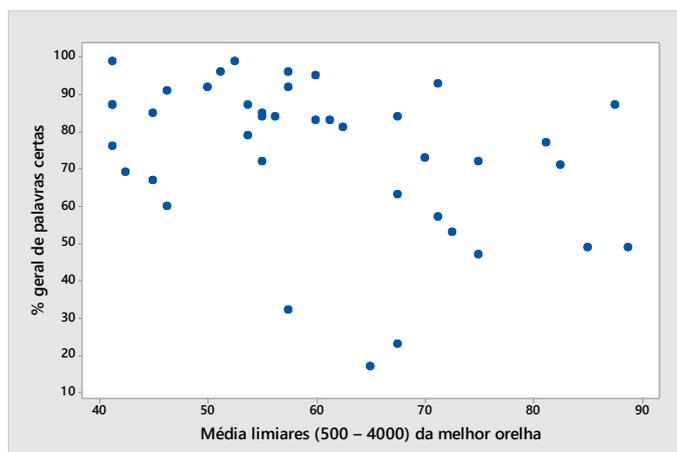
A Tabela 4 mostrou os valores do coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis explicativas quantitativas e a variável resposta % GERAL. Ela evidenciou que, embora estatisticamente significativa, a associação entre eles é apenas moderada (Figura 1). Na mesma tabela também foi possível identificar que, no que diz respeito às demais variáveis avaliadas, os valores do coeficiente de correlação de Spearman mostraram somente associação entre a variável Média limiars da melhor orelha com a % GERAL, evidenciando também uma associação apenas moderada (Figura 2), apesar de estatisticamente significativa. Referente as demais variáveis, os valores-p associados ao teste mostraram que o coeficiente de correlação populacional é nulo. Então, pode-se concluir que não há evidência de associação entre as variáveis Idade, Idade no diagnóstico, Tempo de privação auditiva, Número de horas de uso diária do aparelho e Tempo médio de terapia e a variável % GERAL.

**Tabela 4.** Valores do coeficiente de correlação amostral de Spearman e correspondentes valores-p associados ao teste da hipótese de inexistência de associação linear entre cada variável de interesse e a variável Porcentagem geral de palavras certas

Variáveis	Coefic. de correl. amostral	
	de Spearman	Valor-p
SII x % GERAL	0,441	0,004
Média limiares x % GERAL	-0,430	0,006
Idade x % GERAL	0,007	0,966
Idade diagnóstico x % GERAL	-0,006	0,972
Tempo de privação x % GERAL	0,010	0,949
No. horas de uso x % GERAL	0,128	0,430
Tempo terapia x % GERAL	-0,038	0,814



**Figura 1.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Índice de Inteligibilidade de Fala da melhor orelha e Porcentagem geral de palavras certas



**Figura 2.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Média dos limiares (500 – 4000) da melhor orelha e Porcentagem geral de palavras certas

A Tabela 5 evidenciou que a variável Configuração Audiométrica não tem associação com a % GERAL.

**Tabela 5.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem geral de palavras certas por categoria da variável Configuração audiométrica da melhor orelha e valor-p da ANOVA para comparar as médias sob as seis categorias

Categoria	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
Ascendente	2	78,0	29,70	57	78,0	99	0,860
Descendente Acentuada	6	75,8	15,32	47	80,5	87	
Descendente Leve	17	76,4	18,63	23	81,0	99	
Descendente Rampa	2	85,0	8,49	79	85,0	91	
Em U	3	61,3	27,0	32	67,0	85	
Horizontal	10	71,2	25,97	17	83,5	96	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

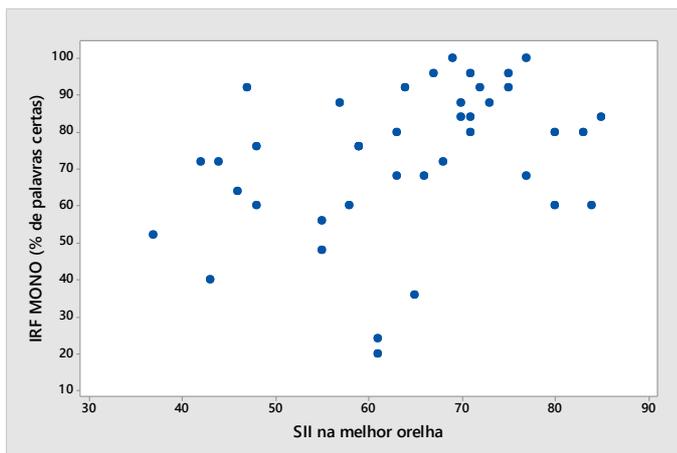
**Nota:** A transformação URAS foi utilizada na variável Porcentagem geral de palavras certas.

### Fatores relacionados à porcentagem de palavras monossílabas certas

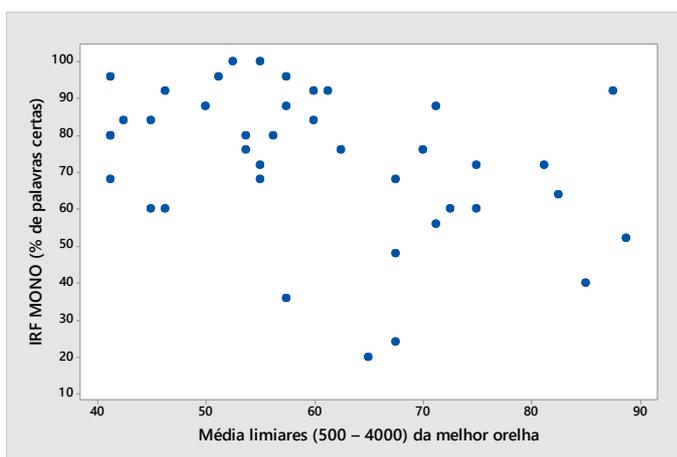
A Tabela 6 indicou os valores do coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis explicativas quantitativas e a variável resposta % MONO. No que diz respeito à análise da relação entre as variáveis SII e % MONO, o valor do coeficiente de correlação de Spearman, mostrou que, embora estatisticamente significantes, a associação entre as variáveis foi apenas moderada. Na análise das demais variáveis, foi identificada associação somente entre a Média dos limiares (500 – 4000) da melhor orelha e a % MONO, que, embora estatisticamente significativa, a associação entre elas foi fraca (Figura 6). Em relação às demais variáveis, Idade, Idade no diagnóstico, Tempo de privação auditiva, Número de horas de uso diária do aparelho e Tempo médio de terapia, foi possível observar que não há evidência de associação com a variável % MONO.

**Tabela 6.** Valores do coeficiente de correlação amostral de Spearman e correspondentes valores-p associados ao teste da hipótese de inexistência de associação entre cada variável de interesse e a variável Porcentagem de monossílabas certas

Variáveis	Coefic. de correl. amostral	
	de Spearman	Valor-p
SII x % MONO	0,425	0,006
Média limiares x % MONO	-0,392	0,012
Idade x % MONO	-0,065	0,690
Idade diagnóstico x % MONO	0,016	0,924
Tempo de privação x % MONO	0,042	0,795
No. horas de uso x % MONO	0,059	0,718
Tempo terapia x % MONO	-0,094	0,563



**Figure 3.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Índice de Inteligibilidade de fala da melhor orelha e Porcentagem de monossílabos certos



**Figura 4.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Média dos limiares (500 – 4000) da melhor orelha e Porcentagem de monossílabos certos

A Tabela 8 mostrou que a variável Configuração Audiométrica não tem associação com a % GERAL.

**Tabela 7.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de monossílabas certas por categoria da variável Configuração audiométrica da melhor orelha e valor-p da ANOVA para comparar as médias sob as seis categorias

Categoria	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
Ascendente	2	76,0	28,30	56	76	96	0,900
Descendente Acentuada	6	74,7	9,00	60	78	84	
Descendente Leve	17	75,8	18,25	24	76	100	
Descendente Rampa	2	84,0	11,31	76	84	92	
Em U	3	65,3	32,30	36	60	100	
Horizontal	10	66,8	25,58	20	74	96	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

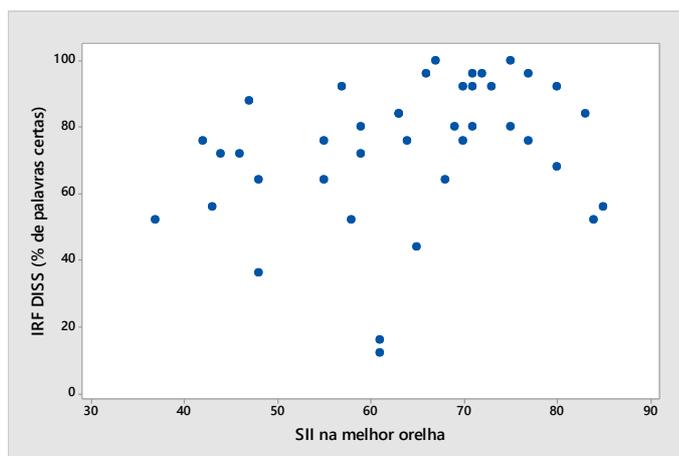
**Nota:** A transformação URAS foi utilizada na variável Porcentagem geral de palavras certas.

### Fatores relacionados à porcentagem de palavras dissílabas certas

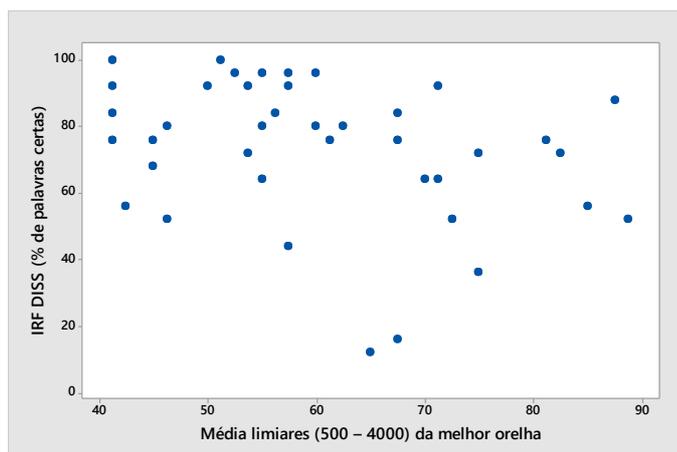
A Tabela 9 apresentou os valores do coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis explicativas quantitativas e a variável resposta % DISS. Os valores do coeficiente de correlação entre as variáveis SII e % DISS apontaram que, embora estatisticamente significativa, a associação entre as variáveis foi fraca (Figura 5). Em relação às demais variáveis, a Média dos limiares (500 – 4000) da melhor orelha foi a única que apresentou associação com a % DISS, sendo esta associação também fraca, apesar de ser significativa (Figura 6). Já para as demais variáveis, os valores-p associados ao teste mostraram que o coeficiente de correlação populacional é nulo, ou seja, que não há evidência de associação entre as variáveis Idade cronológica, Idade no diagnóstico, Tempo de privação auditiva, Número de horas de uso diária do aparelho e Tempo médio de terapia e a variável % DISS.

**Tabela 8.** Valores do coeficiente de correlação amostral de Spearman e correspondentes valores-p associados ao teste da hipótese de inexistência de associação entre cada variável de interesse e a variável Porcentagem de dissílabas certas

Variáveis	Coefic. de correl. amostral	
	de Spearman	Valor-p
SII x % DISS	0,368	0,019
Média limiaries x % DISS	-0,361	0,022
Idade x % DISS	0,048	0,768
Idade diagnóstico x % DISS	0,026	0,872
Tempo de privação x % DISS	0,018	0,914
No. horas de uso x % DISS	0,143	0,380
Tempo terapia x % DISS	0,006	0,973



**Figura 5.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Índice de Inteligibilidade de Fala da melhor orelha e Porcentagem de dissílabas certas



**Figura 6.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Média dos limiares (500 – 4000) da melhor orelha e Porcentagem de dissílabas certas

A Tabela 9 mostrou que a variável Configuração Audiométrica não tem associação com a % GERAL.

**Tabela 9.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de dissílabas certas por categoria da variável Configuração audiométrica da melhor orelha e valor-p da ANOVA para comparar as médias sob as seis categorias

Categoria	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
Ascendente	2	82,0	25,50	64	82	100	0,920
Descendente Acentuada	6	72,7	20,93	36	76	92	
Descendente Leve	17	73,7	20,93	16	76	100	
Descendente Rampa	2	76,0	5,66	72	76	80	
Em U	3	64,0	18,30	44	68	80	
Horizontal	10	74,0	27,01	12	82	96	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

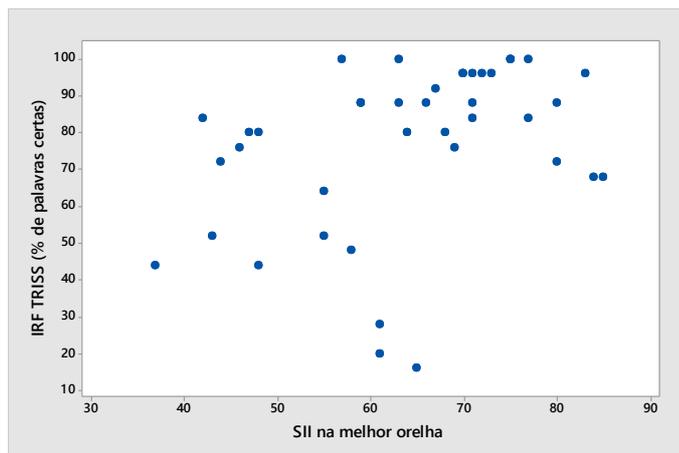
**Nota:** A transformação URAS foi utilizada na variável Porcentagem geral de palavras certas.

### Fatores relacionados à porcentagem de palavras trissílabas certas

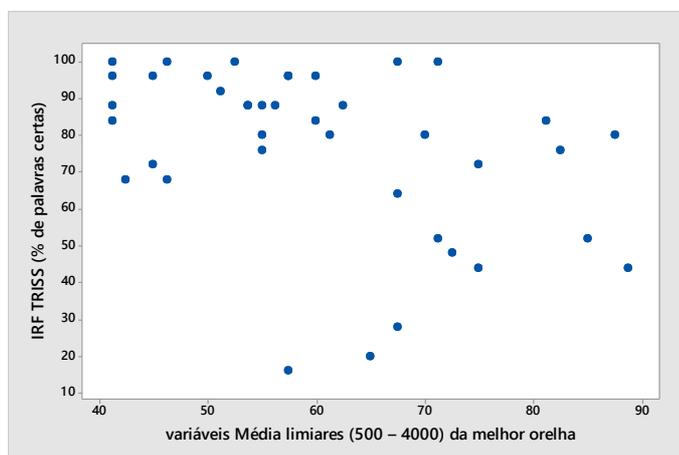
A Tabela 10 indicou os valores do coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis explicativas quantitativas e a variável resposta % TRISS. Foi possível identificar, a partir do valor do coeficiente de correlação de Spearman, que entre as variáveis SII e % TRISS há uma associação moderada, também evidenciada na Figura 7, apesar de ser estatisticamente significativa. Ao se analisar a associação entre a % TRISS e as demais variáveis, foi identificada associação somente com a Média dos limiares (500 – 4000), sendo esta associação também significativa, porém apenas moderada (Figura 8). Já em relação às demais variáveis, os valores-p associados ao teste mostraram que o coeficiente de correlação populacional foi nulo, e que não há evidência de associação entre as variáveis Idade, Idade no diagnóstico, Tempo de privação auditiva, Número de horas de uso diária do aparelho e Tempo médio de terapia e a variável % TRISS.

**Tabela 10.** Valores do coeficiente de correlação amostral de Spearman e correspondentes valores-p associados ao teste da hipótese de inexistência de associação entre cada variável de interesse e a variável Porcentagem de trissílabas certas

Variáveis	Coefic. de correl. amostral	
	de Spearman	Valor-p
SII x % TRISS	0,427	0,006
Média limiares x % TRISS	-0,449	0,004
Idade x % TRISS	0,092	0,572
Idade diagnóstico x % TRISS	0,046	0,778
Tempo de privação x % TRISS	0,062	0,702
No. horas de uso x % TRISS	0,153	0,346
Tempo terapia x % TRISS	-0,025	0,878



**Figura 7.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Índice de Inteligibilidade de Fala da melhor orelha e Porcentagem de trissílabas certas



**Figura 8.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Média dos limiares (500 – 4000) da melhor orelha e Porcentagem de trissílabas certas

A Tabela 11 indicou que a variável Configuração Audiométrica não tem associação com a % GERAL.

**Tabela 11.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de trissílabas certas por categoria da variável Configuração audiométrica da melhor orelha e valor-p da ANOVA para comparar as médias sob as seis categorias

Categoria	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
Ascendente	2	76,0	33,90	52	76	100	0,673
Descendente Acentuada	6	80,0	18,42	44	86	96	
Descendente Leve	17	79,8	19,41	28	80	100	
Descendente Rampa	2	94,0	8,49	88	94	100	
Em U	3	54,7	33,50	16	72	76	
Horizontal	10	72,8	26,52	20	86	96	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

**Nota:** A transformação URAS foi utilizada na variável Porcentagem geral de palavras certas.

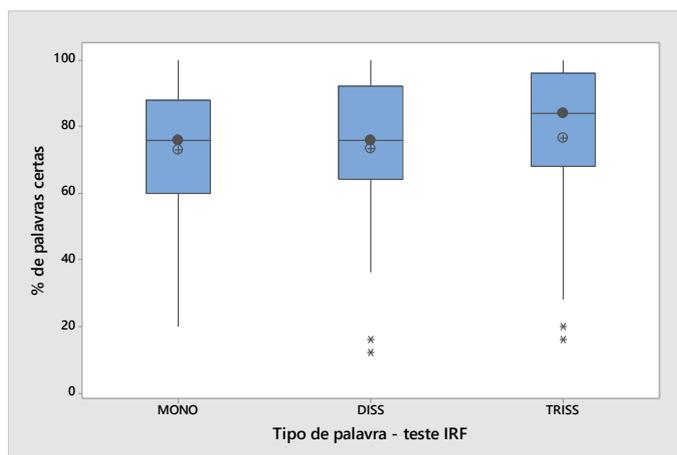
### Relação entre a porcentagem de acertos e o estímulo utilizado do teste de conhecimento de fala

A Tabela 27 apontou que as médias (e medianas) da % de palavras certas para os tipos de palavras MONO e DISS são próximas, porém inferiores à média (e mediana) sob o tipo de palavra TRISS. A Figura 30 mostrou a dispersão e distribuição de cada tipo de palavra, assim como seus *outliers*.

**Tabela 12.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de palavras certas

Tipo de palavra	n*	Média	DP*	Mínimo	Mediana	Máximo
MONO	40	73,0	20,01	20	76	100
DISS	40	73,4	21,22	12	76	100
TRISS	40	76,7	22,63	16	84	100

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.



**Figura 9.** Gráfico *boxplot* para a variável Porcentagem de palavras certas

Pela análise inferencial, foi possível notar a evidência de que existe diferença entre as médias de porcentagem de palavras certas sob os três contextos de palavras do teste de reconhecimento de fala (valor- $p = 0,040$ ). Foi observado que não há evidência de diferença entre a porcentagem média de palavras certas sob os tipos de palavras MONO e DISS (valor- $p = 0,974$ ). No entanto, observou-se que há evidência estatística de que o valor médio da porcentagem de palavras certas sob o tipo de palavra TRISS foi maior do que sob os tipos de palavras MONO e DISS (valores- $p$  iguais a 0,055 e 0,091, respectivamente). A Tabela 28 exibe os intervalos de confiança para a diferença de médias (duas a duas) entre os três tipos de palavras do teste de reconhecimento de fala, construídos pelo método de Tukey (Kutner *et al.*, 2004; Winer *et al.*, 1991) com um coeficiente de confiança global igual a 90%.

**Tabela 13.** Intervalos de confiança para diferenças de médias (duas a duas) entre os três tipos de palavras do teste de reconhecimento de fala – Método de Tukey e 90% de confiança global

Diferença de médias	Intervalo de confiança
Média <sub>DISS</sub> – Média <sub>MONO</sub>	[-5,44; 4,41]
Média <sub>TRISS</sub> – Média <sub>MONO</sub>	[0,62; 10,46]
Média <sub>TRISS</sub> – Média <sub>DISS</sub>	[0,10; 9,95]

## DISCUSSÃO

### Relação do SII com o desempenho de reconhecimento de fala

Os resultados das análises realizadas mostraram que as quatro variáveis analisadas, % GERAL, % MONO, % DISS e % TRISS, estão associadas com as variáveis SII da melhor orelha.

No entanto, a associação entre os escores de SII e os desempenhos de reconhecimento de fala foi somente de magnitude fraca a moderada. Tal resultado não corrobora com o que foi encontrado na literatura, de que o SII tem forte relação com a inteligibilidade de fala, a ponto de fazer com que sejam possíveis previsões de desempenho de reconhecimento de fala a partir dele, sendo estas altamente precisas, apesar da relação entre eles ser monotônica<sup>4</sup> (Ching *et al.*, 1998). Pesquisadores argumentaram que, como os parâmetros do SII foram derivados a partir de investigações com adultos normo-ouvintes, a relação entre ele e o desempenho de reconhecimento de fala em crianças com deficiência auditiva pode não ter a mesma dimensão (Scollie, 2008; McCreery, Stelmachowicz, 2011).

Outra possível razão para este resultado pode ter sido a incompatibilidade entre os estímulos de fala utilizados no teste de reconhecimento de fala - palavras isoladas - e as características do estímulo utilizado pelo *software* do equipamento de verificação de AASI - espectro médio de longo termo. Pesquisadores (Stiles *et al.*, 2012), que também não identificaram relação tão forte entre o SII e habilidades lexicais, pontuaram que o SII realizado por equipamentos de verificação de AASI, como o Verifit, baseia-se em um algoritmo que considera um valor médio de importância das bandas de frequência para o reconhecimento do espectro de fala de longo termo. Ao observar esse aspecto e ao se analisar o material de fala por eles utilizado, os autores cogitaram a hipótese de que, se tivessem usado uma função de importância de banda de frequência desenvolvida especificamente para o material de fala utilizado por eles (palavras provenientes de testes de habilidades lexicais

---

<sup>4</sup> Quando há concordância na variação, ou seja, quando duas variáveis aumentam simultaneamente ([http://www.cprm.gov.br/publique/media/cap9-correl\\_regres.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/cap9-correl_regres.pdf)).

para crianças), para então saber o quanto esse material se diferenciava do estímulo utilizado pelo equipamento, ou se tivessem apresentado palavras a um nível igual ao que SII foi feito, talvez pudessem ter encontrado um SII que representasse mais significativamente o reconhecimento de palavras dos sujeitos avaliados. Já em outro estudo (Stelmachowicz *et al.*, 2000), em que foram utilizadas listas de frases como estímulos, os autores fizeram o encadeamento dessas frases, o que permitiu que eles obtivessem o espectro de longo termo, o qual foi usado em todos os cálculos de audibilidade.

Pesquisadores (Sherbecoe, Studebaker, 2003; Gustafson, Pittman, 2010) chegaram à conclusão que a função de importância, que já foi prevista para seis tipos de estímulos de fala, também precisa ser estabelecida para outros tipos de materiais de teste, permitindo que os escores de SII se correlacionem melhor com os desempenhos em testes de reconhecimento de fala.

A Familiaridade que as crianças do presente estudo tinham com as palavras utilizadas também pode ter servido como apoio para o reconhecimento das mesmas, o que pode ter gerado descodificação mais precisa, mesmo nos casos com grau severo de perda auditiva. Isso também foi cogitado no estudo citado anteriormente (Stiles *et al.*, 2012), em que as palavras do teste utilizado pelos pesquisadores foram selecionadas a partir de conversas de crianças de 3 a 5 anos e as crianças que participaram do estudo eram mais velhas do que 5 anos, portanto, a familiaridade com o material de fala pode ter ofuscado a audibilidade refletida na medida SII.

Até mesmo a diferença entre as línguas dos dois procedimentos realizados neste estudo, teste de reconhecimento de fala em português e SII em inglês, pode ter influenciado a relação entre eles, já que línguas diferentes podem conter seguimentos de fala com características acústicas distintas (Wong *et al.*, 2007).

Nesse contexto, levantou-se a questão dos critérios preconizados pela norma ANSI para o cálculo do SII, quanto aos materiais de fala, serem inapropriados quando se emprega materiais distintos daqueles utilizados para a formulação de tais critérios (Kamm *et al.*, 1985). Sendo essa afirmação uma verdade, cria-se um problema quando se tem o objetivo de comparar escores de SII calculados automaticamente por equipamentos de verificação de AASI, com desempenhos

mensurados a partir de testes básicos de reconhecimento de fala utilizados na rotina clínica audiológica.

Ao ser possível que desempenhos distintos sejam encontrados para diferentes materiais de teste, recomenda-se que sejam utilizados os mesmos itens de fala tanto no teste de reconhecimento de fala quanto no cálculo do SII, ou o uso de um material semelhante, com valores de importância de frequência similares para o reconhecimento de fala (ANSI S3.5-1997).

Estudos com crianças (Stelmachowicz *et al.*, 2000; Davidson e Skinner, 2006; Scollie, 2008; Ertmer, 2010; Stiles *et al.*, 2012), que investigaram a relação entre escores de reconhecimento de fala e valores de SII, chegaram à conclusão que é necessário se tomar cuidado com a análise da relação direta entre eles. Pontuaram que aspectos relacionados à perda auditiva, idade cronológica e variáveis relacionadas às habilidades linguísticas individuais, não podem ser ignorados. Além disso, eles também alertaram que as características do material de fala devam ser consideradas.

### **Outros fatores envolvidos no desempenho de reconhecimento de fala**

No que diz respeito às demais variáveis que foram pesquisadas como possíveis fatores determinantes para o desempenho de reconhecimento de fala, os resultados das análises realizadas mostraram que para os três materiais de fala analisados - palavras monossílabas, dissílabas e trissílabas - há apenas associação com os limiares audiométricos (500 – 4000 Hz) da melhor orelha.

Em relação aos demais fatores pesquisados, os resultados mostraram que não há evidência de associação entre as variáveis Idade cronológica, Idade no diagnóstico, Tempo de privação auditiva, Número de horas de uso diária do aparelho e Tempo médio de terapia e os desempenhos de reconhecimento de fala para a % geral de acertos, % MONO; % DISS e %TRISS.

Quanto aos limiares audiométricos, a associação encontrada com as porcentagem de acertos de palavras foi de fraca a moderada. Em outro estudo

(Gilbertson, Kamhi, 1995), que investigou o aprendizado de palavras em crianças com deficiência auditiva entre 7 e 10 anos de idade, a perda auditiva foi quantificada de várias maneiras, usando a média dos limiares entre 500 e 2000 Hz, média para limiares de quatro e cinco frequências, além do limiar de reconhecimento de fala. Os resultados evidenciaram que nem o limiar de reconhecimento de fala, nem qualquer medida de média de limiares foi correlacionada com o nível de vocabulário receptivo ou desempenho na tarefa de aprendizagem de palavras.

Diferente da presente pesquisa, em que foi utilizada a média dos limiares entre 500 a 4000 Hz, outros estudos utilizaram a média dos limiares de 500 a 2000 Hz para prever desempenho de vocabulário receptivo por grau de perda auditiva em crianças. Foi identificado que em crianças de 7 e 8 anos de idade os resultados foram fortemente e linearmente relacionados com a gravidade da perda auditiva (Wake *et al.*, 2005; Fitzpatrick *et al.*, 2007). Em outra pesquisa (Delage, Tuller, 2007), que também utilizou a média de limiares tonais de 500 a 2000 Hz, mas investigou adolescentes com idade entre 11 e 15 anos com deficiência auditiva de grau leve a moderado, também foi encontrada correlação entre tais limiares e escores de reconhecimento de fala, o que não era esperado pelos pesquisadores, já que essa é uma correlação geralmente não encontrada em estudos com essa população e com esses graus de deficiência auditiva.

Um estudo investigou a linguagem receptiva e expressiva, produção da fala e leitura em um grupo de crianças com idade entre 7 a 8 anos, com deficiência auditiva, e que tinham sido adaptadas com o primeiro AASI por volta de 4,5 anos de idade (Wake *et al.*, 2005). Foi identificado que o grau da perda auditiva foi um fator altamente correlacionado com os resultados de teste de fala, diferente da idade de diagnóstico, que não representou relação significativa. Outra pesquisa (Moeller, 2000), no entanto, identificou a idade de intervenção, mas não o grau de perda auditiva, como preditor significativo de desempenho de fala. Isso também foi identificado mais tarde em outra pesquisa (Sininger *et al.*, 2010), em que a idade de acesso a estimulação auditiva com aparelhos auditivos foi o fator dominante na determinação dos resultados auditivos de crianças com deficiência auditiva congênita. Nesse estudo, a idade da amplificação foi o fator que explicou o maior percentual de variação para as medidas da percepção da fala. De acordo com os pesquisadores, crianças adaptadas com AASI mais cedo, em geral, apresentam os

melhores resultados em matéria de medidas de fala baseadas em habilidades auditivas. Isto não é surpreendente, dada a importância do acesso à estimulação auditiva em idade precoce para o desenvolvimento das redes neurais complexas do sistema auditivo. Em segundo na lista de fatores que influenciaram os resultados do estudo esteve o nível de audição (NA) na melhor orelha (grau de perda auditiva), que dominou as influências dos desempenhos, tanto para a produção de fala quanto para medidas de linguagem, mas não foi significativa sobre os escores de percepção de fala. Outra pesquisa, contrariamente, identificou que o grau de perda e idade de início do uso da amplificação não explicou o desenvolvimento das crianças do estudo (Novaes *et al.*, 2012).

A literatura ressalta que o reconhecimento dos sinais de fala também está ligado à importância que as frequências têm na percepção de determinado estímulo de fala, e que estas também estão relacionadas com a complexidade dos estímulos. Para estímulos com pistas lexicais, semânticas ou sintáticas, como frases ou fala encadeada, há um maior peso para as frequências mais baixas. Para estímulos de fala com menos conteúdo linguístico, tais como palavras sem sentido ou isoladas, há um peso maior para as bandas de frequências altas. Entretanto, no caso das crianças, em que estas não têm as mesmas habilidades comunicativas que os adultos, o peso das frequências pode ser diferente, havendo um maior peso para as frequências mais altas, independentemente das características do estímulo (Studebaker, Sherbecoe, 2002; Mlot *et al.*, 2010; McCreery, 2011). Diante disso, pode-se supor que aspectos relacionados à configuração audiométrica podem ser determinantes na condição de uso ou não de determinadas pistas acústicas do sinal de fala, conforme a região de frequência a qual se tem acesso. Porém tal conclusão é inviável a partir dos dados do presente estudo, já que, como mencionado anteriormente, não foi encontrada relação estatisticamente relevante entre a configuração audiométrica e os escores do teste de reconhecimento de fala obtidos.

Forte influência da intervenção precoce sobre os resultados de fala e linguagem em crianças com perda auditiva foi encontrada em estudos (Moeller, 2000; Kennedy *et al.*, 2006). No entanto, a caracterização da amostra de sujeitos desta pesquisa evidenciou que a identificação da deficiência auditiva foi realizada relativamente tarde entre os casos estudados, com média de idade de diagnóstico em 4,6 anos. Essa informação mostrou que a deficiência auditiva em sujeitos com

grau menos acentuado, principalmente nos casos com perda auditiva de grau moderado, pode ser muitas vezes detectada em idades relativamente avançadas. Esse fato foi legitimado em outros estudos, em que a média das idades se concentrada entre 4 e 5 anos (Hansson *et al.*, 2004; Stelmachowicz *et al.*, 2004; Tuller, Jakubowicz, 2004). A identificação tardia poderia significar que durante os anos cruciais para o desenvolvimento da linguagem as crianças recebiam sinais de fala parciais e/ou distorcidos, como efeito, muitas poderiam apresentar dificuldades de reconhecimento dos sons de fala (Delage, Tuller, 2007). No entanto, isso não foi confirmado na análise dos desempenhos de reconhecimento fala, cujas médias de acertos estiveram acima de 73% e medianas iguais ou maiores que 76%, que numa análise global, indicam uma moderada a ligeira dificuldade de reconhecimento, respectivamente (Jerger *et al.*, 1968).

A consistência do uso do AASI também é um fator considerado determinante para o desempenho de fala e desenvolvimento de linguagem em crianças (Moeller *et al.*, 2009; Bagatto *et al.*, 2010; Novaes *et al.*, 2012). Os resultados deste estudo não acordam com essa afirmação, ao acreditar que isso ocorreu pela concentração do tempo de uso do AASI em um mesmo período de horas (por volta de 10 a 12 horas) entre as crianças. Esse dado indica que as crianças estão fazendo uso adequado do AASI, contradizendo o resultado de pesquisa que mostrou que a consistência de uso do AASI tem sido um problema na população atendida na rede de saúde auditiva. Foi descoberto que as famílias não conseguem compreender o conceito de “uso consistente”, como consequência, não há o uso do AASI em período integral durante as horas em que a criança está acordada (Miguel, Novaes, 2013).

O levantamento das horas de uso do AASI garante a comprovação do uso do mesmo pela criança, o que pode nortear o conhecimento do fonoaudiólogo sobre o entendimento familiar e a adesão ao tratamento, e por consequência, auxiliar possíveis orientações às famílias quanto a necessidade de uso do aparelho de amplificação (Moeller *et al.*, 2009).

Também diferente do presente estudo, que não identificou relação significativa entre a idade cronológica das crianças com seus desempenhos de reconhecimento de fala, um estudo, que analisou a relação entre a audibilidade para fala e o contexto do estímulo com reconhecimento de sentenças em sujeitos com audição normal com diferentes idades (crianças e adultos) e crianças com

deficiência auditiva (Stelmachowicz *et al.*, 2000), identificou que a idade dos sujeitos influencia o desempenho na tarefa de reconhecimento de fala. Os pesquisadores avaliaram os desempenhos de reconhecimento de fala dos sujeitos (para sentenças semanticamente corretas e incorretas, apresentadas em diferentes intensidades) e mensuraram valores de Índice de Audibilidade<sup>5</sup> para cada participante, em seguida, montaram funções de transferência para cada idade e para cada tipo de estímulo verbal utilizado. Os achados dessa análise levaram à conclusão de que, um dado valor de audibilidade pode levar a distintos desempenhos de reconhecimento de fala, influenciados pela idade do sujeito e aumentam sistematicamente em função desse fator. Eles observaram que para as sentenças com alta previsibilidade, por exemplo, uma audibilidade de 0.3 corresponde a uma pontuação prevista de reconhecimento de palavra de aproximadamente 20% para crianças de 5 anos, 30% para crianças de 6 anos, 70% para crianças de 8 anos, 75% para crianças de 10 anos e 85% para os adultos. Contrariando esses achados, outro estudo evidenciou que desempenhos de criança com deficiência auditiva em tarefa de imitação são influenciados pelo tempo de terapia e de uso de AASI e não pela idade (Zanichelli, Gil, 2011).

O desenvolvimento de fala e linguagem de crianças com perda auditiva menos acentuada tem componentes típicos e atípicos. Muitas delas geralmente frequentam escolas regulares. A maioria usa aparelhos auditivos, mas elas geralmente não adquirem linguagem gestual. Além disso, essas crianças têm algum desenvolvimento espontâneo da linguagem oral (Delage, Tuller, 2007). Essas condições podem ter dificultado a identificação de outros fatores, além da audibilidade, que pudessem ter influenciado o reconhecimento de fala da população investigada.

### **Influência do material de teste sobre o desempenho de reconhecimento de fala**

---

<sup>5</sup> Índice de Audibilidade = SII. Pesquisadores sugerem o uso dessa terminologia por acreditarem que ela melhor representa a verdadeira natureza do procedimento, já que não se trata de uma medida direta da inteligibilidade (Killion *et al.*, 1993).

A comparação entre as palavras evidenciou altos níveis de reconhecimento para os três contextos investigados. A análise estatística evidenciou que, apesar de ter uma diferença significativa para as trissílabas, as monossílabas foram as que apresentaram o valor mínimo de acertos mais alto (20%). Além disso, é possível notar uma dispersão maior de desempenhos para as palavras trissílabas. Esses dados mostraram que, apesar das pistas linguísticas redundantes das palavras trissílabas poderem ter influenciado o reconhecimento de fala das crianças investigadas, não é possível identificar pelo tipo de análise realizada que informações realmente foram utilizadas como apoio para o reconhecimento dos estímulos de fala apresentados.

Segundo Boothroyd (1986), quando se aplica um teste de reconhecimento de fala, espera-se que ele seja sensível à percepção das pistas sensoriais, e pouco sensível à habilidade do sujeito avaliado em tirar vantagens da evidência linguística do estímulo utilizado, o que permite caracterizar de forma mais fidedigna a capacidade do indivíduo sob teste, principalmente de crianças, de reconhecer o estímulo de fala. A importância da restrição linguística sobre o desempenho de reconhecimento de fala em sujeitos com deficiência auditiva já foi investigada, por exemplo, na comparação entre palavras e sílabas sem sentido, e foi observado que realmente tal restrição acarreta um grande impacto sobre o desempenho dos sujeitos (Boothroyd, Nittrouer, 1988; Bronkhorst *et al.*, 1993; Allen, 2005). Na clínica audiológica é comum o uso de palavras monossílabas com a estrutura consoante-vogal-consoante por possuírem poucas pistas linguísticas (Moog, Geers, 1990). Mas também há comprovações de que palavras dissílabas podem ser utilizadas com a mesma proposta de fornecimento restrito de pistas contextuais (Silva *et al.*, 2004). No que se refere às palavras trissílabas, são grandes as chances das pistas linguísticas favorecerem o desempenho dos sujeitos nos testes de reconhecimento de fala.

Na busca por melhor compreender como o contexto do estímulo influencia o comportamento de reconhecimento de fala, pesquisadores (Nittrouer, Boothroyd, 1990) compararam desempenhos de crianças jovens (4 a 5 anos) e idosos (acima de 62 anos), ambos os grupos com audição normal. Foram utilizadas sentenças que foram classificadas como: estímulos com alta previsibilidade, com baixa previsibilidade e com zero previsibilidade. As sentenças com alta previsibilidade

eram sintaticamente e semanticamente corretas. As sentenças com baixa previsibilidade eram sintaticamente corretas, mas semanticamente atípicas. Já os estímulos com zero previsibilidade eram sintática e semanticamente atípicos. Os resultados mostraram que, no geral, o contexto semântico influenciou os escores de reconhecimento de fala para ambos os grupos, apesar das crianças sempre apresentarem piores desempenhos.

Outro estudo (Stelmachowicz *et al.*, 2000) também identificou achados que corroboraram a teoria de que a informação semântica influencia o reconhecimento de fala. No entanto, essa afirmação só foi possível para uma pequena parte dos sujeitos avaliados. No geral, os resultados mostraram que em baixos níveis de audibilidade, as pistas linguísticas e contextuais parecem não oferecer muita informação adicional. Da mesma forma, com altos níveis de audibilidade, próximo ao máximo, a adição dessas pistas tem influência mínima no reconhecimento de palavras. Funções de transferência feitas para as sentenças (com baixa e alta previsibilidade) mostraram que mesmo os adultos apresentando menor audibilidade, possuíam melhores resultados de reconhecimento de fala (valor máximo de 17% de reconhecimento para uma audibilidade de 0.18), se comparados às crianças com idade de 6,8 e 10 anos (valores máximos de reconhecimento entre 8 a 12% para audibilidade entre 0.33 a 0.37). Além disso, no caso das crianças com 5 anos de idade, as funções de transferência mostraram um padrão diferente, apontando desempenhos máximos de 25% para uma audibilidade de 0.31. De acordo com os autores, esse padrão é um pouco surpreendente e inconsistente com os resultados esperados, por se tratar de crianças mais novas. Também foi identificado que a correlação entre os escores de reconhecimento de fala previstos e mensurados para as sentenças com baixa previsibilidade para esse grupo de crianças foi a mais baixa ( $r = 0,68$ ). Eles relataram que esse grupo de crianças foi o mais difícil de testar, e que algumas crianças hesitavam em responder se não estivessem certas da resposta. Então eles concluíram que esse fator pode ter contribuído para o padrão incoerente observado nesse grupo.

De acordo com a literatura, como as crianças não possuem a mesma capacidade dos adultos de utilizar o apoio de pistas semânticas e sintáticas das palavras, seu desempenho, frente ao estímulo de fala com alto conteúdo linguístico, pode ser imprevisível (Stelmachowicz *et al.*, 2000; Studebaker, Sherbecoe, 2002;

Mlot *et al.*, 2010; McCreery, 2011). Em suma, além da audibilidade, o resultado das crianças em teste de reconhecimento de fala depende, basicamente, de dois fatores, que são: as informações linguística e contextual disponibilizadas e o conhecimento prévio que ela tem sobre o evento sonoro (Boothroyd, 1995).

### **Limitações**

1 - A análise direta entre valores de SII e escores de reconhecimento de fala não evidenciou uma correlação tão forte entre eles conforme foi mencionado na literatura, acredita-se que isso se deu pelo seguintes motivo: o material de fala utilizado no teste de SII foi distinto do estímulo utilizado no teste de reconhecimento de fala, essa condição fez com que os dois procedimentos tivessem características acústicas diferentes. Provavelmente, se o teste de reconhecimento de fala tivesse sido realizado com material similar ao utilizado pelo equipamento de verificação de AASI - espectro médio de longo termo, uma relação mais forte entre escores de reconhecimento de fala e os valores de SII poderia ter sido encontrada.

2 - Já que a maioria das crianças possuía perda auditiva de grau moderado, houve uma tendência a bons resultados de reconhecimento de fala, o que pode ter mascarado a existência de outros fatores relevantes para o desempenho de reconhecimento de fala desses sujeitos. Talvez uma casuística mais completa, com um número maior de indivíduos para cada variável estudada como preditora de reconhecimento de fala, poderia ter evidenciado resultados diferentes.

## CONCLUSÃO

Nesta pesquisa, em relação às variáveis relacionadas à criança, os fatores que realmente mostraram ter relação com o desempenho de reconhecimento de fala dizem respeito à audibilidade, quer seja para tons puros, quer seja para fala.

Em relação ao material de teste, foi identificado que a informação linguística e contextual da palavra pode influenciar de alguma forma o desempenho das crianças em teste de reconhecimento de fala, mas que a influência desse aspecto deve ser melhor pesquisada no caso dessa população, assim como, a natureza de questões comportamentais que podem estar envolvidas, como a atenção e motivação para interagir com um examinador, evitando-se assim que conclusões precipitadas sejam tiradas.

Embora não tenha sido o objetivo desta pesquisa comparar as variáveis SII e limiares audiométricos, é importante pontuar o fato dos valores de SII terem apresentado maior correlação com as porcentagens de acertos em teste de reconhecimento de fala. Apesar dos limiares audiométricos terem ligação com valores de SII, já que eles são incluídos no cálculo dos mesmos, a audibilidade para fala se mostrou mais sensível na representação da quantidade de informação de fala acessível e realmente útil para o usuário de aparelho auditivo.

Ainda que o SII seja uma ferramenta cujo seu potencial de uso na prática clínica audiológica já tenha sido extensamente investigado, é necessário que mais investigações sejam realizadas no que diz respeito à relação entre ele e o desempenho de fala em crianças com deficiência auditiva usuárias de AASI, principalmente no que diz respeito aos materiais de fala que são utilizados na rotina clínica audiológica.

É importante ressaltar que o fato desta pesquisa concentrar o foco da análise exclusivamente em crianças com deficiência auditiva de grau moderado a severo, pode ter impossibilitado a identificação de demais fatores relacionados com o desempenho de reconhecimento de fala das crianças avaliadas, sendo assim, sugere-se que as conclusões levantadas nesta pesquisa não sejam generalizadas para crianças com maior grau de deficiência auditiva. Também acredita-se na importância da realização de mais pesquisas como esta, mas que sejam realizadas

com uma população mais diversificada, o que pode mostrar resultados diferentes dos encontrados neste estudo.

## 3.2 ESTUDO 2

### **Audibilidade para fala e reconhecimento de consoantes: comparação entre grupos de índice de inteligibilidade de fala**

#### **INTRODUÇÃO**

A deficiência auditiva em crianças pode causar implicações importantes quanto ao desenvolvimento de fala e linguagem, principalmente porque é durante a infância que ocorrem as primeiras experiências com o sons da língua e, a partir daí, o estabelecimento do seu sistema de segmentos fonéticos e fonológicos.

Um dos principais objetivos do fonoaudiólogo envolvido no processo de reabilitação auditiva de crianças com deficiência auditiva é selecionar e adaptar um dispositivo de amplificação sonora que auxilie da melhor forma possível o seu acesso aos sons, principalmente às pistas acústicas dos sinais de fala, possibilitando o desenvolvimento mais adequado das suas habilidades de reconhecimento de fala. Quantificar quanto do sinal de fala está acessível com qualidade à crianças, a partir do aparelho de amplificação sonora individual (AASI), é, portanto, essencial para assegurar que as crianças estão tendo acesso às pistas acústicas que compreendem o discurso, e isso está sendo cada vez mais realizado a partir de uma medida objetiva denominada de Índice de Inteligibilidade de Fala, do inglês - *Speech Intelligibility Index* (SII) (Scollie, 2007; Gustafson, Pittman, 2010; Bass-Ringdahl, 2010; McCreery, 2011; Figueiredo, 2013; Cavanaugh, 2014).

O SII é um procedimento normalizado (*American National Standards Institute* - ANSI, 1997), que permite mensurar a proporção de informação dos sons da fala que são audíveis a partir do AASI. Para o seu cálculo são considerados basicamente dois componentes: o coeficiente de audibilidade e o peso de importância da banda de frequência para o reconhecimento do espectro da fala.

O coeficiente de audibilidade é uma expressão numérica da audibilidade média de um sinal de fala que está disponível ao ouvinte em uma determinada faixa

de frequência. Sua estimativa leva em consideração o nível do sinal de fala de interesse (a ser percebido por esse ouvinte) e os limiares audiométricos do mesmo para uma determinada região de frequência. Em outras palavras, ele expressa a proporção de fala que está audível em uma determinada região de frequência, a partir da relação entre o nível de fala captado e os limiares audiométricos do sujeito. No que diz respeito aos pesos de importância de cada banda de frequência, denominado de "função de importância de banda", seus valores foram derivados empiricamente de processos de filtragem de frequências. Neles, a largura de banda de um estímulo de fala é progressivamente filtrada com filtros passa-baixo e/ou passa-alto, avaliando-se a contribuição relativa de cada uma das regiões de frequência pela quantidade de degradação gerada no reconhecimento de fala, quando uma determinada faixa de frequência é filtrada para fora do estímulo (Studebaker, Sherbecoe, 1991). A partir daí, é gerado um valor que exprime a contribuição média de cada região de frequência para o reconhecimento de fala. Esses dados são inseridos na fórmula utilizada para realizar o cálculo do SII, e como resultado é gerado um valor único e proporcional, entre 0 e 1, que resume a audibilidade para o som de fala de forma ponderada. O valor de SII igual a 0 expressa que nenhum som de fala está audível, enquanto que 1 significa que todas as informações de fala estão audíveis e deve resultar em máxima inteligibilidade (Scollie, 2007; Gustafson, Pittman, 2010; Bass-Ringdahl, 2010; McCreery, 2011).

Atualmente, o SII pode ser calculado automaticamente por equipamentos de verificação de AASI, com o auxílio de um *software* denominado *SpeechMap*®. Este programa permite estabelecer um valor, em porcentagem, da audibilidade do usuário de AASI para estímulo de fala (Scollie, 2007; Bagatto *et al.*, 2010).

Nos últimos anos, visando validar o uso do SII na prática clínica audiológica, pesquisas têm buscado estabelecer valores normativos para o mesmo. Muitas delas, analisam principalmente a relação entre limiares audiométricos com os valores de SII (Scollie, 2007, Sininger *et al.*, 2010; Figueiredo, 2013). O que já foi comprovado é que há uma correspondência negativa entre os mesmos, ou seja, conforme aumentam os limiares audiométricos, menor é o valor do SII (Scollie, 2007, Sininger *et al.*, 2010; Figueiredo, 2013). Foi constatado que os valores de SII aumentam devido à entrada maior de sinal (audibilidade); e que valores de SII para perdas até 75 dB NA são melhores que 60%, e para perdas piores que 80 dB NA os valores

podem variar de 20 a 60%. Os resultados sugerem que os valores de SII também são influenciados pela configuração audiométrica e pelo sinal de teste (Scollie, 2007).

Sob a mesma perspectiva, um estudo teve entre as suas propostas não somente a análise da relação entre limiares audiométricos e grau de perda auditiva com valores de SII, mas também o agrupamento de sujeitos de acordo com intervalos de SII. Priorizando a entrada de sinal de fala de 65 dB NPS - decibel nível de pressão sonora - (SII 65) - que representa a intensidade média dos sons de fala em situação conversacional, foram estabelecidos três valores de intervalo de SII 65 para a formação dos grupos: SII até 35%, entre 36 e 55% e valores maiores ou iguais a 56%. Os resultados apontaram haver similaridade de características audiológicas entre crianças de um mesmo grupo e heterogeneidade desses aspectos entre os grupos. A conclusão deste estudo mostrou que a proposta dos intervalos de SII 65 pode ser utilizada como medida para categorizar a audibilidade para fala, permitindo o agrupamento de sujeitos, além de refletir melhor a condição de audição para sons de fala, se comparado à classificação por grau de perda auditiva (Figueiredo, 2013).

A partir da proposta de Figueiredo (2013), surgiu a seguinte pergunta: Os aspectos de similaridade e heterogeneidade quanto às características audiológicas identificados entre os grupos de SII, também podem ser evidenciados em tarefa de reconhecimento de fala?

Ao buscar responder a essa questão, o objetivo desta pesquisa foi comparar grupos de diferentes intervalos de SII quanto às características audiológicas, uso de AASI e desempenhos de reconhecimento de palavras e consoantes, e investigar padrões que os diferenciavam.

## **MÉTODO**

### **SUJEITOS**

Participaram deste estudo 40 sujeitos, sendo todos crianças com idade entre 5 e 12 anos, de ambos os sexos. Todos os participantes foram recrutados a partir do

serviço de acompanhamento audiológico das clínicas da Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC) - Clínica de Audição, Voz e Linguagem - Prof. Dr. Mauro Spinelli e Centro Audição na Criança (CeAC) - mantida pela Fundação São Paulo e vinculada academicamente à Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP). O projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da PUCSP (18440013.8.0000.5482).

A amostra foi de conveniência, ou seja, as crianças que compareceram para atendimento no período de 2014 e 2015, que atenderam aos critérios de inclusão e que tiveram o aceite dos pais para participar, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A), foram submetidas aos procedimentos de coleta de dados.

A seleção dos sujeitos foi realizada a partir dos seguintes critérios:

*Critérios de inclusão:* Idade entre quatro e 12 anos; as seguintes características de perda auditiva = neurosensorial bilateral adquirida antes dos dois anos de idade; grau de perda auditiva moderado ou severo na melhor orelha; qualquer configuração audiométrica; AASI não linear com recurso de registro de memória de tempo de uso em média de horas por dia; ter a modalidade oral como principal meio de comunicação.

*Critérios de exclusão:* Uso de Implante Coclear (IC); alteração do sistema sensorio motor oral que pudesse interferir na produção de fala; diagnóstico ou alguma informação registrada em prontuário que levante a suspeita de dessincronia auditiva; ou crianças com síndromes associadas ou múltiplas deficiências; necessidade de ativação dos recursos de compressão de frequência, por representar uma condição diferente da maioria dos demais sujeitos avaliados.

## **PROCEDIMENTOS**

### **Registro de dados do prontuário para caracterização dos sujeitos**

Os sujeitos foram caracterizados a partir do registro de informações individuais contidas em prontuários, sendo elas: **Idade, Dados audiométricos** = Foram registrados os limiares da melhor orelha nas frequências de 500, 1000, 2000

e 4000 Hz e das frequências de 500, 1000, 2000, 4000, 6000 e 8000 Hz, e o tipo de configuração audiométrica (Silman, Silverman, 1997); **Consistência de uso do AASI** = Foi realizado registro de uso do AASI por meio do sistema de *datalogging*, o qual armazena dados de média de horas de utilização diária.

### Índice de Inteligibilidade de Fala – SII

Para cálculo do SII foi utilizado o equipamento de verificação de AASI *Verift®Audioscan*. O cálculo realizado pelo equipamento considera 1/3 de oitava de frequência, conforme descrito pelo ANSI S3.5-1997, sem considerar a banda de frequência de 160 Hz e sem a presença de ruídos mascarantes, ou seja simulando um ambiente ideal de escuta (Audioscan, 2010). Como estímulo foi utilizado o *Standard-speech (Speech-std 1)*, que é uma passagem de fala "*Carrot passage*", produzida por um locutor masculino. Foi registrado somente o valor de SII para o nível médio de estímulo de fala - entrada de 65 dB NPS (*Level - Avg 65*), da melhor orelha, seguindo o pressuposto de Stelmachowicz *et al.* (2004) de que as crianças "usam as informações mais audíveis de que dispõem" (p. 50).

#### *Agrupamento dos sujeitos*

As crianças foram distribuídas em grupos de acordo com o valor de SII, levando em consideração o critério de classificação por intervalo de SII 65 (Figueiredo, 2013). Para esta pesquisa, tal classificação recebeu a seguinte adaptação:

**Quadro 1.** Caracterização dos grupos quanto aos valores de intervalo de SII

Grupos (Figueiredo, 2013)	Adaptação	Intervalos SII 65 (IntSII)
GrSII-1	GrSII-3	<b>IntSII ≤35</b> (valores menores que 35%)
GrSII-2	GrSII-2	<b>IntSII 36-55</b> (valores entre 36 e 55%)
GrSII-3	GrSII-1	<b>IntSII ≥56</b> (valores maiores que 55%)

## **Testes de Reconhecimento de Fala**

Foi avaliada a habilidade de reconhecimento de fala (e, por implicação, o reconhecimento de consoantes) por meio do teste de Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF). Para a realização do teste, a criança deveria utilizar os seus próprios AASI nas duas orelhas e devidamente programados, com período máximo de 6 meses de verificação. A medida foi obtida em cabina tratada acusticamente e por meio de um audiômetro modelo AC-33 da *Interacoustic*, calibrado de acordo com as normas ISO 389-1(1998), ISO 389-3 (1994), ISO 389-4 (1994) e IEC 675 (1992). A tarefa de reconhecimento de fala foi realizada por meio da repetição de uma lista de palavras gravadas (Seiva *et al.*, 2012), sendo cada palavra apresentada uma única vez. Os estímulos selecionados foram: 25 monossílabos, 25 dissílabos e 25 trissílabos (Anexo B). Antes do início da testagem de cada sujeito, a saída do canal da gravação foi calibrada através do *VU meter* do Audiômetro. Os vocábulos foram apresentados em campo sonoro por meio de caixas acústicas posicionadas à frente da criança, a 0 grau azimute, a um metro de distância. As palavras foram apresentadas a 40 dBNS acima da média tonal dos limiares aéreos de 500, 1000 e 2000 Hz da melhor orelha, ou na intensidade de melhor conforto para a criança. A criança foi instruída a repetir os vocábulos enunciados da forma que entendesse e suas respostas foram gravadas e filmadas por meio de mídia digital para posterior análise.

## **ANÁLISE DOS DADOS**

### **Análise do Corpus de Fala**

Dois juízes, independentes, analisaram as gravações do teste de reconhecimento de fala de cada criança, considerando a quantidade de palavras e consoantes produzidas corretamente, e de erros realizados na produção de consoantes (substituições e omissões), e registraram suas análises em planilha Excel. A transcrição fonológica realizadas por eles considerou o seguinte sistema padrão dos fonemas consonantais e arquifonemas do português brasileiro: /p/, /t/,

/k/, /b/, /d/, /g/, /f/, /s/, /ʃ/, /tʃ/, /v/, /z/, /ʒ/, /dʒ/, /m/, /n/, /ɲ/, /l/, /ʎ/, /r/, /ʁ/, /R/ e /S/ (Silva, 2014). Na análise não foram contabilizadas as consoantes cuja sílaba foi repetida ou consoantes acrescentadas na palavra, assim como, também não foram analisados os encontros consonantais. A análise dos juízes foram então comparadas e, quando houve divergência entre as análises, um novo julgamento da gravação foi realizada, no entanto, conjuntamente, para que um consenso fosse estabelecido.

### **Matriz de Confusão de Consoantes (MCC)**

As consoantes registradas na transcrição do *corpus* de fala de cada criança foram transpostas para uma matriz de confusão de consoantes (MCC), composta por consoantes do português brasileiro (Helou, Novaes, 2005), sendo esta, adaptada para esta pesquisa com acréscimo dos arquifonemas /S/ e /R/. Foram levadas em consideração as consoantes pretendidas - somente consoantes das palavras efetivamente produzidas por cada criança; consoantes produzidas (produções corretas e substituições); e consoantes omitidas.

### **Procedimentos Estatísticos**

A análise estatística dos dados foi realizada em duas etapas: descritiva e inferencial.

Na análise descritiva (Bussab, Morettin, 2013), foram construídas tabelas com o objetivo de analisar a associação de variáveis de interesse com a variável SII ou com os grupos de SII.

Na análise inferencial, foram calculados coeficientes de correlação linear de Pearson entre a variável SII e as variáveis Média limiars 500 a 4000 Hz e Média limiars 500 a 8000 Hz, além de ter sido testada a hipótese de inexistência de associação linear entre os pares de variáveis.

Para verificar a associação entre a variável Configuração audiométrica na melhor orelha e a variável SII, foi aplicada a técnica de ANOVA com um fator fixo (Kutner *et al.*, 2004; Winer *et al.*, 1991) cujos níveis foram as categorias da variável Configuração audiométrica na melhor orelha.

Para verificar a associação entre os grupos de SII e as variáveis Configuração audiométrica na melhor orelha, Grau de perda auditiva, Porcentagem de crianças que acertaram cada fonema ou arquifonema, Porcentagem de crianças que substituíram consoantes e Porcentagem de crianças que omitiram consoantes, foi aplicado o teste exato de Fisher.

O teste t-Student para amostras independentes para comparar as médias sob os dois grupos de SII foi aplicado às variáveis Tempo de privação auditiva (em anos), Média limiares 500 a 4000 e 500 a 8000 (Hz).

O teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes para comparar as medianas sob os dois grupos de SII foi aplicado às variáveis Número de horas de uso diário do aparelho, Porcentagem de consoantes produzidas, Porcentagem de consoantes certas produzidas, Porcentagem de consoantes substituídas, Porcentagem de consoantes omitidas, Porcentagem de consoantes monossílabas produzidas, Porcentagem de consoantes dissílabas produzidas, Porcentagem de consoantes trissílabas produzidas, Porcentagem de consoantes monossílabas produzidas certas, Porcentagem de consoantes dissílabas produzidas certas e Porcentagem de consoantes trissílabas produzidas certas.

O modelo de ANOVA ou o teste t-Student foram aplicados quando a variável analisada apresentou distribuição normal. Essa suposição foi checada por meio de uma análise de resíduos, que mostrou que os modelos empregados estavam bem ajustados. Quando a variável analisada não seguiu a distribuição normal, foi empregado o teste não paramétrico de Mann-Whitney.

O nível de significância adotado para todos os testes de hipóteses realizados foi igual a 0,10 (10%).

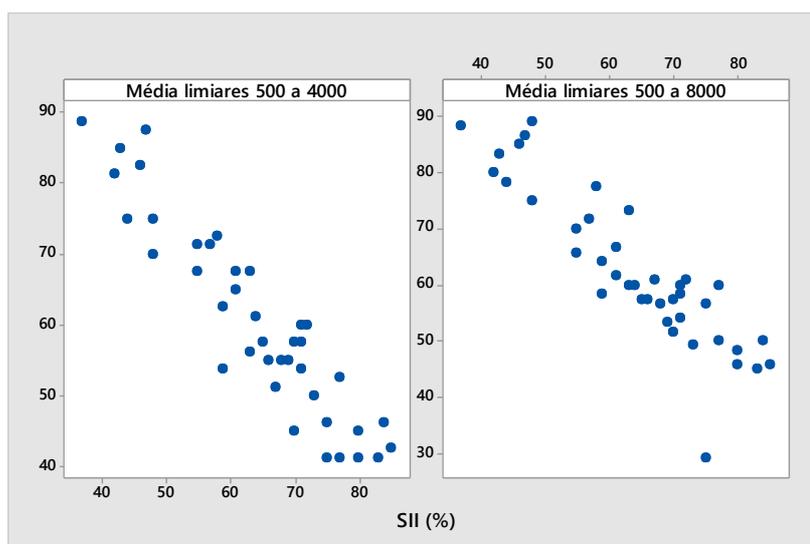
## RESULTADOS

### Relação entre SII e aspectos audiométricos

A Tabela 1 e a Figura 1, que ilustram a relação entre valores isolados de SII com médias de limiares audiométricos, mostraram que tanto a variável Média de limiares de 500 a 4000 Hz quanto a variável Média de limiares de 500 a 8000 Hz foram correlacionadas negativamente com a variável SII. No entanto, a correlação linear foi mais forte entre a variável SII e a variável Média de limiares de 500 a 4000 Hz.

**Tabela 1.** Valores do coeficiente de correlação linear amostral de Pearson e correspondentes valores-p associados ao teste da hipótese de inexistência de associação linear entre médias de limiares e a variável SII (%)

Variáveis	Valor do coeficiente	Valor-p
SII x Média limiares 500 a 4000	-0,932	<0,001
SII x Média limiares 500 a 8000	-0,895	<0,001



**Figura 1.** Gráfico de dispersão entre as variáveis Média de limiares de 500 – 4000 e Média de limiares de 500 – 8000 e a variável SII (%)

A Tabela 2 mostra que o valor médio da variável SII (%) não é afetado pela variável Configuração audiométrica da melhor orelha.

**Tabela 2.** Estatísticas descritivas para a variável SII (%) por categoria da variável Configuração audiométrica da melhor orelha e valor-p da ANOVA para comparar as médias sob as seis categorias

Categoria	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
Ascendente	2	65,0	14,10	55	65,0	75	0,892
Descendente Acentuada	6	65,7	14,18	48	70,5	80	
Descendente Leve	17	63,2	13,78	42	63,0	85	
Descendente Rampa	2	67,0	11,31	59	67,0	75	
Em U	3	71,3	7,77	65	69,0	80	
Horizontal	10	61,2	12,60	37	64,5	73	

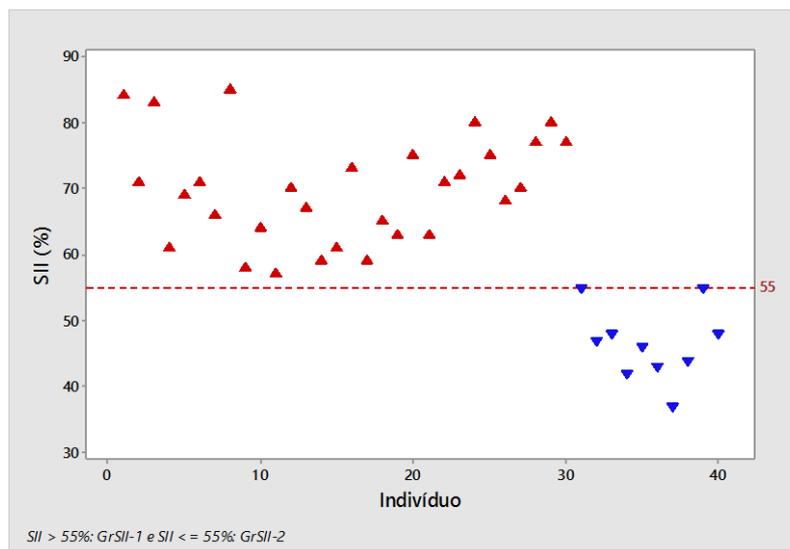
**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

### Formação dos grupos de SII

De acordo com a classificação de agrupamento de sujeitos por intervalo de SII (Figueiredo, 2013), e conforme adaptação realizada, os sujeitos que participaram desta pesquisa se enquadraram em apenas dois grupos, GrSII-1 e GrSII-2, sendo que dos 40 sujeitos da amostra, valores de SII de 30 sujeitos se condisseram à classificação de GrSII-1 (75% da amostra), e de 10 à classificação de GrSII-2 (25% da amostra). A Tabela 3 evidenciou médias e medianas próximas para os dois grupos, além de valores de desvio padrão baixos. A Figura 2 ilustrou como ficou estabelecida a distribuição dos sujeitos entre os grupos.

**Tabela 3.** Estatística descritiva dos grupos quanto aos valores de SII

Grupo de SII	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
GrSII-1	30	69,8	8,0	57	70	85
GrSII-2	10	47,5	5,6	37	47	55



**Figura 2.** Distribuição da variável SII (%) por indivíduo

## COMPARAÇÃO ENTRE GRUPOS DE SII

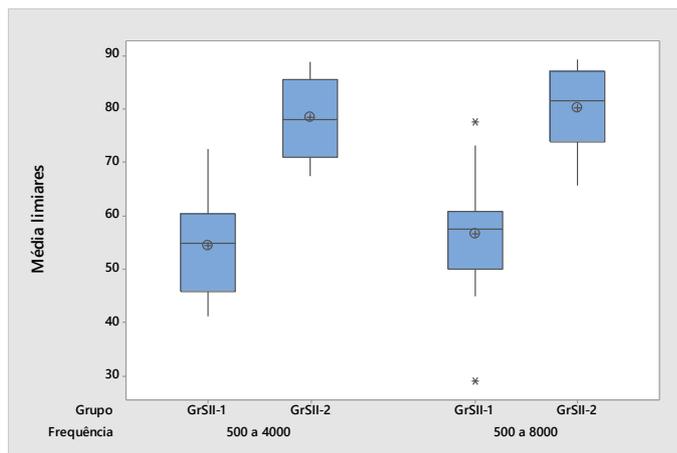
### 1- Quanto às variáveis relacionadas às características audiométricas

A Tabela 4 e a Figura 3 evidenciaram que o valor médio das variáveis Média de limiares de 500 a 4000 Hz e Média de limiares de 500 a 8000 Hz foi maior para o grupo GrSII-2 (valores-p < 0,001).

**Tabela 4.** Estatísticas descritivas para as variáveis Média de limiares de 500 a 4000 e Média de limiares de 500 a 8000 por grupo de SII e valor-p do teste t-Student para amostras independentes, para comparar as médias das duas variáveis sob os dois grupos

Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
Média limiares 500 a 4000	GrSII-1	30	54,42	9,20	41,25	55,00	72,50	<0,001
	GrSII-2	10	78,38	7,62	67,50	78,13	88,75	
Média limiares 500 a 8000	GrSII-1	30	56,73	9,45	29,20	57,50	77,50	<0,001
	GrSII-2	10	80,16	7,91	65,80	81,65	89,20	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.



**Figura 3.** Gráfico *boxplot* para as variáveis Média limiars 500 a 4000 e Média limiars 500 a 8000 por grupo de SII

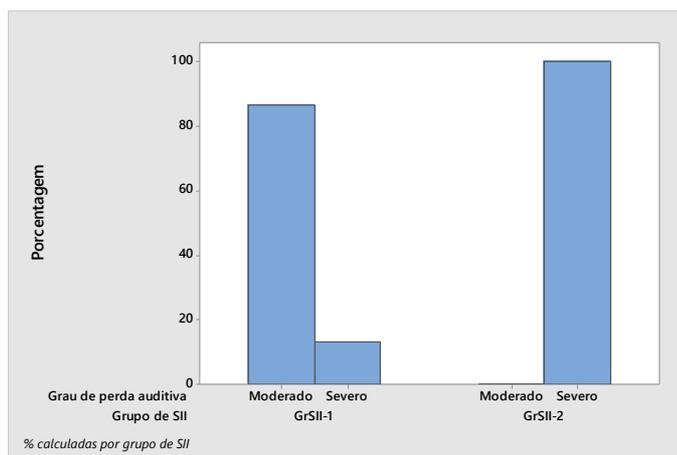
A Tabela 5 e a Figura 4 mostraram que há evidências de associação entre as variáveis Grau de perda auditiva e grupo de SII (valor-p <0,001). Pode-se observar que, enquanto no grupo GrSII-1 apenas 13,3% dos indivíduos apresentaram grau de perda Severo, no grupo GrSII-2 100,0% dos indivíduos apresentaram esse grau de perda.

**Tabela 5.** Distribuição de frequências da variável Grau de perda auditiva por grupo de SII e valor-p do teste exato de Fisher da hipótese de inexistência de associação entre as duas variáveis

Grau de perda	Grupo	
	GrSII-1	GrSII-2
Moderado	26 (86,7)	0 (0,0)
Severo	4 (13,3)	10 (100,0)
Total	30 (100,0)	10 (100,0)

Valor-p <0,001

**Nota:** entre parêntese estão as porcentagens calculadas por grupo de SII



**Figura 4.** Gráfico de barras para a variável Grau de perda auditiva por grupo de SII

A Tabela 6, mostrou que também não há evidência de associação entre as variáveis Configuração audiométrica da melhor orelha e grupo de SII (valor-p = 0,817).

**Tabela 6.** Distribuição de frequências da variável Configuração audiométrica por grupo de SII e valor-p do teste exato de Fisher da hipótese de inexistência de associação entre as duas variáveis

Configuração Audiométrica	Grupo	
	GrSII-1	GrSII-2
Ascendente	1 (3,3)	1 (10,0)
Descendente Acentuada	4 (13,3)	2 (20,0)
Descendente Leve	13 (43,3)	4 (40,0)
Descendente Rampa	2 (6,7)	0 (0,0)
Em U	3 (10,0)	0 (0,0)
Horizontal	7 (23,3)	3 (30,0)
Total	30 (100,0)	10 (100,0)

Valor-p = 0,817

**Nota:** entre parêntese estão as porcentagens calculadas por grupo de SII

## 2- Quanto às variáveis relacionadas à reabilitação auditiva

As Tabelas 7 e 8 e as Figuras 5 e 6 mostraram, respectivamente, que o tempo médio de privação auditiva foi maior para o grupo GrSII-1 (valor-p = 0,038) e

que o número mediano de horas de uso diário do AASI foi maior para o grupo GrSII-2 (valor-p = 0,025).

**Tabela 7.** Estatísticas descritivas para a variável Tempo de privação auditiva (em anos) por grupo de SII e valor-p do teste t-Student para amostras independentes para comparar as médias sob os dois grupos

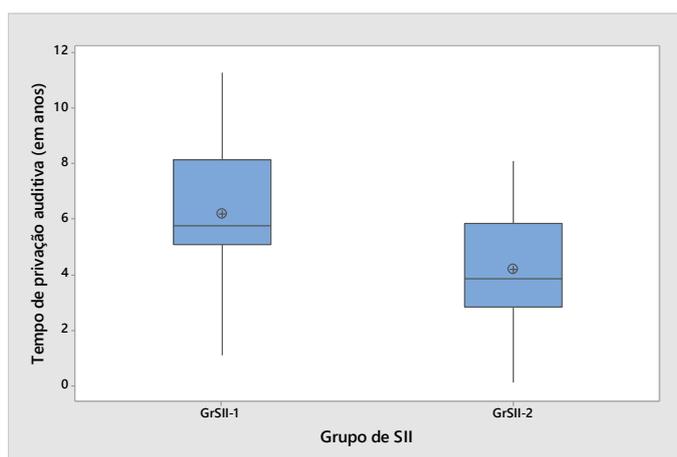
Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
Tempo de privação auditiva	GrSII-1	30	6,2	2,61	1,1	5,8	11,3	0,038
	GrSII-2	10	4,2	2,23	0,1	3,9	8,1	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

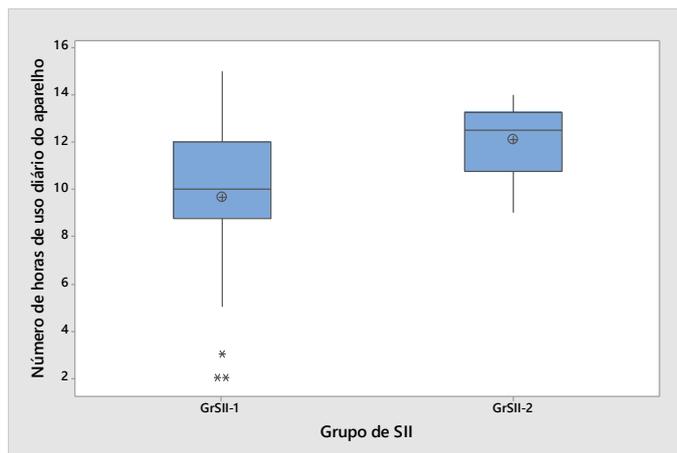
**Tabela 8.** Estatísticas descritivas para a variável Número de horas de uso diário do aparelho de amplificação sonora individual por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos

Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
No. horas de uso diário do AASI	GrSII-1	30	9,7	3,40	2,0	10,0	15,0	0,025
	GrSII-2	10	12,1	1,66	9,0	12,5	14,0	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.



**Figura 5.** Gráfico *boxplot* para a variável Tempo de privação auditiva (em anos) por grupo de SII



**Figura 6.** Gráfico *boxplot* para a variável Número de horas de uso diário do aparelho por grupo de SII

### 3- Quanto ao desempenho geral no teste de reconhecimento de fala

Antes dessa análise, foi investigado se havia diferença estatisticamente significativa entre as idades cronológicas dos sujeitos de cada grupo, visando garantir que os resultados não tinham sido influenciados por essa condição, e o resultado encontrado foi negativo.

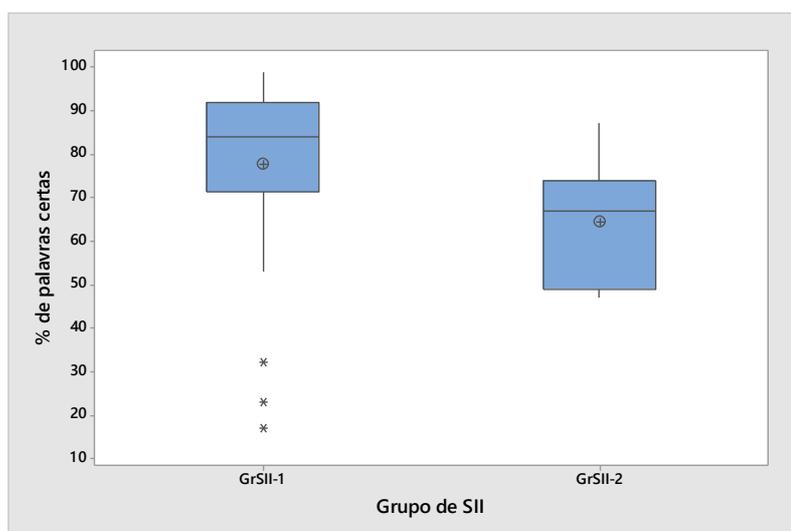
#### - Desempenho dos grupos para o reconhecimento de palavras

A Tabela 9 evidenciou que o valor mediano da variável Porcentagem de palavras produzidas corretamente foi maior no GrSII-1 (valor-p igual a 0,012). Nela também foi possível notar que os valores de média e mediana desse grupo foram mais distantes, assim como, o desvio padrão foi maior do que no GrSII-2. A Figura 7 ilustrou a dispersão e distribuição dos valores de cada grupo, e foi possível visualizar os *outliers* do GrSII-1.

**Tabela 9.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de palavras certas por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos

Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
% de palavras certas	GrSII-1	30	77,7	21,3	17	84	99	0,012
	GrSII-2	10	64,5	13,7	47	67	87	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.



**Figura 7.** Gráfico *boxplot* para a variável Porcentagem de palavras certas por grupo de SII

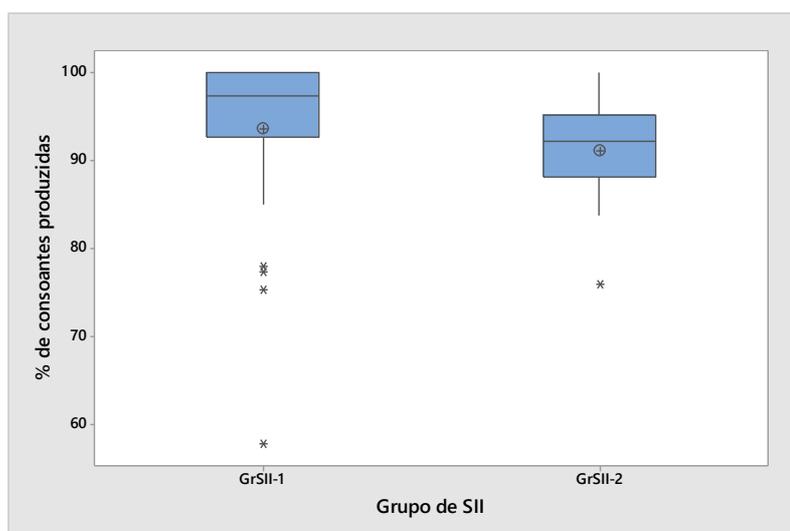
### - Desempenho dos grupos para o reconhecimento de consoantes

As Tabelas 10 e 11 e as Figuras 8 e 9 mostraram a quantidade (em porcentagem) de consoantes produzidas por grupo, e foi possível observar que há evidência de que o valor mediano das variáveis Porcentagem de consoantes produzidas e Porcentagem de consoantes produzidas corretamente seja maior no grupo GrSII-1 (valores-p iguais a 0,059 e 0,017, respectivamente).

**Tabela 10.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes produzidas por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos

Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
% consoantes produzidas	GrSII-1	30	93,6	9,8	57,8	97,4	100,0	0,059
	GrSII-2	10	91,1	6,8	76,0	92,2	100,0	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

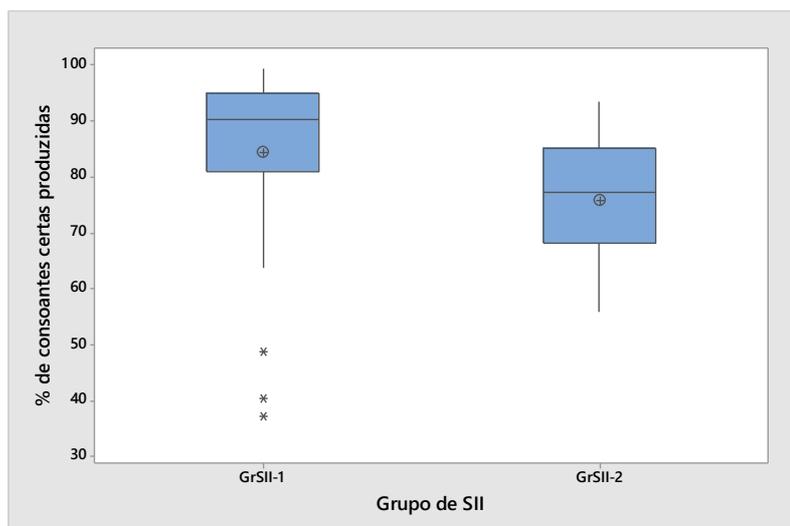


**Figura 8.** Gráfico *boxplot* para a variável Porcentagem de consoantes produzidas por grupo de SII

**Tabela 11.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes produzidas corretamente por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos

Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
% consoantes certas	GrSII-1	30	84,4	16,6	37,0	90,3	99,4	0,017
	GrSII-2	10	75,8	11,6	55,8	77,3	93,5	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.



**Figura 9.** Gráfico *boxplot* para a variável Porcentagem de consoantes produzidas corretamente por grupo de SII

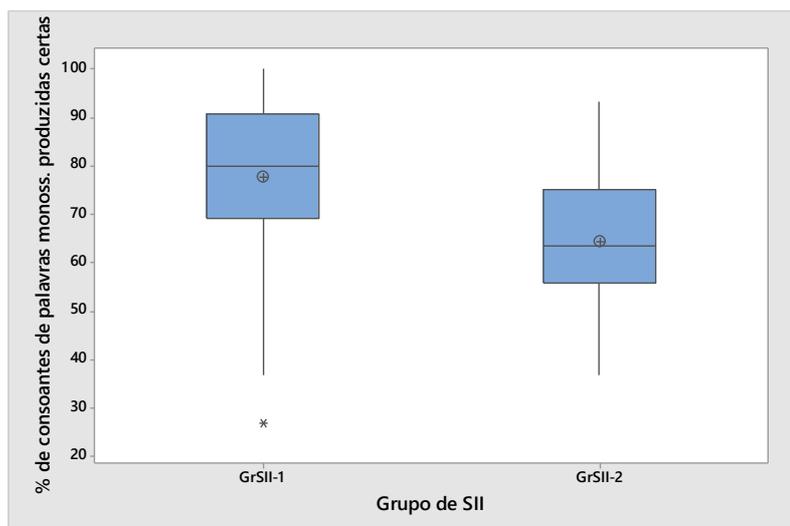
#### - Desempenho dos grupos para o reconhecimento de consoantes conforme a classificação silábica das palavras

As Tabelas 12 a 14 e as Figuras 10 a 12 indicaram que há evidências de que o valor mediano das variáveis Porcentagem de consoantes de palavras monossílabas, dissílabas e trissílabas produzidas corretamente seja maior no grupo GrSII-1 (valores-p iguais a 0,018, 0,058 e 0,018, respectivamente).

**Tabela 12.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes de palavras monossílabas produzidas corretamente por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos

Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
% consoantes de palavras monossílabas	GrSII-1	30	77,6	18,6	26,7	80,0	100,0	0,018
	GrSII-2	10	64,3	15,6	36,7	63,3	93,3	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

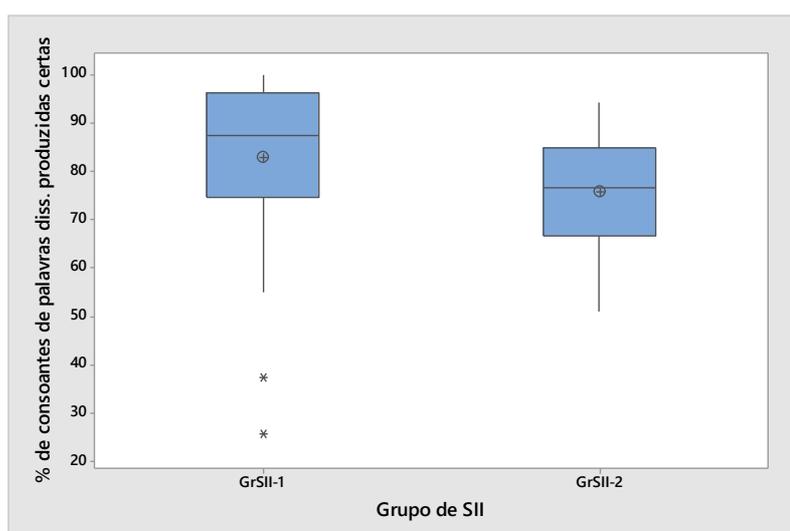


**Figura 10.** Gráfico *boxplot* para a variável Porcentagem de consoantes de palavras monossílabas produzidas corretamente por grupo de SII

**Tabela 13.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes de palavras dissílabas produzidas corretamente por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos

Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
% cons. de palavras dissílabas	GrSII-1	30	82,8	18,1	25,5	87,3	100,0	0,058
	GrSII-2	10	75,7	12,1	51,0	76,5	94,1	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

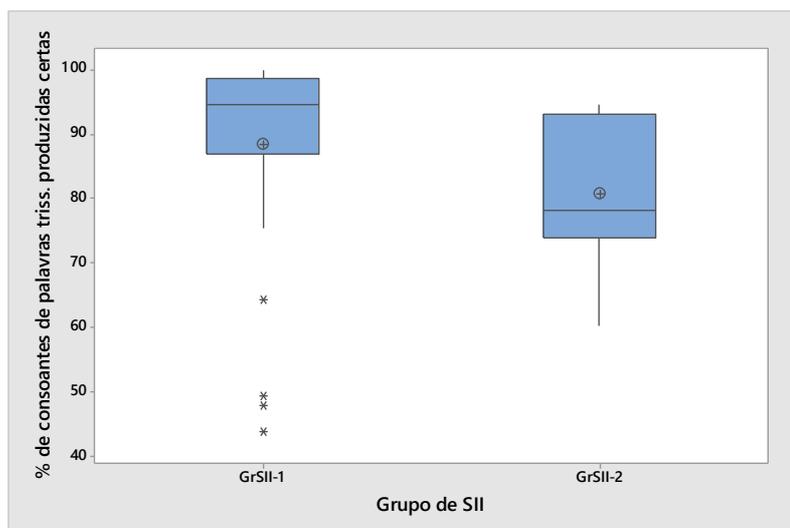


**Figura 11.** Gráfico *boxplot* para a variável Porcentagem de consoantes de palavras dissílabas produzidas certas por grupo de SII

**Tabela 14.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes de palavras trissílabas produzidas corretamente por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos

Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
% cons. de palavras trissílabas	GrSII-1	30	88,4	16,2	43,8	94,5	100,0	0,018
	GrSII-2	10	80,7	11,8	60,3	78,1	94,5	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.



**Figura 12.** Gráfico *boxplot* para a variável Porcentagem de consoantes de palavras trissílabas produzidas corretamente por grupo de SII

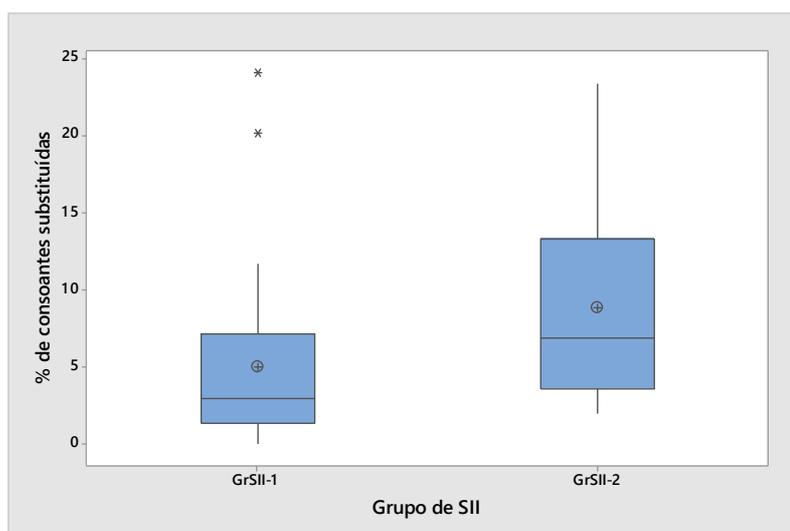
#### 4- Quanto à análise específica dos erros na produção de fonemas do teste de reconhecimento de fala

As Tabelas 15 e 16 e as Figuras 13 e 14 mostraram que há evidências de que o valor mediano das variáveis Porcentagem de consoantes substituídas e Porcentagem de consoantes omitidas seja maior para o grupo GrSII-2 (valores-p iguais a 0,025 e 0,068, respectivamente).

**Tabela 15.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes substituídas por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos

Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
% consoantes substituídas	GrSII-1	30	4,9	5,7	0,0	2,9	24,0	0,025
	GrSII-2	10	8,8	6,7	2,0	6,8	23,4	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.

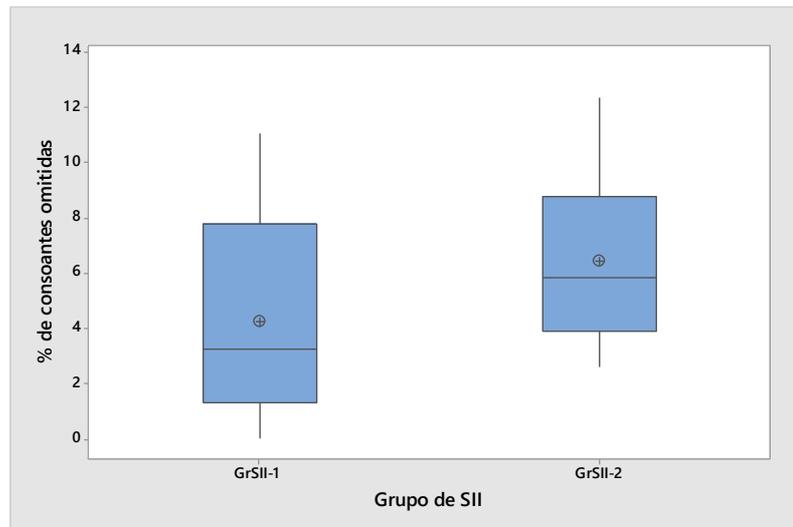


**Figura 13.** Gráfico *boxplot* para a variável Porcentagem de consoantes substituídas por grupo de SII

**Tabela 16.** Estatísticas descritivas para a variável Porcentagem de consoantes omitidas por grupo de SII e valor-p do teste não paramétrico de Mann-Whitney para amostras independentes, para comparar as medianas sob os dois grupos

Variável	Grupo	n	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	Valor-p
% consoantes omitidas	GrSII-1	30	4,2	3,5	0,0	3,2	11,0	0,068
	GrSII-2	10	6,4	3,0	2,6	5,8	12,3	

**Legenda:** n: número de indivíduos; DP: desvio padrão.



**Figura 14.** Gráfico *boxplot* para a variável Porcentagem de consoantes omitidas por grupo de SII

Os Quadros 1 e 2 mostraram a quantidade de crianças que produziram pelo menos uma vez cada tipo de erro - substituição ou omissão - (em vermelho). Foi possível observar que para os dois grupos, as substituições que foram realizadas por um maior número de crianças estavam entre consoantes pertencentes à mesma categoria.

Quadro 2. Matriz de Confusão com a quantidade de crianças de crianças do GrSII-1 que produziram pelo menos um erro para cada fonema ou arquifonema

E	R	p	t	k	b	d	g	f	s	j	tʃ	v	z	ʒ	ɔ̃	m	n	ɲ	l	λ	r	ʃ	S	R	{ø}
p	100%	40%	3%	10%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
t	23%	100%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
k	0%	7%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
b	3%	3%	3%	100%	7%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
d	0%	0%	0%	13%	100%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
g	0%	3%	7%	17%	3%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
f	3%	10%	7%	0%	0%	0%	100%	17%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
s	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	27%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
j	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	100%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
tʃ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
v	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	13%	0%	0%	3%
z	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	7%	0%	0%	100%	73%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ʒ	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	0%	0%	3%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
ɔ̃	0%	0%	3%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
m	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	13%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
n	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	100%	3%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ɲ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
l	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	10%	0%	100%	3%	10%	3%	0%	0%	10%
λ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	97%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
r	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	7%	3%	100%	3%	0%	0%	0%	23%
ʃ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	3%	0%	0%	3%	0%	0%	100%	0%	0%	3%
S	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	73%
R	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	100%	0%	73%

Legenda 1: E = estímulo; R = resposta

Quadro 3. Matriz de Confusão com a quantidade de crianças de crianças do GrSII-2 que produziram pelo menos um erro para cada fonema ou arquifonema

E	R	p	t	k	b	d	g	f	s	j	ʃ	v	z	ʒ	ɖʒ	m	n	ɲ	l	λ	r	ʃ	S	R	{Ø}
p	100%	30%	10%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
t	30%	100%	0%	10%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%
k	10%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%
b	0%	0%	0%	100%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%
d	0%	10%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
g	0%	0%	0%	10%	30%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
f	0%	0%	0%	10%	10%	0%	0%	100%	40%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
s	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ʃ	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ʒ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ɖʒ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
m	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%
n	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%
ɲ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%
l	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	30%
λ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	80%
r	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	10%
ʃ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	10%
S	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	80%
R	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Legenda: E = estímulo; R = resposta

### Erros ocorridos conforme a classificação dos fonemas

A Tabela 17 indicou a quantidade de crianças que tiveram pelo menos um erro para cada fonema ou arquifonema. Somente para o fonema  $\lambda$  e arquifonema R há evidências de diferença entre as porcentagens de erros nos dois grupos, sendo essa porcentagem maior no grupo GrSII-2 (valores-p iguais a 0,065 e 0,081, respectivamente).

**Tabela 17.** Quantidade de crianças que acertaram ou erraram cada fonema ou arquifonema

Categoria	n	GrSII-1		GrSII-2		Valor-p	
		Crianças/Erros	%	Crianças/Erros	%		
Oclusivas	p	6	14	47	4	40	>0,999
	t	13	11	37	3	30	>0,999
	k	13	2	7	2	20	0,256
	b	4	4	13	2	20	0,629
	d	5	6	20	4	40	0,232
	g	8	8	27	4	40	0,451
Fricativas	f	5	9	30	6	60	0,135
	s	6	8	27	5	50	0,246
	ʃ	4	3	10	2	20	0,584
	v	6	7	23	4	40	0,418
	z	6	24	80	8	80	>0,999
	ʒ	6	6	20	4	40	0,232
Africadas	tʃ	4	5	17	4	40	0,190
	dʒ	1	4	13	2	20	0,629
Nasais	m	11	7	23	3	30	0,689
	n	7	6	20	4	40	0,232
	ɲ	2	2	7	2	20	0,256
Líquidas	l	12	9	30	6	60	0,135
	$\lambda$	4	12	40	8	80	0,065
	r	9	8	27	4	40	0,451
	ʀ	6	3	10	1	10	>0,999
Arquifonemas	S	8	23	77	8	80	>0,999
	R	10	21	70	10	100	0,081

**Legenda:** n: número de fonemas ou arquifonemas totais do teste de reconhecimento de fala.

As Tabelas 18 e 19 mostraram a análise comparativa específica das categorias de consoantes que mais tiveram substituições e omissões entre os grupos de SII. Observou-se que há evidências de que as substituições /v/→/s/, /z/→/ʃ/ e /ʒ/→/ʃ/ e a omissão de /ʎ/ são maiores no grupo GrSII-2 (valores-p ≤ 0,089).

**Tabela 18.** Análise específica da ocorrência de substituição entre consoantes que compartilham as mesmas características de ponto e modo articulatorio, e das substituições entre consoantes que mais foram identificadas entre os grupos de SII

		GrSII-1		GrSII-2		Valor-p
E	R	No. crianças	%	No. crianças	%	
p	t	12	40	3	30	0,715
p	k	1	3	1	10	0,442
t	p	7	23	3	30	0,689
t	k	1	3	0	0	>0,999
k	p	0	0	1	10	-
k	t	2	7	0	0	>0,999
b	d	2	7	1	10	>0,999
b	g	1	3	0	0	>0,999
d	b	4	13	3	30	0,338
d	g	1	3	0	0	>0,999
g	b	5	17	3	30	0,388
g	d	1	3	0	0	>0,999
f	s	5	17	4	40	0,190
f	ʃ	3	10	2	20	0,584
f	tʃ	0	0	0	0	-
s	f	0	0	0	0	-
s	ʃ	8	27	5	50	0,246
s	tʃ	0	0	0	0	-
ʃ	f	0	0	0	0	-
ʃ	s	1	3	1	10	0,442
ʃ	tʃ	3	10	0	0	0,560
tʃ	f	0	0	0	0	-
tʃ	s	0	0	0	0	-

tʃ	ʃ	5	17	2	20	>0,999
----	---	---	----	---	----	--------

**Tabela 18 (continuação).** Análise específica da ocorrência de substituição entre consoantes que compartilham as mesmas características de ponto e modo articulatorio, e das substituições entre consoantes que mais foram identificadas entre os grupos de SII

		GrSII-1		GrSII-2		Valor-p
E	R	No. crianças	%	No. crianças	%	
v	z	0	0	0	0	-
v	ʒ	1	3	1	10	0,442
v	dʒ	0	0	0	0	-
z	v	0	0	0	0	-
z	ʒ	22	73	5	50	0,246
z	dʒ	1	3	1	10	0,442
ʒ	v	0	0	0	0	-
ʒ	z	1	3	0	0	>0,999
ʒ	dʒ	0	0	0	0	-
dʒ	v	0	0	0	0	-
dʒ	z	0	0	0	0	-
dʒ	ʒ	0	0	0	0	-
m	n	4	13	1	10	>0,999
m	ŋ	0	0	0	0	-
n	m	5	17	1	10	>0,999
n	ŋ	1	3	0	0	>0,999
ŋ	m	2	7	0	0	>0,999
ŋ	n	0	0	0	0	-
l	λ	1	3	0	0	>0,999
λ	l	1	3	1	10	0,442
r	ř	1	3	0	0	>0,999
ř	r	0	0	0	0	-
S	R	0	0	0	0	-
R	S	1	3	0	0	>0,999

**Tabela 18 (continuação).** Análise específica da ocorrência de substituição entre consoantes que compartilham as mesmas características de ponto e modo articulatorio, e das substituições entre consoantes que mais foram identificadas entre os grupos de SII

E	R	GrSII-1		GrSII-2		Valor-p
		No. crianças	%	No. crianças	%	
f	v	0	0	0	0	-
f	z	0	0	0	0	-
f	ʒ	0	0	0	0	-
s	v	0	0	0	0	-
s	z	0	0	0	0	-
s	ʒ	0	0	0	0	-
ʃ	v	0	0	0	0	-
ʃ	z	0	0	0	0	-
ʃ	ʒ	0	0	0	0	-
v	f	2	7	0	0	>0,999
v	s	0	0	2	20	0,058
v	ʃ	0	0	0	0	-
z	f	0	0	0	0	-
z	s	2	7	1	10	>0,999
z	ʃ	2	7	3	30	0,089
ʒ	f	0	0	0	0	-
ʒ	s	0	0	0	0	-
ʒ	ʃ	4	13	4	40	0,089
l	f	0	0	0	0	-
l	s	0	0	0	0	-
l	ʃ	0	0	0	0	-
l	v	0	0	0	0	-
l	z	0	0	0	0	-
l	ʒ	1	3	0	0	>0,999
λ	f	0	0	0	0	-
λ	s	0	0	0	0	-
λ	ʃ	0	0	0	0	-
λ	v	0	0	0	0	-
λ	z	0	0	0	0	-
λ	ʒ	0	0	0	0	-

**Tabela 18 (continuação).** Análise específica da ocorrência de substituição entre consoantes que compartilham as mesmas características de ponto e modo articulatorio, e das substituições entre consoantes que mais foram identificadas entre os grupos de SII

E	R	GrSII-1		GrSII-2		Valor-p
		No. crianças	%	No. crianças	%	
r	f	0	0	0	0	-
r	s	0	0	0	0	-
r	ʃ	0	0	0	0	-
r	v	0	0	0	0	-
r	z	0	0	0	0	-
r	ʒ	0	0	0	0	-
ř	f	0	0	0	0	-
ř	s	0	0	0	0	-
ř	ʃ	0	0	0	0	-
ř	v	0	0	0	0	-
ř	z	0	0	0	0	-
ř	ʒ	1	3	0	0	>0,999

**Legenda:** E : estímulo; R: resposta

**Tabela 19.** Análise das omissões mais comuns identificadas nas produções das crianças de cada grupo de SII

Omissão	GrSII-1		GrSII-2		Valor-p
	No. crianças	%	No. crianças	%	
λ	11	37	8	80	0,028
S	22	73	8	80	>0,999
R	22	73	10	100	0,165

## DISCUSSÃO

No estudo da relação entre o SII e aspectos audiométricos, foi identificado que as médias dos limiares audiométricos se correlacionam negativamente com a variável SII, ou seja, conforme os limiares aumentam o SII diminui. Ocorre que quanto pior for a condição auditiva, menor é a entrada do sinal de fala, então menor é o valor de SII (Scollie, 2007). Esse achado também foi encontrado em outras pesquisas, apesar de terem utilizado diferentes limiares audiométricos na análise (Scollie, 2007; Bass-Ringdahl, 2010; Sininger *et al.*, 2010; McCreery, 2011; Figueiredo, 2013). Na verdade, esse resultado não é surpreendente, já que as relações entre limiares audiométricos e SII são inevitáveis devido aos valores de limiar serem incorporados no cálculo do SII (Sininger, *et al.*, 2010; Stiles *et al.*, 2012).

Os resultados também mostraram que a correlação do SII foi mais forte com a média quadritonal. Isso evidencia que, apesar da revisão da norma ANSI S3.5-1997 (R2007) ter determinado uma nova função de importância para o cálculo do SII que inclui coeficientes com maior ênfase para as frequências mais altas, a região de frequências mais importantes para a percepção da fala - entre 500 a 4000 Hz - continua tendo maior peso na estimativa do SII (Hornsby, 2004; Killion, Mueller, 2010). Figueiredo (2013) identificou que, quando correlacionada isoladamente com os valores de SII 65, a frequência de 2000 Hz é a que apresenta maior valor de  $r$ , o que indica que ela é a frequência que mais contribui para o resultado de SII.

Neste estudo, não foi identificada influência da configuração audiométrica sobre os valores isolados de SII, provavelmente devido a maioria dos sujeitos apresentarem o mesmo tipo de configuração. Diferente deste resultado, Figueiredo (2013), que investigou um grupo de crianças com diversas configurações audiométricas, identificou que os escores de SII variam conforme essa variável. Entre as suas considerações, a pesquisadora sugere que na análise do SII a média dos limiares auditivos sejam sempre consideradas em conjunto com a configuração audiométrica.

No recrutamento realizado neste estudo, os sujeitos se enquadraram somente nos grupos GrSII-1, com valores de SII entre 57 e 85%, e GrSII-2 com valores de SII entre 37 e 55%. Os valores estatísticos descritivos indicaram haver homogeneidade

dentro de cada grupo. No entanto, na comparação entre grupos, a análise evidencia que o GrSII-1 apresentou maior desvio padrão.

O GrSII-1 foi composto por 30 sujeitos da amostra, com valores de SII que variaram entre 57% e 85%. O grau de perda auditiva mais frequente nesse grupo foi o moderado (86,7%), e as médias dos limiares para as frequências da fala foram no máximo de 72,50dB NA. A configuração audiométrica predominante nesse grupo foi a descendente leve (43,3%). Já o GrSII-2 foi composto por 10 sujeitos, com valores de SII entre 37% e 55%. O grau severo de perda auditiva foi unânime nesse grupo (100%), e as médias dos limiares para as frequências da fala foram no mínimo de 67,50dB NA e no máximo de 88,75dB NA. A configuração audiométrica predominante nesse grupo também foi a descendente leve (40%), seguida pela horizontal (30%). As características audiológicas encontradas para os grupos são semelhantes às relatadas por Figueiredo (2013), e os valores de SII, conforme os limiares audiométricos, similares aos citados por Scollie (2007).

Foi identificado que o GrSII-1 foi o grupo que apresentou maior tempo de privação sensorial entre seus membros e que o GrSII-2 foi composto por crianças que mais fazem uso do AASI. Estes achados podem ser justificados a partir das condições impostas pelo grau da perda auditiva, ou seja, no caso das crianças com perda auditiva de grau leve a moderado, em que o desenvolvimento das habilidades comunicativas pode ser muito similar ao de crianças com audição normal, a dificuldade auditiva pode permanecer imperceptível aos pais por um período de tempo mais longo, sendo percebida muitas das vezes somente na fase escolar (Gierek *et al.*, 2009; Cone *et al.*, 2010; Czechowicz, *et al.*, 2010; Bagatto *et al.*, 2011). Já no caso de crianças com maiores graus de perda auditiva, normalmente, há um maior comprometimento do desenvolvimento da fala e linguagem, fazendo com que a alteração auditiva seja percebida mais precocemente. Há também uma tendência de crianças com graus de perda mais acentuado usarem o AASI por um maior número de horas por dia, se comparadas às crianças com menor grau de perda auditiva, e isso está simplesmente relacionado à necessidade de escuta (Walker *et al.*, 2013; Muñoz *et al.*, 2014).

Em relação aos desempenhos gerais no reconhecimento de palavras e consoantes, como era de se esperar, o GrSII-1 apresentou performances melhores do que o GrSII-2, com valores medianos significativamente maiores para as

variáveis Porcentagem de palavras produzidas corretamente, Porcentagem geral de consoantes produzidas e de consoantes produzidas corretamente e Porcentagem de consoantes produzidas corretamente, de acordo com a classificação silábica das palavras.

A análise geral dos erros realizada individualmente para cada grupo, a partir da MCC, mostrou que as crianças, principalmente do GrSII-2 que possuíam menor audibilidade, confundem principalmente consoantes muito semelhantes entre si quanto às pistas acústicas. A análise também evidenciou que a natureza das substituições está relacionada principalmente com a confusão entre pistas referentes ao ponto de articulação das consoantes, o que também já foi identificado em outros estudos em que indicaram o reconhecimento de fala de deficientes auditivos, apesar de terem utilizado metodologias diferentes (Miller, Nicely, 1995; Magalhães *et al.*, 2007). No geral, a partir da MCC, foi possível visualizar que nos dois grupos as categorias de consoantes que mais tiveram erros no seu reconhecimento foram as mesmas: plosivas, fricativas e líquidas.

Na comparação entre os grupos foi encontrada evidência de diferença entre as porcentagens de erros apenas para o fonema /*l*/ (categoria laterais) e arquifonema /*R*/, sendo as porcentagens desses erros maiores no grupo GrSII-2 (valores-p iguais a 0,065 e 0,081, respectivamente). Na avaliação do tipo de erro - substituição ou omissão - também foi identificado que o GrSII-2 apresentou valores medianos maiores para as variáveis Porcentagem de consoantes substituídas e Porcentagem de consoantes omitidas (valores-p iguais a 0,025 e 0,068, respectivamente).

Os grupos também foram comparados em relação às consoantes com características de ponto e modo articulatorio semelhantes, e para as substituições entre consoantes que mais ocorreram entre os grupos (identificadas a partir da MCC de cada um). Os resultados mostraram que há evidências de que as substituições de /*v*/→/*s*/, /*z*/→/*ʃ*/ e /*ʒ*/→/*ʃ*/ e a omissão de /*l*/ são as únicas que realmente distinguem os desempenhos dos dois grupos, sendo significativamente maiores no grupo GrSII-2 (valores-p ≤ 0,089).

Na comparação entre as categorias de consoantes, as fricativas foram as mais substituídas entre as crianças dos dois grupos. Esses são os sons mais fracos

e agudos do português, fazendo com seja difícil o reconhecimento dos mesmos para um deficiente auditivo (Russo, Behlau, 1993; Hogue, 2014). São sons que possuem áreas de maior intensidade em frequências altas e, como já se sabe, ter audibilidade em frequências altas é de fundamental importância para o reconhecimento e discriminação da fala, já que 95% da energia da fala está concentrada nas frequências até 1000 Hz, entretanto, 95% da inteligibilidade da fala depende das informações acima de 500 Hz (Gerber, 1974). Dessa forma, pode-se concluir que a confusão na tarefa de reconhecimento desses sons, ocorrida principalmente no GrSII-2, pode ter sido influenciada pelas características audiométricas dos sujeitos.

No que diz respeito aos segmentos omitidos, é possível observar que a omissão da consoante líquida /l/ e do arquifonema /R/ são as únicas que tiveram diferenças significativas entre os grupos.

Outro estudo (Longone, Borges, 1998), que também analisou trocas fonêmicas ocorridas na obtenção do IPRF em sujeitos com deficiência auditiva, apesar de ter avaliado adultos, também identificou que a omissão de /l/ estava entre as principais trocas realizadas pelos sujeitos investigados. De acordo com os autores, essa consoante apresenta duração de emissão encurtada e se localiza em região baixa do espectro, se comparada às fricativas, por exemplo, fazendo com que seja um som de difícil percepção para o deficiente auditivo. Quanto ao "r" vibrante, esse também é um som de difícil percepção para essa população, e isso também tem relação com a sua intensidade, por volta de 25dB NA (Russo Behlau, 1993), fazendo com que a sua percepção seja mais difícil principalmente para crianças com piores limiares auditivos, como o GrSII-2.

### **Limitações**

Investigar habilidades de reconhecimento de fala na população infantil com deficiência não é tarefa fácil, mas foi observado que esse desafio foi ainda maior com a utilização de material de fala gravado. Com a utilização desse material, muitas crianças, principalmente crianças com perda auditiva de grau severo, foram excluídas deste estudo por não conseguirem realizar a tarefa proposta. Foi constatado que mesmo crianças capazes de produzir palavras isoladas ou frases

simples na produção de fala expressiva, não conseguiram acompanhar as apresentações das palavras isoladas em mídia digital, apesar de serem capazes de responder às mesmas palavras quando apresentadas à viva voz.

O fato de ter se utilizado palavras com significado, ou seja com pistas linguísticas, pode ter influenciado positivamente os desempenhos das crianças na tarefa de reconhecimento de fala, principalmente no caso das crianças com maior audibilidade. Acredita-se que materiais de fala menos redundantes, teriam sido mais sensíveis e poderiam ter fornecido dados mais representativos da habilidade das crianças para reconhecer pistas acústicas do sinal de fala.

## CONCLUSÃO

A divisão de sujeitos conforme intervalos de SII mostrou-se válida, sendo capaz de agrupar sujeitos que apresentavam características audiológicas semelhantes entre si.

Sujeitos com maiores valores de SII, como as crianças que integraram o GrSII-1 desta pesquisa, podem ter maior tempo de privação sensorial porque possuem valores audiométricos não muito elevados, o que pode fazer com que eles desenvolvam habilidades de fala e linguagem muito similares às de crianças com audição normal, tornando difícil a percepção do *déficit* auditivo pelos próprios pais, como consequência, ocorre a demora da busca do diagnóstico e indicação de aparelho auditivo. Em contrapartida, crianças com menores valores de SII, que também possuem maiores limiares audiométricos, tal como o GrSII-2, são mais dependentes do uso da amplificação sonora para a percepção mais adequada dos sons de fala, fazendo com que elas sejam usuárias mais assíduas do aparelho.

A estratégia de agrupamento de sujeito por intervalo de valores de SII, tal como ocorre para as características audiológicas, também mostrou-se sensível para diferenciar crianças com deficiência auditiva quanto às suas habilidades de reconhecimento de fala.

---

Sujeitos pertencentes à classificação GrSII-1 possuíam melhores, porém, mais heterogêneos resultados para o teste de reconhecimento de fala entre seus componentes, se comparado ao outro grupo analisado. A audibilidade não representa um fator de grande influência sobre o reconhecimento de palavras dessas crianças, e seus desempenhos são mais suscetíveis à influência de outros fatores, como o tempo de privação sensorial. Já no caso do GrSII-2, fica claro que a condição audiométrica é o fator que mais influencia os desempenhos das crianças, sendo que crianças desse grupo tiveram mais erros do que o primeiro grupo, e esses erros foram principalmente para segmentos de fala com baixa energia acústica.

## **4 CONCLUSÃO GERAL**

---

---

Os resultados deste estudo mostraram que a audibilidade para fala, mensurada a partir de valores de SII, tem relação com desempenhos de crianças com deficiência auditiva neurossensorial usuárias de AASI em teste de reconhecimento de fala. No entanto, deve-se levar em consideração que, apesar dessa relação existir, o SII representa apenas quanto do sinal de fala está acessível e útil naquele momento por meio do AASI, sendo incapaz de expressar fatores adversos que podem ter influência sobre o desempenho das crianças em tarefas de fala, como a falta de estimulação auditiva ou característica do material de teste.

## **5 REFERÊNCIAS**

---

Allen JB. Articulation and intelligibility. *Synthesis Lectures on Speech and Audio Processing*. 2005;1(1):1-124.

American National Standards Institute. *Methods for calculation of the Speech Intelligibility Index (S3.5-1997 [R2007])*. New York, NY: Author. 2007.

ANSI S3.5-1. *Methods for Calculation of the Speech Intelligibility Index*. American National Standards Institute, New York. 1997.

Audioscan. *Verifit®User's Guide Version 3.6*. Outubro, 2010.

Bagatto MP, Moodie ST, Malandrino AC, et al. The university of western ontario pediatric audiological monitoring protocol (UWO PedAMP). *Trends Amplif*. 2011;15:57-76.

Bagatto M, Scollie SD, Hyde M, Seewald, R. Protocol for the provision of amplification within the ontario infant hearing program. *Int J Audiol*. 2010;49(1):70-9.

Bass-Ringdahl SM. The relationship of audibility and the development of canonical babbling in young children with hearing impairment. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2010;15(3):287-310.

Boothroyd A. Speech perception test and hearing-impaired children. In: Plant G, Spens KE. *Profound deafness and speech communication*. San Diego: CA Singular; 1995. 345-71.

Boothroyd, A. *Sensory Aids for the Deaf*. In B. J. Jaffe (Ed.), *Hearing Loss in Children: A Comprehensive Text*. Baltimore: University Park Press, 1976.

Boothroyd A. *Thrift a three-interval forced-choice test of speech contrast perception*. New York: Lexiton Center; 1986.

Boothroyd A. *Influencia del Contexto en la Percepción del Lengaje Hablado*. In: Proc. Congreso Internacional de Foniatria, Audiología, Logopedia y Psicología del lenguaje. Universidad Pontificia de Salamanca; 2002.

Boothroyd A, Nittrouer S. Mathematical treatment of context effects in phoneme and word recognition. *J Acoust Soc Am*. 1988;84:101-14.

Bronkhorst AW, Bosman AJ, Smoorenburg GF. A model for context effects in speech recognition. *J Acoust Soc Am*. 1993;93:499-509.

Bussab WO, Morettin PA. *Estatística Básica*. 8a. Edição. Editora Saraiva; 2013.

Camargo Z, Vilarim GS, Cukier S. Parâmetros perceptivo-auditivos e acústicos de longo termo da qualidade vocal de indivíduos disfônicos. *Rev CEFAC*. 2004;6(2): 189-96.

Cavanaugh MCV. *Intervenção precoce na deficiência auditiva: repercussões no desenvolvimento de habilidades auditivas, percepção e produção de fala [tese]*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2013.

- Ching TY, Dillon H, Byrne D. Speech recognition of hearing-impaired listeners: Predictions from audibility and the limited role of high-frequency amplification. *J Acoust Soc Am.* 1998;103:1128-40.
- Cone BK, Wake M, Tobin S, Poulakis Z, Richards FW. Slight- Mild sensorineural hearing loss in children: Audiometric, clinical, and risk factor profiles. *Ear Hear.* 2010; 31:201-12.
- Czechowicz JA, Messner AH, Alarcon-Matutti E, Alarcon J, Quinones-Calderon G, Montano S, Zunt JR. Hearing impairment and poverty: The epidemiology of ear disease in Peruvian schoolchildren. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010;142:272-7.
- Davidson LS, Skinner MW. Audibility and speech perception of children using wide dynamic range compression hearing AIDS. *Am J Audiol American.* 2006;15:141-53.
- Delage H, Tuller L. Language development and mild-to-moderate hearing loss: does language normalize with age? *J Speech Lang Hear Res.* 2007; 50:1300-13.
- Ertmer DJ. Relationships between Speech Intelligibility and Word Articulation Scores in Children with Hearing Loss. *J Speech Lang Hear Res.* 2010;53:1075-86.
- Figueiredo RSL. Processos de Verificação e Validação da Amplificação Sonora em Crianças com deficiência Auditiva: índice de Inteligibilidade de Fala – SII – e Comportamento Auditivo [tese]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2013.
- Fitzpatrick E, Durieux-Smith A, Eriks-Brophy A, Olds J, Gaines R. The impact of newborn hearing screening on communication development. *J Med Screen.* 2007;14:123-31.
- Gama MR. Percepção da fala: uma proposta de avaliação qualitativa. São Paulo: Pancast; 1994.
- Gerber SE. Introductory hearing science. Philadelphia: W.B. Saunders; 1974.
- Gierek T, Gwózdź-Jezińska M, Markowski J, Witkowska M. The assessment of hearing organ of school children in Upper Silesia region. *Int J Ped Otorhinolaryngol.* 2009;73:1644-9.
- Gilbertson M, Kamhi AG. Novel word learning in children with hearing impairment. *J Speech Lang Hear Res.* 1995;38:630-42.
- Gustafson SJ, Pittman AL. Sentence perception in listening conditions having similar speech intelligibility indices. *Int J Audiol.* 2010; 50(1):34-40.
- Han. Methods for robust characterization of consonant perception in hearing-impaired listeners. Ph.D [dissertation]. Urbana-Champaign: University of Illinois, 2011.
- Hansson K, Forsberg J, Löfqvist A, Mäki-Torkko E, Sahlén B. Working memory and novel word learning in children with hearing impairment and children with specific language impairment. *Int J Lang Commun Disord.* 2004;39:401-22.

Helou LF, Novaes BC. Utilização da matriz de confusão na indicação de aparelho de amplificação sonora individual. *Disturb Comun.* 2005;17(2):203-13.

Hogue KL, Junghwa B, von Hapsburg D, Mark H. Speech Cue Weighting in Fricative Consonant Perception in Hearing Impaired Children, 2014. University of Tennessee Honors Thesis Projects. Disponível em: [http://trace.tennessee.edu/utk\\_chanhonoproj/1712](http://trace.tennessee.edu/utk_chanhonoproj/1712).

Hornsby BWY. The speech intelligibility index: what is it and what's it good for? *Hear J.* 2004;57(10):10-7.

Humes LE, Dirks DD, Bell TS, Ahlstrom C, Kincaid GE. Application of the articulation index and the speech transmission index to the recognition of speech by normal-hearing and hearing-impaired listeners. *J Speech Lang Hear Res.* 1986;29(4):447-62.

International Electrotechnical Commission - IEC 675 (1992). Disponível em: <http://www.iec.ch/about/activities/standards.htm>.

International Organization of Standardization - ISO 389-1(1998). Disponível em: <http://www.iso.org/iso/home.html>.

International Organization of Standardization - ISO 389-3 (1994). Disponível em: <http://www.iso.org/iso/home.html>.

International Organization of Standardization - ISO 389-4 (1994). Disponível em: <http://www.iso.org/iso/home.html>.

Jerger J, Speak C, Trammell J. A new approach to speech audiometry. *J Speech Hear Disord.* 1968; 33:318.

Kamm CA, Dirks DD, Bell TS. Speech recognition and the articulation index for normal and hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am.* 1985;77:281-8.

Kennedy CR, McCann DC, Campbell MJ, Law CM, Mullee M, Petrou S, et al. Language ability after early detection of permanent childhood hearing impairment. *N Engl J Med.* 2006;354:2131-41.

Killion MC, Mueller HG. Twenty years later: A new count-the-dots method. *Hear J.* 2010;63:10-2.

Killion MC, Mueller HG, Pavlovic C, Humes L: A is for Audibility. *Hear J.* 1993;46:29-32.

Kutner MH, Nachtsheim CJ, Neter J, Li W. *Applied Linear statistical Models.* McGraw – Hill; 2004.

Longone E, Borges ACC. Principais trocas articulatórias envolvidas na obtenção do índice percentual de reconhecimento de fala em indivíduos portadores de perda auditiva neurosensorial. *Acta AWHO.* 1998;17:186-92.

- Magalhães LA, Cimonari PM, Novaes BCAC. Avaliação de percepção de fala em crianças com deficiência auditiva usuárias de aparelho de amplificação sonora: a questão do instrumento e seus critérios. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2007;12:221-32.
- Magnusson L. Predicting the speech recognition performance of elderly individuals with sensorineural hearing impairment. A procedure based on the speech intelligibility index. *Scand Audiol.* 1996;25(4):215-22.
- McCreery RW. Audibility as a predictor of speech recognition and listening effort [tese]. Lincoln: University of Nebraska; 2011.
- 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.
- McCreery RW, Walker EA, Spratford M. Understanding Limited Use of Amplification in Infants and Children Who Are Hard of Hearing. *SIG 9 Perspectives on Hearing and Hearing Disorders in Childhood.* 2015; 25(1):15-23.
- Miguel JHS, Novaes BCAC. Reabilitação auditiva na criança: adesão ao tratamento e ao uso do aparelho de amplificação sonora individual. *Audiol Commun Res.* 2013;18(3):171-8.
- Miller G, Nicely P. An analysis of perceptual confusions among some English consonants. *J Acoust Soc Am.* 1995;27(2):338-52.
- Młot S, Buss E, Hall JW. Spectral integration and bandwidth effects on speech recognition in school-aged children and adults. *Ear Hear.* 2010;3:56-62.
- Moeller MP. Early Intervention and language development in children Who are deaf and hard of hearing. *Pediatrics.* 2000;106(3): e43-e43.
- Moeller MP, Hoover B, Peterson B, Stelmachowicz P. Consistency of hearing aid use in infants with early-identified hearing loss. *Am J Audiol.* 2009;18(1):14-23.
- Moog JS, Geers AE. Early speech perception test for profoundly hearing impaired children. Saint Louis, Central Instituto for Deaf; 1990.
- Moore JK, Linthicum FH Jr. The human auditory system: A timeline of development. *Int J Audiol.* 2007; 46:460-78.
- Mueller HG, Killion MC. An easy method for calculating the articulation index. *Hear J.* 1990;43(9):14-7.
- Muñoz K, Preston E, Hicken S. Pediatric hearing aid use: How can audiologists support parents to increase consistency? *J Am Acad Audiol.* 2014; 25(4):380-7.
- Nittrouer S, Boothroyd A. Context effects in phoneme and word recognition by young children and older adults. *J Acoust Soc Am.* 1990;87:2705-15.
- Nobre JS, Singer JM. Residual analysis for linear mixed models. *Biom J.* 2007;49:863-75.

- Northern JL, Dows MP. Hearing in Children. 3a.ed. Williams & Wilkins: Baltimore; 1984. 89.
- Novaes BCAC, Mendes B. Habilitação Auditiva: intervenção em bebês e crianças pequenas. Tradado de Otorrinolaringologia. São Paulo: Roca; 2011; 371-80.
- Novaes BCAC, Versolato-Cavanaugh MC, Figueiredo RSL, Mendes BCA. Fatores determinantes no desenvolvimento de habilidades comunicativas em crianças com deficiência auditiva. J Soc Bras Fonoaudiol. 2012;24(4):335-41.
- Pavlovic CV. Speech spectrum considerations and speech intelligibility predictions in hearing aid evaluations. J Speech Hear Disord. 1989;54(1):3-8.
- Pavlovic CV, Studebaker GA, Sherbecoe RL. An articulation index based procedure for predicting the speech recognition performance of hearingimpaired individuals. J Acoust Soc Am. 1986;80(1):50-7.
- Pittman AL, Stelmachowicz PG, Lewis DE, Hoover BM. Spectral Characteristics of Speech at the Ear: Implications for Amplification in Children. J Speech Lang Hear Res. 2003;46:649-57.
- Russo ICP, Behlau M. Percepção da fala: análise acústica do português brasileiro. São Paulo: Editora Lovise; 1993.
- Scollie SD. DSL version v5.0: Description and early Results in children. AudiologyOnline. 2007. Disponível em: <http://www.audiologyonline.com/articles/dsl-version-v5-0-description-959>. Acesso em 10 de Dezembro de 2015.
- Scollie SD. Children's speech recognition scores: the speech intelligibility index and proficiency factors for age and hearing level. Ear hear. 2008;29(4):543-56.
- Seiva AS, Momensohn-Santos TM, Fortes CC, Queiroz DS. Desempenho de indivíduos no teste do índice de reconhecimento de fala à viva voz e com fala gravada. Distúrb Comun. 2012;24(3):351-8.
- Shepard RN. Psychological representation of speech sounds. In: David EE, Denes PB. [Eds], Human Communication: A Unified View. New York: McGraw-Hill, 1972.
- Sherbecoe RL, Studebaker GA. Audibility-index predictions of normal hearing and hearing-impaired listeners' performance on the connected speech test. Ear Hear. 2003;24(1):71-88.
- Sherbecoe RL, Studebaker GA. Supplementary formulas and tables for calculating and interconverting speech recognition scores in transformed arcsine units. Int J Audiol. 2004;43:442-8.
- Silman S, Silverman CA. Auditory diagnosis: principles and applications. San Diego, CA: Singular; 1997.
- Silva TC. Fonética e fonologia do português: roteiro de estudos e guia de exercícios. Contexto; 2014.

Silva RCL, Bevilacqua MC, Mitre EI, Moret ALM. Teste de percepção de fala para palavras dissílabas. *Rev CEFAC*. 2004;6(2):209-14.

Sininger YS, Grimes A, Christensen E. Auditory development in early amplified children: factors influencing auditory-based communication outcomes in children with hearing loss. *Ear Hear*. 2010;31(2):166-85.

Stelmachowicz PG, Hoover BM, Lewis DE, Kortekaas RW, Pittman AL. The relation between stimulus context, speech audibility, and perception for normal-hearing and hearing-impaired children. *J Speech Lang Hear Res*. 2000;43(4):902-14.

Stelmachowicz PG, Pittman AL, Hoover BM, Lewis DE. Novel-word learning in children with normal hearing and hearing loss. *Ear Hear*. 2004;25:47-56.

Stiles DJ, Bentler RA, McGregor KK. The speech intelligibility index and the pure-tone average as predictors of lexical ability in children fit with hearing aids. *J Speech Lang Hear Res*. 2012;55:764-78.

Studebaker GA. A "rationalized" arcsine transform. *J Speech Lang Hear Res*. 1985;28(3):455-62.

Studebaker GA, Gray GA, Branch WE. Prediction and Statistical Evaluation of Speech Recognition Test Scores. *J Am Acad Audiol*. 1999;10:355-70.

Studebaker GA, McDaniel DM, Sherbecoe RL. Evaluating relative speech recognition performance using the proficiency factor and rationalized arcsine differences. *J Am Acad Audiol*. 1995;6:173-82.

Studebaker GA, Sherbecoe RL. Frequency-importance and transfer functions for recorded CID W-22 word lists. *J Speech Lang Hear Res*. 1991;34(2):427-38.

Studebaker GA, Sherbecoe RL. Intensity-importance functions for bandlimited monosyllabic words. *J Acoust Soc Am*. 2002;111:1422-36.

Studebaker GA, Sherbecoe RL, Gilmore C. Frequency-importance and transfer functions for the Auditec of St. Louis recordings of the NU-6 word test. *J Speech Lang Hear Res*. 1993;36(4):799-807.

Tantibundhit C, Onsuwan C, Saimai T, Saimai N, Thatphithakkul S, Chootrakool P, et al. Perceptual representation of consonant sounds in Thai. In *Interspeech*. 2011; 3193-6.

Tuller L, Jakubowicz C. Développement de la morphosyntaxe du français chez des enfants sourds moyens [Morphosyntactic development of French in children with moderate hearing loss]. *Le Langage et l'Homme: Logopédie, Psychologie, Audiologie* 2004;14:191-207.

Wake M, Poulakis Z, Hughes EK, Carey-Sargeant C, Rickards FW. Hearing impairment: a population study of age at diagnosis, severity, and language outcomes at 7–8 years. *Arch Dis Child*. 2005;90:238-44.

---

Walker EA, Spratford M, Moeller MP, Oleson J, Ou H, Roush P, Jacobs S. Predictors of hearing aid use time in children with mild-to-severe hearing loss. *Lang Speech Hear Serv Sch*. 2013;44(1):73-88.

Werner LA. Issues in Human Auditory Development. *J Commun Disord*. 2007;40(4):275-83.

Winer BJ, Brown DR, Michels KM. *Statistical Principles in Experimental Design*. Vol. 2. New York: McGraw-Hill; 1991.

Wong LLN, Ho AHS, Chua EWW, Soli SD. Development of the Cantonese speech intelligibility index. *J Acoust Soc Am*. 2007;121:2350-61.

Zanichelli L, Gil D. Porcentagem de consoantes corretas (PCC) em crianças com e sem deficiência auditiva. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2011;23:107-13.



## Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Caro(a) Senhor(a),

Eu, Nayara Thais de O. Costa, fonoaudióloga, aluna do curso de Doutorado em Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, irei desenvolver uma pesquisa cujo o objetivo é: Caracterizar as habilidades de percepção e produção de fala, especificamente de fonemas consonantais, em crianças com deficiência auditiva, analisar a relação entre elas e pesquisar as variáveis envolvidas.

Convido sua criança a participar desta pesquisa, que é voluntária e na qual serão realizados os seguintes procedimentos:

- Análise do prontuário;
- Pesquisa da percepção de fala por meio de material gravado: este procedimento será realizado dentro de uma cabina e a criança ouvirá uma lista de palavras que deverá repetir da maneira que entender.

Essas avaliações não oferecem riscos, mas a criança poderá sentir-se cansada, entretanto, receberá tantas interrupções quanto desejar durante a sessão de testes.

Não existe outra forma de obter dados com relação ao procedimento em questão e que possa ser mais vantajoso.

Informo que o Sr(a) tem a garantia de acesso, em qualquer etapa do estudo, sobre qualquer esclarecimento de eventuais dúvidas.

Também é garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo.

Garanto que as informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum dos participantes.

O Sr(a) tem o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas e caso seja solicitado, darei todas as informações que solicitar.

Não existirão compensações pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Eu me comprometo a utilizar os dados coletados somente para pesquisa e os resultados serão veiculados através de artigos científicos em revistas especializadas e/ou em encontros científicos e congressos, sem nunca tornar possível a identificação da criança.

Dessa forma, se o senhor(a) concordar com as informações escritas a seguir, preencha seus dados abaixo para autorizar a permissão de seu filho(a) na pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo em questão.

Eu discuti com a fonoaudióloga Nayara Thais de O. Costa pessoalmente sobre a minha decisão. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Ficou claro também que a participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso aos resultados e de esclarecer minhas dúvidas a qualquer tempo. Permito que meu filho(a) participe deste estudo e sei que poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Nome da criança participante: \_\_\_\_\_

Nome completo do pai/responsável: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Fone: ( ) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pai/responsável

\_\_\_\_\_  
Nayara Thais de Oliveira Costa  
Pesquisadora Responsável



**ANEXO A - Lista de palavras gravadas**

Monossílabos	Dissílabos	Trissílabos
1. Boi	1. Amor	1. Abelha
2. Cal	2. Bola	2. Banana
3. Cão	3. Capuz	3. Boneca
4. Chá	4. Disco	4. Cachorro
5. Dor	5. Gola	5. Cadeira
6. Faz	6. Faca	6. Caderno
7. Gaz	7. Gasto	7. Chiclete
8. Gim	8. Hora	8. Coleira
9. Ler	9. Ilha	9. Estrela
10. Mel	10. Gelo	10. Formiga
11. Mil	11. Lago	11. Fumaça
12. Nu	12. Mesa	12. Garoto
13. Rir	13. Nariz	13. Garrafa
14. Rol	14. Onça	14. Igreja
15. Sol	15. Poste	15. Janela
16. Tem	16. Queijo	16. Laranja
17. Tio	17. Rato	17. Macaco
18. Tom	18. Senhor	18. Natação
19. Vai	19. Tela	19. Palhaço
20. Trem	20. Unha	20. Pintura
21. Pão	21. Vento	21. Sapato
22. Lua	22. Chuva	22. Tesoura
23. Flor	23. Carro	23. Tomate
24. Ovo	24. Zona	24. Vermelho
25. Uva	25. Oito	25. Zelador

**Fonte:** produzida no Instituto de Estudos Avançados da Audição – IEAA

	R	E	p	t	k	b	d	g	f	s	ʃ	tʃ	v	z	ʒ	dʒ	m	n	ɲ	l	λ	r	R	{s}	{r}	{∅}	Total
R																											
E																											
p																											p
t																											t
k																											k
b																											b
d																											d
g																											g
f																											f
s																											s
ʃ																											ʃ
tʃ																											tʃ
v																											v
z																											z
ʒ																											ʒ
dʒ																											dʒ
m																											m
n																											n
ɲ																											ɲ
l																											l
λ																											λ
r																											r
R																											R
{s}																											{s}
{r}																											{r}

Fonte: Adaptado de Heiou e Novaes (2005)  
 Legenda: E = estímulo / R = resposta

Total de consoantes: \_\_\_\_\_  
 Acertos: \_\_\_\_\_  
 Substituições: \_\_\_\_\_  
 Omissões: \_\_\_\_\_

% de Acertos: \_\_\_\_\_  
 % de Substituições: \_\_\_\_\_  
 % de Omissões: \_\_\_\_\_