

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBIOS DA  
COMUNICAÇÃO HUMANA**

**NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E USO DAS ROTAS  
DE LEITURA E ESCRITA EM ESCOLARES  
DE SANTA MARIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Juliana Feitosa dos Santos**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2012**

**NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E USO DAS ROTAS  
DE LEITURA E ESCRITA EM ESCOLARES  
DE SANTA MARIA**

**Juliana Feitosa dos Santos**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, área de concentração em Audição: diagnóstico, habilitação e reabilitação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial do grau de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lilian Seligman

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Paula Ramos de Souza

Santa Maria, RS, Brasil

2012

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação  
Humana**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E USO DAS ROTAS DE LEITURA E  
ESCRITA EM ESCOLARES  
DE SANTA MARIA**

elaborada por  
**Juliana Feitosa dos Santos**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Lilian Seligman, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)  
(Presidente/Orientadora)**

---

**Ana Paula Ramos de Souza, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)  
(Co-orientadora)**

---

**Ângela Garcia Rossi, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)  
(1<sup>o</sup> Membro)**

---

**Adriane Texeira, Dr<sup>a</sup>. (UFRGS)  
(2<sup>o</sup> Membro)**

Santa Maria, 01 de março de 2012.

## **DEDICATÓRIA**

**A Deus,  
porque Dele, por Ele e para Ele  
são todas as coisas.  
A Ele toda honra e glória.**

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

A Deus, pois ainda que imenso, pelo poder de sua graça atua na minha vida de maneira pessoal.

Aos meus pais José Antônio Santos e Tânia Feitosa pela instrução, paciência, confiança e disposição para transformar os meus sonhos em oportunidades. Amo vocês.

Às minhas irmãs Jinny Késsia e Jackeline Santos que fazem com que o bom da vida seja poder voltar. Que todos os meus planos daqui para frente tenham vocês por perto.

À minha avó Lalia Feitosa pelos valores da simplicidade.

Ao Pr. César Pereira e Miss. Cláudia Cristiane todo meu respeito e estima. Agradeço pela maneira tão bondosa com que dedicaram seu tempo para prontamente me ajudar.

À Cecília Galvão, Hellen e Karin Landrino, Lenita Quevedo, Márcio Gross, Regiane Cristine, Rúbia Zancan e Suzi Landenberger. Que não haja distância entre nós e que Deus preserve a nossa amizade por toda vida.

## AGRADECIMENTOS

À Profª Drª Lilian Seligman, agradeço imensamente pelas suas contribuições neste trabalho. Nessa dissertação manifestam-se sua disponibilidade, intenção, força e incentivo a excelência. Minha gratidão pelo grande aprendizado, sobretudo, a respeito da vida.

À Profª Drª Ana Paula Ramos de Souza pelas propostas, participação competente e autenticidade concedida a esta pesquisa. Tenho sincera admiração pelo seu compromisso com a profissão e considero um privilégio a possibilidade de ter sido orientada por você.

Agradeço a Profª Drª Ângela Garcia Rossi que foi tão sensível a todas as dificuldades que surgiram. Suas ações são demonstrações de profissionalismo e humanidade.

À Profª Drª Márcia Keske-Soares, sua generosidade no momento em que as circunstâncias tornaram necessário desistir, me fez acreditar que era possível contornar e continuar. Sou eternamente grata.

À Profª Drª Tânia Tochetto pelo delinear deste projeto e as primeiras experiências no mestrado.

Às instituições de ensino, os pais e as crianças que aceitaram fazer parte deste trabalho. Obrigado pela recepção e voluntariedade.

À colaboração do Laboratório de Engenharia Acústica da UFSM, na pessoa do Prof. Dr. Sthepan Paul e a atuação de Dyhonatan Willian e Raquel Rocha pela realização das mensurações acústicas.

Ao Departamento de transporte da UFSM, representado pela participação de Luiz e Sr. José.

Aos membros da comissão examinadora, Profª Drª Adriane Texeira e Profª Drª Ângela Garcia Rossi, suas observações foram de grande valor científico.

Ao Prof. Dr. Luis Felipe Dias Lopes pelo tratamento estatístico dos dados da pesquisa.

À coordenação da pós-graduação, particularmente, Adriana Ribas, pelas ações dispensadas.

Ao Marcos Alves pelas palavras de encorajamento, feliz convivência e amizade. Por mérito que haja tempo para o *“dolce far niente”*.

À minha tia Carminha Santos pela sensibilidade e apoio com que atende as minhas demandas.

À Tainara Weich, Bruna Schirmer, Diéssica Vargas, Mariana Flores, Michelle Difante, Simone Luiz, pela amizade e cooperação no decorrer da pós-graduação.

Às fonoaudiólogas Bruna Gonçalves, Clair Vieira, Dayane Didone, Geovana Bolzan, Joziane Lima, Letícia Knust, Mara Christmann e Paula Marchetti pela cordialidade em todo este tempo.

A todas as pessoas especiais do grupo Farol (UFSM) que tive a grata satisfação de conhecer. Em especial, Alinne Campos, Fernanda Campos, Guilherme Weber, Jefferson Acunha, Kelen Redlich, Marco Antônio, Micaela Sena, Ramon Marchiori, Vicky Martini e Tatiana Landenberger. Obrigado pela hospitalidade, conversas, afinidades, tempo e vida. O Sul seria frio se não houvesse vocês. Seguramente vocês foram a melhor parte.

Também agradeço de modo especial a Astrid Bandeira, Bruno Medeiros, Cecília Conserva, Elany Duarte, Isabel Cristina, Luzicarla Moraes, Henery Lopes, Keila Carneiro, Maria Alice, Perla Sonaly, Rafael Adornes, Fernanda e Renata Santos, Silvia Souza, Soraya Farias e Telma Batista. Que Deus recompense publicamente, o que em secreto fizeram por mim.

A todos aqueles que pela formalidade do discurso não puderam ser citados, mas que em essência devo gratidão.

“O barulho é a tortura do homem de pensamento.”

Arthur Schopenhauer

## RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana

Universidade Federal de Santa Maria

### **NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E USO DAS ROTAS DE LEITURA E ESCRITA EM ESCOLARES DE SANTA MARIA**

AUTORA: JULIANA FEITOSA DOS SANTOS

ORIENTADORA: LILIAN SELIGMAN

CO-ORIENTADORA: ANA PAULA RAMOS DE SOUZA

Local e Data da Defesa: Santa Maria, 01 de março de 2012.

Esta dissertação teve como proposta de estudo compreender as possíveis relações entre exposição a níveis de pressão sonora elevados, processamento auditivo e desempenho nas rotas de leitura e escrita, visto que crianças que estão adquirindo tais habilidades, em meio a um ambiente acústico inadequado, são propensas a dificuldades no processamento da linguagem escrita. Nesse contexto, a investigação foi conduzida pela integração dos conhecimentos da Acústica, Audiologia e Neuropsicologia em aquisição de linguagem escrita. Os procedimentos realizados incluíram medições acústicas, avaliação auditiva que incluiu a inspeção do meato acústico externo, audiometria tonal e vocal, imitancimetria, e para o processamento auditivo realizou-se o teste dicótico de dissílabos alternados (SSW). A avaliação da linguagem escrita incluiu a leitura e escrita de palavras isoladas para análise do uso das rotas fonológica e lexical. Os resultados das mensurações acústicas realizadas por meio de dosímetro em quatro escolas de Santa Maria – RS, dividiu a amostra de 87 crianças do 3º e 4º anos do ensino fundamental, na faixa etária de oito a dez anos, em dois grupos – expostos (17 crianças) e não expostos (70 crianças) a níveis maiores que 80dB(A). A amostra com limiares auditivos normais foi distribuída em dois grupos: um de 38 crianças sem alterações e outro de 49 crianças com alterações imitanciométricas. Os resultados demonstraram que crianças expostas a níveis de pressão sonora elevados são prejudicadas no uso das rotas fonológica e lexical na leitura e escrita, ainda que tais alterações não tenham sido evidenciadas em diferenças significativas no teste de processamento auditivo entre o grupo não exposto e exposto. Pode se inferir, portanto, que o ruído prejudica o processamento da leitura e escrita, e tornam-se necessárias ações preventivas com a finalidade de evitar prejuízos aos escolares em suas habilidades acadêmicas e sociais.

**Palavras-Chaves:** Níveis de Pressão Sonora. Processamento Auditivo. Rota Fonológica. Rota Lexical. Leitura. Escrita.

## **ABSTRACT**

Master's Degree Dissertation  
Post Graduation Program in Human Communication Disorders  
Federal University of Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **SOUND PRESSURE LEVEL AND USE OF ROUTES OF READING AND WRITING IN STUDENTS FROM SANTA MARIA**

AUTHOR: JULIANA FEITOSA DOS SANTOS  
ADVISOR: LILIAN SELIGMAN  
CO-ADVISOR: ANA PAULA RAMOS DE SOUZA

Date and Place of Defense: Santa Maria, March 1th, 2012.

The purpose of this dissertation was to understand the possible relationships among exposure to high sound pressure levels, auditory processing, and performance in the routes of reading and writing, having in mind that children who are acquiring such abilities, into an improper acoustic environment, have tendency to have writing processing difficulties. In this context, this investigation was conducted through the integration among the knowledge of Acoustics, Audiology, and Neuropsychology in the acquisition of writing language. The accomplished procedures were acoustic measures, auditory evaluation, which include the inspection of the external auditory canal, vocal and pure-tone audiometry, imitanciometry, and for the auditory processing, the Staggered Spondaic Words (SSW) test was performed. The writing evaluation included reading and writing isolated words to analyze the use of the lexical and phonological routes. The results of the acoustic measurements through the dosimeter in four schools in Santa Maria, RS, Brazil divided the sample of 87 children of 3 and 4 years old of primary school, aged eight to ten years, into two groups – exposed (17 children) and not exposed (70 children) to levels higher than 80dB(A). The sample with normal auditory threshold was also separated in groups with 38 children without changes in acoustic immittance measurements and 49 with changes. The results showed that the children who were exposed to high sound pressure levels are damaged to use the lexical and phonological routes in reading and writing, even if such alterations were not evidenced with significant differences in the auditory processing test, between the exposed and not exposed groups. It is possible to infer, however, that the noise affects the reading and writing processing, and preventive actions are necessary to avoid trouble to the students related to their academic and social abilities.

**Key-words:** Noise. Auditory Processing. Phonological Route. Lexical Route. Reading. Writing.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Modelo de Dupla Rota com leitura de palavras e pseudopalavras de Ellis e Young (1996) e Ellis (1995) adaptado por Salles (2005).....	64
FIGURA 2 - Modelo de Dupla Rota com escrita de palavras e pseudopalavras sob ditado de Ellis e Young (1996) e Ellis (1995) adaptado por Salles (2005).....	65
FIGURA 3 - Organograma .....	79

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

QUADRO 1 - Estrato da amostragem selecionada.....	76
QUADRO 2 – Distribuição quanto ao número de crianças da amostra .....	77
QUADRO 3 - Critério de normalidade da análise quantitativa e qualitativa do SSW .....	83
<b>ARTIGO 1</b> – Exposição a níveis de pressão sonora em sala de aula e teste SSW em escolares de 3º e 4º ano do Ensino Fundamental .....	89
QUADRO 1 - Critério de normalidade da análise quantitativa e qualitativa do teste SSW .....	97
QUADRO 2 - Mensuração dos níveis de pressão sonora em salas de aula .....	99
TABELA 1- Distribuição dos desvios padrão, médias, valores mínimos e máximos em função das condições DC, EC e total de acertos para os grupos sem alterações imitanciométricas, expressos em porcentagem de acertos (%).....	99
TABELA 2 -Distribuição dos desvios padrão, médias, valores mínimos e máximos em função das condições DC, EC e total de acertos para os grupos com alterações imitanciométricas, expressos em porcentagem de acertos(%).....	100
TABELA 3 - Distribuição da análise quantitativa no teste SSW das crianças sem alterações imitanciométricas (n=38) segundo a exposição a níveis sonoros .....	100
TABELA 4 - Distribuição da análise quantitativa no teste SSW das crianças com alterações imitanciométricas (n=49) segundo a exposição a níveis sonoros.....	101
TABELA 5 - Distribuição da análise qualitativa (subperfis) no teste SSW das crianças quanto às características imitanciométricas segundo a exposição a níveis sonoros .....	102
<b>ARTIGO 2</b> -Análise comparativa do desempenho em leitura e escrita de crianças expostas e não expostas a níveis elevados de pressão sonora .....	113
TABELA 1 - Desempenho em rota fonológica e exposição a níveis de pressão sonora .....	125
TABELA 2 - Desempenho em rota lexical e exposição a níveis de pressão sonora .....	126
TABELA 3 – Desempenho na rota fonológica em crianças de 3ª e 4ª ano .....	127
TABELA 4 - Desempenho na rota lexical em crianças de 3ª a 4ª ano.....	128

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANSI – *American National Standards Institute*  
CCS – Centro de Ciências da Saúde  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CNS – Conselho Nacional de Saúde  
dB – Decibel  
DPA – Desordem do processamento auditivo  
DSM-IV – Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais  
GAP – Gabinete de projetos  
HD – Hemisfério direito  
HE – Hemisfério esquerdo  
HUSM – Hospital Universitário de Santa Maria  
IPRF – Índice Percentual de Reconhecimento de Fala  
Lavg – (*Average Level*) nível médio sonoro  
LRF - Limiar de Reconhecimento de Fala  
NA – Nível de apresentação  
NBR – Norma Brasileira  
NPS – Nível de Pressão Sonora  
NPS máx - Nível de Pressão Sonora Máximo  
NR – Norma regulamentadora  
OD – Orelha direita  
OE – Orelha esquerda  
OM – Orelha média  
OMS - Organização Mundial de Saúde  
OSHA – *Occupational Safety and Health Administration*  
P<sub>300</sub> - Avaliação Eletrofisiológica de Longa Latência do Potencial Cognitivo P<sub>300</sub>  
SAS - *Statistical Analysis System*  
SNC – Sistema Nervoso Central  
SNAC – Sistema Nervoso Auditivo Central  
S/R- Sinal/Ruído  
TDCL - Teste de Desempenho Cognitivo – Linguístico

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Anamnese .....	181
APÊNDICE B – Método de alfabetização .....	183
APÊNDICE C - Carta aos pais.....	185

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Termo de consentimento livre e esclarecido .....	189
ANEXO B – Termo de assentimento .....	193
ANEXO C - Autorização da instituição .....	195
ANEXO D - Termo de confidencialidade .....	197
ANEXO E - Protocolo de registro de avaliação audiológica – Audiograma e Timpanograma .....	199
ANEXO F- Protocolo de avaliação do processamento auditivo – SSW, adaptado para o português brasileiro (dissílabos alternados) ...	201
ANEXO G – Avaliação da leitura de palavras isoladas (SALLES, 2001; SALLES; PARENTE, 2002a) .....	203
ANEXO H - Avaliação da escrita de palavras isoladas – forma de apresentação do ditado (parte do IDT, adaptado por SALLES, 2005) .....	205

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	31
2.1 <b>Conceitos básicos em anatomofisiologia da audição periférica e central</b> .....	31
2.2 <b>Aspectos físicos e psicoacústicos do som em sala de aula: efeito na audição</b> .....	32
2.3 <b>Processamento auditivo típico e atípico</b> .....	36
2.3.1 <b>A avaliação do processamento auditivo</b> .....	41
2.4 <b>Efeitos do ruído no processamento auditivo</b> .....	45
2.5 <b>Desordens no processamento auditivo e seus efeitos na aquisição de leitura e escrita</b> .....	52
2.5.1 <b>Teste SSW e suas relações com a aprendizagem</b> .....	59
2.6 <b>Modelo de Dupla Rota de leitura e escrita e possíveis efeitos do DPA</b>	62
<b>3 MATERIAL E MÉTODO</b> .....	75
3.1 <b>Delineamento da pesquisa</b> .....	75
3.2 <b>Aspectos bioéticos</b> .....	75
3.3 <b>Amostra</b> .....	76
3.3.1 <b>Formação das propostas de estudo</b> .....	78
3.4 <b>Materiais e procedimentos</b> .....	80
<b>4 ARTIGOS</b> .....	89
4.1 <b>ARTIGO 1- Exposição a níveis de pressão sonora em sala de aula e teste SSW em escolares de 3º e 4º ano do Ensino Fundamental</b> ....	89
<b>Resumo</b> .....	89
<b>Abstract</b> .....	91
<b>Introdução</b> .....	92
<b>Material e métodos</b> .....	94
<b>Resultados</b> .....	99
<b>Discussão</b> .....	103
<b>Conclusão</b> .....	108
<b>Referências bibliográficas</b> .....	109
4.2 <b>ARTIGO 2 – Análise comparativa do desempenho em leitura e escrita de crianças expostas e não expostas a níveis elevados de pressão sonora</b> .....	113
<b>Resumo</b> .....	113
<b>Abstract</b> .....	115
<b>Introdução</b> .....	116
<b>Material e métodos</b> .....	119
<b>Resultados</b> .....	125
<b>Discussão</b> .....	129
<b>Conclusão</b> .....	134

<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>135</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>139</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>155</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>157</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>179</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>181</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>183</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>185</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>187</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>189</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>193</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>195</b>
<b>ANEXO D .....</b>	<b>197</b>
<b>ANEXO E .....</b>	<b>199</b>
<b>ANEXO F .....</b>	<b>201</b>
<b>ANEXO G .....</b>	<b>203</b>
<b>ANEXO H .....</b>	<b>205</b>

## INTRODUÇÃO

É notório que o mundo moderno trouxe benefícios com os avanços tecnológicos, entretanto, parte desses processos veio acrescido de agentes nocivos à saúde e ao bem-estar dos indivíduos.

A poluição sonora tem sido fonte de investigação desde tempos remotos. Todavia, o debate em torno do tema permanece pela necessidade de se encontrar estratégias que conciliem o progresso da sociedade com o consequente excesso de ruído ambiental, sobretudo, em favor da saúde humana (MORATA; ZUCKI, 2005).

Na escola, o ruído ambiental, quando em níveis elevados, pode agir de forma nociva ao se misturar com os recursos pedagógicos convencionais, dificultando a comunicação e o desenvolvimento do processo de aprendizagem (SEEP et al., 2002; STANSFELD; MATHESON, 2003; FIORINI, 2004). Conforme estudos realizados, esta exposição afeta a atenção e concentração dos escolares em sala de aula, provoca baixa produtividade, além de impedir a comunicação adequada entre professor e aluno (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004). Também é evidenciado na literatura que os níveis de ruído em sala de aula ultrapassam o nível máximo de pressão sonora de 35dB, recomendado pela *American National Standards Institute* (ANSI S12.60, 2002).

Crianças que estão adquirindo a habilidade em leitura e escrita são propensas a prejuízos em sua alfabetização por não conseguirem entender o que lhes é dito, podendo ser consideravelmente prejudicadas no processamento da informação, em meio a um ambiente acústico inadequado. Levando em conta que alterações auditivas, como as patologias de orelha média, nesta fase da vida são comuns e quase sempre passam despercebidas, adicionadas a níveis de pressão sonora elevados em sala de aula, tornam o problema ainda mais complexo. Se essas crianças possuem um déficit auditivo ou desordens do processamento auditivo, mesmo que sejam leves, quando não assistidas apresentarão dificuldades significativas com danos irreversíveis em um futuro próximo (ALMEIDA; SANTOS, 2003; PUPO; BARZAGH, 2009).

Portanto, torna-se imperativo para se desenvolverem as habilidades de leitura e escrita, que as crianças em processo de alfabetização tenham integridade auditiva

e um espaço sem poluição sonora, pois, como estão adquirindo vocabulário, diante de um ambiente com ruído intenso não conseguem fazer uso de inferência para completar as palavras pelo contexto (MENDONÇA, 2002; CANONGIA, 2005).

De forma genérica, os acessos ao significante e ao significado para uma leitura competente são obtidos através de dois processos ou rotas: um indireto, envolvendo a mediação fonológica (rota fonológica) e um direto, que não envolve a estratégia fonológica (rota visual-lexical). Tais habilidades são fundamentais no desenvolvimento da alfabetização. Quando a palavra é ouvida ou lida, a sua forma pode ou não estar previamente armazenada no léxico. Se as palavras já estiverem armazenadas no léxico, não são mais novas, podem ser ativadas, ou seja, lidas pela rota lexical. Caso contrário, por intermédio da rota fonológica, as palavras novas ou pseudopalavras devem ser construídas por meio de um processo de conversão grafema-fonema que envolve um sistema de análise auditiva e, posteriormente, a integração no léxico auditivo, para ser disponibilizada e ativada no futuro (CAPOVILLA; MACEDO; CHARIN, 2002).

Conhecer o desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita em crianças no início da escolarização é um requisito essencial para o delineamento de instrumentos de avaliação e de identificação de dificuldades, além de fornecer subsídios para as ações de ensino e de intervenção eficazes. Salles (2005) refere que são múltiplos os enfoques nessa área e propõe o modelo de Dupla Rota na abordagem da leitura e escrita.

Diante das circunstâncias acima citadas, questiona-se: níveis de pressão sonora elevados em sala de aula prejudicam a saúde auditiva e o uso das rotas em leitura e escrita por crianças?

O presente estudo se propõe a analisar a presença de níveis de pressão sonora elevados em sala de aula e suas relações com a audição infantil e a leitura e escrita nos aspectos que correspondem à rota fonológica e lexical. Tem como finalidade contribuir para o desenvolvimento de ações que colaborem para o pleno desenvolvimento da aprendizagem em escolares.

Deste modo, este estudo justifica-se por se acreditar que o conhecimento dos níveis de pressão sonora elevados na escola, quando relacionados aos efeitos sobre a audição e aprendizagem, poderá contribuir para o desenvolvimento de estratégias de prevenção, indicando ações modificadoras necessárias ao sucesso educacional do aluno.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Considerando a temática desta dissertação, será realizada uma breve explanação da anatomia e fisiologia do sistema auditivo periférico e central, bem como dos conceitos básicos adotados na Física e Psicoacústica, a fim de propiciar a compreensão da exposição sonora em sala de aula e seus efeitos no processamento auditivo, e na aquisição da leitura e escrita dos escolares. Para falar sobre estas relações o marco teórico escolhido foi concepção neuropsicológica de linguagem.

### **2.1 Conceitos básicos em anatomofisiologia da audição periférica e central**

É fundamental descrever a anatomofisiologia da orelha para esclarecer os mecanismos de recepção de ondas sonoras, a discriminação de frequências e a transmissão de informações para o Sistema Nervoso Central (SNC) (GUYTON; HALL, 1998), de modo a facilitar a compreensão dos aspectos relacionados ao som e às implicações de alterações sobre o Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC).

A anatomofisiologia do sistema auditivo pode ser didaticamente classificada em periférica e central. O sistema periférico é constituído pela orelha externa (coleta e direciona a energia sonora mecânica para o meato acústico externo), orelha média (OM) (amplifica o som através dos três ossículos – martelo, bigorna e estribo – em seguida, conduz o som para a orelha interna ao vibrar a membrana timpânica) e orelha interna (promove a transdução sonora dos impulsos mecânicos em elétricos). Uma vez que a orelha interna tenha realizado a transdução da energia sonora, transformando em estímulos nervosos específicos para o nervo vestibulo-coclear (VIII par craniano), este conduzirá os estímulos via tronco encefálico, na transição entre a medula oblonga e ponte, com a finalidade de atingir os núcleos cocleares, que inclui tronco cerebral, vias sub-corticais e córtex auditivo (recebe, analisa e programa a resposta) (BENTO; MINITI; MARONE, 1998; BALDO, 1999).

Resumidamente, o estímulo do nervo auditivo segue para o SNC e ao ser conduzido ao nível da parte superior do bulbo, onde se encontra o colículo caudal e o corpo geniculado medial, é direcionado ao centro cortical localizado no giro temporal transversal e superior. É nos centros corticais da audição que se consuma o fenômeno consciente da sensação sonora e a audição passa a ter significado (GUYTON; HALL, 1998; ERHART, 2000).

## **2. 2 Aspectos físicos e psicoacústicos do som em sala de aula: efeito na audição**

O som é o resultado do movimento ordenado e vibratório de partículas materiais que se propagam em meios elásticos através da oscilação em torno de uma posição de equilíbrio (pressão sonora expressa em *Pascal*, Pa). O fenômeno de audição é resultado de uma complexa série de eventos em que essa energia sonora é transmitida de forma harmônica ou não (BENTO; MINITI; MARONE, 1998).

No final dos anos 70, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) definiu o ruído como um fenômeno acústico dissonante ou anárquico, aperiódico e indesejável; uma mistura de sons cujas frequências diferem entre si por valor inferior à habilidade de discriminação em frequência da orelha (ABNT, 1978). O ruído foi conceituado como um sinal acústico aperiódico, originado da superposição de vários movimentos de vibração com diferentes frequências que não apresentam relação entre si (FELDMAN; GRIMES, 1985). Os sons têm o potencial de serem descritos como ruídos, no entanto, o ruído tem uma classificação subjetiva, sendo distinguido no que se refere a ser agradável ou indesejável (RUSSO, 1997).

O nível de pressão sonora (NPS, em inglês, *SPL-Sound Pressure Level*) é a medida de energia sonora gerada por uma fonte de ruído e é expressa em decibel ou dB(A). O ouvido humano é sensível e dependente da frequência com que o som é emitido, portanto, as altas frequências são detectadas com maior sensibilidade. Na avaliação acústica, é comum o uso da curva de ponderação "A" com o intuito de enfatizar as frequências que são mais sensíveis ao ouvido humano, deste modo, permitindo uma percepção aproximada da realidade (LACERDA et al., 2005).

Apenas para caráter de elucidação, nesta dissertação adotaremos o termo nível de pressão sonora quando nos referirmos a ruído mensurado.

No contexto escolar, de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001, conforme a resolução que cita a norma regulamentadora NBR 10.152/2000, se estabelece como nível máximo para conforto acústico nas salas de aula, valores entre 35-45dB(A) e 40-50dB(A) como nível máximo aceitável (ABNT, 2000a).

A inteligibilidade da fala é conceituada pela relação entre palavras faladas e palavras entendidas. O resultado em percentual adequado para considerar a comunicação eficaz é considerado a partir de 90%. Quando se fala em dificuldade em ouvir em sala de aula, torna-se necessário compreender o conceito dos seguintes elementos acústicos: nível de ruído de fundo; tempo de reverberação; relação sinal-ruído e distância do interlocutor para o ouvinte (NEPOMUCENO, 1994; NÁBELEK; NÁBELEK, 1997; CRANDELL; SMALDINO, 2000).

O nível de ruído de fundo é descrito pela NBR 10.151, como a média dos níveis de som mínimos no local e hora considerados na ausência do ruído em questão, ou seja, independe da presença de sinal (ABNT, 2000b).

A propagação de um som dentro de um ambiente, ao encontrar um obstáculo e refletir voltando para esse mesmo ambiente, se chama reverberação. O tempo de reverberação consiste no período que o nível de pressão sonora leva para ser absorvido em uma sala, a qual é influenciada pelo volume e a capacidade dos materiais usados na parede, piso e teto de absorverem a energia sonora. Se o som retorna, por exemplo, em uma pronúncia de uma palavra, e este se sobrepõe sobre os demais fonemas, prejudica a inteligibilidade do ouvinte (FERNANDES, 2006; GONÇALVES; SILVA; COUTINHO, 2009).

A relação sinal/ruído (S/R) corresponde à diferença entre o nível de sinal de fala e o nível de ruído. Em uma criança normouvinte se faz necessário para compreensão da fala uma relação sinal/ruído de 30dB, o que corresponde à fala acima do ruído em 30dB. Nas salas de aulas das escolas públicas essa proporção está abaixo de 12dB. Tal constatação demonstra que podem estar havendo interferências na acuidade auditiva, que ainda que seja de grau leve, dificulta a percepção da fala em ambientes ruidosos (GORDO, 2000).

A interdependência dos fatores ligados à inteligibilidade de fala está relacionada entre o ouvinte e a fonte sonora, porque o nível dos sons diretos ou

refletidos depende da distância da fonte e do tamanho do ambiente (NEPOMUCENO, 1994; NÁBELEK; NÁBELEK, 1997; CRANDELL; SMALDINO, 2000).

Os níveis de pressão sonora em sala de aula encontram-se acima dos valores recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e Organização Mundial de Saúde (OMS). Tal circunstância se deve ao crescente aumento de ruído causado por fontes internas, conversas, mobiliário, equipamentos, e por fontes externas, tráfego, movimentação de pessoas, além de proximidade de centros urbanos (HANS, 2001).

Ao discursarem sobre as condições acústicas das salas de aula destacam que as causas mais frequentes que explicam níveis de pressão sonora superiores ao recomendado se devem a: ventiladores, condicionadores de ar, equipamentos eletrônicos, luz fria sem manutenção, movimento e conversa de alunos, ruído proveniente da rua, quadras de esporte e das salas de aula vizinhas (LACERDA; MARASCA, 2001; SHIELD; DOCHRELL, 2003).

Na escola, as trocas de informação se dão predominantemente por meio da expressão verbal e, por esse motivo, se faz necessário que haja um ambiente propício em termos acústicos, para que se realizem de forma satisfatória. Para que isso aconteça, a inteligibilidade de fala deve ser garantida através de controle de condições da qualidade acústica de acordo com os padrões estabelecidos (COSTA; QUERIDO, 2009).

Os eventos acústicos considerados nesta pesquisa através das medições por dosímetro, realizados em quatro escolas, e mais especificamente em 12 salas de aula, correspondem ao Nível Médio Sonoro ( $L_{avg}$ ) e Nível de Pressão Sonora Máximo (NPS $_{max}$ ). Os conceitos e terminologias adotadas na pesquisa para realização de procedimentos técnicos de mensuração acústica serão descritos a seguir e foram expostos por Graciolli (2006, p. 97):

Nível Médio Sonoro ( $L_{avg}$ , *average level*) – é a média dos níveis sonoros medidos durante um tempo decorrido da medição. Nível de ruído representativo da exposição ocupacional relativo ao período da medição.

Nível de Pressão Sonora Máximo (SPL Max ou NPS max) – o maior valor medido, que é incluído no cálculo da dose e/ou medida de ponderação.

A identificação dos níveis de pressão sonora evita danos a saúde, pois quando elevados, afetam o organismo do indivíduo a ele exposto, causando

prejuízos no funcionamento do sistema auditivo (efeitos otológicos) e/ou comprometendo a atividade física, fisiológica e mental (efeitos extra-auditivos, gerais ou não-auditivos). Provocam transtornos neurológicos, vestibulares, digestivos, cardiovasculares, hormonais, comportamentais, transtornos do sono e interferem na habilidade de executar tarefas (SELIGMAN, 1997).

Histologicamente, os efeitos do ruído sobre o órgão auditivo se expressam em: degeneração e perda das células ciliadas externas; mudanças na forma dos cílios das células ciliadas do órgão de Corti na cóclea; degeneração dos órgãos intracelulares dentro das células dos cílios; inchaço e aumento das células; desaparecimento das células (KAWADA, 2004).

O incômodo e a percepção do ruído aeronáutico nas escolas próximas ao aeroporto Salgado Filho em Porto Alegre-RS foram pesquisados com procedimentos de análise de desempenho acústico. Os resultados demonstraram insatisfação por parte de alunos e professores, que relacionaram os níveis de pressão sonora elevados a problemas vocais e auditivos, em função do aumento no volume da voz e/ou prejuízo no desempenho escolar decorrente da interrupção na comunicação entre as partes, durante a passagem dos aviões (NUNES; SATTLER, 2004).

Quando se discute a influência do ambiente acústico em escolares, observa-se que o rendimento no processo ensino-aprendizagem é prejudicado por não existir um ambiente propício à concentração e ao entendimento da fala (HANS, 2001). Quando uma criança é exposta a uma situação de aprendizado e escuta desfavorável é preciso considerar a sua individualidade. As pessoas se referem a um mesmo ruído competidor de forma diversificada e isso afeta significativamente na maneira de lidar com esta situação. Enquanto que para alguns um determinado ruído pode passar despercebido, para outros podem causar incômodos físicos como dor de cabeça, cansaço, irritabilidade e dificuldade em compreender o que se fala ao estabelecer comunicação (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004).

Ao pontuar os efeitos dos níveis de pressão sonora elevados no pré-escolar e crianças em idade escolar citam-se os seguintes: a deficiência auditiva, em raros casos, por equipamentos como os brinquedos eletrônicos; os distúrbios do sono que surgem mais cedo do que nos adultos; efeitos somáticos, tais como, alteração de pressão arterial, hormônios e estresse; efeitos psicossociais em que tarefas cognitivas são prejudicadas, entre elas, a leitura, a memória a longo prazo, atenção e motivação e, por fim, a presença de nódulos vocais, devido ao aumento na intensidade da voz por parte das crianças para serem entendidas (WHO, 2010).

### **2. 3 Processamento auditivo típico e atípico**

É por intermédio do sistema periférico, central e de áreas centrais não auditivas<sup>1</sup> que ocorre o processamento auditivo. Conceituado por aquilo que se faz com o que se ouve, trata-se da construção realizada sobre o sinal auditivo para tornar a informação funcionalmente útil. Envolve não somente a percepção dos sons, mas também como se presta atenção, identifica, localiza, analisa, memoriza e recupera a informação. Além de habilidades na aplicação do conhecimento para melhor entender a mensagem, integrando-a e associando a informação auditiva com estímulos visuais e outros estímulos sensoriais (KATZ; WILDE, 1999; DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004).

O processamento auditivo corresponde a uma sequência de eventos (processos gnósticos) que se resume em decodificação, organização e codificação da informação auditiva (ALVAREZ; ZAIDAN, 2000). Tais acontecimentos são iniciados pela entrada do estímulo auditivo e terminam no momento da sua interpretação, sendo mediados pelas seguintes habilidades e suas respectivas funções:

- Atenção - selecionar um determinado estímulo em detrimento de outros sons competitivos auditivos.
- Detecção - identificar a presença do som.

---

<sup>1</sup> Não auditivas - Lobo Frontal, Conexão Temporoparietal e Lobo Occipital

- Sensação sonora - percepção da intensidade, frequência e duração. Por exemplo, alto/baixo, grosso/fino, forte/fraco ou longo/curto.
- Discriminação - capacidade de distinguir as características que diferenciam os sons da fala.
- Localização sonora - identificar o local de origem do som.
- Associação - associar o estímulo sonoro a outras informações armazenadas de acordo com as regras da língua. Receber, analisar e dar significado aos fragmentos de informação auditiva.
- Reconhecimento - identificar corretamente um evento sonoro antecipadamente conhecido.
- Integração - integrar informações auditivas com outras entradas sensoriais e utilizar de forma rápida e eficiente.
- Compreensão - extrair o significado da informação auditiva.
- Memória - armazenar informações para recuperá-las depois.
- Organização da saída - sequência, organização e evocação de estímulos auditivos para o planejamento da emissão de respostas.

Os processos do SNAC descritos por Bellis (1996 apud JACOB; ALVARENGA; ZEILGBOIM, 2000) são:

- Fechamento auditivo - capacidade do normouvinte em utilizar as redundâncias intrínsecas e extrínsecas da fala para preencher as partes ausentes ou distorcidas do sinal auditivo com a finalidade de reconhecer a mensagem completa. O fechamento auditivo auxilia no ambiente acústico do cotidiano, que tem a mensagem dificultada pelos ruídos de fundo, dialetos regionais, interlocutores que falam baixo ou com articulação imperfeita, entre outros.
- Separação e integração binaural – é a capacidade de um ouvinte em processar a mensagem que entra por uma orelha, enquanto ignora uma mensagem distinta apresentada simultaneamente a orelha oposta. Por sua vez, a integração corresponde à habilidade do ouvinte em processar informações diferentes apresentadas simultaneamente as duas orelhas. Em um ambiente escolar surgem situações que exigem que o ouvinte ignore

informações linguísticas de uma fonte para concentrar a atenção em uma mensagem principal.

- Padrão temporal – refere-se à habilidade de um ouvinte em reconhecer contornos acústicos de um sinal. Trata-se de identificar os aspectos prosódicos da fala. Diferenças de tonicidade dentro de uma sentença capacitam o ouvinte a identificar palavras chaves. A entonação fornece pistas quanto à intenção da mensagem e às condições emocionais do falante (tristeza, alegria, surpresa, ira).
- Interação binaural – refere-se à capacidade de localização e lateralização dos estímulos auditivos, detecção de sinais na presença do ruído e fusão binaural quando as duas orelhas trabalham juntas.

Conforme a definição da *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA, 1996; 2005), os processos auditivos centrais são os mecanismos do sistema auditivo responsáveis pelos seguintes fenômenos comportamentais: localização e lateralização sonora; discriminação auditiva; reconhecimento de padrões auditivos; aspectos temporais da audição, tais como, resolução; mascaramento, integração e ordenação temporal; desempenho na presença de sinais competitivos e desempenho auditivo com sinais acústicos degradados (BARAN; MUSIEK, 2001).

Outra definição é concedida na literatura, as quais consideram o processamento auditivo central como um conjunto de habilidades específicas para que o indivíduo interprete o que ouve. Tais habilidades são mediadas pelos centros auditivos localizados no tronco encefálico e no cérebro (ALVAREZ et al., 2000). Quando ocorre uma desorganização nessas habilidades que impede a análise e interpretação de padrões sonoros sem a presença de perda auditiva importante, sugere-se que exista uma desordem do processamento auditivo (DPA) (AITA et al., 2003).

De modo geral, os fatores de risco para as DPAs são: perdas auditivas e febre alta nos primeiros anos de vida; perda auditiva decorrente de lesões cocleares/nervo auditivo ou de alterações condutivas (devido a episódios de otite média), mesmo as de grau leve comum no início da vida; transtornos metabólicos; alterações neurológicas; alterações genéticas e privação sensorial devido a alterações orgânicas (infecções como meningite, sífilis, degenerações e

desmielinizações) ou mesmo a um meio ambiente pobre quanto à estimulação auditiva do indivíduo (PEREIRA, 1997; CANTO; KNABBEN, 2002).

Alterações de OM estão associadas à inconstância nas pistas auditivas devido à flutuação da audição, geralmente ocasionadas por perdas leves na primeira infância. Os autores referem que tais variações nos limiares auditivos e na percepção de sons, limitam o processo de organização e categorização da informação acústica, prejudicando a integração binaural e maturação do SNAC. Não obstante, as alterações de OM produzem ruído devido à presença de fluido bem próximo a cóclea, assim prejudica a percepção de fala por causar distorção na imagem codificada, reduzindo a velocidade e o refinamento da decodificação (KATZ; TILLERY, 1997). A frequência de infecções auditivas no início da vida pode causar privação auditiva intermitente, podendo ocasionar disfunção das vias auditivas centrais (HOOD; BERLIM, 2003 apud LOVETT, 2011, p. 856). A literatura refere que crianças com histórico de infecções de OM tendem a apresentar piores desempenhos nos testes auditivos e os efeitos da perda auditiva flutuante na fala e escrita podem se estender por todo período escolar (LIMA-GREGIO; CALAIS; FENIMAN, 2010).

Ao mencionarem as características apresentadas pelo portador de DPA, os autores asseveram os prejuízos a aprendizagem, a saber: dificuldade na aquisição da leitura e escrita; dificuldade em compreender o que lê; problemas de linguagem; distração; dificuldades em prestar atenção aos sons; necessidade de ser chamado várias vezes, agindo como se não escutasse; dificuldade de escutar e compreender a fala em ambiente ruidoso; dificuldade em entender palavras ou expressões com duplo sentido; dificuldade em acompanhar uma conversa com muitas pessoas falando ao mesmo tempo; dificuldade ao dar um recado ou contar uma estória; problemas de memória; inabilidades para matemática ou estudos sociais e tempo de resposta lenta/retardada (CANTO; SILVEIRA, 2003).

É importante lembrar que as habilidades auditivas dependem de capacidade biológica inata, ou seja, da integridade do sistema auditivo periférico e central e das experiências acústicas no meio ambiente. O DPA pode afetar, direta ou indiretamente, diversos aspectos do funcionamento da leitura e escrita, incluindo o processamento fonológico, o vocabulário receptivo e expressivo, as habilidades expressivas de linguagem, como sintaxe e morfologia, além da compreensão da linguagem (PEREIRA; NAVAS; SANTOS, 2004).

Na prática clínica observa-se relação significativa entre distúrbios de leitura e escrita e alterações no processamento auditivo em sons verbais e nas habilidades de consciência fonológica. Ainda que haja maior frequência neste primeiro caso, parte dessas crianças também apresenta dificuldades com sons verbais e desordens relacionadas a sons não-verbais (MARGALL, 2004).

O processamento auditivo possui inter-relação com habilidades linguísticas dependentes da percepção auditiva, tais como, integração, síntese, fechamento, atenção, associação e cognição. O indivíduo ao perceber a fala é influenciado, sobretudo, pelo conhecimento do assunto e dos aspectos fonêmicos, além da familiaridade com o vocabulário utilizado e com as regras do idioma (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004).

Ao ressaltarem a necessidade de se detectar as dificuldades do processamento auditivo em crianças em idade escolar, as autoras afirmaram que um instrumento válido e eficaz na identificação dessas desordens permitiria encaminhamentos precoces, minimizando as dificuldades apresentadas pelos escolares por meio de uma terapêutica mais específica e eficaz, evitando e/ou diminuindo a repetência e evasão escolar (SIMON; ROSSI, 2006).

Há referência que um indivíduo com DPA apresenta dificuldades relacionadas à compreensão de fala em ambientes ruidosos, tempo de atenção curto, distração, tempo de latência aumentado, alteração na habilidade de fala, escrita e/ou leitura prejudicadas (FERREIRA et al., 2008).

A dificuldade para entender a fala em ambientes ruidosos ou reverberantes em situações que não estejam associadas à disfunção auditiva periférica é um dos principais sintomas que levam ao encaminhamento para avaliação do processamento auditivo na criança. Esta queixa é determinante para se buscar esse procedimento (BRANCO-BARREIRO; MOMENSOHN-SANTOS, 2009).

Como demonstraram na pesquisa em crianças com dislexia, houve dificuldades em tarefas que envolvem o processamento temporal auditivo, indicando a relação entre esta habilidade e a leitura (MUPHY; SCHOCHAT, 2009).

Nessa perspectiva, nos anos 80, já se referia que a decodificação da mensagem falada envolvia a análise de vários componentes do sinal, incluindo os componentes acústicos, fonéticos, fonológicos, lexicais, supra-segmentais, sintáticos e semânticos. Partindo deste princípio, para que esta decodificação aconteça, as pistas acústicas de frequência, de intensidade e de tempo devem ser processadas

de modo preciso pelo sistema auditivo, sem que haja desarmonia entre as habilidades auditivas (LUBERT, 1981).

Com o objetivo de verificar a relação entre desordens do processamento auditivo e os distúrbios de leitura e escrita em crianças, foi constatado através da aplicação dos testes SSW, teste de padrão de frequência melódico, PSI e palavras no ruído que nos 15 sujeitos da pesquisa, tornaram-se evidentes as anormalidades no processamento da informação neurológica auditiva quando presente alterações de leitura e escrita (MACHADO et al., 2011).

Apesar de todas as pesquisas serem contundentes na existência de correlação entre DPA e distúrbios de leitura e escrita, na realidade brasileira ainda não se vislumbrou uma conclusão mais explícita entre os modelos de processamento auditivo e modelos de processamento da linguagem, o que será objeto desta pesquisa. Antes, porém, é importante recapitular as formas de avaliação do processamento auditivo.

### 2. 3. 1 A avaliação do processamento auditivo

A avaliação do processamento auditivo tem por finalidade identificar alterações nas habilidades auditivas que podem estar interferindo no desempenho social, educacional e na comunicação. Desta forma, estes testes contribuem na intervenção precoce sobre crianças de risco para distúrbios do aprendizado da linguagem (SOUZA; SOUZA, 2002).

Ao discorrerem sobre a avaliação do processamento auditivo os autores referiram que tais procedimentos têm como objetivos: determinar a presença ou não de alterações de processamento auditivo; descrever os parâmetros e extensão desses distúrbios; indicar os efeitos funcionais da alteração de processamento auditivo; avaliar os efeitos da maturação do SNAC; detectar e identificar o local da disfunção auditiva; ressaltar as habilidades preferenciais para a aprendizagem e estabelecer diretrizes e critérios para elaboração do programa de reabilitação; avaliar os benefícios de tratamentos médicos, cirúrgicos e educacionais e determinar encaminhamentos a outros profissionais (ROSSI; COSTAMILAN, 2002).

No princípio, os estudos voltados para o processamento auditivo buscavam avaliar a via auditiva central para identificar e localizar lesões cerebrais, além de esclarecer as queixas de adultos com lesões no SNC, mas que tinham boa acuidade auditiva. Em seguida, a avaliação central da audição demonstrou ser útil e sensível na investigação da integridade funcional do SNAC, contribuindo deste modo para o diagnóstico diferencial e na intervenção das dificuldades de linguagem e transtornos de aprendizagem (NEVES; SCHOCHAT, 2005; SIMON; ROSSI, 2006).

As DPAs podem ser identificadas por meio de testes eletrofisiológicos e através dos testes comportamentais, objeto deste estudo.

Os testes comportamentais referentes às habilidades auditivas são subdivididos em monóticos (estímulos apresentados em uma única orelha), dicóticos (estímulos diferentes apresentados simultaneamente, um em cada orelha) e dióticos (estímulos iguais apresentados em ambas as orelhas) (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997). Segue os principais testes conforme suas categorias:

- Dióticos - localização sonora em cinco direções; memória sequencial para sons verbais e não-verbais.
- Monóticos - fala com ruído branco ipsilateral; fala filtrada; PSI/SSI ipsilateral.
- Dicóticos - fusão binaural; dicótico consoante-vogal; dicótico com sons não-verbais; SSW; PSI/SSI contralateral; dicótico de dígitos.

A literatura refere uma diversidade de testes de processamento auditivo que em resumo são: teste Pediátrico de Inteligibilidade de Fala (PSI) (ALMEIDA; CAMPOS; ALMEIDA, 1988); teste de sentenças sintéticas (SSI) (ALMEIDA; CAETANO, 1988); memória sequencial verbal (MSV) e memória sequencial não-verbal (MSNV) (PEREIRA, 1993); teste de fusão binaural (PEREIRA; GENTILE; COSTA; BORGES, 1993); teste pediátrico de inteligibilidade de fala com palavras (PSI com palavras) (ZILIOOTTO; KALIL; ALMEIDA, 1997); fala com ruído (TF) (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997); teste dicótico de dissílabos alternados (SSW português) (BORGES, 1997); teste com lista de sentenças no português brasileiro (LSP) (COSTA, 1998); teste de padrão de frequência (TPF) e teste padrão de duração (TPD) (TABORGA, 1999); teste dicótico de dígitos (TDD) (SANTOS; PEREIRA; FUKUDA, 1999); teste dicótico consoante vogal (CV) (TEDESCO, 1999); teste dicótico não-verbal (DNV) (ZILIOOTTO, 1999); *Random Gap Detection Test* –

teste de detecção de intervalo aleatório (RGDT) (KEITH, 2000); limiar diferencial de mascaramento (MLD) (BARAN; MUSIEK, 2001).

A bateria de avaliação comportamental do processamento auditivo é composta por testes monoaurais de baixa redundância, testes de interação binaural e processamento temporal. Os testes monoaurais de baixa redundância são utilizados para avaliar a habilidade do ouvinte em realizar a figura-fundo, fechamento auditivo e discriminação auditiva quando os estímulos são degradados por modificações digitais ou eletroacústicas de frequência, em que parte do sinal de fala esteja reduzido ou ausente (redundância extrínseca) (BARAN; MUSIEK, 2001).

O procedimento relativo à interação binaural neste trabalho foi contemplado através do teste *Staggered Spondaic Word Test* (SSW) proposto por Katz (1962) e adaptado para o português brasileiro por Borges (1986), denominado Dissílabos Alternados (BORGES, 1997). Este teste é formado por 40 itens (dois pares de dissílabos paroxítonos, na métrica greco-latina conhecida como *troqueu*) distribuídos em 160 vocábulos, na qual cada par de palavras forma uma palavra composta, que juntas, têm possibilidade de significado. Deve ser aplicado em 50dB acima do limiar de audibilidade médio das frequências de 500, 1000 e 2000Hz. A criança é orientada a repetir a palavra na ordem em que ouviu e o desempenho do indivíduo varia entre acertos, omissão, substituição e distorção da palavra ouvida (PEREIRA; SCHOCHAT, 2011). Os itens são apresentados nas seguintes condições (BORGES, 1997; p.170): direito não-competitivo (DNC) – a palavra é apresentada na orelha direita (OD) sem mensagem competitiva; direito competitivo (DC) – a palavra é apresentada na OD com competição simultânea a orelha esquerda (OE); esquerdo competitivo (EC) – a palavra é apresentada na OE com simultânea competição na OD e, por fim, esquerda não-competitiva (ENC) – a palavra é apresentada na OE sem competição na OD. O teste permite a análise quantitativa e qualitativa de erros (tipo A, efeito auditivo, efeito de ordem e inversões). Através do SSW é possível investigar como as pistas do sinal de fala estão sendo utilizadas para reconhecer, analisar, interpretar e compreender a mensagem falada, em função das habilidades envolvidas para tal processo, determinando o local da disfunção em casos com suspeita de lesões cerebrais ou de tronco encefálico (KOZLOWSKI et al., 2004).

Os testes de processamento temporal avaliam a ordenação, discriminação, resolução e integração temporal. Refere-se à habilidade de um ouvinte em reconhecer contornos acústicos de um sinal e permite que extraia e utilize aspectos

prosódicos da fala (ritmo, tonicidade e entonação) (JACOB; ALVARENGA; ZEILGBOIM, 2000).

Quanto à escolha e aplicação dos testes, preconiza-se que a avaliação do processamento auditivo deve ser precedida de audiometria tonal, índice de reconhecimento de fala e medidas de imitação acústica. Em seguida, os testes das habilidades auditivas devem ser selecionados para cada indivíduo de acordo com o nível de desenvolvimento de linguagem oral e escrita, comportamento, nível socioeconômico e intelectualidade (SOUZA; SOUZA, 2002).

A seleção dos testes de processamento auditivo deve respeitar as etapas de desenvolvimento e a maturação do sistema auditivo que ocorre da periferia para o cérebro, começando pelo sistema auditivo periférico, depois vias auditivas do tronco cerebral e finalmente córtex. Para a idade de oito anos em diante, sugere um conjunto de testes que avalie figura-fundo para sílabas, palavras e também que possibilite avaliar o desempenho em escuta direcionada para a OD e OE, tanto com sons verbais como não-verbais (PEREIRA, 1997).

Com o objetivo de verificar a melhora de resposta com o aumento da idade em habilidades do processamento auditivo foram avaliadas 139 crianças com idades de oito, nove e dez anos, com e sem queixas de dificuldades escolares. Em ambas as situações houve melhora nas respostas à medida que aumenta a idade. Em especial, verificou-se que crianças com dificuldades escolares podem apresentar atraso na maturação das vias auditivas, importantes e necessárias para o processo de aprendizagem da leitura/escrita (NEVES; SCHOCHAT, 2005).

Para se obter informações sobre o processamento auditivo, os testes selecionados devem detectar comprometimento nas diversas regiões do sistema auditivo. O ideal é que a bateria de testes inclua um teste de baixa redundância, um dicótico e um de padrão temporal (SANTOS et al., 2008; SANCHEZ et al., 2008).

Como expresso anteriormente, a escolha do teste de processamento auditivo deve levar em consideração a faixa etária, uma vez que, o desempenho do indivíduo aumenta com o avanço da idade até a pré-adolescência, com pouca variação na idade adulta. A literatura refere que a partir de oito anos podem ser utilizados todos os testes disponíveis de memória sequencial, verbal e não-verbal, localização sonora, PSI, SSW, fala filtrada e fusão binaural, fala com ruído e dicótico de dígitos (PEREIRA, 1997). Todavia, as autoras sugerem em publicação recente que os testes de padrão temporal, o TPF e TPD, sejam aplicados em crianças a partir de

onze anos, devido à variabilidade dos resultados apresentados por faixa etária (PEREIRA; SCHOCHAT, 2011).

A Lista de Sentenças no Português Brasileiro (LSP) desenvolvido por Costa (1998) é um dos testes que se torna relevante mencionar, pois, tem sido utilizado de forma eficiente para identificar a presença de dificuldades no processamento auditivo relacionadas a reconhecimento de fala. Esse teste avalia a inteligibilidade de fala através de estímulo de sentenças e um ruído equivalente e verifica o reconhecimento de sentenças no silêncio e também diante de ruído competitivo ao conseguir simular clinicamente uma situação de vida cotidiana (SONCINI et al., 2003). Outro teste que avalia a percepção de fala no silêncio e no ruído é o teste *Hearing Noise Test* (HINT), na versão brasileira (JACOB et al., 2011).

A avaliação do processamento auditivo neste trabalho considera as ocorrências de alterações classificadas nos seguintes subperfis: decodificação fonêmica; codificação (perda gradual de memória e integração) e organização. Em resumo, o teste para avaliação do processamento auditivo, com base na realidade dos escolares foi criteriosamente escolhido nesta pesquisa considerando o contexto escolar com a intenção de avaliar a função auditiva central quanto à separação binaural, integração binaural, atenção dividida, memória auditiva e organização sequencial, verificando a decodificação auditiva ao investigar as omissões e substituições fonêmicas que permitem observar se a compreensão dos sons da fala na presença ou não de estímulos simultâneos ou competitivos está prejudicada; analisar a habilidade para a compreensão de fala rápida e a prosódia. Por fim, avaliar a habilidade do SNAC em processar informações díspares, mas complementares, apresentadas nas duas orelhas, portanto, a detecção de fala no ruído (ROSSI; COSTAMILAN, 2002; PEREIRA; SCHOCHAT, 1997; 2011).

## **2. 4 Efeitos do ruído no processamento auditivo**

A capacidade da criança em reconhecer consoantes varia de acordo com a condição de escuta. Os sujeitos da pesquisa foram expostos a quatro situações de escuta: (1) uma escuta ideal (sem reverberação e ruído); (2) apenas reverberação; (3) apenas ruído e (4) reverberação e ruído acima do desejável. A capacidade de

identificação de consoantes aproxima-se do adulto aos 14 anos de idade, para as três primeiras condições. A presença de ruído e reverberação em conjunto impede a criança de discriminar os sons. A capacidade de identificação dos fonemas na última condição citada aproxima-se do adulto no final da adolescência. Por sua vez, as vogais são identificadas mais cedo e, portanto, menos prejudicadas em sua discriminação (JOHNSON, 2000).

São consideradas crianças com dificuldades de reconhecimento de fala em sala de aula aquelas que apresentam distúrbio de articulação e da linguagem, dislexia, aprendizagem deficiente, DPAs, déficits de atenção, entre outros. Todos os alunos que se enquadram nessas categorias exigem uma condição de escuta favorável em sala de aula para alcançarem os benefícios da educação (CRANDELL; SMALDINO, 2000).

Autores discursaram sobre a dependência das habilidades linguísticas e cognitivas do receptor da mensagem para que haja compreensão verbal. Os estudos citados na pesquisa atribuem ao ruído os prejuízos na habilidade de ler e no desempenho escolar devido aos seguintes aspectos: dificuldade em discriminar diferentes sons e apreender mensagens faladas; alteração da concentração para as atividades escolares e interferência na memória de longo prazo (GLAD et al., 2001).

Ambientes auditivamente degradados interferem no cognitivo dificultando a percepção da fala, especialmente em crianças com dificuldades de aprendizagem. A pesquisa desenvolvida com escolares de sete a dez anos demonstrou que as crianças que não possuíam dificuldades de aprendizagem, quando submetidas ao teste de fala com ruído apresentaram alteração em uma ou ambas as orelhas em 23% dos casos. Nas crianças com dificuldades de aprendizagem os resultados apresentados corresponderam a 49%, de igual modo, uni e bilateralmente (SANTOS; SCHOCHAT, 2003).

Existe forte relação entre limiares auditivos íntegros e reconhecimento de fala, por este motivo, crianças com perda auditiva, ainda que leve, apresentam dificuldades superiores ao normouvintes, ante um ambiente sonoro insalubre. A criança com audição periférica e central normal possui a capacidade de utilizar as redundâncias intrínsecas (vias e tratos auditivos do SNAC) e extrínsecas (pistas acústicas, semânticas, morfológicas e lexicais da fala) em benefício da inteligibilidade de fala (SONCINI; COSTA, 2003; NORTHERN; DOWNS, 2005).

O ruído competitivo atrapalha ou impede a comunicação oral e traz consigo prejuízos físicos, emocionais e/ou educacionais. Pode provocar alterações nos limiares de audição e zumbido; cansaço pela necessidade de despender maior atenção em sala de aula; prejuízos na aprendizagem devido à perda de conteúdo ou recebimento de mensagem alterada, uma vez que, mascara os traços distintivos da fala que são as redundâncias acústicas relacionadas ao processamento auditivo (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004).

A combinação de pistas acústicas, linguísticas, semânticas e circunstanciais permite o reconhecimento de fala. Quando se ouve em condições favoráveis algumas destas pistas que estão presentes em excesso podem ser desprezadas. De acordo com a situação e o contexto da comunicação, para que haja a efetividade da transmissão da mensagem, existe uma redundância de pistas acústicas das quais o ouvinte se vale, comum nas situações de conversação em ambientes ruidosos. Nessa pesquisa através de testes de padrão tonal de frequência e duração observaram que a média de acertos no ambiente ruidoso foi menor do que no ambiente silencioso, demonstrando a interferência de níveis sonoros elevados no processamento da informação via audição (CAPORALI; SILVA, 2004).

O reconhecimento de fala na presença de ruído pode também ser visto como uma tarefa que demanda tanto o uso da memória, como o da atenção seletiva, porque o ouvinte precisa focar atenção na mensagem (palavra-chave) e recordar a informação de fala estocada na memória, enquanto ignora a informação não relevante (CAPORALI; SILVA, 2004, p. 527).

Os fenômenos de discriminação auditiva são de responsabilidade dos processos auditivos centrais, mesmo quando a informação sofre interferência de sinais competitivos (ASHA, 2005).

Um estudo epidemiológico que correlacionava o efeito do ruído de aeronaves e tráfego rodoviário com a compreensão da leitura, perfazendo um total de 2010 crianças pesquisadas na faixa etária de nove e dez anos, evidenciou interferência de aeronaves sobre o aprendizado e os autores sugeriram que os níveis de pressão sonora elevados restringem a atenção a estímulos centrais relacionados a tarefas complexas de linguagem (CLARCK et al., 2006).

A difícil capacidade de perceber a fala na presença do ruído envolve os seguintes fatores: o nível e espectro da fala e do ruído; distância entre interlocutores; condições psicológicas; familiaridade com o vocabulário utilizado; gramática; sintaxe;

semântica e contexto ambiental. Assim, crianças com dificuldades de aprendizagem ou alterações do processamento auditivo são potencialmente prejudicadas em ambientes ruidosos, comparado a desvantagem em relação aos indivíduos que possuem suas habilidades íntegras (RIBAS; TOZI, 2005).

As crianças em processo de aquisição de leitura e escrita são mais vulneráveis aos efeitos da poluição sonora, pois nesta fase em que adquirem vocabulário e desenvolvem a leitura, nem sempre compreendem com exatidão as palavras proferidas pelos seus professores. Na adolescência o prejuízo é menor, todavia, também importante (ENIZ; GARAVELLI, 2006).

A perda de audição leve ou unilateral faz com que alguns sons da fala e consoantes sonoras não sejam percebidas. Em presença de ruído ambiental essas crianças encontram maiores dificuldades para entender a fala do que ouvintes normais, mesmo quando a orelha melhor está posicionada para a direção do interlocutor. Percebe-se que as características mais frequentes de perdas auditivas em crianças em idade escolar são a surdez sensorineural unilateral, decorrente da caxumba e a perda auditiva mínima e/ou associada à disfunção da OM, que surgem como um fator prejudicial, principalmente quando associado a condições ambientais desfavoráveis (BESS et al.1998; ALMEIDA; SANTOS, 2003; IERVOLINO; CASTIGLIANI; ALMEIDA, 2003; PINTO, 2007).

Um estudo abordou a possibilidade dos portadores de DPA serem menos vulneráveis à interrupção dos sons irrelevantes, considerando que a dificuldade de processar sons automaticamente por portadores desta desordem auditiva, em comparação com crianças com desempenho normal, lhes concederia essa vantagem. Também foi investigado se as crianças com DPA são afetadas de forma diferente pelos sons irrelevantes com fala (discurso) ou sons irrelevantes (tom). Tanto os grupos controle, subdivididos por idade, quanto os indivíduos com DPA demonstraram reduções significativas de memória na presença de sons irrelevantes. Portanto, a primeira conclusão foi que crianças com DPA não foram suficientemente capazes de ignorar estes sons. Em uma segunda análise, o grupo com DPA apresentou decréscimo no desempenho da memória, todavia, sem diferença significativa entre sons irrelevantes com fala ou estímulo-tom. Isto sugere que crianças com DPA não possuem capacidade de processar as diferenças nestes dois tipos de estímulos auditivos divergindo dos grupos controle. Por sua vez, as crianças com processamento auditivo íntegro (grupos controle) demonstraram diferenças no

tipo de percepção do som. Assim, o grupo controle mais jovem teve maior dificuldade diante de sons irrelevantes com fala, não existindo diferença para os mais velhos. Estes últimos resultados sugerem que as diferenças no desempenho de reconhecimento de fala e tons diminuem à medida que as crianças aumentam de idade (ELLIOTT; BHAGATH; LYNN, 2007).

Uma teoria denominada “efeito de ancoragem psicológica”<sup>2</sup> alega que a discriminação de fala em ambientes acusticamente degradados é favorecida se os tons de referência são repetidos e internalizados. Assim, uma referência interna de um determinado tom permitiria que o ouvinte não escutasse sons aleatórios, mas comparasse com a referência fixa, facilitando a inteligibilidade e processamento dos sons (AHISSAR, 2007).

Autores investigaram as relações entre a teoria fonológica (representações fonêmicas dependentes da consciência fonológica, recuperação de códigos fonológicos de memória de longo e curto prazo) e a teoria de processamento auditivo temporal (as representações fonêmicas são extraídas a partir das características acústicas do sinal da fala, logo déficits fonológicos são secundários a uma deficiência auditiva básica que provém do processamento nas vias auditivas) para compreender as influências sobre a alfabetização. Para isto realizaram testes de habilidades fonológicos e de percepção auditiva de fala em pré-escolares sem nenhuma instrução para leitura e com alto risco familiar para dislexia em comparação a um grupo de baixo risco. O primeiro grupo apresentou déficits significativos em consciência fonológica, nomeação rápida automatizada, percepção de fala no ruído e na detecção de frequência modulada. Houve maiores evidências da interferência do ruído na base dos problemas de leitura e ortografia ser associada a níveis superiores do processamento fonológico, com funcionamento normal ou prejuízos secundários no processamento e na percepção de fala (BOETS et al., 2007).

Um ambiente inadequado contribui para o não entendimento da fala do professor e o agravamento das dificuldades de aprendizagem, sobretudo, para o escolar que apresenta um distúrbio de aprendizagem aliado a DPA (PINHEIRO; CAPELLINI; 2009).

---

<sup>2</sup> Ancoragem psicológica - formação de uma referência interna estável que é solicitada pelo estímulo externo para comparação (AHISSAR, 2007).

Na Alta Silécia, região da Europa com alto índice de poluição sonora devido ao número elevado de indústrias, foi realizada pesquisa sobre a audição de crianças em idade escolar. Os autores referiram que existem discretas alterações auditivas que interferem no aprendizado e passam despercebidas pelos pais. Neste estudo é demonstrada a importância da estimulação de camadas específicas do trato auditivo no período crítico, para que haja o adequado desenvolvimento da fala e vocabulário, assim evita-se o comprometimento das funções superiores do SNC que se expressa em prejuízos à aprendizagem (GIEREK et al., 2009).

“Em uma sala de aula o aluno é submetido a diversas fontes de ruído e deverá ter a capacidade de selecioná-las a fim de tirar o melhor proveito destas informações” (COSTA; QUERIDO, 2009, p. 10).

Foi comparada a análise das respostas eletrofisiológicas de longa latência ( $P_{300}$ ) em escolares sem e com sintomas de DPA, correlacionando os seguintes aspectos: atenção ao som prejudicada; dificuldade de compreender fala em ambiente ruidoso; desempenho escolar inferior; dificuldade de compreender o que lê; dificuldade de compreender metáforas e problemas na escrita. Não houve diferenças significativas entre o  $P_{300}$  e os sintomas de DPA, com exceção do sintoma “dificuldade em reconhecer metáforas” (ROCHA, 2009).

A codificação de fala em bons leitores demonstra uma boa representação auditiva no tronco encefálico quando o estímulo é repetitivo. Em outras palavras, a variabilidade dos sons de fala (modulação do tom de voz) dificulta a percepção precisa em um ambiente ruidoso, deste modo, presume-se que a capacidade de segregar os fluxos de som a um plano secundário depende da familiaridade do indivíduo com as características acústicas do estímulo e do contexto. Logo, elementos previsíveis em um ambiente acusticamente inadequado favorecem a capacidade de excluir detalhes irrelevantes, em contraste, explicaria a forte associação entre déficit de ruído-exclusão e portadores de déficit de leitura/disléxicos, pois estes são incapazes de se beneficiarem da condição de exposição antecipada (CHANDRASKAREN et al., 2009).

As dificuldades de percepção de fala em ambiente ruidoso e os problemas gerados na leitura e escrita, segundo os autores, não podem ser explicados categoricamente pela presença de um déficit auditivo devido às seguintes constatações: nem todas as crianças com dislexia possuem problemas nas vias auditivas; as crianças do grupo controle com processamento auditivo atípico não

necessariamente desenvolviam dislexia; as correlações entre DPA e disléxicos tendem a incoerência; os déficits de processamento auditivo não são evidenciados em pesquisas que se compara a leitura de disléxicos e leitores competentes (ZIEGLER et al. 2009).

Do contrário, estudo baseado na hipótese de déficit de exclusão de ruído proposto por sperling et al. (2005), enfatizou que a incapacidade de perceber o discurso em condições desfavoráveis de escuta está relacionado aos efeitos do ruído na sincronia neural, ao provocar representações degradadas de expressão em níveis corticais e subcorticais, associadas ao processamento temporal a nível do tronco cerebral. Deste modo, os autores verificaram que leitores pobres e com dificuldades de percepção de fala no ruído apresentaram diminuição de sincronia neural sugestiva de dificuldade em extrair o sinal desejado do ruído de fundo (ANDERSON et al., 2010).

No teste de fala com ruído em que se exige a discriminação de sons fisicamente distorcidos e testa-se a habilidade de fechamento auditivo, houve diferença entre o grupo sem e com distúrbio de leitura e escrita, em ambas as orelhas, prevalecendo maior dificuldade por parte da OD nos indivíduos com alteração nas habilidades de leitura e escrita. Os autores também concluíram em sua pesquisa que o desempenho de crianças sem distúrbios na leitura e escrita foi melhor do que no grupo com o déficit, tanto nos testes verbais quanto nos testes não-verbais do processamento auditivo (FROTA; PEREIRA, 2010).

O ruído é sempre concebido como um agravo ao desempenho cognitivo, no entanto, estudo contraditório a esta afirmação utiliza os princípios da ressonância estocástica<sup>3</sup> para verificar por intermédio de um modelo computacional, a relação do ruído branco e seus benefícios sobre crianças desatentas. Os autores constataram que a exposição ao ruído de fundo favoreceu o desempenho de crianças desatentas, no entanto, dificultou o desempenho das crianças que não possuíam problemas de atenção (SODERLUNG et al., 2010).

As crianças com distúrbios de leitura são inclusas no grupo de vulnerabilidade a danos sociais devido à presença de níveis de pressão sonora elevados no ambiente. Parte-se do princípio de que crianças com dificuldades de aprendizagem

---

<sup>3</sup> Ressonância estocástica – A possibilidade de o ruído ser um fenômeno aleatório permite que o sinal seja recebido de forma diferente entre os indivíduos. Essas diferenças estão ligadas à capacidade de atenção e neurotransmissão no cérebro de tal forma que pessoas desatentas precisam de mais ruído externo para um bom funcionamento cognitivo (SODERLUNG, 2010).

ou de atenção são mais propensas a desenvolver problemas no início da escolaridade, diante de uma perda auditiva ou defasagem na discriminação auditiva, comparadas a crianças que não possuem estes desafios. Por isso, a importância de se estudar a qualidade do processamento auditivo em confronto com seus efeitos no processamento da linguagem (WHO, 2010).

## **2. 5 Desordens no processamento auditivo e seus efeitos na aquisição de leitura e escrita**

O fundamento deste trabalho é baseado na importância da integridade auditiva e de um ambiente escolar com níveis sonoros adequados para que a aquisição da leitura e escrita se desenvolva com sucesso.

Ao se referirem às dificuldades de leitura e escrita, os autores enfatizam que a fala, a leitura e escrita não podem ser consideradas como funções autônomas e isoladas, mas sim como resultado do desenvolvimento e integração de várias funções que servem de base a um sistema funcional de linguagem (POPPOVIC; GOLUBI, 1996).

A integridade do sistema auditivo é necessária para que haja a aquisição da linguagem oral e escrita, pois, o sistema escrito tem estreita relação com a oralidade. Deste modo, as DPAs interferem nas dificuldades destas habilidades (FELIPPE, 2002).

O leitor competente possui integridade do sistema nervoso periférico e central e pré-requisitos, tais como, consciência fonológica, atenção seletiva e sustentada, discriminação auditiva, percepção auditiva e memória de curto e longo prazo com funcionamento suficiente (PESTUN, 2001).

A aprendizagem da linguagem escrita em um sistema alfabético tem sido frequentemente associada a capacidades metalinguísticas. Entende-se aqui capacidade metalinguística como habilidade para segmentar e manipular a fala em suas diversas unidades (palavras, sílabas e fonemas); diferenciar significados de significantes; perceber semelhanças sonoras entre palavras; julgar a coerência semântica e sintática dos enunciados e etc. Como parte dessas habilidades, a consciência fonológica se inicia a partir do momento que a criança percebe que

frases, palavras, sílabas e segmentos sonoros são unidades identificáveis (CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2000). O grande dilema consiste em compreender se essa capacidade antecede ou é fator conseqüente no processo de aquisição da escrita. A literatura demonstra que mesmo que uma teoria venha a prevalecer sobre a outra, não se exclui a importância da leitura para intensificar essas habilidades (BARRERA, 2003).

As habilidades linguísticas e cognitivas permitem que um leitor inexperiente consiga atribuir o significado aproximado para um determinado texto. Mas para se atingir habilidades alfabéticas, a consciência fonológica tem papel preponderante e precisa estar desenvolvida em um nível mais avançado. Portanto, crianças que possuem habilidades fonológicas deficientes não percebem que algumas palavras começam com o mesmo fonema e, tornam-se incapazes de entender o “princípio alfabético” subjacente à linguagem escrita. No geral, as teorias sobre os requisitos necessários a alfabetização concordam que as crianças que não aprendem as representações das letras e sons terão dificuldades severas com alguns aspectos da leitura e ortografia (GAULANDRIS, 2004).

[...] Sem uma fonologia intacta de recebimento de informações, uma criança não consegue discriminar e sequenciar o que ela escuta. Esse problema de processamento auditivo terá um efeito dominó na maneira como as palavras são armazenadas no léxico da criança. Representações léxicas indistintas serão problemáticas quando a criança precisar nomear ou escrever. A fonologia de emissão é particularmente importante para o ensaio de material verbal na memória e para refletir sobre a estrutura durante a preparação para a fala e a ortografia. Os problemas no ensaio afetam a habilidade da criança para desenvolver a consciência fonológica – uma habilidade necessária para que a alfabetização se desenvolva satisfatoriamente (STACKHOUSE, 2004, p. 41).

Os três processos auditivos importantes para a aprendizagem da leitura correspondem à discriminação de fonemas isolados, à discriminação de fonemas dentro de palavras e o fechamento auditivo. Para o autor, a leitura é constituída por símbolos visuais superpostos à linguagem auditiva já adquirida, no entanto, o DPA pode influenciar na leitura (GILLET apud KOZLOWSKI et al., 2004).

Problemas desproporcionais com a leitura de pseudopalavras são observados em crianças com leitura deficiente e esse déficit na codificação fonológica está relacionado à pobre consciência fonológica (PENNINGTON; BISHOP, 2009).

A atenção seletiva corresponde à capacidade de focar em um determinado som quando existem outros sons concorrentes no ambiente. É mencionado em

pesquisa por capacitar o indivíduo a monitorar uma informação auditiva significativa. Para os autores, esta habilidade é fundamental na presença de sons competitivos, que em conjunto com a habilidade de figura-fundo, descarta sons indesejáveis (GARCIA et al., 2007). Por sua vez, a atenção sustentada exige que se mantenha o foco com atenção perseverante em um determinado estímulo-alvo. Tal habilidade permite que a criança concentre-se na tarefa por um tempo prolongado (FENIMAN et al., 2007).

Na sala de aula, com níveis sonoros geralmente acima do ideal, torna-se necessário que a atenção seletiva esteja bem estabelecida para que ocorra a leitura ou aprendizagem de um conteúdo novo. Por exemplo, em uma conversa na qual é necessário que sejam suprimidas fontes secundárias (ruído) e que se mantenha certa consciência dos sons para que haja reorientação rápida e a informação não seja degradada, essa habilidade torna-se fundamental (SHINN-CUNNINGHAN; BEST, 2008).

Na leitura e escrita para que o conteúdo que foi recentemente lido seja resgatado, a memória auditiva de curto prazo é essencial, pois, envolve a apreensão e o uso da informação em um curto período do tempo. Prejuízos nesta habilidade são evidenciados pela dificuldade em recordar uma informação recém-adquirida (FELIPPE, 2002; SANTOS, PRIMI, 2005). A sequência dos eventos acústicos que se sucedem no tempo é dependente da memória de curto prazo e influencia as funções do SNAC, sendo importantes para a aquisição da leitura e escrita (FROTA; PEREIRA, 2010).

Os escolares com desempenho rebaixado em tarefas de leitura-escrita apresentaram alteração na prova de memória sequencial não-verbal de avaliação simplificada do processamento auditivo, sugerindo correlação entre estas habilidades (FELIPPE; COLAFEMINA, 2002).

Ao abordarem os aspectos temporais da fala em crianças com e sem desvio fonológico, pesquisadores afirmaram que a aquisição da linguagem oral ou escrita está intimamente ligada às condições de escuta, ainda que, a percepção auditiva não seja a sua fonte de informação. O indivíduo desde cedo está exposto às variabilidades dos sons da língua materna e sofre influência dos elementos prosódicos sobre estas habilidades (MUNIZ et al., 2007).

A ampla relação entre processamento auditivo e o domínio da leitura e escrita é denominado processamento fonológico. Este se refere à informação fonológica

recebida auditivamente e está diretamente relacionado ao desenvolvimento da linguagem oral e escrita em um sistema de escrita alfabética (consciência fonológica, memória fonológica e nomeação rápida). Os bons leitores apresentaram melhor desempenho no teste de nomeação rápida em relação ao grupo de escolares com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade e o grupo com dislexia (CAPELLINI et al., 2007). O sistema auditivo deve estar apto a detectar intervalos breves de silêncio (característico em consoantes) e mudanças de frequências entre os fonemas. Uma criança que não é capaz de distinguir as dimensões de tempo poderá perceber as informações incorretamente e isto pode refletir nas suas experiências de articulação, de leitura e linguagem (BALEN et al., 2009).

Ao estudarem as evidências da escolaridade na organização cerebral foi constatada que ocorrem mudanças comportamentais, de desempenho em avaliações neuropsicológicas e estrutural-funcionais, verificadas em exames de neuroimagem da estrutura e da funcionalidade do cérebro humano, demonstrando que o fracasso escolar recebe interferência de aspectos biológicos (funcionamento anatômico, órgãos dos sentidos e SNC), cognitivos (inibição cognitiva) e psicossociais (ação do inconsciente/fator psicogênico, realidade cultural e desestrutura familiar/ fator ambiental) (PAIN, 1985; PARENTE et al., 2009).

A dificuldade nas habilidades de leitura e escrita é denominada dislexia de desenvolvimento e pode estar associada à desordem na linguagem oral, cálculo, atenção, memória e integração perceptivo-motora (ALVAREZ; ZAIDAN, 2000).

A dislexia do desenvolvimento ou transtorno de leitura é conceituada pela DSM-IV como um rendimento de leitura inferior ao esperado para a idade cronológica, o intelecto e a escolaridade do indivíduo (APA, 2002).

O aprendizado da leitura e escrita depende de variáveis contextuais e habilidades individuais. Para a autora, a abordagem do assunto é complexa, pois os problemas de leitura-escrita são influenciados por uma multiplicidade de fatores: habilidades auditivas, visuais, cognitivas, da fala, da linguagem e motoras da criança; o meio socioeconômico-cultural; a condução do aprendizado na escola; as relações afetivas, o estado e desenvolvimento emocional; a vivência com material escrito e o que será aprendido através da escrita pela criança (FELIPPE, 2002).

É comum encontrarem em disléxicos do desenvolvimento, dispersão, dificuldade na coordenação motora fina e grossa e processamento auditivo,

dificuldade visuoespacial, discalculia<sup>4</sup>, disgrafia<sup>5</sup>, disnomia<sup>6</sup>, memória de curto prazo prejudicada, porém, excelente memória de longo prazo (IANHEZ; NICO, 2002).

Um estudo de caso preconizou a importância da equipe interdisciplinar no diagnóstico da dislexia de desenvolvimento. Os autores enfatizaram que a análise de avaliações realizadas por psicólogo, fonoaudiólogo, oftalmologista, neurologista e radiologista contribuem na conduta terapêutica (PESTUN et al., 2002).

Na neuropsicologia cognitiva, as dificuldades de aprendizagem são um conjunto de distúrbios sistêmicos e parciais da aprendizagem escolar que surgem em consequência de uma insuficiência funcional de um ou vários sistemas cerebrais. A aprendizagem torna-se deficitária quando os sistemas cerebrais não estão interligados dentro da estrutura psicológica. Os processos subjacentes às dificuldades de aprendizagem da leitura são baseados neste princípio e também considera o pressuposto da modularidade, em que um dano causado a um módulo, por exemplo, a capacidade para leitura de palavras familiares, não trará prejuízo a outro, como a leitura de palavras não-familiares, uma vez que se decompõem em subprocessos de relativa independência (SALLES; PARENTE; MACHADO, 2004).

Ao mencionarem os diversos termos utilizados para definição de problemas de leitura e escrita, as autoras optaram por denominá-lo em dificuldade de leitura e escrita, ao incluir neste grupo crianças com déficits no processamento receptivo (leitura) e expressivo (escrita) das palavras e textos (SALLES; PARENTE, 2006a).

O estudo de dislexias e disgrafias adquiridas e modelos de Dupla Rota de leitura e escrita classificam as dificuldades de leitura e escrita em três diferentes tipos de dislexias e disgrafias de desenvolvimento (ELLIS, 1995; SALLES; PARENTE, 2006b):

- Dislexia / disgrafia fonológica - dificuldade no uso da estratégia fonológica. Associada a disfunção do lóbulo temporal.
- Dislexia / disgrafia de superfície - dificuldade no nível de tratamento ortográfico da informação (rota lexical). Associada a disfunção do lóbulo occipital.

---

<sup>4</sup> Discalculia – dificuldades na compreensão e manipulação de números.

<sup>5</sup> Disgrafia – dificuldade na escrita de ordem perceptivo-motora.

<sup>6</sup> Disnomia – dificuldade de nomeação mesmo conhecendo a representação da palavra.

- Dislexia / disgrafia mista - ambas as rotas, fonológica e lexical estão comprometidas. Associada a disfunção dos lóbulos pré-frontal, frontal, occipital e temporal.

O dislético fonológico tem menor capacidade em refrescar as informações fonológicas, que se perdem em cerca de dois a três segundos, impedindo-o de consolidar estas informações. Deste modo, não consegue analisar a informação fonológica em tarefas de habilidades metafonológicas, como decisões sobre rima, aliteração em palavras reais/pseudopalavras ouvidas, contagem, manipulação, trocadilhos, transposição de fonemas, repetição de listas de pseudopalavras longas, fonemas complexos, entre outros (CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2006).

Nesse tipo de dislexia acima citado, não se consegue ler palavras não-familiares e pseudopalavras. Ao fazer uso da rota lexical, ele comete erros ao trocar uma palavra inventada por uma palavra visualmente semelhante (lexicalização); troca palavra real por outra que seja parecida (paralexia visual) ou derivada (erro derivacional); diante de palavras não-familiares inventa outra palavra por errar na conversão grafema-fonema (neologismo). Por sua vez, o dislético de superfície lê palavras regulares, mas tem dificuldade em ler palavras formadas por relações grafema-fonema não previsíveis, neste caso, as palavras irregulares (KAJIHARA, 2008).

A causa das dislexias de superfície é menos conhecida e está relacionada a um atraso geral no reconhecimento de palavras, resultando na dificuldade de modelar as representações fonológicas usando informações lexicais. Portanto, esse déficit fonológico seria associado a experiências de leituras inadequadas, falta de conhecimentos específicos das palavras, instrução inadequada, limitação de recursos computacionais ou déficit no processamento visual (SALLES; PARENTE, 2008).

Em sujeitos com dislexia do desenvolvimento, os achados de neuroimagem demonstram alterações no fluxo sanguíneo em regiões do córtex temporal que interferem na percepção auditiva das informações fonológicas relacionadas com a aprendizagem da leitura em um sistema de escrita alfabética. Os escolares com dislexia de desenvolvimento apresentaram dificuldades nas habilidades auditivas de atenção, codificação, organização e integração de informações auditivas, que comprometem o uso de habilidades metafonológicas como atenção, análise, síntese e memória de trabalho (GERMANO et al., 2009).

O bom desempenho na leitura advém de um adequado equilíbrio entre o desenvolvimento das operações de leitura, decodificação e compreensão e interage com os estágios de desenvolvimento do pensamento e da linguagem (BARRETO, 2009, p. 95).

Considera-se importante que estes aspectos sejam distinguidos das variações na realização acadêmica e das dificuldades escolares decorrentes de déficits sensoriais, cognitivos, emocionais e de fatores educacionais, sócio-culturais e econômicos adversos (ALVES et al., 2009).

O termo “dislexia do desenvolvimento” ou “incapacidade de leitura” está relacionado com as crianças que têm dificuldades de reconhecimento com palavras básicas impressas. Do contrário, a criança que reconhece a palavra, mas tem dificuldade de compreensão de leitura não é considerada disléxica, mas possui uma leitura pobre com causas cognitivas distintas daquele que tem dificuldade no reconhecimento da palavra (PENNINGTON; BISHOP, 2009).

Para a neuropsicologia cognitiva a capacidade de ler é uma atividade psicolinguística complexa, composta por múltiplos processos interdependentes, que tornam necessário o desenvolvimento de aspectos perceptivos, linguagem, inteligência, memória de trabalho e de longo prazo. Em termos cognitivo-linguísticos, no processo de leitura, são essenciais o reconhecimento de palavras (acesso ao léxico mental) e a compreensão do que é reconhecido. O acesso ao léxico em uma perspectiva interativa envolve a combinação entre informação contextual, visual, fonológica e ortográfica (CORSO; SALLES, 2009).

Ao argumentarem sobre as controvérsias em torno da DPA relacionada a problemas de linguagem, leitura, atenção ou transtorno de espectro autista, os autores referem que existem diversas abordagens conceituais e diagnósticas adotadas por fonoaudiólogos e psicólogos em que, por um grupo de especialistas, se tem o diagnóstico de uma deficiência de aprendizagem específica, e por outro lado, o diagnóstico de DPA é puramente relacionado ao SNAC. O dilema surge porque não se trata de co-morbidade, mas de grupos de profissionais que usam rótulos diferentes para os mesmos sintomas. O ideal seria não considerar a DPA como um transtorno isolado, mas buscar desenvolvimento de pesquisas que compreendam as diferenças entre a função auditiva e a linguagem, atenção, memória e outras funções cognitivas, que clarifiquem o impacto das DPAs sobre o desenvolvimento da linguagem e alfabetização, bem como as consequências

funcionais em ouvir em ambientes desafiadores como a sala de aula, em casa e entre pares (DAWES; BISHOP, 2009).

### 2. 5. 1 Teste SSW e suas relações com a aprendizagem

Nesse capítulo será apresentada uma síntese dos resultados encontrados em estudos que utilizaram a avaliação do teste SSW relacionados à aprendizagem.

Em indivíduos com prejuízos gnósicos auditivos do tipo Decodificação (análise auditiva) e/ou Codificação (integração auditiva) e/ou Organização (memória auditiva) combinados houve uma maior prevalência de reflexos acústicos alterados, indicando relação entre DPAs e reflexos acústicos (MENEGUELLO et al., 2001).

Em relato de experiências clínicas foram evidenciados três estudos de caso em que as crianças demonstravam dificuldades em leitura e escrita. Foi aplicada uma bateria de teste, dentre eles, o teste SSW. Os resultados apresentados conforme a idade de oito, dez e 12 anos, respectivamente, foram: desempenho normal; 80% de acertos na DC e 77% de acertos na EC, indicativo de alteração na habilidade de figura-fundo; alteração de grau moderado do tipo decodificação (prejuízo na análise auditiva) e codificação (prejuízo na integridade das informações sensoriais) (GONÇALES; SOUZA; SOUZA, 2002).

Escolares de instituição pública com e sem queixas de dificuldades de aprendizagem foram avaliados com o teste SSW em momentos distintos em um período de dois anos e, concluiu-se que, as crianças com queixas de aprendizagem apresentaram resultados inferiores nas duas etapas analisadas, no entanto, houve melhora nas respostas em ambos os grupos com o decorrer do tempo, evidenciando a influência da maturação auditiva. A condição EC sempre apresentou resultados aquém dos valores encontrados na DC (COSTAMILAN, 2004).

Pesquisa realizada com o intuito de verificar a interferência do processamento auditivo sobre escolares expostos e não expostos a níveis de pressão sonora elevados demonstrou através do teste SSW alterações em 93,6% dos sujeitos avaliados, no entanto, os escolares não expostos obtiveram pior desempenho no teste, sugerindo a necessidade de um maior número de pesquisas para estabelecimento dos padrões de normalidade e controle dos fatores que interfiram nas relações sugeridas (SOLA, 2004).

Aspectos de maturação neural interferiram de maneira significativa no desempenho do teste SSW no decorrer da idade de oito, nove e dez anos (NEVES; SCHOCHAT, 2005).

Ao realizarem estudo em crianças com distúrbios de aprendizagem o teste SSW demonstrou relevância no contexto da saúde coletiva, uma vez que possibilita a identificação das DPAs em escolares e facilita a intervenção em tempo oportuno de reabilitá-las para a reorganização das habilidades auditivas e linguísticas defasadas (MARTINS; MAGALHÃES JR., 2006).

Com a intenção de traçar o perfil de 43 crianças do primeiro ano do Ensino Fundamental, foi verificada a correlação entre processamento auditivo e desempenho acadêmico através da aplicação e análise dos resultados do teste SSW e de questionário investigativo a respeito de aspectos relacionados aos comportamentos sociais, perceptivo-motor, afetivo, cognitivo e de linguagem. Os escores rebaixados na análise quantitativa e qualitativa das avaliações evidenciaram no geral, a possibilidade de dificuldades lexicais, de expressão e compreensão verbal, sugerindo fatores predisponentes a alterações na aprendizagem, no entanto, os autores alegaram que alterações encontradas no processamento auditivo não ocasionam alterações de linguagem, todavia, o contrário acontece (JORGE, 2006).

Foi relatada relação entre dificuldades de aprendizagem e processamento auditivo ao se desenvolver pesquisa com 50 crianças que possuíam relato de mau desempenho escolar (queixas de problemas no processo de alfabetização; problemas ortográficos; dificuldades com cálculo, interpretação e/ou produções de textos; memória, atenção e concentração prejudicadas e repetência escolar) e ao demonstrar que 12% dos escolares tinham dificuldades de codificação, 20% de decodificação e 16% de organização, com 40% enquadrando-se em mais de uma categoria (RIBAS; ROSA; KLAGENBERG, 2007).

Um estudo verificou as possíveis relações entre desvio fonológico, testes de consciência fonológica e as avaliações do processamento auditivo e constatou-se que crianças com desvio fonológico obtiveram piores escores do que o grupo controle, inclusive no SSW (QUINTAS; ATTONI; KESKE-SOARES; MEZZOMO, 2010).

Ao caracterizar e comparar o desempenho de escolares com e sem distúrbio de aprendizagem através da avaliação com o teste SSW, verificou-se desempenho inferior em ambas as orelhas, por parte do grupo com distúrbios de aprendizagem,

portanto, as dificuldades em figura-fundo, atenção auditiva e organização causaram alterações nas provas avaliativas (PINHEIRO; OLIVEIRA; CARDOSO; CAPELLINI, 2010).

Com a finalidade de verificar a eficácia de um programa de treinamento auditivo específico para transtornos do processamento auditivo, foi observado melhora na porcentagem de acertos no teste SSW quando comparadas as situações de pré e pós-treinamento auditivo, exceto na DC ainda que tenha demonstrado tendência à significância. Os autores referiram o treinamento auditivo como um importante meio de tratamento dessas desordens, em que a interferência precoce minimiza os prejuízos comunicativos, sociais e escolares (SAMELLI; MECCA, 2010).

Estudo comparativo quanto ao desempenho de crianças com e sem distúrbios de leitura e escrita constatou que o grupo com dificuldades escolares demonstrou piora na discriminação dos sons sobrepostos em escuta dicótica, cuja habilidade era figura-fundo e maior número de inversões, tendo como hipótese que a alteração no mecanismo fisiológico de discriminação de sons em sequência poderia dificultar a aprendizagem da leitura e escrita (FROTA; PEREIRA, 2010). Outro estudo com 15 crianças que apresentavam baixo rendimento escolar e que se encontrava em tratamento fonoaudiológico devido a distúrbios de leitura e escrita, demonstrou pelo menos um tipo de alteração no teste SSW para todos os avaliados (MACHADO et al., 2011).

Ao investigar as habilidades auditivas em escolares de sete a dez anos de dois distintos níveis sócioeconômico-culturais através do teste SSW, autores concluíram que as crianças com padrão de vida médio-baixo possuíam maior defasagem em relação aos de nível médio-alto, principalmente na perda gradual de memória, que demonstra a suscetibilidade a alterações na fala e dificuldades de aprendizagem (BECKER et al., 2011).

## **2. 6 Modelo de Dupla Rota de leitura e escrita e possíveis efeitos das desordens do processamento auditivo**

Entre as inúmeras concepções de linguagem escrita e suas distintas propostas para pensar as condições de ensino-aprendizagem, interessa a esta pesquisa a concepção que permita abordar as relações entre o processamento auditivo e o processamento da linguagem. Nesse sentido, a visão neuropsicológica assume especial relevância porque propõe modelos de processamento da linguagem que demonstram de modo individualizado o processamento da informação visual e aquele cuja ancoragem maior está na informação auditiva. Também permite pensar no processamento das distintas unidades linguísticas possíveis para o processamento, a saber: o traço, o fone ou segmento, a palavra, a frase e o texto.

Na perspectiva neuropsicológica, o ato de ler corresponde à ação de extrair informações da língua para construir diretamente um significado, ou seja, é um ato perceptivo-semântico ou ideovisual que ultrapassa a simples codificação e decodificação de símbolos, para a elaboração e construção da leitura que resulta na compreensão de um texto (ALÉGRIA; LEYBAERT; MOUSTY, 1997; MORAES, 2003). Para que isso aconteça, o processamento da linguagem escrita, tanto durante a leitura quanto a escrita, deverá cobrir as relações visuais e auditivas da informação nos distintos níveis linguísticos. A abordagem de Dupla Rota tem sido a mais aceita na literatura nacional e internacional para explicar tal processamento.

Neste modelo, proposto por Jonh Morton em 1979, considera-se a leitura e escrita atividades complexas, compostas por múltiplos processos interdependentes, geralmente representados por meio de modelos de processamento de informação. O modelo apresenta uma rota chamada lexical, encarregada do processamento visual e global da palavra, que já foi lida e armazenada no léxico, e uma rota fonológica que processa a relação grafema-fonema e é acionada quando se está diante de uma nova palavra nunca lida anteriormente ou de uma não-palavra (pseudopalavra). Na década de 80, os estudos de Seymour aprofundaram o método para investigação dos processos básicos de leitura, denominado Procedimento de Avaliação Cognitiva, que consiste no uso de tarefas de leitura em voz alta de palavras reais e não-palavras, e de tarefas de decisão sobre a propriedade visual, lexical ou semântica de

um estímulo. Este método serviu de parâmetro para Pinheiro (1994, 1995) desenvolver o primeiro estudo no Brasil com o objetivo de investigar a aplicabilidade do modelo de Dupla Rota para o contexto de leitura em nossa língua (PINHEIRO; ROTHE-NEVES, 2001; ARAUJO; MINERVINO, 2008).

O modelo de leitura de Dupla Rota é entendido como a aplicação de processos distintos para transformar a escrita em fala. Esta habilidade envolve dois caminhos: a rota lexical, em que ocorre acesso direto à pronúncia e ao significado da palavra por meio da memória visual; e a rota fonológica que usa regras de conversão entre a ortografia e a pronúncia (grafema-fonema) com acesso indireto a esta última, por intermédio da memória auditiva, após análise e decodificação (ELLIS, 1995; ELLIS; YOUNG, 1996; RASTLE; COLTHEART, 1999; COLTHEART et al., 2001; SALLES, 2005; PINHEIRO; LUCIO; SILVA, 2008).

A rota lexical e fonológica é conceituada ao se descrever os processos de aquisição e desenvolvimento de leitura e escrita. Na decodificação da palavra, o léxico (processador ortográfico) representa o conhecimento visual das palavras escritas. À medida que o leitor aprendiz é exposto ao material escrito, essas conexões (as letras representadas por feixes de traços visuais e as palavras por sequência de letras) começam a se estabelecer e, quanto mais frequentemente uma determinada sequência de letras é encontrada, mais forte se tornarão as conexões entre essas unidades. Um exemplo é, no português, a letra <q> estar associada à letra <u> sempre. Portanto, em nossa língua, esse padrão de letra deve ser fortemente conectado. Do contrário, sequências de letras que raramente são vistas serão inibidas, por exemplo, *sh* observada na palavra de origem inglesa *shopping*. Deste modo, a exposição frequente as cadeias de letras é fator determinante para as representações no léxico, pois estabelece unidades de reconhecimento visual de uma determinada língua e processa as sequências de letras correspondentes a palavras familiares, ordenadas e conectadas, oferecendo a sensação de reconhecê-las instantânea e holisticamente (NAVAS; SANTOS, 2009).

De acordo com os autores acima citados, o processador fonológico possui uma complexa rede de unidades primitivas associadas, que são ativadas pela imagem auditiva de cada palavra, sílaba ou fonema. A imagem que é visualizada pelo léxico, estimula unidades do processador fonológico. Quando a sequência é pronunciável, o processador fonológico manda de volta uma informação que contribui para decodificação da palavra escrita. Assim sendo, favorece um sistema

alfabético que interfere na manutenção da velocidade e na precisão do reconhecimento da palavra, além de promover a expansão da memória operacional, importante para a compreensão do texto.

Em termos de processamento do nível da palavra falada ou escrita, propõe que o modelo de duas rotas de leitura e escrita é fundamental para esta investigação (SALLES, 2005). Neste modelo são propostas as rotas fonológica, e lexical, conforme representado na figura 1 e 2:

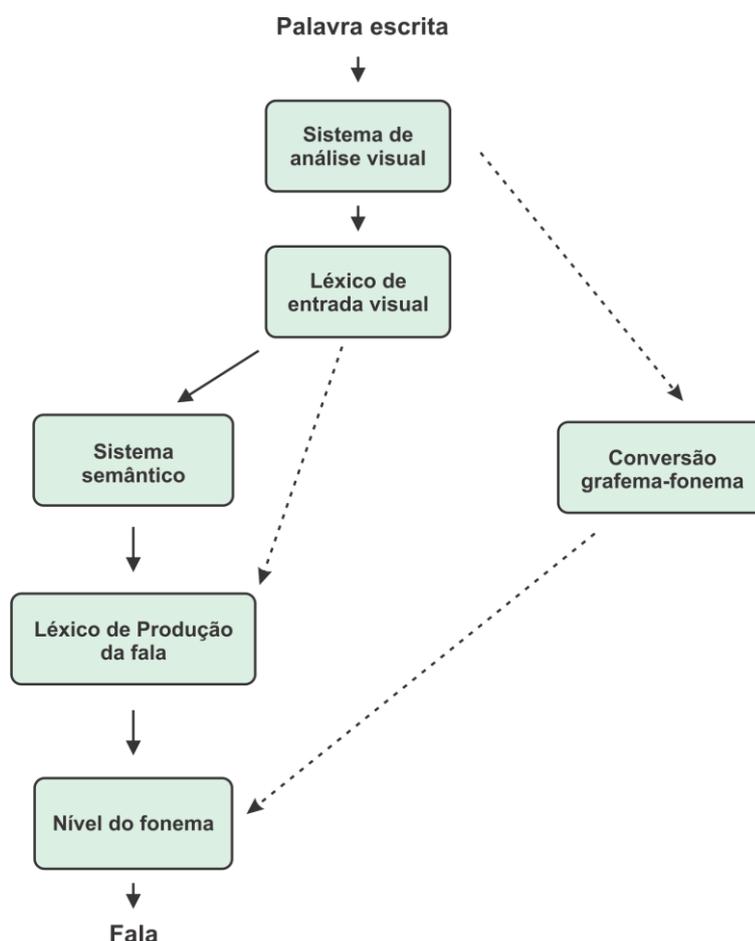


Figura 1 - Modelo de Dupla Rota com leitura de palavras e pseudopalavras de Ellis e Young (1996) e Ellis (1995) adaptado por Salles (2005)

A palavra falada ou escrita no modelo de Dupla Rota é processada no sistema de análise visual (leitura) ou auditiva (escrita) que identifica e agrupa letras ou sons do estímulo. Em seguida, o léxico visual (leitura) ou de produção de grafemas (escrita) é acessado para reconhecer as palavras familiares armazenadas (representação da palavra-alvo através da busca de um único item estocado na memória lexical em meio a um conjunto de informações). O sistema semântico

(significado das palavras) é o próximo caminho que se segue e então o léxico de produção de fala ou escrita entra em ação com a representação fonológica das palavras. Uma vez que tenha desempenhado a sua função o nível do fonema ou grafema é acionado para que as palavras sejam articuladas ao se evocar a memória de curto prazo que permite interligar as sílabas anteriores a próxima porção da palavra. Quando se trata de pseudopalavras ou palavras desconhecidas, haverá o acesso a rota fonológica, com regras de correspondência grafema-fonema, sua pronúncia ou escrita será desenvolvida letra a letra (representada nas figuras 1 e 2 pela linha tracejada). Neste modelo uma terceira rota corresponde à forma como as palavras são lidas/escritas sem que haja acesso ao sistema semântico, portanto, não sendo compreendidas (representada nas figuras 1 e 2 pela linha pontilhada) (ELLIS,1995; COLTHEART et al., 2001; SALLES, 2005).

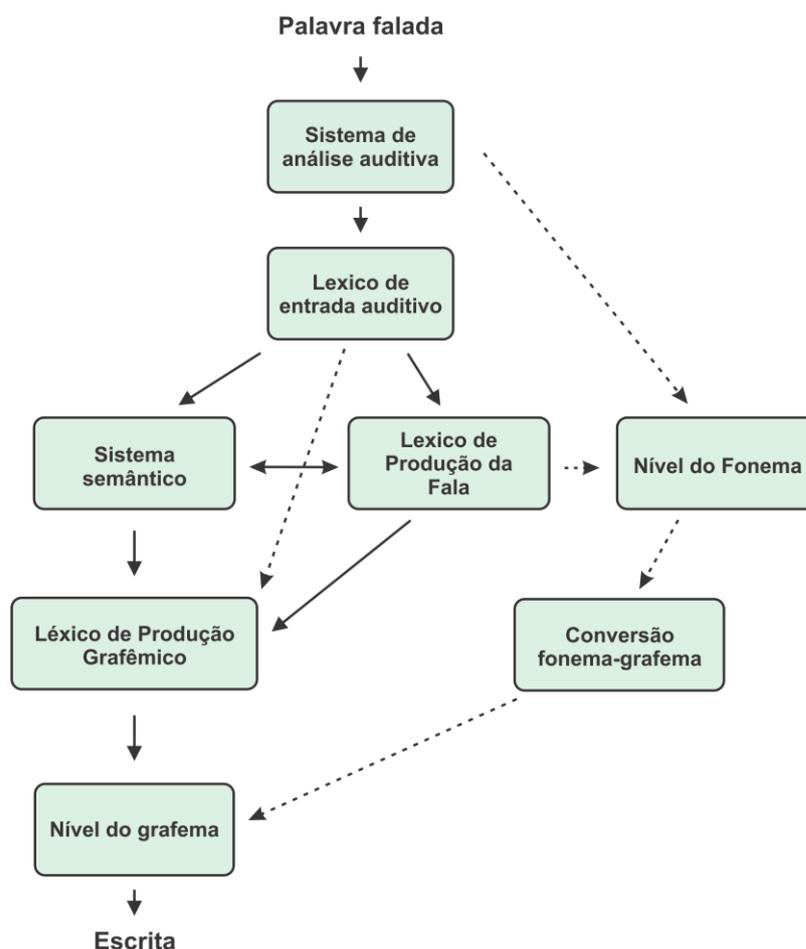


Figura 2 - Modelo de Dupla Rota com escrita de palavras e pseudopalavras sob ditado de Ellis e Young (1996) e Ellis (1995) adaptado por Salles (2005)

Portanto, o teste utilizado nesta pesquisa para avaliação das rotas de leitura e escrita utilizada pela criança de 3º e 4º ano considera que, quando um leitor competente fixa uma palavra muito familiar, o acesso ao seu significado ocorre diretamente pela palavra escrita, com o som da palavra possuindo papel secundário. Quando um leitor competente fixa uma palavra um pouco menos familiar, mas que já foi encontrada antes, então o acesso ao significado diretamente pela palavra escrita e indiretamente via som da palavra pode ocorrer mais ou menos simultaneamente e de forma paralela, quando a palavra nunca foi vista antes, mas já foi ouvida, então, o acesso ao significado pode ocorrer apenas por meio do som, aos poucos, pelo uso da rota fonológica (ELLIS, 1995; SALLES, 2005).

Desse modo, tanto na leitura quanto na escrita, o modelo de Dupla Rota proporciona através das tarefas de leitura em voz alta e ditado a investigação do lado lexical por meio do uso de palavras reais, e o lado fonológico, pelo uso de pseudopalavras (CAPOVILLA; CAPOVILLA; MACEDO, 2000, PINHEIRO; ROTHE-NEVES, 2001). A variação no uso de uma ou outra rota vai depender da habilidade do leitor ou das características da palavra (CORSO; SALLES, 2009).

Os testes de leitura de não-palavras são usados para determinar a competência com que os leitores conseguem decodificar palavras que eles nunca viram antes. Ao tentar avaliar a capacidade de decodificação usando palavras reais, nem sempre é possível distinguir conclusivamente entre as estratégias de reconhecimento das palavras e de decodificação. Por outro lado, quando se usa não-palavras não há probabilidade dos itens serem familiares (GAULANDRIS, 2004).

O uso da rota fonológica de leitura e escrita é analisado por meio do desempenho na leitura/escrita de pseudopalavras e o uso da rota lexical é analisado por meio do desempenho nas palavras irregulares, que possuem ambiguidade na correspondência grafema/fonema e exige conhecimento prévio do estímulo para a precisão da resposta (SALLES; PARENTE, 2006). Em suma, a leitura de palavras é um teste da rota lexical e a leitura de não-palavras é um teste fonológico.

Há basicamente quatro formas de inferir o uso da rota fonológica na leitura ou na escrita das palavras, analisando: 1) o desempenho na leitura/escrita de pseudopalavras (estrutura fonológica similar a palavras reais, mas sem sentido - ex. alanare); 2) o efeito de regularidade pelo qual se pode afirmar que as palavras com correspondência regular entre grafemas e fonemas são lidas/escritas mais rápida e

precisamente do que as palavras irregulares. 3) o efeito de extensão cuja proposição é de que entre palavras curtas e longas, quanto maior a extensão, a leitura/escrita tende a ser mais lenta e imprecisa; 4) os erros do tipo regularizações (grafias que contém todos os sons da fala, mas escritos incorretamente, ou escritas que imitam a pronúncia do dialeto local, refletindo o uso da regra alfabética básica de representar cada som por uma letra, sem considerar as diferenças de correspondência som-letra (Ex. casa - /kazə/) e neologismos que consistem de omissões, inserções e/ou substituições de letras pela dificuldade em se estabelecer a correlação correta do som. Na escrita são decorrentes de erros na conversão dos fonemas identificados em grafemas (SALLES, 2005).

Por sua vez, para analisar o uso da rota lexical de leitura e escrita, a autora acima refere quatro tipos de informações que devem ser consideradas: 1) desempenho com palavras irregulares (palavras que possuem correspondência fonema-grafema ambíguas. Ex.: belo - /bɛlu/); 2) efeito de frequência (palavras mais frequentemente expostas estão prontamente acessíveis no léxico); 3) efeito de lexicalidade (palavras reais por terem representações ortográficas, semânticas e fonológicas pré-estocadas no léxico, são lidas/grafadas mais corretamente do que as pseudopalavras. Ex: Conversa - /kõnvɛɾsə/ e /Sãnvɛɾkə/); 4) erros do tipo respostas palavras (lexicalizações, paragrafias ou paralexias).

A literatura vigente refere que a leitura fonológica predomina no início da alfabetização e que o efeito de regularidade tende a desaparecer por volta do 3º ano, quando as crianças estão desenvolvendo representações lexicais para os itens menos familiares. Contudo, é preciso considerar que palavras irregulares para a escrita, nem sempre são irregulares do ponto de vista da leitura. Sendo assim, crianças mais experientes que se encontram em um estágio em que há maior domínio do processo fonológico, podem estar lendo palavras irregulares na escrita, por já terem conseguido compreender a correspondência grafema-fonema e, não necessariamente, por estarem fazendo uso do processo lexical (PINHEIRO; LÚCIO; SILVA, 2008).

Em português, simultaneamente à alfabetização, desenvolvem-se os processos lexicais e fonológicos. Estes são expressos no decorrer da escolarização por meio da diminuição dos efeitos de regularidade, extensão e de frequência. A redução destes efeitos indica que com o desenvolvimento da habilidade de leitura, ocorre um desprendimento do uso prioritário do processo fonológico, e um aumento

de palavras (curtas e longas, regulares e irregulares) que são lidas pelo processo lexical (LÚCIO, 2008).

Diante da leitura de uma palavra com ortografia regular, o processo fonológico deve gerar uma pronúncia harmoniosa como a produzida pelo processo lexical. No entanto, se a palavra tem uma ortografia irregular, o processo fonológico tende a regularizá-la e, desta forma, produzir uma pronúncia incorreta e conflitante. Esse desacordo entre pronúncias, dadas pelas diferentes rotas é observado principalmente nas palavras irregulares pouco familiares (baixa frequência de ocorrência). Deste modo, o tempo extra para a resolução do conflito entre pronúncias divergentes de palavras irregulares poderia explicar as velocidades mais lentas de leitura para este tipo de palavras (ELLIS, 1995; PINHEIRO; LÚCIO; SILVA, 2008).

Quanto à familiaridade, a ciência tem demonstrado que uma palavra que se torna familiar é mais facilmente percebida do que uma palavra desconhecida ou pseudopalavra. A explicação para a leitura mais rápida de palavras do que pseudopalavras se deve, em termos, a falta de representações internas da forma visual de pseudopalavras (ELLIS, 1995). À medida que a criança aumenta a frequência de contato com a palavra escrita e aprende as regras ortográficas, as representações se estabilizam e possibilitam uma recuperação cada vez mais automática e rápida desta palavra (CUNHA; CAPELLINI, 2009).

A seguir, segue uma breve revisão em sequência cronológica de estudos desenvolvidos considerando os aspectos fonológicos e lexicais na leitura e escrita.

O uso dos testes de leitura em voz alta e prova escrita sob ditado com palavras e pseudopalavras, em uma pesquisa que tinha por objetivo observar os efeitos do treino de consciência fonológica em crianças do primeiro ano provenientes de escola pública com baixo nível sócioeconômico, constatou que o treino de consciência fonológica e de correspondências grafo-fonêmicas traz benefícios à consciência fonológica, as habilidades de leitura em voz alta e da escrita sob ditado. No entanto, sem evidências de melhora na habilidade de acesso lexical à memória de longo prazo ou sobre a habilidade de estocar informação na memória de trabalho (CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2000).

Estudo com 76 crianças do 2º e 3º ano do ensino fundamental propuseram análise das rotas (fonológica e/ou lexical) preferencialmente usadas na leitura de palavras e sua relação com a consciência fonológica, por intermédio da leitura de

palavras isoladas (reais e pseudopalavras). Houve maior proporção de crianças do 2º ano que usavam a rota fonológica ou ambas as rotas, sugerindo a importância das habilidades de decodificação no início de aquisição de leitura e que implica em um processo de desenvolvimento, primeiramente, caracterizado pelo maior uso da rota fonológica. Portanto, os autores postularam que a rota fonológica parece essencial no início do desenvolvimento da leitura, reforçando a necessidade do ensino de habilidades de decodificação, pois, uma vez que, a associação grafema-fonema esteja deficiente, a alfabetização pode estar comprometida (SALLES; PARENTE, 2002a).

Uma pesquisa teve por finalidade compreender se os processos lexicais e fonológicos atuam em conjunto ou integram informações durante o desempenho ortográfico. Os resultados evidenciaram a integração lexical/fonológica, todavia, os autores referem que os detalhes dos mecanismos que permitem a combinação de informação desses dois processos no decorrer da habilidade escrita, ainda não foram bem definidos pela ciência (RAPP; EPSTEIN; TAINURIER, 2002).

Com o objetivo de verificar se existem áreas do cérebro específicas que justificam o acesso a palavra pela rota visual e se os resultados de neuroimagem suportam dois caminhos distintos postulado pelo modelo de Dupla Rota, foi realizado um método de análise automatizada que considerou 35 estudos publicados de neuroimagem, com base no registro de picos de ativação emitidos a partir de leitura de palavras ou pseudopalavras. A pesquisa não confirmou a existência de regiões cerebrais específicas que fosse responsável pelo processamento da linguagem escrita, no entanto, demonstrou que áreas do cérebro importantes para a leitura são recrutadas para outros domínios cognitivos, tais como, percepção, compreensão da linguagem oral e análise fonológica (JOBARD; CRIVELLO; TZOURIO-MAZOYER, 2003).

O teste de competência de leitura silenciosa de palavras e pseudopalavras (TCLPP) que permite uma visão aprofundada das rotas e estratégias envolvidas na leitura competente, normatizado e validado através de pesquisa realizada em 725 crianças do 1º a 3º ano do ensino fundamental, demonstrou que ouvintes deixam-se enganar mais por palavras homófonas<sup>7</sup>, detectando melhor pseudopalavras vizinhas visuais do que pseudopalavras homófonas e, semi-homofonia ao detectar melhor

---

<sup>7</sup> Palavras homófonas – palavras com pronúncia semelhante (SANTOS; NAVAS, 2004).

pseudopalavras vizinhas fonológicas do que pseudopalavras homófonas (CAPOVILLA; VARANDA; CAPOVILLA, 2006).

As dificuldades de leitura e escrita e fatores neuropsicológicos associados são discutidos em meio a controvérsias devido à possibilidade de ser considerado um desvio ou atraso de desenvolvimento. Assim, pesquisa optou por analisar o desempenho em habilidades neuropsicológicas (perceptivo-motoras, linguagem oral, velocidade de processamento, consciência fonológica, memória verbal e memória não-verbal) de crianças do 2º ano com dificuldades de leitura e escrita, comparando-as a um grupo competente nessas habilidades que tivessem a mesma idade e escolaridade e, ao mesmo tempo, comparado a um grupo de crianças do 1º ano não competente na leitura e escrita. Ao constatar que as habilidades não diferiram significativamente do grupo de crianças do primeiro ano, os resultados da pesquisa favoreceram ao atraso de desenvolvimento das funções neuropsicológicas (SALLES; PARENTE, 2006a).

Dois grupos de crianças, um submetido ao método fônico e o outro ao método global foram avaliados durante o último ano da pré-escola e o primeiro ano de escolarização formal com tarefas de consciência fonêmica, leitura e escrita de palavras e pseudopalavras. O impacto do método de ensino foi significativo para a aprendizagem da escrita de palavras, na qual o método fônico trouxe maiores vantagens (GODOY; DELFIOR; PINHEIRO, 2007).

Nessa abordagem, uma pesquisa com 109 crianças do 2º ano do ensino fundamental de cinco escolas estaduais de Santa Maria-RS foi desenvolvida, e demonstrou o predomínio no uso da rota fonológica ao início do aprendizado da leitura e escrita. As autoras referem que não se pode descartar a interdependência de ambas as rotas, pois, o uso de forma precisa da rota fonológica beneficia a rota lexical e vice-versa (SALLES; PARENTE, 2007).

Pesquisa realizada com 33 pacientes neurológicos que desenvolveram diferentes tipos de alexia e agrafia demonstrou que a teoria de Dupla Rota prever precisamente o desempenho da linguagem escrita nestes indivíduos, além de revelar importância na compreensão e acompanhamento da resposta ao tratamento em pacientes com doenças adquiridas de leitura e escrita, e de testar a eficácia das abordagens terapêuticas destinadas a reforçar as rotas lexical e fonológica (RAPCSAK et al., 2007).

Uma pesquisa comparou um grupo de palavras verificando o quanto as variações da letra formam um vizinho ortográfico<sup>8</sup> no reconhecimento visual da palavra e investigou de que forma essa estrutura inibe a resposta de decisão lexical quando o ambiente da pseudopalavra é difícil, por não fazer uso deste recurso. Os estudiosos atribuíram um viés de resposta entre lexicalidade e a quantidade de posições em que a letra pode ser trocada, causando um efeito facilitador quando a pseudopalavra possui baixa semelhança com a palavra real (PUGH et al., 1994). O efeito de vizinhança ortográfica é genuinamente inibitório em crianças brasileiras e estas apresentam dificuldades em utilizar estratégias na tarefa de decisão lexical, ao contrário dos adultos (JUSTI; PINHEIRO, 2008).

Ao realizar um estudo com 38 crianças, foi possível observar variabilidade de escores nas funções perceptivos-motoras, linguagem oral, velocidade de processamento, consciência fonológica e memória verbal, comprovando que as habilidades de leitura e escrita tem perfis neuropsicológicos distintos e que se tratam de processos complexos que exigem múltiplos mecanismos perceptivos e cognitivos (SALLES; PARENTE, 2008).

Baseado no estudo de Pugh et al. (1994), citado anteriormente, as posições da vizinhança dos fonemas foram testadas com a finalidade de verificar se a variação da posição fonológica iria inibir as respostas das pseudopalavras difíceis, tanto quanto a vizinhança da posição ortográfica. O estudo mostrou que a variação de posição da vizinhança fonológica facilita as decisões lexicais, ou seja, os participantes do estudo responderam mais rápido na situação em que três posições de fonemas puderam ser modificadas para formar um vizinho do que quando havia apenas duas posições possíveis (YATES, 2009).

Ao avaliar a leitura e escrita de 110 crianças do 2º ano do ensino fundamental, de cinco escolas públicas de uma cidade do Rio Grande do Sul com teste utilizando palavras/pseudopalavras isoladas foi demonstrado que o grupo com desempenho elevado faz uso de ambas as rotas de leitura e escrita de forma precisa, com predominância da rota fonológica na leitura/escrita de pseudopalavras. Nas crianças que apresentaram baixo desempenho, ambas as rotas estavam deficitárias, especialmente a lexical nos escores de leitura/escrita de palavras irregulares (SALLES; PARENTE; FREITAS, 2010).

---

<sup>8</sup> Vizinho ortográfico - efeito que palavras similares em sua estrutura ortográfica têm sobre o reconhecimento visual de palavras (PUGH et al., 1994).

Com o objetivo de caracterizar e comparar na adaptação brasileira da avaliação de processos de leitura o desempenho de 262 escolares do ensino básico privado e público constatou-se que há diferença entre as médias de leitura de pseudopalavras do primeiro ao quarto ano, independente do tipo de escola. Revelaram que entre os escolares do primeiro ano o uso da rota fonológica é superior em relação aos escolares dos quartos anos, demonstrando que no início da alfabetização o uso da rota fonológica se sobrepõe à lexical, enquanto que no quarto ano, devido ao maior domínio da ortografia, a rota lexical é mais utilizada (OLIVEIRA; CAPELLINI, 2010).

No leitor competente, as rotas fonológica e lexical estão íntegras e podem ser disponibilizadas atuando em conjunto ou separadamente, facilitando o reconhecimento preciso e rápido das palavras e a compreensão do texto lido. Selikowitz (2001) descreve que o leitor competente adquire esta habilidade ao passar por três estágios, respectivamente:

- Logográfico – envolve a memória visual, mas não está relacionada ao léxico, que neste momento é um sistema “vazio”. As palavras são reconhecidas como se fossem pessoas ou objetos, por exemplo, o rótulo de “Coca-Cola” que é lido por pistas contextuais, como se fosse um desenho. Todavia, esse estágio rudimentar deve ser superado, uma vez que, as palavras são parecidas na forma e no tamanho para um sistema puramente visual diferenciá-las.
- Alfabético (fonológico) – por volta de seis a sete anos de idade. As palavras são quebradas (segmentadas) em sons componentes, considerando as regras aprendidas sobre fonemas. Em algumas situações exigem o uso do contexto, pois o mesmo grupo de letras (grafemas) pode corresponder a diferentes fonemas.
- Automático (ortográfico) – por volta dos oito aos dez anos de idade. O léxico possui maior capacidade de reconhecer palavras familiares. A leitura torna-se mais rápida.

As três estratégias de leitura acima citadas não são excludentes, coexistem simultaneamente no leitor e escritor competente e, dependendo do item lido ou escrito, serão resgatadas para uso quando o material de leitura o requerer. Portanto, o fato da criança se tornar capaz de usar a estratégia lexical, não significa que ela abandone as outras estratégias, apenas ela possui seu sistema de leitura completo

e maduro, fazendo uso da estrutura que se revelar mais eficaz para a leitura e escrita que lhe foram expostas (OGUSUKO; LUKASOKA; MACEDO, 2008).

É imperativo considerar nesta pesquisa, que no sistema de som da língua (fonema) e no sistema ortográfico (grafema) existem dois tipos de relação. A relação biunívoca ocorre quando um fonema tem apenas uma representação gráfica (ex. /p/ - /pẽndʌ/, /Kapɔʌ/) e, as relações múltiplas, definidas por um fonema representando vários grafemas, ou vice-versa (ex. /sapo/, /kasɔʌ/) (MIRANDA; SILVA; MEDINA, 2005).

Para as crianças, as primeiras palavras impressas surgem durante atividades diárias, antes de vivenciarem a escola. A habilidade de ler tais impressões não deve ser considerada leitura, porque é improvável que crianças pequenas reconheçam essas palavras fora do contexto usual. No entanto, são estes primeiros contatos que a colocam no caminho para a aptidão literária. As tentativas primitivas de leitura são importantes porque ajudam a estabelecer o conceito de que a leitura ocorre pela extração de significado de uma palavra impressa, que envolve a construção de um vocabulário visual e o desenvolvimento de habilidades de decodificação, para a integração do significado ao longo de sentenças e dicas contextuais que levarão a compreensão do texto (SMOWLING, 2004).

O aprendizado da leitura e escrita requer tempo e prática para se tornarem processos automáticos, de maneira que essas atividades se tornem fluentes e precisas, e que não seja mais necessário que se preste atenção consciente nos processos de decodificação e codificação em si, permitindo que o indivíduo se concentre em outros níveis de pensamento (SANTOS; NAVAS, 2004).

As teorias de Dupla Rota de leitura e escrita são empiricamente fundamentadas em estudos que demonstram a variabilidade no uso das rotas de leitura e escrita através das diferenças no uso dos processos lexicais e fonológicos. Portanto, tais processos apesar de se desenvolverem de forma inter-relacionada, são distintos, e um pode predominar sobre o outro. Baseado nos padrões relatados na literatura, e observando os resultados distintos em sua pesquisa, as autoras separam criteriosamente as crianças em três grupos quanto às dificuldades de leitura: imprecisão no uso de ambas as rotas (desempenho baixo na leitura de palavras irregulares e de pseudopalavras); leitura preferencialmente lexical (melhor desempenho na leitura); leitura preferencialmente fonológica. É considerado um desenvolvimento normal das habilidades de leitura e escrita (leitor hábil), quando se

concretizam o uso preciso de ambas as rotas de leitura ou escrita (SALLES; PARENTE, 2006a).

A integridade dos mecanismos fisiológicos auditivos exerce um papel fundamental no processamento acústico rápido, na percepção da fala, no aprendizado e na compreensão da linguagem, sendo pré-requisito na aquisição da leitura e escrita (FROTA; PEREIRA, 2010).

Portanto, esta pesquisa uniu o conhecimento da Neuropsicologia Cognitiva, Audiologia e Acústica com a finalidade de compreender a interferência dos níveis de pressão sonora elevados sobre a aprendizagem da leitura e escrita de crianças pós-alfabetizadas, de modo especial no uso das rotas de leitura. É hipótese central deste estudo que as DPAs podem estar associadas ao uso da rota fonológica.

## **3 MATERIAL E MÉTODO**

### **3.1 Delineamento da pesquisa**

A proposta do estudo encontra-se fundamentada na pesquisa quantitativa. Quanto ao objeto, realizou-se um Estudo de Campo, que teve por objetivo descrever determinado fenômeno com procedimentos de amostragem flexíveis, por intermédio de observação participante, tendo como técnica a documentação direta, com observação direta extensiva e intensiva, com uso de questionários e testes. Do ponto de vista da pesquisa, segundo os objetivos, esta foi exploratória, mais especificamente exploratório-descritiva combinada, e dedutiva no que diz respeito ao método de abordagem epidemiológico utilizado, com o propósito de explicar o conteúdo das premissas (MARCONI; LAKATOS, 2005).

### **3.2 Aspectos bioéticos**

Esta pesquisa faz parte do projeto “Níveis de pressão sonora e uso das rotas de leitura e escrita em escolares de Santa Maria” apresentado a Direção de Ensino, Pesquisa e Extensão do HUSM (GAP/CCS 027364) e ao Comitê de Ética e Pesquisa da UFSM, com coleta de dados iniciada após aprovação, sendo o número do processo (23081.020148/2010-93) e Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE 0371.0.243. 000-10).

Baseado na resolução CNS 196/96 sobre pesquisas envolvendo seres humanos, antes do início da coleta de dados os pais ou responsáveis pelas crianças receberam explanação detalhada a cerca da natureza da pesquisa, indicando objetivos, métodos, ausência de riscos e eventuais desconfortos, benefícios previstos e sigilo quanto à identificação dos escolares estudados. Aqueles que concordaram com a participação da criança sob sua responsabilidade assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A). O Termo de Assentimento (ANEXO B) foi assinado pela criança, além da obtenção de Autorização das Instituições de Ensino (ANEXO C) e o Termo de Confidencialidade assinado pelos

pesquisadores (ANEXO D).

O participante e/ou responsável teve plena liberdade para se abster de participação na pesquisa e esteve livre para suspender o consentimento concedido a qualquer momento.

### 3.3 Amostra

Foram selecionadas, por conveniência, quatro escolas municipais de Santa Maria-RS, considerando a localização relacionada a um ambiente ruidoso (próximo a rodovias, cruzamento, via principal do bairro) e um ambiente silente, para realização de medições acústicas.

Nesta pesquisa foi realizada a amostragem estratificada, que consistiu essencialmente em pré-determinar quantos elementos da amostra seriam retirados de cada estrato. Neste caso, os estratos são as turmas a serem avaliadas, e a pré-determinação usada foi à proporcional (onde o número de elementos sorteados em cada estrato é proporcional ao número de elementos no estrato).

Abaixo, no quadro 1 seguem os estratos com seus respectivos números de alunos por escola e série que deveriam ser avaliados, totalizando uma amostra de 163 elementos.

Escola	Turma	Amostra
<b>Escola 1</b>	3°	10
	4°	17
<b>Escola 2</b>	3°	08
	4°	11
<b>Escola 3</b>	3° A	11
	3° B	14
	4° A	17
	4° B	15
<b>Escola 4</b>	3° A	14
	4° A	15
	3° B	15
	4° B	16
<b>Total</b>	12	163

Quadro 1- Estrato da amostragem selecionada

Deste modo, foram aplicados critérios de inclusão, a seguir: idade e grau de escolaridade, ou seja, crianças na faixa etária de oito a dez anos, participantes do 3º e 4º ano do Ensino Fundamental, em processo de conclusão da alfabetização; de ambos os sexos; com bom ou mau desempenho escolar. Quanto aos critérios de exclusão foi considerada a indisponibilidade dos pais e educadores em colaborar com a pesquisa; a presença de distúrbios de aprendizagem e de fala; alterações neurológicas; perda auditiva comprovada ou relatada.

A coleta de dados foi executada no período de fevereiro a julho de 2011, com avaliação audiológica realizada no Ambulatório de Audiologia do Hospital Universitário (HUSM) da UFSM e os testes de leitura e escrita aplicados nas quatro instituições de ensino selecionadas (*in loco*).

A amostra foi composta por 87 crianças (vide quadro 2). Foram excluídas da amostra seis crianças com limiares superiores a 25 dBNA nas frequências pesquisadas entre 250 a 8000 Hz. Uma criança foi excluída por indícios de alteração neurológica. Houve seis desistências e uma transferência escolar.

<b>Escola</b>	<b>Turma</b>	<b>Amostra</b>
<b>Escola 1</b>	3º - Sala 1	07
	4º - Sala 2	08
<b>Escola 2</b>	3º - Sala 3	03
	4º - Sala 4	05
<b>Escola 3</b>	3º A - Sala 5	06
	3º B - Sala 6	07
	4º A - Sala 7	09
	4º B - Sala 8	08
	3º A - Sala 9	06
	3º B - Sala 10	14
<b>Escola 4</b>	4º A - Sala 11	06
	4º B - Sala 12	08
<b>Total</b>	12	87

Quadro 2 – Distribuição quanto ao número de crianças da amostra

Os resultados das avaliações foram organizados no programa de planilha eletrônica de cálculo escrito Microsoft Office Excel 2003, sendo em seguida tratados estatisticamente pelo programa SAS – *Statistical Analysis System 9.0*.

A associação dos dados foi testada estatisticamente a fim de contemplar os objetivos da pesquisa, comparando os seguintes aspectos: níveis de pressão sonora e habilidade em leitura e escrita quanto ao uso das rotas; níveis de pressão sonora, alterações no sistema auditivo (com o teste audiológico) e competência em leitura e escrita quanto ao uso das rotas.

### 3.3.1 Formação das propostas de estudo

Conforme a explanação da amostra no organograma, segue a constituição das relações estabelecidas na pesquisa:

I – expostos a NPS elevados; sem alterações imitanciométricas; processamento auditivo típico ou atípico; predomínio da rota fonológica; predomínio da rota lexical; competência em ambas as rotas ou inabilidade em ambas as rotas.

II – expostos a NPS elevados; com alterações imitanciométricas; processamento auditivo típico ou atípico; predomínio da rota fonológica; predomínio da rota lexical; competência em ambas as rotas ou inabilidade em ambas as rotas.

III - não expostos a NPS elevados; sem alterações imitanciométricas; processamento auditivo típico ou atípico; predomínio da rota fonológica; predomínio da rota lexical; competência em ambas as rotas ou inabilidade em ambas as rotas.

IV - não expostos a NPS elevados; com alterações imitanciométricas; processamento auditivo típico ou atípico; predomínio da rota fonológica; predomínio da rota lexical; competência em ambas as rotas ou inabilidade em ambas as rotas.

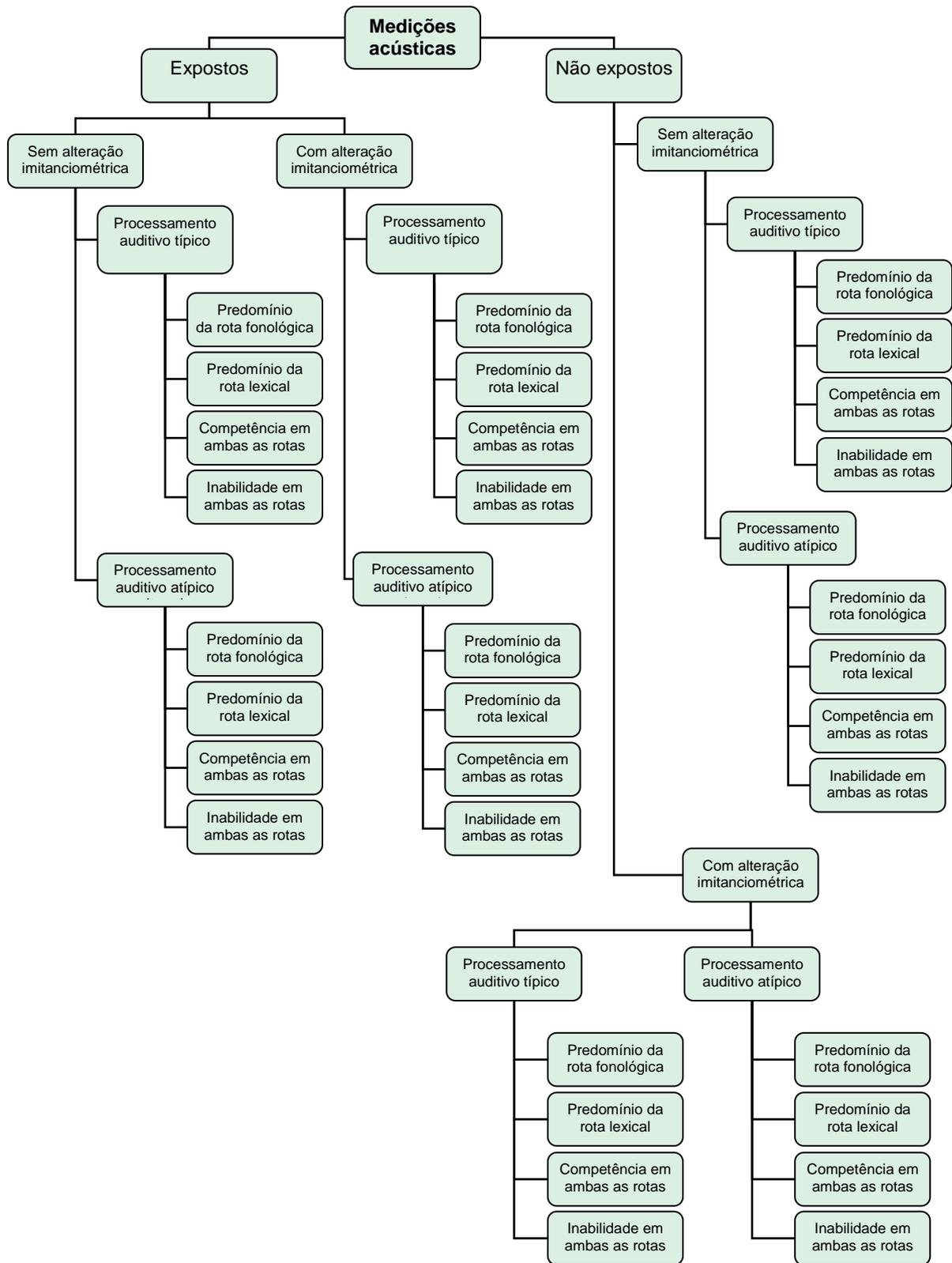


Figura 3 - Organograma

### 3. 4 Materiais e procedimentos

A mensuração acústica realizada nas quatro escolas selecionadas foi feita em condições operacionais normais ou habituais. Mediante condições anormais, esta foi avaliada e registrada especificamente. Foi utilizado o medidor do nível de pressão sonora tipo I analisador da marca Bruel & Kjaer, modelo 2270, apresentando análise de frequência, registro e gravação com transferência de dados para o software BZ 5530. Uso de microfone do tipo 418.

Nesta pesquisa foram empregados os critérios adotados pela NR 15 da portaria nº 3.214/1978 (norma regulamentadora que trata de atividades ou operações insalubres do ambiente de trabalho), considerando o limite de tolerância para ruído em 85dB e a CONAMA nº 001, conforme a resolução que cita a norma regulamentadora NBR 10.152/2000, na qual se estabelece como nível de conforto acústico para as salas de aula, valores máximos entre 35 a 45dB(A) e nível sonoro aceitável de 40 a 50dB(A) (ABNT, 2000a). As quatro escolas foram categorizadas em: com níveis de pressão sonora elevados ou com níveis de pressão sonora dentro dos padrões - das normas anteriormente citadas.

O dosímetro utilizado foi o modelo 4445, para medição dos níveis de ruído em decibéis(dB) com o equipamento ajustado para escala de compensação "A", velocidade de resposta lenta (*slow*), colocado na gola de um aluno de comportamento calmo e posicionado mais ao centro da sala. Utilizou-se o fator de dobra em  $Q=5\text{dB}$  para o tempo de exposição, conforme os valores internacionais estabelecidos, fundamentados nos padrões recomendados pela OSHA, considerando o critério de referência em 85dB(A), que corresponde a dose de 100% para uma exposição em 8 horas.

Os resultados das medições acústicas executadas com o dosímetro abrangeram os níveis médios sonoros ( $L_{avg}$ ) e níveis de pressão sonora máximos (NPSmax). A relação S/R foi realizada através da comparação do  $L_{avg}$  com o nível de voz humana em 65dB(A) (GORDO, 2000).

Optou-se por dividir os grupos de crianças em expostos e não expostos a níveis de pressão sonora elevados, levando em conta a resolução do CONAMA acima citada. Além de classificar em expostos e não expostos segundo aos níveis sonoros com corte em 80dB(A) (nível de ação), considerando estes níveis como

limite, ao se adotar as medidas preventivas que determinam que se minimize a probabilidade de que a exposição a níveis sonoros elevados causem prejuízos a audição ao evitar que o limite seja ultrapassado.

Após as medições acústicas foi iniciada a pesquisa com os alunos pós-alfabetizados através de testes audiológicos executados na seguinte sequência:

1. Anamnese – roteiro elaborado a partir de Bellis e Wilber (2001), entrevista dirigida aos pais com a finalidade de investigar a história da criança, histórico familiar e história otológica (APÊNDICE A).

2. Inspeção Visual do Meato Acústico Externo - uso de otoscópio marca Riester, para verificação prévia da integridade do meato auditivo externo e membrana timpânica, a fim de excluir quaisquer impedimentos na condução aérea do som.

3. Audiometria Tonal Liminar por Via Aérea e Óssea – verificação audiométrica de tons puros nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz (via aérea) e, quando necessário, 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz (via óssea). O exame foi realizado em cabine tratada acusticamente, com audiômetro digital de dois canais, marca Madsen-GN Otometrics, modelo Itera, tipo II, com fones TDH - 39 com calibração segundo a norma ISO 11957-1986.

4. Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) – tem como objetivo confirmar os limiares tonais de via aérea através da utilização de palavras monossilábicas à viva voz, controlando a intensidade da voz. Os resultados foram obtidos em porcentagem de respostas que concordassem com a média tritonal de 500, 1000 e 2000 Hz em cerca de mais ou menos 6dB, conforme a metodologia utilizada por Wilson e Strouse (2001).

5. Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) – tem o objetivo de traçar a medida da inteligibilidade da fala em uma intensidade fixa. Espera-se que o indivíduo, com audição normal, apresente entre 92 a 100% de acertos (RUSSO et al., 2007).

6. Imitanciometria - o exame foi realizado com um Imitanciômetro Interacoustics, modelo AZ-26, com fone supra-aural modelo TDH-39P, marca *Telephonics* e coxim HB-7, com tom-sonda de 256 Hz e calibração segundo a norma IEC 60645-5-1992. As medidas timpanométricas e de reflexos acústicos foram consideradas segundo a classificação estabelecida por Jerger (1970).

As avaliações 3 a 6 foram registradas no Audiograma e Timpanograma do HUSM (ANEXO E).

O Teste do processamento auditivo foi realizado por meio de teste especial comportamentais, em cabine acústica e audiômetro anteriormente citados com aparelho de som estéreo portátil acoplado-Discman, marca Sony, modelo D-171, na qual através de CD (Compact Disc) os estímulos sonoros verbais e não-verbais foram apresentados em condições de escuta difícil, ou seja, com distorção de suas características acústicas. A intenção foi avaliar as habilidades envolvidas na decodificação, organização e codificação da informação sensorial auditiva, para inferir sobre a capacidade do indivíduo em acompanhar a conversação em ambientes ruidosos ou reverberantes (PEREIRA; NAVAS; SANTOS, 2002). O teste utilizado foi:

1. Teste *Staggered Spondaic Word* (SSW), adaptado para o português brasileiro (dissílabos alternados) - consistiu na apresentação de uma lista de quarenta itens gravado em CD - vol. 2/ faixa 6 (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997), contendo dois pares de palavras dissílabas paroxítonas em situação competitiva e não competitiva. A primeira palavra é apresentada à orelha direita sem mensagem competitiva (Direita Não Competitiva - DNC); depois duas palavras simultaneamente (Direita Competitiva - DC e Esquerda Competitiva - EC, respectivamente) e, em seguida, uma palavra na OE sem mensagem competitiva (Esquerda Não Competitiva - ENC), ou seja, metades dos itens iniciam pela OD e a outra metade pela OE sempre alternadamente. Os itens de número ímpar iniciam pela OD e os itens de número par iniciam pela OE. O desempenho do indivíduo varia entre acertos, omissão, substituição e distorção da palavra ouvida (BORGES, 1997; ROSSI; COSTAMILAN, 2002).

O modo de apresentação configura-se como uma tarefa dicótica e foi aplicado a uma intensidade de 50dB nível de sensação (NS). A criança foi orientada a repetir a sequência de palavras ouvidos em ambas às orelhas. Foi realizada análise quantitativa na situação de competição de DC e EC. Além de análise qualitativa nas tendências de respostas de efeito auditivo (EA), efeito de ordem (EO), tipo A e inversão.

<b>Idade</b>	<b>DC</b>	<b>EC</b>	<b>EA</b>	<b>EO</b>	<b>Inversões</b>	<b>Tipo A</b>
<b>8 anos</b>	≥ 80%	≥75%	[- 6 a +4]	[-4 a +3]	5	3
<b>≥ 9anos</b>	≥ 90%	≥90%	[-4 a +3]	[-3 a +3]	1	3

Quadro 3 - Critério de normalidade da análise quantitativa e qualitativa do SSW

Fonte: Pereira; Schochat (2011)

As ocorrências de alterações do processamento auditivo foram classificadas em subperfis: Decodificação Fonêmica (EA alto/baixo e/ou EO baixo/alto); Perda Gradual de Memória (EA baixo/alto e/ou EO alto/baixo); Organização (número de inversões superior ao estimado) e Integração (Presença do Tipo A) (PEREIRA; SCHOCHAT, 2011).

A avaliação foi registrada em protocolo de avaliação do processamento auditivo (ANEXO F).

Posteriormente, as crianças foram submetidas à avaliação de leitura e escrita por intermédio da aplicação dos instrumentos de leitura e escrita no que diz respeito ao uso das rotas fonológica e lexical, adaptados por Salles (2001).

Na avaliação da habilidade em leitura, foi utilizado o instrumento para Avaliação de Palavras Isoladas construído por Salles (2001) e Salles e Parente (2002a), com o objetivo de analisar individualmente as estratégias de leitura dos alunos, ou seja, análise das rotas de leitura preferencialmente usadas, sendo estas fonológica, lexical ou ambas, segundo modelo de Dupla Rota. Este teste é composto por 60 estímulos, dividido em 20 estímulos para as seguintes categorias: palavras regulares; palavras irregulares e pseudopalavras (ANEXO G).

Os estímulos para leitura foram apresentados aleatoriamente em cartões individuais com fundo branco e letras tipo arial, fonte 24, impressa na cor preta.

As respostas foram registradas em papel e gravador digital MP3/4 player para posterior transcrição.

Os critérios de interpretação das respostas quanto aos efeitos linguísticos foram computados em percentual de acertos baseado em Salles (2005) através dos procedimentos descritos a seguir:

1. Efeito de frequência: diferença de percentual entre acertos na leitura de palavras frequentes subtraído do percentual de acertos na leitura de palavras não-frequentes.

2. Efeito de regularidade: diferença de percentual entre acertos na leitura de palavras regulares subtraído do percentual de acertos na leitura de palavras irregulares.

3. Efeito de extensão: diferença de percentual entre acertos na leitura de palavras curtas subtraído do percentual de acertos na leitura de palavras longas. Esse efeito foi calculado separadamente para palavras reais e para pseudopalavras.

4. Efeito de lexicalidade: diferença de percentual entre acertos na leitura de palavras reais (frequentes e não-frequentes) subtraído do percentual de acertos na leitura de pseudopalavras.

As palavras lidas incorretamente foram classificadas nas categorias estabelecidas por Salles (2005) que foram baseadas nos estudos de Lecours et al. (1997):

1. Regularização: a correspondência grafema-fonema irregular de uma palavra é substituída por uma correspondência regular e mais frequente em determinada circunstância (ex: boxe lido como /bɔʃe/).

2. Paralexia verbal formal: quando a leitura incide em uma substituição lexical mantendo uma semelhança de forma ou estrutura de letras/fonemas com a palavra alvo, todavia sem relação semântica (ex: parágrafo lido como /parabês/).

3. Paralexia verbal: quando a palavra-alvo e a que substitui não possui semelhanças quanto ao significado e a forma, portanto, o estímulo e o alvo não possuem mais da metade de fonemas ou grafemas comuns.

4. Lexicalização: quando uma pseudopalavra é lida como uma palavra real, apresentando semelhança formal entre si.

5. Neologismo: quando a palavra lida gera uma não-palavra, na tarefa de leitura de palavras reais, ou do contrário, quando a leitura é de pseudopalavras e esta gera uma pseudopalavra diferente do estímulo-alvo. Podem ocorrer omissões, acréscimos, inversões, transposições e substituições de fonemas que não geram palavras reais.

Tendo em vista, a metodologia utilizada por Salles (2005), nesse estudo esta categoria foi adaptada e subdividida em:

Neologismo 1 – quando ocorre a/as alterações que modificam a palavra por uma das situações supracitadas, no entanto, é possível resgatar a palavra-alvo, tal como, a palavra atmosfera lida como /atsmosefera/.

Neologismo 2 – as alterações que modificam a palavra impossibilitam de associá-la a palavra alvo. Por exemplo, letra lida como /alateri/.

6. Desconhecimento de regra contextual: corresponde a emissão errônea devido ao desconhecimento de regras contextuais da língua portuguesa. É o que ocorre, por exemplo, em raposa lida como /Ra'poza/. Este erro demonstra que a criança desconhece que o “s” em contexto intervocálico, realiza-se como /z/, deste modo, lê o grafema “s” por sua forma mais frequente. Esta categoria também pode ser aplicada a pseudopalavras, da mesma forma que observada na palavra “crafissoca” lida como /krafizoka/.

7. Desconhecimento de regra de acentuação: a leitura das palavras reais ou pseudopalavras não levam em consideração as regras de acentuação. Esse tipo de emissão ocorre, sobretudo, nas palavras lidas por decodificação sequencial. Exemplo: parágrafo lido como /para'grafo/.

8. Não resposta: A criança não responde ao estímulo.

9. Nomeação de letras: a criança soletra a palavra real ou pseudopalavra, mas não lê.

10. Substituição de fonemas surdos e sonoros: A criança ao emitir a palavra substitui o fonema plosivo ou fricativo surdo pelo fonema sonoro ou vice-versa. Esta categoria pode ocorrer concomitantemente a outras categorias e nestes casos, enquadrou-se a emissão em um dos erros anteriormente citados, para em seguida, indicar a substituição deste tipo. Exemplo: a palavra erva lida como /'ɛrfa/. Ocorre em ambas às situações, sejam estas palavras reais ou pseudopalavras.

As auto-correções imediatas foram consideradas e pontuadas quantitativamente como acertos.

Para avaliação da habilidade em escrita, com a finalidade de inferir sobre a rota de escrita utilizada, se fonológica, lexical ou ambas foi utilizado o instrumento de Avaliação da Escrita de Palavras Isoladas. A avaliação coletiva adotada foi o teste International Dyslexia Test, conhecido como Teste de Desempenho Cognitivo – Linguístico (TDCL) de ditado de palavras isoladas (palavras e pseudopalavras) (SMYTHE; EVERERATT, 2000; CAPOVILLA; CAPOVILLA, 2001) adaptado por Salles (2005) (ANEXO H). A criança era solicitada a escrever um total de 38 palavras, sendo 28 palavras reais e 10 pseudopalavras (sequência de caracteres que compõe um todo pronunciável, mas carente de significado). Destas palavras, 16 são irregulares, cinco são regulares e sete são do tipo regra, sendo 27 longas e 11

curtas. O examinador falava a palavra, depois a palavra em uma frase e, por fim, a palavra novamente para que fosse escrita (ex.: ninho. Os pássaros alimentam seus filhotes no ninho. Escrevam “ninho”). Os números totais de palavras reais e pseudopalavras escritas corretamente foram analisados. A média de acertos foi considerada como escore bruto. Escore mínimo de 0 (zero) e escore máximo de 28 (vinte e oito) para palavras reais e 10 (dez) para pseudopalavras.

Assim como na leitura, os critérios de interpretação das respostas quanto aos efeitos linguísticos referentes à escrita foram computados em percentual de acertos baseado em Salles (2005), através dos procedimentos que serão logo descritos. Em concordância com a autora, o efeito de frequência não foi avaliado na escrita devido à maioria das palavras serem de baixa frequência. Segue abaixo:

1. Efeito de regularidade: diferença de percentual entre acertos na escrita de palavras regulares subtraído do percentual de acertos na escrita de palavras irregulares.

2. Efeito de extensão: diferença de percentual entre acertos na escrita de palavras curtas subtraído pelo percentual de acertos na escrita de palavras longas.

3. Efeito de lexicalidade: diferença de percentual entre acertos na escrita de palavras reais subtraído do percentual de acertos na escrita de pseudopalavras.

As palavras escritas incorretamente foram classificadas nas categorias estabelecidas por Salles (2005) que foram baseadas nos estudos de Lecours et al. (1997) e Nunes (2001):

1. Paragrafia verbal: substituição de uma palavra por outra. Não existe semelhança entre as palavras alvo e a palavra escrita. Ex.: casa escrita como “filho”.

2. Paragrafia verbal semântica: substituição lexical que mantém uma relação de significado entre alvo e palavra escrita. Ex.: colher escrita como “garfo”.

3. Paragrafia verbal formal: substituição lexical com relação formal. Metade das letras do alvo e da resposta escrita se equivale. Ex.: admissão escrita como “adição”.

4. Paragrafia verbal morfêmica: o alvo e a palavra escrita possuem em comum pelo menos um dos morfemas, ocorrendo uma alteração (substituição, acréscimo) no outro morfema (raiz ou afixo). Esta categoria ocorre em palavras polimorfêmicas, e em algumas situações, em palavras monomorfêmicas, por exemplo, pedreiro escrito como “pedraria”.

5. Regularização: substituição de um grafema nas palavras irregulares, mas que mantêm a relação grafo-fonêmica por se tratar de um grafema que fonemicamente é seu representativo. A criança substitui uma correspondência letra-som irregular por uma correspondência regular, independente do contexto. Também foi considerado regularização quando a criança omite, substitui ou acrescenta um grafema dentro da palavra que reflete na escrita a forma como se fala. Exemplos: campeonato escrito como “campionato”; cidade escrita como “**s**idade”; admissão escrita como “**a**demição” e jipe escrito como “**g**iipe”.

São categorizadas como regularização palavras escritas com as múltiplas representações gráficas dos fonemas, entre eles, temos: **/s/** - s, ss, sc, x, c, ç, xc, z; **/z/** - s, z, x; **/ʃ/** - x, ch e **/ʒ/** - g, j. Estas palavras não possuem regras claras no português brasileiro, deste modo, exigem a tarefa de memorização, ou seja, o uso da rota lexical. Também foram consideradas as palavras escritas com “h” no início da palavra e o l pós-vocálico. Exemplos: a palavra hoje escrita como “oje” e a palavra hospital escrita como “hospitau”.

6. Substituição de grafemas que representam fonemas surdos e sonoros: ocorre quando um grafema do alvo é trocado por outro representativo de um fonema idêntico considerando o ponto e modo articulatorio, no entanto, distingue-se apenas pelo traço de sonoridade. Trata-se de um neologismo, todavia, com ocorrência de substituição surdo-sonora ou vice-versa. Ocorre em palavras reais, tais como, zangado escrita como “**s**angado”, e em pseudopalavras, por exemplo, ledrigo é escrita como “letrico”.

7. Desconhecimento de regras contextuais: substituições de grafemas ou omissões de letras que são aplicadas em dependência de regras contextuais. Exemplos destas regras e seus respectivos erros são:

- “o” e “e” átonos em final de palavra – pato escrito como “patu” e peixe escrito como “peixi”.
- “r” intervocálico – carreta escrita como “careta”.
- “gu” ou “qu” diante de “e” ou “i” - guilhotina escrita como “**g**uilhotina” ou requeijão escrito como “re**q**eijão”.

8. Dificuldade de marcação de nasalização: ocorre a omissão ou substituição do marcador de nasalização (ex.: am, an, ao). Exemplos: gigantesco escrito como “**g**igatesco” ou “**g**igãotesco”.

9. Neologismo: quando a palavra escrita gera uma não-palavra, na tarefa de ditado de palavras reais, ou do contrário, quando a escrita é de pseudopalavras e esta gera uma pseudopalavra diferente do estímulo-alvo. Englobam omissões, substituições, inversões, acréscimos de grafemas e/ou sílabas, tornando o alvo com possibilidade de reconhecimento ou não. Portanto, no primeiro caso se estabeleceu neste estudo a denominação neologismo 1 e quando a produção se distanciou do estímulo-alvo tornando-se irreconhecível, caracterizou-se em neologismo 2. Ex.: minhoca escrita como “mioca” (neologismo 1) e medalha escrita como “medulea” (neologismo 2).

10. Não resposta: não escreve a palavra real ou pseudopalavra ditada, deixando um espaço em branco.

11. Lexicalização: quando a pseudopalavra ditada é escrita como uma palavra real. Ex.: vaxa escrita como “faixa”.

12. Espelhamento de letras: inversão da posição espacial de um grafema na palavra real ou pseudopalavra. Ex.: casa escrita como “caza”.

13. Desconhecimento de regra silábica: violação da forma como a sílaba é escrita no português brasileiro, tornando ilegível. Ex.: gafivro escrito como “gfivo”.

A análise da rota fonológica na leitura e na escrita de palavras foi desenvolvida através de quatro tipos de informação: 1) o desempenho na leitura/escrita de pseudopalavras; 2) o efeito de regularidade; 3) o efeito de extensão e 4) erros do tipo regularizações e neologismos.

Por sua vez, a análise da rota lexical na leitura e na escrita de palavras foi desenvolvida através de quatro tipos de informação: 1) desempenho com palavras irregulares; 2) efeito de frequência; 3) efeito de lexicalidade; e 4) erros do tipo respostas palavras (lexicalizações, paragrafias ou paralexias).

Após a realização das avaliações, as crianças que apresentarem alterações foram encaminhadas ao setor de Otorrinolaringologia da UFSM para avaliação diagnóstica e Serviço de Atendimento Fonoaudiológico, por meio de carta aos pais com os devidos esclarecimentos (APÊNDICE C). Desde o primeiro momento foi esclarecido aos genitores que era de inteira responsabilidade deles procurarem em seguida o atendimento, caso se fizesse necessário.

Foi fornecida devolutiva sobre a saúde da criança em cada escola, através de uma reunião em que todos os pais (representante) envolvidos no estudo estiveram presentes.

## 4 ARTIGO

### 4. 1 ARTIGO 1 - Exposição a níveis de pressão sonora em sala de aula, imitanciometria e teste SSW em escolares de 3º e 4º ano do Ensino Fundamental

#### RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Na escola, o ruído ambiental, quando em níveis elevados, pode agir de forma nociva dificultando a comunicação e o desenvolvimento do processo de aprendizagem, sobretudo em crianças que possuem um déficit auditivo ou desordens do processamento auditivo. **OBJETIVO:** investigar os efeitos dos níveis de pressão sonora elevados em sala de aula e das alterações imitanciométricas sobre as habilidades auditivas de crianças pós-alfabetizadas. **MÉTODOS:** estudo quantitativo e exploratório, com uso de questionário e testes. Medições acústicas através de dosímetro; inspeção visual do conduto auditivo externo; audiometria tonal e vocal; imitanciometria. Os resultados das mensurações acústicas realizadas por meio de dosímetro em quatro escolas de Santa Maria – RS, dividiu a amostra de 87 crianças do 3º e 4º ano do ensino fundamental, na faixa etária de oito a dez anos em dois grupos – Grupo 1 / não expostos (70 crianças) e Grupo 2 / expostos (17 crianças) a níveis maiores que 80dB(A). A amostra com limiares auditivos normais também foi separada em grupos de 38 crianças sem alterações imitanciométricas e 49 com alterações, avaliadas em suas habilidades auditivas pelo teste dicótico de Dissílabos Alternados – SSW. **RESULTADOS:** O G1 apresentou melhores resultados na DC e EC em ambas às condições imitanciométricas, todavia, sem evidenciar diferença estatística. Foi constatada maior quantidade de acertos para a OE; a média do total de acertos evidenciou desempenhos semelhantes entre os grupos; o G1 apresentou melhores resultados na decodificação fonêmica, porém piores resultados nos subperfis codificação e organização. **CONCLUSÕES:** O presente estudo demonstrou que níveis de pressão sonora elevados em sala de aula não interferem nas habilidades auditivas testadas através do SSW, de crianças em processo de aprendizagem.

**Palavras - chave:** Níveis de pressão sonora. Imitanciometria. Processamento auditivo. Teste dicótico SSW.



## **ARTICLE 1 - Exposure to sound pressure levels in the classroom and SSW test in students of 3<sup>o</sup> and 4<sup>o</sup> years of elementary school**

### **ABSTRACT**

**Introduction:** At school, the environment's noise, when high levels, can act in a harmful way hampering the communication and the learning process development, especially in childrens who have got a auditory deficit or auditory processing disorders. **Objectives:** to investigate if high sound pressure levels in classrooms harm listening skills from literate childrens. **Methods:** quantitative and exploratory study, using questionnaire and tests; acoustic measurement, using the dosimeter, visual inspection of the external auditory canal, tonal audiometry thresholds, speech recognition tests and acoustic immittance. The results of the acoustic measurements through the dosimeter in four schools in Santa Maria, RS, Brazil divided the sample of 87 children of 3 and 4 years of primary school, aged eight to ten years, into two groups – group 1 / exposed (17 children) and group 2/ not exposed (70 children) to levels higher than 80dB(A). The sample with normal auditory threshold was also separated in groups with 38 children without changes in acoustic immittance measurements and 49 with changes, measured in their listening skills for the dichotic test of alternate disyllabics - SSW. **Results:** the G1 has introduced best results in DC and EC in both to conditions immittance, however without evidence of statistics difference; it was showed similar performance between the groups; the G1 has introduced best results in phonemic decoding, but the worst results in codification and organization subprofiles. **Conclusion:** this study has demonstrated that high sound pressure levels in classrooms don't interfere in children's auditory skills in learning process tested using the SSW.

**Key-words:** Sound pressure levels. Acoustic immittance. Auditory processing. Dichotic test SSW.

## Introdução

O processamento auditivo central corresponde a uma sequência de acontecimentos que são iniciados pela entrada do estímulo auditivo (som) na orelha externa ao coletar e direcionar a energia sonora mecânica para membrana timpânica; na orelha média, ao amplificar o som e conduzir para a orelha interna que, por sua vez, promoverá a transdução sonora dos impulsos mecânicos em elétricos. Esses estímulos nervosos específicos chegam ao nervo vestibulo-coclear (VIII par craniano) e são conduzidos via tronco encefálico, na transição entre a medula oblonga e ponte, com a finalidade de atingir os núcleos cocleares, que inclui tronco cerebral, vias subcorticais e córtex auditivo que recebe, analisa e programa a resposta e assim faz a audição ter significado (BENTO; MINITI; MARONE, 1998; BALDO, 1999).

Devido à consciência de que as interações do processamento auditivo ocorrem em nível periférico e central e não apenas em determinados *lócus* anatômicos, cientistas na Conferência de Bruton (2000) sugeriram que fosse modificada a sua nomenclatura, omitindo o termo central, com a finalidade de abranger toda a sequência de eventos, que em síntese corresponde à decodificação, organização e codificação da informação auditiva (ALVAREZ, ZAIDAN, 2000, CHERMAK, 2002). Portanto, se ocorrem uma desorganização nos fenômenos comportamentais em uma ou mais modalidades, tais como, de localização e lateralização sonora, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões auditivos, aspectos temporais da audição (resolução, mascaramento, integração e ordenação temporal), além de desempenho na presença de sinais competitivos e com sinais acústicos degradados (ASHA, 2005), que impeça a análise e interpretação de padrões sonoros, sem a presença de perda auditiva importante, sugere-se que exista uma desordem do processamento auditivo (DPA) (AITA et al., 2003).

Um indivíduo com DPA apresenta dificuldades relacionadas à compreensão de fala em ambientes ruidosos; tempo de atenção curto; distração; tempo de latência aumentado; problemas de memória; inabilidades para matemática ou estudos sociais; tempo de resposta lentificada/retardada; alteração na habilidade de fala, escrita e/ou leitura prejudicada (CANTO; SILVEIRA, 2003; FERREIRA et al., 2008).

No contexto escolar, Pinheiro e Capellini (2008) referem que um ambiente barulhento contribui para o não-entendimento da fala do professor e o agravamento das dificuldades escolares, principalmente para o aluno que apresenta um distúrbio de aprendizagem aliado ao distúrbio de processamento auditivo. As evidências científicas convergem para uma ciência que constata inter-relações entre correlatos neurais no tronco cerebral e aspectos cognitivos, justificando a interferência de níveis de pressão sonora elevados sobre a leitura e percepção de fala (HORNECHIL, 2011).

Em regra, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001, conforme a resolução que cita a norma regulamentadora NBR 10.152/2000, estabelece como nível máximo para conforto acústico nas salas de aula, valores entre 35-45dB(A) e 40-50dB(A) como nível máximo aceitável (ABNT, 2000), entretanto, se levarmos em consideração que a literatura evidencia, continuamente, que os níveis sonoros em sala de aula ultrapassam os valores determinados pela legislação (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004; ENIZ; GARAVELLI, 2006; WHO, 2010), torna-se necessário repensar as ações de prevenção da saúde escolar.

Na prática clínica audiológica, um instrumento utilizado para detectar problemas de processamento auditivo em crianças com histórico de aprendizado rebaixado, é o teste SSW (*Staggerred Spondaic Word Test*) ou Dicótico de Dissílabos Alternados, termo usado na adaptação para o português. Essa avaliação permite investigar como as pistas do sinal de fala estão sendo utilizadas para reconhecer, analisar, interpretar e compreender a mensagem falada. De fácil aplicação, tem a capacidade de avaliar a integração e separação binaural, atenção dividida e memória (KOZLOWSKI ET AL., 2004; CAMARA, PEREIRA, BORGES, 2004).

Diante de tais constatações, este estudo teve por objetivo investigar se níveis de pressão sonora elevados em sala de aula interferem nas habilidades auditivas de crianças em fase inicial de letramento.

## Material e métodos

Esta pesquisa faz parte do projeto “Níveis de pressão sonora e uso das rotas de leitura e escrita em escolares de Santa Maria” apresentado ao Comitê de Ética e Pesquisa da UFSM, com coleta de dados iniciada após aprovação em 09 de fevereiro de 2011, sendo o número do processo (23081.020148/2010-93) e Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE 0371.0.243. 000-10). Foi realizada no Hospital Universitário de Santa Maria após adesão da Direção de Ensino, Pesquisa e Extensão do HUSM (GAP/CCS 027364) no período de fevereiro a julho de 2011.

Baseado na resolução CNS 196/96 sobre pesquisas envolvendo seres humanos, antes do início da coleta de dados os pais ou responsáveis pelas crianças receberam explanação pormenorizada a cerca da natureza da pesquisa, indicando objetivos, métodos, ausência de riscos e eventuais desconfortos, benefícios previstos e sigilo quanto à identificação dos escolares estudados. Aqueles que concordaram com a participação da criança sob sua responsabilidade assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O Termo de Assentimento foi assinado pela criança, além da obtenção de Autorização das Instituições de Ensino e o Termo de Confidencialidade assinado pelos pesquisadores.

A pesquisa desenvolvida é de cunho quantitativo, sendo um Estudo de Campo, tendo como técnica a documentação direta, com observação direta extensiva e intensiva, com uso de questionário e testes. Segundo os objetivos, esta foi exploratória, mais especificamente exploratório-descritiva combinada, e dedutiva no que diz respeito ao método de abordagem epidemiológico.

As crianças foram selecionadas em quatro Escolas Municipais de Santa Maria (RS). As escolas foram eleitas por conveniência, considerando a localização relacionada a um ambiente ruidoso e um ambiente silente, para realização de medições acústicas *in loco*.

Nesta pesquisa foram empregados os critérios adotados pelo CONAMA nº 001, conforme a resolução que cita a norma regulamentadora NBR 10.152/2000, na qual se estabelece como nível de conforto acústico para as salas de aula, valores máximos entre 35 a 45dB(A) e nível sonoro aceitável de 40 a 50dB(A) (ABNT, 2000). Além de optar-se por dividir os grupos de crianças em expostos e não expostos a níveis de pressão sonora elevados, baseado na NR 15 da portaria nº 3.214/1978

(norma regulamentadora que trata de atividades ou operações insalubres do ambiente de trabalho) (BRASIL, 2011), considerando o limite de tolerância para ruído em 85dB(A) como prejudicial a audição. No entanto, ao considerar as medidas preventivas que determinam que se minimize a probabilidade de que a exposição a níveis sonoros elevados cause prejuízos a audição e com a finalidade de evitar que o limite fosse ultrapassado, adotou-se os níveis sonoros com corte em 80dB(A) (nível de ação).

Na realização das medições dos níveis de pressão sonora se fez uso do dosímetro modelo 4445, para medição do Nível Médio Sonoro (*Lavg, average level*), que é definido como a média dos níveis sonoros medidos durante um tempo decorrido da medição. O equipamento foi ajustado para escala de compensação “A”, velocidade de resposta lenta (*slow*), colocado na gola de um aluno de comportamento calmo e posicionado mais ao centro da sala. Utilizou-se o fator de dobra em  $Q=5\text{dB}$  para o tempo de exposição, conforme os valores internacionais estabelecidos, fundamentados nos padrões recomendados pela OSHA.

Uma vez realizadas as medições acústicas, aplicaram-se os critérios de inclusão explanados a seguir: à idade e o grau de escolaridade, ou seja, crianças na faixa etária de 8 a 10 anos; participantes do 3º e 4º ano do Ensino Fundamental, em processo de conclusão da alfabetização; de ambos os sexos; com bom ou mau desempenho escolar. Quanto aos critérios de exclusão foram considerados a indisponibilidade dos pais e educadores em colaborar com a pesquisa; a presença de distúrbios de aprendizagem e de fala; alterações neurológicas; perda auditiva comprovada ou relatada.

Deste modo, foi realizada por intermédio de anamnese, uma investigação criteriosa a fim de levantar o histórico audiológico e escolar da criança. Em seguida, executadas a inspeção visual do meato acústico externo, avaliação audiológica convencional constituída de Audiometria Tonal Liminar (ATL), Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF), Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) e medidas de Imatância Acústica (MIA). O exame foi realizado em cabina tratada acusticamente, com audiômetro digital de dois canais, marca Madsen-GN Otometrics, modelo Itera, tipo II, com fones TDH-39 e calibração segundo a norma ISO 11957-1986. As medidas de imatância acústica foram executadas em um Impedanciometro Interacoustics, modelo AZ-26, com fone supra-aural modelo TDH-

39P, marca *Telephonics* e coxim HB-7, com tom-sonda de 256 Hz e calibração segundo a norma IEC 60645-5-1992.

Dos testes acima, foram selecionadas as crianças que atenderam aos seguintes critérios: limiares auditivos tonais da via aérea até 25dB nas frequências de 250 a 8000 Hz em ambas as orelhas; LRF compatível com a audiometria tonal; IPRF acima de 88%. Assim, os grupos foram divididos em:

- GRUPO I (GI) – Não expostos a níveis sonoros superiores a 80dB.
- GRUPO II (GII) – Expostos a níveis sonoros superiores a 80dB.

Em cada um destes testes foi estabelecido uma subdivisão: com alteração e sem alteração imitanciométrica, no que segue: *Sem alteração imitanciométrica* - considerados com padrão de normalidade quando apresentaram Timpanograma tipo A e reflexos acústicos presentes em ambas as orelhas. *Com alteração imitanciométrica* - as crianças que apresentaram os demais tipos de curva (JERGER, 1970) e/ou reflexos acústicos contralateral e ipsilateral ausentes em uma ou mais frequências entre 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

A amostra foi composta por 87 crianças com limiares dentro dos padrões de normalidade. Destes, 40 eram do gênero masculino e 47 do gênero feminino. Quanto à faixa etária, 36 crianças tinham oito anos; 47 com nove anos e quatro com 10 anos. Considerando o grau de escolaridade, 43 cursam o terceiro ano e 44 estudam no quarto ano. Diante das avaliações imitanciométricas, constatou-se que das 87 crianças selecionadas 38 (42,53%) apresentaram resultados imitanciométricos normais, com 49 (56,32%) evidenciando alterações.

Aplicados os valores estabelecidos para níveis sonoros com corte em 80dB(A) (nível de ação), através de critérios que visaram abranger a inteligibilidade de fala e a prevenção da integridade auditiva, foram encontradas 80,46% de crianças *não expostas* (G1) e 19,54% crianças sob a condição *expostas* (G2), concernentes às salas de aula 1, 3 e 6. Sendo, no G1 - 31 crianças sem alterações imitanciométricas e 39 com alterações. No G2 - 7 crianças sem alterações imitanciométricas e 10 com alterações.

Os grupos foram submetidos à avaliação do processamento auditivo em que foi aplicado o teste SSW, em cabina acústica e audiômetro anteriormente citados, com aparelho de som estéreo portátil acoplado - Discman, marca Sony, modelo D-171, e uso de CD (Compact Disc) para apresentação de uma lista de quarenta itens gravado em Cd - vol. 2/ faixa 6 (Pereira e Schochat, 1997), contendo dois pares de

palavras dissílabas paroxítonas (*troqueu*) em situação competitiva e não competitiva. O modo de apresentação configurou-se como uma tarefa dicótica e foi aplicado a uma intensidade de 50dB nível de sensação (NS). A criança foi orientada a repetir a sequência de palavras ouvidas em ambas às orelhas. A primeira palavra é apresentada à orelha direita (OD) sem mensagem competitiva (Direita Não Competitiva - DNC); depois duas palavras simultaneamente (Direita Competitiva - DC e Esquerda Competitiva - EC, respectivamente) e, em seguida, uma palavra na orelha esquerda (OE) sem mensagem competitiva (Esquerda Não Competitiva - ENC), ou seja, metades dos itens iniciam pela OD e a outra metade pela OE sempre alternadamente. Os itens de número ímpar iniciam pela OD e os itens de número par iniciam pela OE. O desempenho do indivíduo varia entre acertos, omissão, substituição e distorção da palavra ouvida (BORGES, 1997; ROSSI; COSTAMILAN, 2002).

Foi realizada análise quantitativa na situação de competição de DC, EC e total de acertos. Na análise qualitativa verificaram-se as tendências de respostas a seguir (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997; 2011): Efeito de Ordem (EO) – errar mais vezes nas duas primeiras palavras (efeito alto-baixo) ou nas duas últimas palavras (efeito baixo-alto) dos itens do teste; Efeito Auditivo (EA) – errar mais vezes quando o teste é iniciado na OD (efeito alto/ baixo) ou pela OE (efeito baixo/alto); tipo A – um grande número de erros na mesma coluna representativo da condição competitiva que se inicia o teste e, por fim, Inversão, quando as palavras de um item são repetidas fora de ordem. Desse modo, as ocorrências de alterações do processamento auditivo foram classificadas em subperfis: Decodificação Fonêmica (EA alto/baixo e/ou EO baixo/alto); Perda Gradual de Memória (EA baixo/alto e/ou EO alto/baixo); Organização (número de inversões superior ao estimado) e Integração (Presença do Tipo A).

Idade	DC	EC	EA	EO	Inversões	Tipo A
8 anos	≥ 80%	≥75%	[- 6 a +4]	[-4 a +3]	5	3
≥ 9anos	≥ 90%	≥90%	[-4 a +3]	[-3 a +3]	1	3

**Quadro 1** - Critério de normalidade da análise quantitativa e qualitativa do teste SSW  
Fonte: Pereira; Schochat (2011)

## Método estatístico e análise dos dados

Os resultados das avaliações foram organizados no programa de planilha eletrônica de cálculo escrito Microsoft Office Excel 2003, sendo em seguida tratados estatisticamente pelo programa SAS – *Statistical Analysis System 9.0*. Foi realizada estatística descritiva das variáveis em estudo, com os escores de processamento auditivo sendo analisados pelos valores de desvio padrão, médios, mínimo e máximo. Os cruzamentos das variáveis foram realizados através do teste Qui-quadrado de Pearson adaptado ao teste exato de Fisher, com nível de significância em  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

De acordo com os níveis de pressão sonora dimensionados pelo Lavg em cada sala de aula, constatou-se que os níveis sonoros ultrapassaram os valores estabelecidos para conforto segundo o CONAMA nº 001, NBR 10.152/2000. Conforme quadro 2, fica demonstrado que as 12 salas de aula, ou seja, 100% das quatro escolas estudadas não atendem aos critérios da legislação (ABNT, 2000).

AMBIENTE	Lavg	AMBIENTE	Lavg
Sala 1	80,9	Sala 7	70,2
Sala 2	65,2	Sala 8	74,6
Sala 3	114	Sala 9	63,1
Sala 4	63,7	Sala 10	72,8
Sala 5	77,5	Sala 11	60,3
Sala 6	81,3	Sala 12	51,9

**Quadro 2** - Mensuração dos níveis de pressão sonora em salas de aula  
Legenda: Lavg = Nível Médio Sonoro.

A tabela 1 ilustra os resultados das medidas descritivas que conferem a análise quantitativa do teste SSW nas condições competitivas, direita (M=60,51 e DP=17,97) e esquerda (M=77,24 e DP=14,10), além do total de acertos apresentados pelas crianças do G1 e G2 *sem alterações imitanciométricas*.

**Tabela 1** - Distribuição dos desvios padrão, médias, valores mínimos e máximos em função das condições DC, EC e total de acertos para os grupos sem alterações imitanciométricas, expressos em porcentagem de acertos (%)

Medidas descritivas	Sem Alterações Imitanciométricas (n=38)					
	DC		EC		Total de acertos	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
<b>Desvio Padrão</b>	17,69	16,26	14,02	8,59	17,14	10,72
<b>Média</b>	60,97	58,93	76,94	75,36	74,80	74,29
<b>Mínimo</b>	30,00	27,50	40,00	62,50	13,75	57,50
<b>Máximo</b>	90,00	75,00	100,00	90,00	96,88	88,13
<b>P</b>	0,489		0,514		0,682	

Teste Qui-quadrado  
Legenda: DC - direita competitiva; EC – esquerda competitiva;  
G1- não-expostos e G2 - expostos  
Nível de significância estatística ( $p \leq 0,05$ )

A tabela 2 demonstra os resultados das medidas descritivas extraídos da análise quantitativa do teste SSW nas condições competitivas, direita e esquerda, além do total de acertos apresentados pelas crianças do G1 e G2 *com alterações imitanciométricas*.

**Tabela 2** - Distribuição dos desvios padrão, médias, valores mínimos e máximos em função das condições DC, EC e total de acertos para os grupos com alterações imitanciométricas, expressos em porcentagem de acertos(%)

Com Alterações Imitanciométricas (n=49)						
	DC		EC		Total de acertos	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
<b>Desvio Padrão</b>	17,33	18,44	15,80	15,60	12,94	12,91
<b>Média</b>	63,23	53,00	79,35	73,50	78,53	74,10
<b>Mínimo</b>	32,50	30,00	30,00	47,50	46,25	53,50
<b>Máximo</b>	92,50	82,50	100,00	97,50	96,25	94,38
<b>P</b>	0,812		0,523		0,813	

Teste Qui-quadrado de Pearson

Legenda: DC - direita competitiva; EC – esquerda competitiva;

G1- não-expostos e G2 - expostos

Nível de significância estatística ( $p \leq 0,05$ )

Na tabela 3 e 4 são demonstrados os resultados típicos e atípicos do teste SSW em relação à variável quantitativa, ou seja, DC, EC e/ou ambos, com distribuição do número de crianças quanto a exposição a níveis sonoros e condições imitanciométricas.

**Tabela 3** - Distribuição da análise quantitativa no teste SSW das crianças sem alterações imitanciométricas (n=38) segundo a exposição a níveis sonoros

Exposição a níveis sonoros	DC		EC		DC e EC	
	Típico	Atípico	Típico	Atípico	Típico	Atípico
G1	2	29	13	18	2	29
G2	0	7	2	5	0	7

Teste Qui-quadrado de Pearson

Legenda: DC - direita competitiva; EC – esquerda competitiva; G1- não-expostos e

G2 - expostos

Nível de significância estatística ( $p \leq 0,05$ )

No que diz respeito à *ausência de alterações imitanciométricas* e os resultados da DC, se típico ou atípico, das 31 crianças do G1, 76,32% apresentaram irregularidades. Assim, também foi demonstrado para o G2 na qual possuem sete crianças, ou seja, 100% demonstraram defasagem, representando 18,42% do

percentual total. Para os resultados da EC, constatamos que das 31 crianças do G1 e das sete do G2, respectivamente, 47,37% e 13,16% apresentaram desempenho inapropriado.

**Tabela 4** - Distribuição da análise quantitativa no teste SSW das crianças com alterações imitanciométricas (n=49) segundo a exposição a níveis sonoros

Exposição a níveis sonoros	DC		EC		DC e EC	
	Típico	Atípico	Típico	Atípico	Típico	Atípico
G1	3	36	16	23	2	37
G2	1	9	3	7	1	9

Teste Qui-quadrado de Pearson

Legenda: DC - direita competitiva; EC – esquerda competitiva; G1- não-expostos e G2 - expostos

Nível de significância estatística ( $p \leq 0,05$ )

Considerando a categoria *presença de alterações imitanciométricas* relacionada à DC, os resultados demonstraram que de 39 crianças do G1, 73,47% apresentaram DC atípica, característica semelhante a 10 crianças do G2, com 18,37% de resultados atípicos. Esses dados revelam que a maior parte da amostra estudada apresentou déficit na DC, com um percentual inexpressivo de 5,26% típicos para as crianças *sem alterações imitanciométricas* e 8,16% para aquelas com alterações.

Para a correlação entre os resultados das crianças *com alterações imitanciométricas* e EC, de 39 crianças do G1 e 10 do G2, 46,94% da amostra selecionada e 14,29%, respectivamente, confirmaram EC atípica. Logo, evidencia-se a superioridade no desempenho da EC para os sujeitos desse estudo, com 39,47% no grupo total daqueles que não possuem alterações imitanciométricas e 38,77% para os que possuem, apresentando resultados característicos conforme os critérios de referência da análise.

Abaixo, a tabela 5 evidencia os subperfis Decodificação, Codificação e Organização com base nas tendências de erros do efeito de ordem, efeito auditivo, inversões e padrão tipo A.

**Tabela 5** - Distribuição da análise qualitativa (subperfis) no teste SSW das crianças com e sem alterações imitanciométricas segundo a exposição a níveis sonoros

<i>Categorização (Subperfis)</i>		<i>G1</i>		<i>G2</i>		<i>P</i>
<i>Sem alterações imitanciométricas (n=38)</i>		<i>Típico</i>	<i>Atípico</i>	<i>Típico</i>	<i>Atípico</i>	
	Decodificação	17	14	4	3	0,91
Codificação	Perda gradual da memória	18	13	6	1	0,17
	Integração	22	9	6	1	0,42
	Organização	19	5	2	12	0,61
	Dois subperfis ou mais	5	26	1	6	0,46
<i>Com alterações imitanciométricas (n= 49)</i>		<i>G1</i>		<i>G2</i>		<i>P</i>
		<i>Típico</i>	<i>Atípico</i>	<i>Típico</i>	<i>Atípico</i>	
	Decodificação	21	18	6	4	0,72
Codificação	Perda gradual da memória	23	16	6	4	0,17
	Integração	25	14	7	3	0,72
	Organização	23	16	10	0	0,01*
	Dois subperfis ou mais	6	27	3	7	0,35

Teste Qui-quadrado de Pearson

Nível de significância estatística ( $p \leq 0,05$ )

\* significativo

No tratamento estatístico por meio do teste Qui-quadrado não houve significância estatística entre os dados, ou seja, exposição a níveis de pressão sonora elevados, com ou sem alterações imitanciométricas e habilidades auditivas investigadas pelo teste SSW, exceto para condição de prejuízo no processo gnóstico auditivo de organização ( $p=0,01$ ), no G1 *com alterações imitanciométricas*, que é expresso pela quantidade de erros tipo inversões. Também pode ser visto no resultado geral do teste SSW ao investigar o desempenho das crianças no teste de processamento auditivo, que houve diferença para aquelas com alterações nos testes de imitação ( $p=0,04$ ), pois, 97,96% apresentaram desordens em um ou mais habilidades auditivas investigadas. Por fim, sem considerarmos o teste de imitanciometria observa-se que o G2 possui um percentual significativo ( $p=0,03$ ) para EC com resultado atípico para crianças quanto ao grau de escolaridade, especificamente, no terceiro ano.

## Discussão

Nesta pesquisa, a média da DC e EC demonstraram percentuais inferiores ao que seria adequado a esta população, ou seja, 80% a 90% de acertos e 75% a 90%, respectivamente. Portanto, ambos os grupos apresentaram déficit no desempenho do teste SSW, prevalecendo resultados da EC compatíveis com crianças na idade de oito anos (PEREIRA; SCHOCHAT, 2011). O G1 obteve melhores índices na DC e EC, em ambas as condições imitanciométricas, entretanto essa diferença não comprovou significância na relação exposição a níveis de pressão sonora elevados e processamento auditivo. Contrariando tais resultados, o estudo de SOLA (2004) evidenciou maior percentual de acertos na DC e EC de expostos, porém, concorda com esta pesquisa ao demonstrar que não houve associação estatística significativa ao se estabelecer semelhante correlação. A pesquisa evidencia maiores dificuldades dos expostos nos resultados do processamento auditivo, sendo indicativo de problemas nas habilidades de fechamento auditivo e integração binaural (JACOB; ALVARENGA; ZEILGEILBOM, 2000).

Se comparado os resultados da DC e EC no que se refere ao “efeito de orelha”, verifica-se que a OE obteve melhores resultados nesse estudo, contrariando os relatos comumente descritos em literatura que atribuem à maior quantidade de acertos para a OD, uma vez que a maioria dos indivíduos é destro e possuem maior representação no hemisfério esquerdo, logo, com vantagem sobre a OD para estímulos verbais (ARAUJO; RUIZ; PEREIRA, 2009). Fatores relacionados à atenção e a assimetria estrutural do cérebro tem maior influência sobre o processamento auditivo verbal, ainda que a assimetria perceptual (predomínio da orelha direta em testes dicóticos) seja fonte de investigações controversas e os cientistas associem a dificuldades na decodificação da leitura com cautela (FELIPPE, 2002). Em estudo sobre dominância cerebral, foi aplicado o teste LSP, na qualidade monoaural, para verificar o efeito de lateralidade na presença de ruído competitivo. A OD apresentou piores resultados tanto em destros quanto em canhotos demonstrando discordância no reconhecimento de sentenças quanto ao apresentado na literatura (BECKER et al., 2010). Stracke, Okamoto; Pantev (2009) explanaram que embora o HE seja predominante no processamento da informação na presença de ruído, quando há uma relação S/R pobre em um determinado ambiente e se exige um processamento auditivo mais acurado, evidencia-se o

aumento neuronal do córtex auditivo direito em apoio ao HE. Ainda que a superioridade da OD em indivíduos com HE dominante seja discutida até os dias de hoje, Lukas; Genchur-Lukas em 1989 relataram a insignificância clínica deste achado na aplicação do teste SSW, atribuindo um caráter vantajoso para esta avaliação dicótica.

Com relação à média de total de acertos, o G1 e G2 tiveram desempenhos equivalentes. A literatura difere em seus resultados de total de acertos devido à particularidade de cada investigação. Esta pesquisa apresentou similaridade com os valores do total de acertos descritos por Neves; Schochat (2005) e Pinheiro et al. (2010), porém, trata-se, respectivamente, de portadores de dificuldades escolares e distúrbios de aprendizagem, sugerindo que as crianças deste estudo possuem defasagem nas habilidades auditivas aquém do esperado em comparação ao desempenho de seus pares. Também pode ser encontrada semelhança com o grupo de nível socioeconômico-cultural médio baixo na pesquisa realizada por Becker et al. (2011), em que a média de acertos foi de 76,6%. Visto que, as crianças desse estudo apresentam o mesmo padrão de vida, assim sendo, corrobora com as premissas que referem interferência do meio e da desigualdade social sobre as habilidades auditivas (BALEN et al. , 2010).

Das 87 crianças avaliadas, 84 (96,55%) apresentaram alteração em pelo menos uma modalidade das provas que compõe o teste, sendo consideradas portadoras de alteração no processamento auditivo. Com o propósito de verificar a prevalência de DPA em alunos expostos e não expostos, no entanto, com grau de escolaridade mais avançada, SOLA (2004) constatou que 93,6% dos escolares submetidos ao teste SSW apresentaram alteração. A audição é base para o aprendizado e cada sinal acústico é essencial para o desenvolvimento escolar, pois as crianças com dificuldades de figura-fundo e atenção seletiva tendem a organizar mal as informações e, quando diante de uma sala de aula ruidosa, não conseguem distinguir os sons que competem entre si (RIBAS; ROSA; KLAGENBERG, 2007).

Autores referem que na fase da alfabetização são comuns alterações auditivas, como as patologias de orelha média, que causam privação sensorial temporária e geralmente passam despercebidas, adicionadas a níveis sonoros elevados em sala de aula dificultam o processamento da informação. Desse modo, se a criança possui como agravante uma perda auditiva ou DPA ainda que leve e

não tem sua patologia identificada, os danos possivelmente irão repercutir sobre seu futuro acadêmico (PUPO; BARZAGH, 2009).

A análise qualitativa do teste SSW evidenciou que as crianças apresentaram erros nos quatro subperfis avaliados. Os resultados serão delineados a seguir.

Ao observarmos os valores da média, o G2/*sem alterações imitanciométricas* apresentou melhor desempenho do que os alterados, em contrapartida, ambos demonstraram maior defasagem quando relacionado ao grupo não expostos. Na *decodificação fonêmica* os componentes individuais de uma mensagem são identificados através das habilidades de fechamento, discriminação auditiva, processamento temporal, separação, integração binaural e localização sonora. O déficit bilateral ou na orelha direita refere alteração nessa categoria e afeta a análise e síntese auditiva, causando inabilidade para atribuir significado a informação fonêmica, ou seja, relacionada à compreensão da linguagem (JACOB; ALVARENGA; ZEILGEILBOM, 2000; ARAUJO, RUIZ; PEREIRA, 2009; PEREIRA; SCHOCHAT, 2011). É suposição deste estudo que o G2 é mais exigido em suas habilidades auditivas, pois quanto maior forem os desafios ambientais, maiores serão os estímulos para aprimoramento dos processos auditivos, explicados pela neuroplasticidade auditiva, que proporciona base teórica para a aplicação do treinamento auditivo (SAMELLI; MECCA, 2010). Entretanto, se a criança é portadora de desordem no processamento auditivo, possivelmente apresentará características relacionadas à dificuldade para escutar e compreender a fala em ambiente ruidoso, podendo ser prejudicada no aprendizado (CHERMAK, 2002; CANTO; SILVEIRA, 2003; AITA et al., 2003; RIBAS; TOZI, 2005). Todavia, a defasagem do G2/*com alterações imitanciométricas* pode ser explicada pelo fato de que na condição de alterações imitanciométricas, indicativos de alteração na OM, a interferência na transmissão do som produz incapacidade sobre situações de escuta, ao gerar dificuldades em identificar os sinais de fala, mesmo que se admita a possibilidade favorável de se atenuar o desconforto e a capacidade agressiva do ruído (NORTHERN; DOWNS, 2005). Quando se considera alterações nos reflexos acústicos, além de sua função de proteção da orelha interna contra sons intensos, não se pode descartar o mecanismo de antimascaramento do músculo estapédio, que atenua os sons de baixa frequência ambientais ou do próprio indivíduo, e assim proporciona a facilidade de captação dos sons da fala, melhorando a codificação da informação ao favorecer a inteligibilidade de fala. Desse modo, o autor hipotetiza

que as alterações do reflexo acústico podem influenciar as habilidades do processamento auditivo (MENEGUELLO et al. , 2001). A literatura refere que crianças com histórico de infecções de OM tendem a apresentarem piores desempenhos nos testes auditivos e os efeitos da perda auditiva flutuante na fala e escrita podem se estender por toda período escolar (LIMA-GREGIO; CALAIS; FENIMAN, 2010).

Nesta pesquisa, em ambos os grupos, obteve-se maior quantidade de típicos ao refletir o efeito auditivo. Todavia, comparando o G1 e G2 atípicos, o primeiro grupo apresentou piores resultados, ainda que não tenha revelado significância estatística. O subperfil *codificação*, no que se refere à *perda gradual de memória* demonstra a dificuldade que o indivíduo possui para ignorar o ruído de fundo e para resgatar a memória imediata (BECKER, 2011). Um estudo demonstrou que tanto as crianças com habilidades auditivas normais, quanto às portadoras de DPA são afetadas por sons irrelevantes no desempenho que demanda o uso da memória. No entanto, o grau de dificuldade provocado por sons irrelevantes de um estímulo-tom não divergiu em dificuldade entre aquelas que apresentavam DPA quando o som irrelevante era um discurso (fala), ao contrário do que apresentou crianças com a mesma idade e em pleno desenvolvimento, que se sentiam mais prejudicadas por sons irrelevantes com conteúdo de fala. Assim, os autores justificaram que a dificuldade que os portadores de DPA têm para processar informações em ambiente acústico inapropriado, se deve ao fato do processamento da fala ocorrer para eles de um modo diferenciado (ELLIOTT; BHAGATH; LYNN, 2007).

No que corresponde aos objetivos deste estudo, no subperfil *codificação* do tipo *integração*, os resultados demonstraram uma menor quantidade de crianças alteradas para ambos os grupos, sem representar diferença quanto à exposição a níveis sonoros no quesito que indicaria dificuldade em associar som-símbolo. Esta categoria representa os achados do padrão tipo A (grande número de erros na orelha competitiva em que se inicia o teste - nesta pesquisa, optou-se por dar início pela OD) e o seu prejuízo provém da inabilidade em integrar as informações, ou seja, devido a transferência inter-hemisférica (via corpo caloso) pobre (PEREIRA; SCHOCHAT, 2011). A evidência clínica em testes dicóticos verbais, especialmente no SSW, é um desempenho rebaixado na OE. Ao observarmos a distribuição dos achados qualitativos relativos à *integração* (vide tabela 3 e 4), verifica-se que o desempenho das crianças dos dois grupos demonstrou discordância nos resultados,

pois houve um maior número de EC atípicas, todavia, com maior número de típicos na *integração*. Portanto, neste aspecto a variável quantitativa não foi manifesta na avaliação qualitativa. Em compensação, se considerarmos o padrão tipo A com os achados da tabela 1 e 2, em que a média de acertos é menor para a DC, podemos inferir que houve concordância com os achados quantitativos.

Quanto ao subperfil *organização*, responsável por identificar na avaliação qualitativa a dificuldade que o indivíduo tem para sons verbais em sequência e que causam dificuldades sobre o entendimento do discurso, temos que o G1/*sem alterações imitanciométricas* apresentou piores resultados. Contudo, foi demonstrada significância nos valores apresentados pelo G1 com *presença de alterações imitanciométricas*. A sequência dos eventos acústicos que se sucedem no tempo é dependente da memória de curto prazo e influencia as funções do Sistema Nervoso Auditivo Central, sendo importantes para a aquisição da leitura e escrita (FROTA; PEREIRA, 2010). Controvérsias científicas têm se apoiado nos fundamentos da ressonância estocástica para conceber a ideia de que nem sempre o ruído é prejudicial para o desempenho cognitivo. Este modelo propõe que crianças desatentas e em risco para baixo desempenho escolar seriam estimuladas a prestar atenção no conteúdo com melhora sobre a memória episódica quando adicionado ruído acústico de fundo (*white noise*), todavia, piorando o desempenho de crianças sem dificuldades de atenção (SODERLUNG et al, 2010).

Chermak et al. (2002) chamam atenção para a natureza heterogênea das DPAs, que coexistem em paralelo com distúrbios do processamento de linguagem, cognição, motricidade ou aprendizagem, e que precisam ser investigadas com o controle de todas as suas variáveis. Em concordância com os autores, Costamilan et al. (2004) referem que os testes que investigam as habilidades auditivas podem ser influenciados por diversos fatores extrínsecos e intrínsecos, tais como, atenção, experiências auditivas, fatores psicológicos, idade, maturação auditiva e outros. Assim, os questionamentos desta pesquisa devem ser investigados futuramente em amostras mais restritas em busca do isolamento dos aspectos intervenientes, a fim de se encontrar quais os fatores exercem influência direta sobre o processamento auditivo em uma sala de aula insalubre acusticamente, com o propósito maior de modificar o meio e as práticas de ensino em favor de um ambiente escolar saudável, ainda que seja necessário ressaltar que os critérios dessa pesquisa tornaram a população do estudo relativamente homogênea.

## **Conclusão**

O presente estudo demonstrou que níveis de pressão sonora elevados em sala de aula não interferem nas habilidades auditivas, testadas com o SSW, de crianças em processo de aprendizagem.

## Referências Bibliográficas

1. BENTO, R. F.; MINITI, A.; MARONE, S. A. M. **Tratado de otologia**. São Paulo: Edusp, Fund Otorinolaringol., FAPESP, 1998.
2. BALDO, M. V. C. Audição. In: AIRES, M. de M. **Fisiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 239-246.
3. ALVAREZ, A. M. M. A.; ZAIDAN, E. Processamento auditivo central e dislexia: novas abordagens em habilitação. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISLEXIA (org.). **Dislexia - cérebro, cognição e aprendizagem**. v. 1. São Paulo: Frôntis Editorial; 2000. p. 5-9.
4. AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (ASHA). (Central) Auditory Processing. **Technical report**. 2005. Disponível em: < <http://www.asha.org/docs/pdf/TR2005-00043.pdf>>. Acesso em: 11 set 2011.
5. AITA, A. D. C.; MESQUITA, C. D. S., CAMPOS, C. M., FUKUDA, M. T. H., AITA, F. S. Correlação entre as desordens de processamento auditivo central e queixas de dificuldades escolares. **J. Bras. Fonoaudiol.**, v. 4, n. 15, p. 101-107, 2003.
6. CANTO, C. R. de L.; SILVEIRA, S. M. B. da. Alterações no processamento auditivo e as dificuldades de aprendizagem numa visão psicopedagógica. **Virtus-Tubarão**, v. 3, n. 1, p. 61-73, 2003.
7. FERREIRA, M. I. D. C.; FROSI, F. S.; LEÃO, T. F. Avaliação do padrão de duração no teste de próteses auditivas. **Arq. Int. Otorrinolaringol.**, 2008, v.12, n.1, p. 82-88. Disponível em: < <http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/pdfForl/486.pdf> >. Acesso em: 20 abr. 2011.
8. PINHEIRO, F. H.; CAPELLINI, S. A. Desenvolvimento das habilidades auditivas de escolares com distúrbio de aprendizagem, antes e após treinamento auditivo, e suas implicações educacionais. **Rev. psicopedag.**, v. 29, n. 80, p. 231-241, 2009.
9. HORNECHIL, J.; CHANDRASEKARAN, B.; ZECHER, S.; KRAUS, N. Auditory Braistem measures predict reading and speech-in-noise perception in school-aged children. **Behav. Brain. Res.** v. 216, n. 1, p. 597-605, 2011.
10. BARAN, J. A.; MUSIEK, F. E. Avaliação comportamental do sistema nervoso auditivo central. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMAN, W. F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. São Paulo: Manole, 2001. p. 371- 385.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Níveis de Ruído para Conforto Acústico. CONAMA - **NBR 10.152**. Rio de Janeiro: 2000.
12. BRASIL. Ministério do Trabalho. **Atividades insalubres**. Lei Nº 6515 - portaria n º 3214 NR 15. Atualização portaria SIT nº 203, p. 1-85, 2011.

13. OSHA. **US occupational Safety and Health Administration**. Disponível em: [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owasrch.search\\_form?p\\_doc\\_type=STANDARDS&p\\_toc\\_level=1&p\\_keyvalue=1910](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owasrch.search_form?p_doc_type=STANDARDS&p_toc_level=1&p_keyvalue=1910). Acesso em: 29 nov. de 2011.
14. DREOSSI, R. C. F.; MOMENSOHN-SANTOS, T. M. A interferência do ruído na aprendizagem. **Rev. Psicopedagogia**, v. 21, n. 64, p. 38-47, 2004.
15. ENIZ A.; GARAVELLI, S. L. A. Contaminação acústica de ambientes escolares devido aos ruídos urbanos no Distrito Federal, Brasil. **Holos Environ.**, v. 6, n. 2, p. 137-150, 2006.
16. WHO (World Health Organization). Children and noise. **Children's health and the environment**. Disponível em: [www.who.int/ceh](http://www.who.int/ceh). Acesso em: 23 abr. 2011.
17. KOZLOWSKI, L. et al. A efetividade do treinamento auditivo na desordem do processamento auditivo central: estudo de caso. **Rev. Bras. Otorrinolaringol**, v. 70, n. 3, p. 427-432, 2004.
18. CÂMARA, C. C., PEREIRA, L. D., BORGES, A. C. L. C. Teste de escuta dicótica – SSW – em crianças com e sem evidências de problemas escolares e/ ou alterações de habilidade auditivas. **Fono atual.**, v. 30, n. 7, p. 4-13, 2004.
19. JERGER, J. Clinical Experience With Impedance Audiometry. **Arch Otorrinolaring.** v. 92, p. 311- 324. oct.1970.
20. BORGES, A. C. L. de. Dissílabos Alternados – SSW. In: PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Processamento Auditivo Central: manual de avaliação**. São Paulo: Lovise, p. 169-178, 1997.
21. ROSSI, A. G.; COSTAMILAN, C. M. Avaliação do processamento auditivo. **Caderno Didático de Fonoaudiologia**, Santa Maria. Editora Gráfica da UFSM, v. 80, 2002.
22. PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. São Paulo: Lovise, 1997.
23. PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central**. Barueri, SP: Pró-fono, 2011.
24. SOLA, E. R. **Ruído Urbano: efeitos na saúde auditiva de escolares**. Departamento de epidemiologia. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2004.
25. JACOB, L. C. B. J.; ALVARENGA, K. F.; ZEILGEILBOM, B. S. Avaliação audiológica do sistema nervoso auditivo central. **Arq. Int. Otorrinolaringol.**, v. 4, n.4, 2000. Disponível em: [http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo\\_port.asp?id=136](http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo_port.asp?id=136). Acesso em: 20 nov. 2011.

26. ARAUJO, N. S. S.; RUIZ, A. C. P; PEREIRA, L. D. SSW – Análise Qualitativa dos Erros: Inventário de atendimento de 2005. **Rev. CEFAC**, v. 11, n. 1, p. 44-51, 2009.
27. BECKER, K. T. et al. O efeito da lateralidade em testes de fala no ruído em normo-ouvintes. **Rev. CEFAC**, 2010 Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rcefac/2011nahead/126-10.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2011.
28. STRACKE, H.; OKAMOTO, H.; PANTEV, C. Interhemispheric support during demanding auditory signal-in-noise processing. **Cerebral Cortex June**, v. 19, n. 6, p. 1440-1447, 2009.
29. LUKAS, R. A.; GENCHUR-LUKAS, J. Teste de palavras espondaicas. In: KATZ, J. Tratado de audiologia clínica. 3. São Paulo: Ed. Manole, 1989. p. 387-408.
30. NEVES, I. F.; SCHOCHAT, E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. **Pró-fono R. Atual. Cient.**, v. 17, n. 3, p. 313-320, 2005.
31. PINHEIRO, F. H.; OLIVEIRA, A. M. de; CARDOSO, A. C. V.; CAPELLINI, S. A. Testes de escuta dicótica em escolares com distúrbios de aprendizagem. **Braz. J. Otorhinolaryngol.**, v. 76, n. 2, p. 257-262, 2010.
32. BECKER, K. T. et al. Teste SSW em escolares de 7 a 10 anos de dois distintos níveis sócio-econômico-culturais. **Arq. Int. Otorrinolaringol.**, v. 15, n. 3, p. 338-345, 2011.
33. BALEN, S. A. Resolução temporal de crianças escolares. **Rev. CEFAC**, v. 11, n. 1, p. 52-61, 2009.
34. RIBAS, A.; ROSA, M. R. D. da; KLAGENBERG, K. Avaliação do processamento auditivo em crianças com dificuldades de aprendizagem. **Rev. Psicopedagogia**, v. 24, n. 73, p. 2-8, 2007.
35. PUPO, A. C.; BARZAGHI, L. Perdas de audição progressivas, leves e unilaterais: considerações sobre a intervenção fonoaudiológica. In: FERNANDES, F. D. M.; MENDES, B. C. A.; NAVAS, A. L. F. G. P. (org). **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2009. p. 138-148.
36. JACOB, L. C. B. J.; ALVARENGA, K. F.; ZEILGEILBOM, B. S. Avaliação audiológica do sistema nervoso auditivo central. **Arq. Int. Otorrinolaringol.**, v. 4, n.4, 2000. Disponível em: [http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo\\_port.asp?id=136](http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo_port.asp?id=136). Acesso em: 20 mai. 2011.
37. SAMELLI, A. G.; MECCA, F. F. D.N. Treinamento auditivo para transtorno do processamento auditivo: uma proposta de intervenção terapêutica. **Rev. CEFAC**, v. 12, n. 2, p. 235-241, 2010.
38. CHERMAK, G. D. Deciphering auditory processing disorders in children. **Otolaryngol. Clin. N. AM.** v. 35, n. 1, p. 733-749, 2002.

39. RIBAS, A.; TOZI, G. O teste de fala com ruído ipsilateral em crianças com distúrbios de aprendizagem. **Tuiuti: Ciência e Cultura**, p. 39-52, 2005.
40. NORTHERN, J. L.; DOWNS M. P. **Audição na infância**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
41. MENEGUELLO, J.; DOMENICO, M. L. D.; COSTA, M. C. M.; LEONHARDT FD; BARBOSA LHF; PEREIRA LD. Ocorrência de reflexo acústico alterado em desordens do processamento auditivo. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v. 67, n. 6, p. 830-835, 2001.
42. LIMA-GREGIO, A. M.; CALAIS, L. L.; FENIMAN, M. R. Otite média recorrente e habilidade de localização sonora em pré-escolares. **Rev. CEFAC**, v. 12, n. 6, p. 1033-1040, 2010.
43. ELLIOTT, E. M.; BHAGAT, S. P.; LYNN, S. D. Can children with (central) auditory processing disorders ignore irrelevant sounds? **Res. Dev. Disabil.**, v. 28, p. 506-517, 2007.
44. SAMELLI, A. G.; SCHOCHAT, E. Processamento auditivo, resolução temporal e teste de detecção de GAP: revisão de literatura. **Rev. CEFAC**, v. 10, n. 3, p. 369-377, 2008.
45. FROTA, S.; PEREIRA, L. D. Processamento auditivo: estudo em crianças com distúrbios da leitura e da escrita. **Rev. psicopedagogia**, v. 27, n. 83, p. 214-222, 2010.
46. SODERLUNG, G. B. W.; SIKSTRON, S.; LOFTESNES, J. M.; SONUGA-BARKE, E. J. The effects of background white noise on memory performance in inattentive school children. **Behav. Brain Funct.**, v. 6, n. 55, p. 1-10, 2010.
47. COSTAMILAN, C. M. **Processamento auditivo em escolares: um estudo longitudinal**. 2004. 109 f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

## 4. 2 ARTIGO 2 - Análise comparativa do desempenho em leitura e escrita de crianças expostas e não expostas a níveis elevados de pressão sonora

### Resumo

**Introdução:** níveis de pressão sonora elevados em sala de aula são prejudiciais ao processo de aprendizagem ao afetar a atenção e concentração, impedindo a comunicação adequada entre professor e aluno e ao provocar a baixa produtividade dos escolares. **Objetivos:** analisar a presença de níveis de pressão sonora elevados em sala de aula e suas relações com a audição infantil e a leitura e escrita nos aspectos que correspondem à rota fonológica e lexical. **Métodos:** estudo quantitativo e exploratório, com uso de questionário e testes. Medições acústicas através de dosímetro; inspeção visual do conduto auditivo externo; audiometria tonal e vocal; imitancimetria; instrumento de leitura e escrita para avaliação de palavras isoladas. Os resultados das mensurações acústicas em quatro escolas de Santa Maria – RS, dividiu a amostra de 87 crianças do 3º e 4º ano do ensino fundamental, na faixa etária de oito a dez anos, em dois grupos. O primeiro grupo foi exposto a intensidades de som superior a níveis maiores que 80dB(A) e o segundo grupo (não-expostos) a níveis menores que 80dB(A). **Resultados:** maior prevalência de acertos nas pseudopalavras na leitura e escrita; na leitura de palavras irregulares e efeito de frequência; predomínio de acertos nas palavras irregulares na escrita para os não expostos. Para os expostos, maior número de erros de tipo neologismo na leitura e escrita; estatisticamente distinto na escrita de pseudopalavras e efeito de extensão; menor número de erros de tipo lexicalização e paragrafias verbais na escrita. **Conclusão:** nos testes da rota fonológica e lexical as crianças expostas obtiveram pior desempenho tanto na leitura quanto na escrita.

**Palavras-chave:** Níveis de pressão sonora. Processamento auditivo. Rota fonológica. Rota lexical. Leitura. Escrita.



## **ARTICLE 2 – Comparative analysis of performance in reading and writing of children exposed and not exposed to high sound pressure levels**

### **Abstract**

**Introduction:** High sound pressure levels in the classroom are detrimental to the learning process, affecting attention and concentration, preventing proper communication between teacher and student and lead to a low productivity of the school. **Objectives:** To analyze the presence of high sound pressure levels in the classroom and its correlation to infant hearing, reading and writing in the way that corresponds to the phonological and lexical route. **Methods:** Quantitative and exploratory study, using questionnaire and tests; acoustic measurement, using the dosimeter, visual inspection of the external auditory canal, tonal audiometry thresholds, speech recognition tests and acoustic immittance; instrument for evaluation of reading and writing of isolated words. The non-parametric chi-square test and Fisher's exact test were used for data analysis. The results of acoustic measurements in four schools in Santa Maria – RS, divided the sample of 87 children of 3 and 4 years of primary school, aged eight to ten years in two groups. The first group was exposed to sound intensities exceeding levels greater than 80dB(A) and the second group (not exposed) at levels less than 80dB(A). **Results:** Higher prevalence of correct answers in reading and writing of pseudowords; in reading irregular words and effect of frequency. Predominance of correct answers in the writing about irregular words of the unexposed. In the exposed group, greater number of errors in type neologism in reading and writing. Statistically different in the writing of pseudo effect of extension fewer lexicalization and verbal paragraphing errors in written. **Conclusion:** In the phonological route and lexical tests, the exposed children had poorer performance in both reading and writing.

**Key-words:** Sound Pressure Level. Auditory Processing. Phonological Route. Lexical Route. Reading. Writing.

## Introdução

Em nossa cultura, níveis de pressão sonora elevados em sala de aula são habituais e podem gerar situações de difícil escuta. Nesse contexto de ambiente acústico inadequado, as crianças que estão adquirindo a habilidade em leitura e escrita podem sofrer prejuízos em sua alfabetização por não conseguirem processar a informação de modo adequado. Embora os transtornos de leitura e escrita possam ter componentes genéticos e ambientais que não estejam relacionados à exposição a níveis de pressão sonora elevados (BOMAN, ENMARKER, HYGGE, 2005; SPERLING, 2005; ANDERSON et al., 2010), é possível que este fator seja um complicador no processo evolutivo da criança em linguagem escrita. Por outro lado, há vários estudos que apontam as patologias de orelha média e as desordens do processamento auditivo como complicadores do processo comunicativo e do desenvolvimento da linguagem comuns na realidade nacional e internacional (CRANDELL; SMALDINO, 2000; ALMEIDA; SANTOS, 2003; NORTHERN; DOWNS, 2005; FROTA E PEREIRA, 2007; PUPO; BARZAGH, 2009), sendo responsáveis pelo prejuízo em habilidades necessárias à análise e interpretação de sons (AITA et al, 2003). Tais desordens se exacerbam em ambientes acústicos desfavoráveis, provocando embaraços para distinguir a fala do ruído de fundo, e de compreendê-la quando expressa de modo rápido ou degradada, assim, prejudicam a habilidade para instruções orais e podem influenciar negativamente o desenvolvimento da linguagem e aprendizagem (CHERMARK, 2002; ELLIOTT et al., 2007).

Um estudo baseado na hipótese de déficit de exclusão de ruído (SPERLING et al.; 2005) diz que leitores pobres e com dificuldades de percepção de fala no ruído apresentam diminuição de sincronia neural, pois, o ruído ao provocar representações degradadas de expressão em níveis corticais e subcorticais, causa dificuldade em extrair o sinal desejado do ruído de fundo (ANDERSON et al., 2010). Essa combinação de índices neurais da função auditiva do tronco cerebral sugere explicações, ainda a serem melhor descritas pela comunidade científica (HORNICHEL et al., 2011). Ziegler (2009) diz que o déficit de percepção da fala na presença dos níveis de pressão sonora elevados e suas relações com a leitura podem estar relacionados à resolução espectral e temporal defasadas, assim como ao enfraquecimento das representações fonológicas. Tais premissas não são excludentes e abrem espaço para a discussão entre processamento auditivo e da

linguagem, que parecem passar pelo entendimento do impacto individual das habilidades fonológicas sobre a capacidade de ler e seu relacionamento com as representações ortográficas (PENNINGTON; BISHOP, 2009).

Na perspectiva neuropsicológica, o ato de ler corresponde à ação de extrair informações da língua para construir diretamente um significado, ou seja, é um ato perceptivo-semântico ou ideovisual que ultrapassa a simples codificação e decodificação de símbolos, para a elaboração e construção da leitura que resulta na compreensão de um texto (ALÉGRIA; LEYBAERT; MOUSTY, 1997; MORAES, 2003). Para que isso aconteça, o processamento da linguagem escrita, tanto durante a leitura quanto a escrita, deverá cobrir as relações visuais e auditivas da informação nos distintos níveis linguísticos.

A abordagem de Dupla Rota tem sido a mais aceita na literatura nacional e internacional para explicar tal processamento. Neste modelo, proposto por Jonh Morton em 1979, considera-se a leitura e escrita atividades complexas, compostas por múltiplos processos interdependentes, geralmente representados por meio de modelos de processamento de informação (ARAUJO; MINERVINO, 2008). Há dois caminhos para ler e escrever: a rota lexical, em que ocorre acesso direto a pronúncia e ao significado da palavra por meio da memória visual no momento de ler ou à representação global da palavra no momento de escrever; e a rota fonológica que usa regras de conversão entre a ortografia e a pronúncia (grafema-fonema), por meio da memória auditiva, após análise e decodificação ao ler e a conversão fonema-grafema no momento de escrever (ELLIS, 1995; ELLIS; YOUNG, 1996; RASTLE; COLTHEART, 1999; COLTHEART et al., 2001; SALLES, 2005; PINHEIRO; LUCIO; SILVA, 2008). A partir de tal modelo é possível analisar o desempenho em ambas as rotas por meio de leitura e escrita de palavras isoladas que obedeça a critérios de frequência, extensão, regularidade no caso de palavras reais e de extensão para pseudopalavras (CAPOVILLA; CAPOVILLA; MACEDO, 2000, PINHEIRO; ROTHE-NEVES, 2001; GAULANDRIS, 2004; SALLES e PARENTE, 2006).

Portanto, a proposta deste estudo passa pela integração dos conhecimentos de Neuropsicologia em aquisição de linguagem escrita e da Audiologia e Acústica para tentar compreender possíveis relações entre desempenho nas rotas de leitura e escrita, exposição a níveis de pressão sonora elevados, e processamento auditivo. É hipótese central deste estudo que as desordens do processamento auditivo,

sobretudo diante da presença de níveis de pressão sonora elevados, podem estar associadas ao pior uso da rota fonológica, com possíveis efeitos indiretos sobre a rota lexical.

Assim, o objetivo principal deste estudo foi analisar as possíveis relações entre níveis de pressão sonora elevados em sala de aula, desempenho em rotas lexical e fonológica na leitura e escrita e processamento auditivo central. Como objetivos específicos foram analisadas as relações entre exposição a níveis de pressão sonora elevados e desempenho no uso das rotas fonológica e lexical; análise da evolução no uso das rotas lexical e fonológica entre 3 e 4<sup>o</sup> anos do segundo ciclo escolar; relação entre alterações na orelha média e desempenho nas rotas fonológica e lexical.

## Material e métodos

Os procedimentos de seleção e avaliação das crianças foram iniciados após aprovação no Comitê de Ética (CAAE 0371.0.243. 000-10) baseado na resolução CNS 196/96 sobre pesquisas envolvendo seres humanos, com consentimento dos pais ou responsáveis pelas crianças através de assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, além de Termo de Assentimento assinado pelas crianças e obtenção de Autorização das Instituições de Ensino.

Este estudo é de cunho quantitativo, tendo como técnica a documentação direta, com uso de questionário e testes. Segundo os objetivos, exploratório-descritiva combinada.

A amostra foi constituída de 87 crianças, sendo 40 do sexo masculino e 47 do sexo feminino. Quanto ao grau de escolaridade, 43 cursavam o terceiro ano e 44 estudavam no quarto ano. Referente aos resultados imitanciométricos, 38 possuíam normailidade e 49 apresentaram alterações. A seguir, os procedimentos de escolha: as crianças foram selecionadas em quatro escolas municipais de Santa Maria (RS). As escolas foram eleitas por conveniência, considerando a localização relacionada a um ambiente ruidoso (próximo a rodovias, cruzamento, via principal do bairro) e um ambiente silente, para realização de medições acústicas *in loco*.

Nesta pesquisa foram empregados os critérios adotados pelo CONAMA nº 001, conforme a resolução que cita a norma regulamentadora NBR 10.152/2000, na qual se estabelece como nível de conforto acústico para as salas de aula, valores máximos entre 35 a 45dB(A) e nível sonoro aceitável de 40 a 50dB(A) (ABNT, 2000). Além de optar-se por dividir os grupos de crianças em *expostos* e *não expostos* a níveis de pressão sonora elevados, conforme a NR 15 da portaria nº 3.214/1978 (norma regulamentadora que trata de atividades ou operações insalubres do ambiente de trabalho), foi considerado o limite de tolerância para níveis de pressão sonora em 85dB como prejudicial a audição. No entanto, ao considerar o nível de ação, ou seja, as medidas preventivas que determinam que se minimize a probabilidade de que a exposição a níveis elevados cause prejuízos à audição, com o fim de evitar que o limite seja ultrapassado, adotam-se os níveis sonoros em 80dB(A), sendo este o critério de corte estabelecido.

Na realização das medições dos níveis de pressão sonora o dosímetro utilizado foi o modelo 4445, para mensuração do Nível Médio Sonoro (*Lavg, average*

*level*), que é definido como a média dos níveis sonoros medidos durante um tempo decorrido da medição. O equipamento foi ajustado para escala de compensação “A”, velocidade de resposta lenta (*slow*), colocado na gola de um aluno de comportamento calmo e posicionado mais ao centro da sala. Utilizou-se o fator de dobra em  $Q=5\text{dB}$  para o tempo de exposição, conforme os valores internacionais estabelecidos, fundamentados nos padrões recomendados pela OSHA.

Uma vez realizadas as medições acústicas, aplicaram-se os critérios de inclusão: faixa etária de 8 a 10 anos; participantes do 3º e 4º ano do Ensino Fundamental, em processo de conclusão da alfabetização; de ambos os sexos; com bom ou mau desempenho escolar.

Quanto aos critérios de exclusão, temos: a indisponibilidade dos pais e educadores em colaborar com a pesquisa; a presença de distúrbios de aprendizagem e de fala; alterações neurológicas; perda auditiva comprovada ou relatada. Tais aspectos foram avaliados pela observação comportamental das crianças e histórico de saúde fornecido pela escola e pais.

Para constatação dos aspectos acima citados realizaram-se:

- Anamnese (investigação criteriosa a fim de levantar o histórico audiológico, escolar e de saúde da criança).

- Inspeção visual do meato acústico externo.

- Avaliação audiológica convencional constituída de Audiometria Tonal Liminar (ATL), Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF), Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF). O exame foi realizado em cabine tratada acusticamente, com audiômetro digital de dois canais, marca Madsen – GN Otometrics, modelo Itera, tipo II, com fones TDH - 39 com calibração segundo a norma ISO 11957-1986, além de Imitanciometria realizado com um Impedanciômetro Interacoustics, modelo AZ-26, com fone supra-aural modelo TDH-39P, marca *Telephonics* e coxim HB-7, com tom-sonda de 256 Hz e calibração segundo a norma IEC 60645-5-1992. Foram selecionadas as crianças com limiares auditivos tonais da via aérea até 25dBNA nas frequências de 250 a 8000 Hz em ambas as orelhas; Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) compatível com audiometria tonal; IPRF acima de 88%. Quanto aos resultados das medidas de imitância acústica os grupos foram subdivididos na variável alteração imitanciométrica, no que segue: sem alteração imitanciométrica - considerados com padrão de normalidade quando apresentaram Timpanograma tipo A e reflexos

acústicos presentes em ambas as orelhas. Com alteração imitanciométrica - as crianças que apresentaram os demais tipos de curva (JERGER, 1970) e/ou reflexos acústicos ausentes.

Posteriormente as crianças foram submetidas à avaliação de leitura e escrita com aplicação de instrumentos para a análise das rotas de leitura/escrita preferencialmente usadas, sendo estas fonológicas, lexicais ou ambas, segundo modelo de Dupla Rota:

- **Instrumento para Avaliação de Leitura de Palavras Isoladas** construído por Salles e Parente (2002) com o objetivo de analisar individualmente as estratégias de leitura dos alunos, segundo modelo de Dupla Rota. Tal teste é composto por 60 estímulos, dividido em 20 estímulos para as seguintes categorias: palavras regulares; palavras irregulares e pseudopalavras (sequência de caracteres que compõe um todo pronunciável, mas carente de significado). Os estímulos para leitura foram apresentados aleatoriamente em cartões individuais. As respostas foram registradas em papel e através de gravador digital MP3/4 player para posterior transcrição.

Os critérios de interpretação das respostas quanto aos efeitos linguísticos foram computados em percentual de acertos baseado em Salles (2005) através dos procedimentos descritos a seguir:

-Efeito de frequência (percentual de acertos na leitura de palavras frequentes menos as não-frequentes); efeito de regularidade (percentual de acertos na leitura de palavras regulares menos palavras irregulares);

-Efeito de extensão (percentual de acertos na leitura de palavras curtas menos palavras longas). Esse efeito foi calculado separadamente para palavras reais e para pseudopalavras.

- Efeito de lexicalidade (percentual de acertos na leitura de palavras reais (frequentes e não-frequentes) menos pseudopalavras.

As palavras lidas incorretamente foram classificadas nas categorias estabelecidas por Salles (2005):

1) Regularização: a correspondência grafema-fonema irregular de uma palavra é substituída por uma correspondência regular e mais frequente em determinada circunstância (ex: boxe lido como /bɔʃe/);

2) Lexicalização: quando uma pseudopalavra é lida como uma palavra real, apresentando semelhança formal entre si;

3) Neologismo: quando a palavra lida gera uma não-palavra, na tarefa de leitura de palavras reais, ou do contrário, quando a leitura é de pseudopalavras e esta gera uma pseudopalavra diferente do estímulo-alvo. Nesse estudo, esta categoria foi adaptada e subdividida em: Neologismo I – quando ocorre a/as alterações que modificam a palavra por uma das situações supracitadas, no entanto, é possível resgatar a palavra-alvo, tal como, a palavra atmosfera lida como /atsmosefera/ e, Neologismo II – as alterações que modificam a palavra impossibilitam de associá-la a palavra alvo (ex.: letra lida como /lateri/);

4) Desconhecimento de regra contextual: corresponde a emissão errônea devido ao desconhecimento de regras contextuais da língua portuguesa (ex.: raposa lida como /ra'poza/) e

5) Erros de menor ocorrência: paralexia verbal; paralexia verbal formal (ex.: parágrafo lido como /parabês/); desconhecimento de regra de acentuação (ex.: parágrafo lido como /para'grafo/); não resposta (não ler diante do estímulo apresentado); nomeação de letras e sílabas (soletração que não resulta na palavra); substituição de fonemas surdos e sonoros (ex.: a palavra erva lida como /'ɛrfa/).

- **Instrumento de Avaliação da Escrita de Palavras Isoladas:** Teste de Desempenho Cognitivo-Linguístico (TDCL) de ditado de palavras isoladas (palavras e pseudopalavras) adaptado de Salles (2005). A criança era solicitada a escrever um total de 38 palavras, sendo 28 palavras reais e 10 pseudopalavras. Destas palavras, 16 são irregulares, cinco são regulares e sete são do tipo regra, sendo 27 longas e 11 curtas. O examinador falava a palavra, depois a palavra em uma frase e, por fim, a palavra novamente para que fosse escrita (ex.: Ninho. Os pássaros alimentam seus filhotes no ninho. Escrevam “ninho”). Foram analisados os números totais de palavras reais e pseudopalavras escritas corretamente.

Em concordância com a autora, o efeito de frequência não foi avaliado na escrita devido à maioria das palavras serem de baixa frequência. Apenas os efeitos de regularidade, extensão e lexicalidade, conforme descrito anteriormente.

As palavras escritas incorretamente foram classificadas nas categorias: 1) Regularização: a criança substitui uma correspondência letra-som irregular por uma correspondência regular, independente do contexto, ou seja, quando a criança omite, substitui ou acrescenta um grafema dentro da palavra que reflete na escrita a forma como se fala (ex.: campeonato escrito como “campionato”); 2) Substituição de grafemas que representam fonemas surdos e sonoros: ocorre quando um grafema

do alvo é trocado por outro representativo de um fonema idêntico considerando o ponto e modo articulatório, no entanto, distingue-se apenas pelo traço de sonoridade. Trata-se de um neologismo, todavia, com ocorrência de substituição surdo-sonora ou vice-versa (ex.: zangado escrita como “sangado”); 3) Desconhecimento de regras contextuais: substituições de grafemas ou omissões de letras que são aplicadas em dependência de regras contextuais (ex. pato escrita como “patu”); 4) Neologismo: quando a palavra escrita gera uma não-palavra, na tarefa de ditado de palavras reais ou de pseudopalavras e, esta gera uma pseudopalavra diferente do estímulo-alvo. Englobam omissões, substituições, inversões, acréscimos de grafemas e/ou sílabas. Portanto, no primeiro caso se estabeleceu neste estudo a denominação neologismo I e quando a produção se distanciou do estímulo-alvo tornando-se irreconhecível, caracterizou-se em neologismo II. Por exemplo, minhoca escrita como “mioca” e, medalha escrita como “medulea”, respectivamente; 5) Não resposta - não escreve a palavra real ou pseudopalavra ditada, deixando um espaço em branco e 6) Outros erros de menor ocorrência: paragrafia verbal (ex.: casa escrita como “filho”); paragrafia verbal semântica (ex.: colher escrita como “garfo”); paragrafia verbal formal (ex.: admissão escrita como “adição”); paragrafia morfológica (ex.: pedreiro escrito como “pedraria”); dificuldade de marcação de nasalização (ex.: gigantesco escrito como “gigatesco” ou “gigãotesco”); lexicalização (ex.: vaxa escrita como “faixa”); espelhamento de letras (ex.: casa escrita como “caza”); desconhecimento de regra silábica (ex.: gafivro escrito como “gfifo”).

A análise da rota fonológica na leitura e na escrita de palavras foi desenvolvida através de quatro tipos de informação: 1) o desempenho na leitura/escrita de pseudopalavras; 2) o efeito de regularidade; 3) o efeito de extensão e 4) erros do tipo regularizações e neologismos. Por sua vez, a análise da rota lexical na leitura e na escrita de palavras foi desenvolvida através de quatro tipos de informação: 1) desempenho com palavras irregulares; 2) efeito de frequência; 3) efeito de lexicalidade e 4) erros do tipo respostas palavras (lexicalizações, paragrafias ou paralexias).

### Tratamento estatístico

Os resultados das avaliações foram organizados no programa de planilha eletrônica de cálculo escrito Microsoft Office Excel 2003, sendo em seguida tratados estatisticamente pelo programa SAS – *Statistical Analysis System 9.0*. Foi realizada estatística descritiva e para cruzamento das variáveis utilizaram-se o teste não paramétrico do Qui-quadrado de Pearson e o teste exato de Fisher, com nível de significância estatística em  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

Os resultados das mensurações acústicas executadas com o dosímetro, de acordo com o registro dos níveis de pressão sonora dimensionados pelo Lavg por sala de aula variou de 51,9dB(A) à 114dB(A), demonstrando que as 12 salas de aula, ou seja, 100% das quatro escolas estudadas ultrapassaram os níveis de pressão sonora para conforto e aceitáveis, segundo o CONAMA nº 001, NBR 10.152 (ABNT, 2000).

No que diz respeito aos valores estabelecidos para níveis sonoros com corte em 80dB(A) (nível de ação), através de critérios que visaram abranger a inteligibilidade de fala e integridade auditiva, foram encontradas 17 (19,54%) crianças sob a condição expostos e 70 (80,46%) não expostos. A partir de tal definição foi analisado o desempenho em cada rota de leitura e escrita para os estudantes comparando expostos e não expostos.

Na tabela 1 estão relacionados os dados referentes ao grupo estudo no que concerne à rota fonológica e níveis de pressão sonora.

**Tabela 1** - Desempenho em rota fonológica e exposição a níveis de pressão sonora

Leitura		Expostos	Não expostos	P	Escrita		Expostos	Não expostos	P
		n= 87 (% acertos/efeito)					n= 87 (% acertos/efeito)		
Pseudopalavras		49,12	75,29	0,004*	Pseudopalavras		27,65	47,57	0,004*
Efeito de regularidade		11,47	14,0	0,543	Efeito de regularidade		36,50	30,25	0,191
Efeito de extensão	Reais	11,47	8,21	0,256	Efeito de extensão		34,32	23,14	0,004*
	Pseudo	13,82	15,43	0,724					
Leitura		Expostos	Não expostos	P	Escrita		Expostos	Não expostos	P
		n= 87 (% erros)					n= 87 (% erros)		
Erros de regularização		7,21	5,96	0,37	Erros tipo regularização		25,63	23,47	0,281
Erros tipo neologismo	Reais	18,97	9,46	0,064	Erros tipo neologismo	Reais	25,84	13,16	0,010
	Pseudo	19,85	15,25	0,283		Pseudo	54,71	35,43	0,002*

Teste Qui-quadrado de Pearson

Houve maior prevalência de acertos nas pseudopalavras para o grupo de não expostos tanto na leitura quanto na escrita. Por sua vez, os expostos evidenciaram maior número de erros de tipo neologismo tanto na leitura quanto na escrita, sendo estatisticamente distinto na escrita de pseudopalavras, em que houve grande frequência de neologismos no grupo exposto. O efeito de extensão também foi significativamente maior no grupo exposto. Os resultados demonstram que em testes da rota fonológica as crianças expostas obtiveram pior desempenho do que as crianças não expostas tanto na leitura quanto na escrita.

Com relação à rota lexical, a tabela 2 demonstra os resultados em leitura e escrita para ambos os grupos.

**Tabela 2** - Desempenho em rota lexical e exposição a níveis de pressão sonora

Leitura	Expostos	Não expostos	P	Escrita	Expostos	Não expostos	P	
	n= 87	n= 87			n= 87	n= 87		
	(% acertos/efeito)				(% acertos/efeito)			
Irregulares	42,94	70,64	0,015*	Irregulares	24,63	42,86	0,004*	
				Efeito de lexicalidade	10,13	5,93	0,483	
Efeito de frequência	1,87	9,89	0,006*					
				Escrita	Expostos	Não expostos	P	
					n= 87			
					(% erros)			
Efeito de lexicalidade	0,74	2,14	0,339	Erros tipo lexicalização	3,53	1,43	0,022*	
				Erros tipo paragrafias	PV	0,63	0,15	0,052*
					PVF	5,25	5,05	0,820
					PVM	0,21	0,71	0,484

Teste Qui-quadrado de Pearson

Legenda: PV- paragrafia verbal; PVF- paragrafia verbal fonêmica; PVM – paragrafia verbal morfêmica

A tabela 2 demonstra que houve diferença na leitura de palavras irregulares, que foi estatisticamente superior nos não expostos. O efeito de frequência também foi estatisticamente superior para este grupo, demonstrando, portanto, um uso mais efetivo da rota lexical pelos não expostos.

De igual modo, na escrita, houve predomínio de acertos nas palavras irregulares para os não expostos. Os expostos apresentaram menor número de erros de tipo lexicalização e paragrafias verbais demonstrando um uso pior da rota lexical ao escrever nesses dois testes.

Os resultados apresentados nas tabelas 1 e 2 sugerem que as crianças expostas possuíam prejuízo, quando comparados aos não expostos, o uso das rotas fonológica e lexical prejudicado tanto na leitura quanto na escrita.

Ao considerar em sua particularidade, a correlação entre crianças sem ou com alterações imitanciométricas, conforme os critérios explanados anteriormente encontraram-se diferença na frequência de uso de erros do tipo neologismo. Não houve outras diferenças entre crianças quanto à presença ou ausência de alterações imitanciométricas, no que concerne ao uso preferencial e/ou domínio das rotas de leitura e escrita.

Os resultados expressos na tabela 3 expõem a diferença na leitura e escrita para a rota fonológica entre terceiro e quarto anos.

**Tabela 3** - Desempenho na rota fonológica em crianças de 3ª e 4ª ano

Leitura		Terceiro ano	Quarto ano	P	Escrita		Terceiro ano	Quarto ano	P
		N=87 (% acertos/efeito)					n=87 (% acertos/efeito)		
Pseudopalavras		65,23	75,0	0,308	Pseudopalavras		39,3	47,95	0,067
Efeito de regularidade		13,95	13,07	0,880	Efeito de regularidade		33,9	29,09	0,265
Efeito de extensão	Reais	10,35	7,39	0,164	Efeito de extensão		27,14	23,55	0,193
	Pseudo	14,30	15,91	0,387					
Leitura		Terceiro ano	Quarto ano	P	Escrita		Terceiro ano	Quarto ano	P
		N=87 (% erros)					n=87 (% erros)		
Erros de regularização		5,93	6,48	0,449	Erros de regularização		33,9	23,33	0,291
Erros tipo neologismo	Reais	14,88	7,84	0,014*	Erros tipo neologismo	Reais	18,02	13,31	0,049
	Pseudo	17,91	14,43	0,406		Pseudo	43,48	35,0	0,055
Erros tipo neologismo	Pseudo				Erros tipo surdos e sonoros	Reais	3,07	2,03	0,273
						Pseudo	10,93	5,23	0,007*
Erros tipo neologismo	Pseudo				Erros tipo nasalidade	Reais	3,15	2,19	0,269*
						Pseudo	2,09	4,77	0,009*

Teste Qui-quadrado de Pearson

Houve diferença estatística entre os terceiros e quartos anos nos erros tipo neologismo de palavras reais na leitura. No quarto ano este tipo de erro diminuiu demonstrando que as crianças não aceitam que a produção final da leitura seja uma não palavra (neologismo). Na escrita, houve diminuição estatística para os erros que envolvem o domínio da distinção de sonoridade e relacionados às diferentes grafias

da nasalidade. Observa-se, portanto, que as crianças do quarto ano apresentam melhor desempenho no uso da rota fonológica.

Segue abaixo os resultados comparativos dos dois anos escolares para o uso da rota lexical.

**Tabela 4** - Desempenho na rota lexical em crianças de 3ª a 4ª ano

<i>Leitura</i>	<i>Terceiro ano</i>	<i>Quarto ano</i>	<i>P</i>	<i>Escrita</i>	<i>Terceiro Ano</i>	<i>Quarto Ano</i>	<i>P</i>
	<b>n=87 (% acertos/efeito)</b>				<b>n=87 (% acertos/efeito)</b>		
<b>Irregulares</b>	58,60	71,70	0,091	<b>Irregulares</b>	34,45	73,26	0,061
<b>Efeito de frequência</b>	5,78	10,81	0,041*	<b>Efeito de lexicalidade</b>	6,53	6,96	0,878
<b>Efeito de lexicalidade</b>	0,47	3,24	0,049*	<b>Escrita</b>	<b>Terceiro Ano</b>	<b>Quarto Ano</b>	<b>P</b>
					<b>n=87 (% erros)</b>		
				<b>Erros tipo lexicalização</b>	1,63	2,05	0,962
				<b>PV</b>	0,25	0,24	0,976
				<b>Erros tipo paragrafias</b>	5,56	4,62	0,223
				<b>PVF</b>			
				<b>PVM</b>	0,08	1,13	0,014*

Teste Qui-quadrado de Pearson

Legenda: PV- paragrafia verbal; PVF- paragrafia verbal fonêmica; PVM – paragrafia verbal morfêmica

Conforme a tabela 4, na leitura houve predomínio no percentual dos efeitos de frequência e de lexicalidade para as crianças do 4º ano. Na escrita as crianças do 4º ano fazem mais erros de tipo paragrafia morfêmica, o que pode estar demonstrando uma maior atenção às regras morfológicas na escrita em um processo reorganizacional.

Os resultados demonstram que as crianças do quarto ano estão com melhor uso da rota fonológica e começam a ativar a rota lexical.

## Discussão

Considerando as relações observadas entre níveis de pressão sonora e uso das rotas lexical e fonológica por sujeitos expostos e não expostos, de um modo geral, observa-se um pior uso de ambas as rotas nas crianças expostas. A hipótese explicativa para tal relação é que a incipiência da rota fonológica pode estar levando a um atraso no processo de lexicalização, tanto na leitura quanto na escrita. Esse dado parece estar relacionado à influência dos níveis de pressão sonora elevados, que está gerando déficit no processamento da informação auditiva e possivelmente criando representações fonológicas e suas contrapartes ortográficas menos estáveis.

Quando um leitor competente fixa uma palavra muito familiar, o acesso ao seu significado ocorre diretamente pela palavra escrita, com o som da palavra possuindo papel secundário, ou seja, acesso pela rota lexical. Por outro lado, quando este leitor competente fixa uma palavra um pouco menos familiar, mas que já foi encontrada antes, então o acesso ao significado ocorrerá diretamente pela palavra escrita e indiretamente via decodificação sonora dos grafemas da palavra que podem ocorrer mais ou menos simultaneamente e de forma paralela. Inversamente, quando a palavra nunca foi vista antes, mas já foi ouvida, então, o acesso ao significado pode ocorrer apenas por meio do som, pelo uso da rota fonológica (ELLIS, 1995; SALLES, 2005). Logo, se o discurso do professor é realizado em meio a um ambiente acústico não adequado, o escolar poderá receber a informação com distorções acústicas que irão interferir nas associações fonêmico-ortográficas (som-grafia) exercidas pela rota fonológica, e fundamentais para constituição do léxico. A vista disso, para a rota lexical se consolidar, torna-se necessário que antes a palavra tenha sido lida pela rota fonológica, ainda que, esta última rota, seja sempre requerida diante de novas palavras e pseudopalavras que surjam no cotidiano (CAPORALI; SILVA, 2004; LÚCIO; PINHEIRO, 2011).

Os aspectos que exercem influência no processamento de palavras isoladas são investigados pela análise dos tipos de erros produzidos pela leitura e escrita de diferentes classes de estímulos. Portanto, é esperada do leitor/escritor eficiente uma maior correção, conseqüentemente, rapidez na leitura/escrita de palavras familiares em relação as não-familiares; regulares em relação às irregulares; palavras menores em relação às de maior extensão e, por fim, agilidade com as palavras existentes na

língua comparadas às palavras sem significado. Desse modo, é indicativo do uso de rota fonológica na leitura/escrita, o reconhecimento de palavras com maior precisão e menor tempo relacionado ao efeito de regularidade e extensão e o uso da rota lexical quanto ao efeito de frequência e lexicalidade (SALLES, 2005; LÚCIO, PINHEIRO, 2011).

Nesse estudo, o pior uso na leitura por rota fonológica nos expostos foi evidenciado pelo mau desempenho de pseudopalavras e quantidade de erros tipo neologismo, além de maior efeito de extensão da palavra durante a escrita, ou seja, quanto mais extensa a palavra, pior a escrita para estes sujeitos.

No modelo de Dupla Rota, uma palavra que se torna familiar é mais facilmente percebida do que uma palavra desconhecida ou pseudopalavra. A explicação para a leitura mais rápida de palavras reais se deve a falta de representações internas da forma visual de pseudopalavras (ELLIS, 1995), por conseguinte, à medida que a criança aumenta a frequência de contato com a palavra escrita e aprende as regras ortográficas, as representações se estabilizam e possibilitam uma recuperação cada vez mais automática e rápida desta palavra (CUNHA; CAPELLINI, 2009).

Nas palavras irregulares, as correspondências grafema-fonema são arbitrárias (não explicadas por regras), com efeito, a leitura por rota fonológica tende a regularizá-las, gerando uma pronúncia incorreta, lenta e contraditória com relação àquela gerada pela rota lexical (SALLES, 2007). Observa-se que a leitura de palavras irregulares e o efeito de frequência demonstram um melhor desempenho nas crianças não expostas (vide tabela 2). Isso significa que em duas das três tarefas que medem o processamento da rota lexical, as crianças expostas demonstraram pior desempenho do que as crianças não expostas. Há, portanto, um uso efetivo maior da rota lexical nas crianças não expostas, com desempenho muito superior na leitura de palavras irregulares e infrequentes, o que demanda grande conhecimento do léxico ortográfico. Ressalte-se que a rota fonológica é uma das bases evolutivas de tal conhecimento.

Durante a codificação lexical a palavra não é analisada em elementos fonéticos, mas recuperada em sua totalidade pelo reconhecimento das letras e por associações semânticas exercidas para identificar e combinar as palavras com outros exemplares que já estão armazenadas e que são resgatadas para gerar sua pronúncia (STRACKE; OKAMOTO; PANTEV, 2009). O melhor desempenho na

escrita de palavras irregulares e o menor uso de erros tipo lexicalização e de paragrafias verbais pelas crianças não expostas demonstra que a exposição ao ruído associa-se negativamente ao uso de rota lexical. Em termos cognitivo-linguísticos, no processo de leitura/escrita são essenciais o reconhecimento de palavras (acesso ao léxico mental) e a compreensão do que é reconhecido. O acesso ao léxico em uma perspectiva interativa envolve a combinação entre informação contextual, visual, fonológica e ortográfica (CORSO; SALLES, 2009). Quando parte dessa informação está prejudicada, no caso das crianças expostas, isso parece ter efeito para além do processamento fonológico, ou seja, o déficit na construção da rota fonológica acaba por ter consequências na lexicalização das palavras já lidas. Chandrasekaran et al. (2009) afirmam que quando a relação sinal/ruído de um ambiente fica comprometida o desempenho na codificação do discurso é fortemente afetado, estando relacionado às características do estímulo de entrada e do contexto ambiental na qual ele ocorre.

Por analogia, a percepção de fala no ruído requer a integração simultânea de diferentes pistas acústicas em várias escalas de tempo, assim como a leitura exige o reconhecimento de uma sequência de grafemas por meio do mapeamento de suas unidades em um código fonológico e semântico. Entretanto, diante de condições ruidosas, se as crianças não percebem as categorias fonêmicas de forma estável por não conseguirem ignorar o ruído de fundo (déficit de exclusão de ruído) ou por antecipadamente possuir uma desordem fonológica, a relação grafema-fonema será prejudicada, com consequências sobre a construção do léxico ortográfico (SPERLING et al.; 2005; ZIEGLER, 2009). Não se exclui dessa análise o fato de poder haver limites ambientais, relacionados tanto às práticas de letramento da escola e da família, ou até algum limite biológico ainda não detectado por parte das crianças (NIKAEDO et al., 2007; SALLES, PARENTE; FREITAS, 2010). No entanto, ainda que tais aspectos não tenham sido objeto de investigação direta, pode-se inferir que crianças com dificuldades de aprendizagem ou alterações do processamento auditivo são potencialmente prejudicadas em ambientes ruidosos, comparado a desvantagem em relação aos indivíduos que possuem suas habilidades íntegras (RIBAS; TOZI, 2005).

Quanto às habilidades em leitura e escrita relacionadas ao grau de escolaridade, as crianças do quarto ano usam menos erros do tipo neologismo na leitura, o que leva a supor que há uma melhora no desempenho da rota fonológica

entre terceiro e quarto ano na leitura. Na escrita, as crianças do terceiro ano também cometem mais erros na conversão fonema-grafema quanto à sonoridade e quando se trata da representação de nasais, além de utilizar mais erros do tipo neologismo. Os dados indicam, em seu conjunto, que há uma melhora no uso da rota fonológica entre terceiro e quarto ano. É pressuposto neste modelo de processamento de informação, que a rota fonológica no início de escolarização seja demandada com maior ênfase para que as crianças se tornem bons leitores posteriormente (SALLES; PARENTE, 2002). Considera-se hábil em leitura e escrita, o leitor/escritor que utilizar ambas as rotas com eficiência (SHARE, 1995). Mesmo que a rota fonológica possa ser a mais requisitada ao início da aquisição, a tendência é que, com o tempo e experiência na conversão grafema-fonema, as representações lexicais se tornem mais fortes.

Na leitura, os efeitos de frequência e lexicalidade são maiores nas crianças do quarto ano o que sugere um melhor desempenho na rota lexical deste grupo. As crianças do quarto ano só diferem das do terceiro ano na escrita de paragrafias verbais morfológicas, com maior uso desse recurso o que indica seu início do domínio da escrita de sufixos e possíveis supergeneralizações errôneas. Os dados demonstram que não há uma melhora nos testes relacionados ao uso da rota lexical na escrita, exceto no uso de sufixos. Esse fato evidencia que pedagogicamente não existem ganhos importantes entre um ano escolar e outro no domínio geral da rota lexical quando as crianças escrevem. Comparando os resultados em ambas as rotas, estes demonstram que as crianças do quarto ano estão efetivando um domínio maior da rota fonológica, e possivelmente formando as bases para o processo de lexicalização.

Em contraste a esta pesquisa, com o objetivo de caracterizar e comparar o desempenho em leitura de 262 escolares do ensino básico privado e público foi constatado que as diferenças existentes entre as médias de leitura de pseudopalavras do primeiro ao quarto ano, independente do tipo de escola, revelaram que entre os escolares do primeiro ano o uso da rota fonológica é superior em relação aos escolares de quarto ano, demonstrando que no início da alfabetização o uso da rota fonológica se sobrepõe à lexical, enquanto que no quarto ano, devido ao maior domínio da ortografia, a rota lexical é mais utilizada (OLIVEIRA; CAPELLINI, 2010).

As crianças desta pesquisa estão no segundo ciclo escolar e já deveriam possuir o processo de alfabetização concluído, para que pudessem evoluir nas tarefas de processamento textuais mais avançadas. No entanto, apresentam a evolução compatível com crianças em final de primeiro ciclo no quarto ano, ou seja, recém estão dominando regras de conversão grafema-fonema e vice-versa, bem como regras contextuais simples na escrita. Esse dado demonstra que além da exposição a níveis de pressão sonora elevados, há fatores pedagógicos a serem estudados nessa população. O estudo de Deuschle e Ramos (2010), que contou com uma das escolas desta pesquisa, demonstrou que há práticas de letramento familiares e escolares insuficientes na realidade da cidade na qual a investigação das autoras e esta foram feitas.

Ao levarmos em consideração que os sons irrelevantes são automaticamente processados, provocando interrupções no sistema de processamento da informação (ELLIOTT, 2007), torna necessária a aplicação de medidas de controle para minimizar os riscos a exposição sonora que evitem prejuízos a atenção e concentração dos escolares em sala de aula, determinantes da baixa produtividade e que são empecilho para comunicação adequada entre professor e aluno (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004).

Sob o mesmo ponto de vista outrora citado, no que diz respeito às condutas frente aos níveis de pressão sonora elevados, observa-se também a interferência de ordem sociocultural, o que torna evidente a responsabilidade da escola como agente de propagação de conhecimento, que pode intervir no meio e promover práticas de conscientização contra a poluição sonora ao envolver os alunos e a comunidade (COSTA; QUERIDO, 2009).

O portador de uma perda auditiva condutiva possui maiores dificuldades sobre situações de escuta inadequada quando comparados aos normouvintes (NORTHERN; DOWNS, 2005) e, neste estudo, ainda que todos os escolares tenham apresentado limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade, em relação à alteração imitanciométrica, a frequência de uso de erros do tipo neologismo indica que as crianças com esse tipo de alteração podem ser mais prejudicadas no uso da rota fonológica na leitura. No entanto, como tal resultado se restringiu a um teste do uso de tal rota na leitura e não emergiu em outras medidas da mesma rota na leitura e escrita, tal resultado deve ser visto com reserva e investigado em estudos futuros.

## **Conclusão**

O estudo constatou que as crianças expostas a níveis de pressão sonora elevados apresentaram pior desempenho no uso das rotas fonológica e lexical, tanto na leitura quanto na escrita.

Os dados desta pesquisa corroboram com outras publicações sobre a interferência dos níveis de pressão sonora na aprendizagem, demonstrando que há a necessidade de criação de políticas educacionais e de saúde escolar que incentivem ações preventivas para minimizar a exposição a níveis sonoros elevados, cujos efeitos foram evidentes, assim, objetivando a qualificação das práticas de letramento na escola, com o apoio do ambiente familiar.

Deste modo, caracterizar os padrões de leitura e escrita das crianças em processo de alfabetização em um ambiente acústico insalubre permite a elaboração de estratégias específicas de intervenção, especificamente, em função das dificuldades apresentadas, a fim de evitar danos à trajetória acadêmica.

## Referências Bibliográficas

1. BOMAN, E.; ENMARKER, I.; HYGEE, S. Strength of noise effects on memory as a function of noise source and age. **Noise Health**, v. 7, n. 27, p. 11-26, 2005.
2. SPERLING, A. J.; LU, Z. L., MANIS, F. R.; SEIDENBERG, M. S. Deficits in perceptual noise exclusion in developmental dyslexia. **Nature Neuroscience**, v. 8, p. 862-863.
3. ANDERSON, S.; SKOE, E.; CHANDRASEKARAN, B.; KRAUS, N. Neural timing is linked to speech perception in noise. **The Journal of Neuroscience**, v. 30, n. 14, p. 4922-4926, 2010.
4. CRANDELL, C.; SMALDINO, J. Classroom acoustics for children with normal hearing and with hearing impairment. **Lang. Speech Hear. Serv. Sch.**, v. 31, n. 4, p. 362-370, 2000.
5. ALMEIDA, K.; SANTOS, T. M. M. Seleção e adaptação de próteses auditivas em crianças. In: ALMEIDA, K. ; IÓRIO, MCM. **Próteses auditivas: fundamentos teóricos e aplicações clínicas**. São Paulo: Lovise, 2003. p. 357-380.
6. NORTHERN, J. L.; DOWNS, M. P. **Audição na infância**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
7. FROTA, S.; PEREIRA, L. D. Processamento auditivo: estudo em crianças com distúrbios da leitura e da escrita. **Rev. Psicopedagogia**, v. 27, n. 83, p. 214-222, 2010.
8. PUPO, A.C.; BARZAGHI, L. Perdas de audição progressivas, leves e unilaterais: considerações sobre a intervenção fonoaudiológica. In: FERNANDES, F. D. M.; MENDES, B. C. A. NAVAS, A. L. F. G. P. (org). **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2009. p. 138–148.
9. AITA, A. D. C. et al. Correlação entre as desordens de processamento auditivo central e queixas de dificuldades escolares. **J. Bras. Fonoaudiol.**, Curitiba, v. 4, n. 15, p. 101-107, 2003.
10. CHERMAK, G. D. Deciphering auditory processing disorders in children. **Otolaryngol. Clin. N. Am.**, v. 35, p. 733-749, 2002.
11. ELLIOTT, E. M.; BHAGAT, S. P.; LYNN, S. D. Can children with (central) auditory processing disorders ignore irrelevant sounds? **Res. Dev. Disabil.**, v. 28, p. 506-517, 2007.
12. HORNICHEL, J., CHANDRASEKARAN, B., ZECHER, S., KRAUS, N. Auditory Brainstem measures predict reading and speech-in-noise perception in school-aged children. **Behav. Brain Res.**, v. 216, p. 597-605, 2011.

13. ZIEGLER, J. C.; PECH-GEORGEL, C.; GEORGE, F.; LORENZI, C. Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia. **Developmental Science**, v. 12, n. 5, p. 732-745, 2009.
14. PENNINGTON, B. F.; BISHOP, D. V. M. Relations among speech, language, and reading disorders. **Annu. Rev. Psychol**, v. 60, p. 283-309, 2009.
15. ALÉGRIA, J.; LEYBAERT, J.; MOUSTY, P. Aquisição da leitura e distúrbios associados: avaliação, tratamento e teoria. In: GRÉGOIRE, J.; PIÉRART, B. (Orgs.). **Avaliação dos problemas de leitura: os novos modelos teóricos e suas implicações diagnósticas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. p.105-124.
16. MORAES, Z. R. de. Distúrbio de aprendizagem. In: GOLDFELD, M. **Fundamentos em fonoaudiologia: Linguagem**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 61-75, 2003.
17. ARAUJO, M. R.; MINERVINO, C. A. da S. M. Avaliação cognitiva: leitura, escrita e habilidades relacionadas. **Psicol. Estud.**, v. 13, n. 4, p. 859-865, 2008.
18. ELLIS, A. W. **Leitura, escrita e dislexia: uma análise cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
19. ELLIS, A. W.; YOUNG, A. W. **Human cognitive neuropsychology: a textbook with readings**. Hove- East sussex: Psychology Press. v. 2, 1996.
20. RASTLE, K.; COLTHEART, M. Serial and strategic effects in reading aloud. **J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.**, v. 25, p. 461- 481, 1999.
21. COLTHEART, M.; RASTLE, K.; PERRY, C.; LANGDOM, R.; ZIEGLER, J. DRC: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. **Psychol. Rev**, v. 108, n. 1, p. 204 - 256, 2001.
22. SALLES, J. F. de. **Habilidades e dificuldades de leitura e escrita em crianças de 2ª série: abordagem neuropsicológica cognitiva**. 2005. 356 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
23. PINHEIRO, A. M. V.; LUCIO, P. S.; SILVA, D. M. R. Avaliação cognitiva de leitura: o efeito de regularidade grafema-fonema e fonema-grafema na leitura em voz alta de palavras isoladas no português do Brasil. **Psicol. teor. e práct.**, v.10, n.2, p.16-30, 2008.
24. CAPOVILLA, F. C.; CAPOVILLA, A. G.; MACEDO, E. C. Rota perilexical na leitura em voz alta: tempo de reação, duração e segmentação na pronúncia. **PRC/Psychology**, v. 14, n. 2, p. 409 - 427, 2000.
25. PINHEIRO, A. M. V.; ROTHE-NEVES, R. Avaliação cognitiva de leitura e escrita: as tarefas de leitura em voz alta e ditado. **PRC/Psychology**, v. 14, n. 2, p. 399-408, 2001.

26. GAULANDRIS, N. R. Avaliação das habilidades de leitura e ortografia. In: SNOWLING, M. et al. **Dislexia, Fala e Linguagem**: um manual do profissional. Porto Alegre: Artmed, p. 91-120, 2004.
27. SALLES, J. F. M. de; PARENTE, M. A. de M. P. Heterogeneidade nas estratégias de leitura/escrita em crianças com dificuldade de leitura e escrita. **Psico**, v. 37, n.1, p. 83-90, 2006.
28. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Níveis de ruído para conforto acústico. CONAMA - **NBR 10.152**. Rio de Janeiro: 2000.
29. JERGER, J. Clinical experience with impedance audiometry. **Arch Otorrinolaring.**, v. 92, p. 311- 324, 1970.
30. SALLES, J. F. M. de; PARENTE, M. A. de M. P. Processos cognitivos na leitura de palavras em crianças: relações com compreensão e tempo de leitura. **Psic. Reflex. Crit.**, v. 15, n. 2, p. 321-331, 2002.
31. STRACKE, H.; OKAMOTO, H.; PANTEV, C. Interhemispheric support during demanding auditory signal-in-noise processing. **Cerebral Córte**x, v. 19, p. 1440-1447, 2009.
32. CORSO, H. V.; SALLES, J. F. de. Relação entre leitura de palavras isoladas e compreensão de leitura textual em crianças. **Let. Hoje**, v. 44, n. 3, p. 28-35, 2009.
33. CHANDRASEKARAN, B.; HORNICHEL, J.; SKOE, E.; NIKOL, T.; KRAUS, N. Context-dependent encoding in the human auditory brainstem relates to hearing speech in noise: implications for developmental dyslexia. **Neuron** **64**, v. 12, p. 311-319, 2009.
34. NIKAEDO, C.C.; KURYAMA, C. T.; MACEDO, E. C. Avaliação longitudinal de leitura e escrita com testes de diferentes pressupostos teóricos. **PSIC**, v. 8, n. 2, p. 185-193, 2007.
35. SALLES, J. F. M. de; PARENTE, M. A. de M. P.; FREITAS, L. B. de L. Leitura/escrita de crianças: comparações entre grupos de diferentes escolas públicas. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, v. 20, n. 47, p. 335-344, 2010.
36. RIBAS, A.; TOZI, G. O teste de fala com ruído ipsilateral em crianças com distúrbios de aprendizagem. **Tuiuti: Ciência e Cultura**, p. 39-52, 2005.
37. SHARE, DL. Phonological recoding and self-teaching: sine qua nono f reading acquisition. **Cognition**, v. 55, n. 2, p. 151-218, 1995.
38. LÚCIO, P. S.; PINHEIRO, A. M. V. Vinte anos de estudo sobre o reconhecimento de palavras em crianças falantes do português: uma revisão de literatura. **Psicol. Reflex. Crit.**, v. 24, n. 1, p. 170-179, 2011.

39. CUNHA, V. L. O.; CAPELLINI, S. A. Desempenho de escolares de 1ª a 4ª série do ensino fundamental nas provas de habilidades metafonológicas e de leitura – PROHMELE. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, v. 14, n.1, p. 56-68, 2009.
40. CAPORALI, S. A.; SILVA, J. A. Reconhecimento de fala no ruído em jovens e idosos com perda auditiva. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v. 70, n. 4, p. 525 -532, 2004.
41. SALLES, J. F. M. de; PARENTE, M. A. de M. P. Avaliação da leitura e escrita de palavras em crianças de 2º série: abordagem neuropsicológica cognitiva. **Psicol. Reflex. Crít.**, v. 20, p. 218-226, 2007.
42. OLIVEIRA, A. M. de; CAPELLINI, S. A. Desempenho de escolares na adaptação brasileira da avaliação dos processos de leitura. **Pró-fono Rev. Atual. Cient.**, v. 22, n. 4, p. 555-560, 2010.
43. DEUSCHLE-ARAÚJO, V.; RAMOS, A. P. Práticas de letramento, desempenho textual e a avaliação do professor. **Disturb. Comun.**, v. 22, n. 2, p. 117-126, 2010.
44. DREOSSI, R. C. F.; MOMENSOHN-SANTOS, T. M. A interferência do ruído na aprendizagem. **Rev. Psicopedagogia**, v. 21, n. 64, p. 38-47, 2004.
45. COSTA, R.; QUERIDO, J. G. A qualidade acústica ambiental nas salas de aula das escolas públicas, sua influência no processo ensino-aprendizagem e na qualidade de vida do professor. **Acústica e Vibrações**, n. 40, p. 10-20, 2009.

## 5 DISCUSSÃO

Neste capítulo será apresentada a discussão da pesquisa no que diz respeito às relações entre medições acústicas, processamento auditivo e habilidades em leitura e escrita.

**Quanto à exposição a níveis de pressão sonora**, os registros dimensionados pelo  $L_{avg}$  por sala de aula variaram de 51,9dB(A) à 114dB(A). Ao considerarmos que a voz do professor em sala de aula é de 65dB (sinal em dB(A) - nível de voz humana), aplicado aos valores do  $L_{avg}$  mensurados nas 12 salas de aula, temos uma relação S/R que variou entre -49dB e 13,1dB. Dessa forma, a condição de escuta dos alunos será favorecida à medida que esta relação for positiva e, do contrário, se próxima do zero ou negativa, pior a situação para escutar o professor (DANIEL et al., 2003). A literatura demonstra valores entre 10 a 15 dB para crianças com audição normal e 30dB para inteligibilidade de fala ideal, inclusive em crianças com alteração auditiva leve (GORDO, 2000). Os fatores que influenciam a inteligibilidade de fala no ruído são diversos e abrangem as características lexicais, extensão e semelhança fonética das palavras; a complexidade gramatical do enunciado; familiaridade com o vocabulário e regras do idioma; a velocidade de fala; a clareza do discurso; a naturalidade da voz, o sexo e dialeto do interlocutor; a distância entre a fonte emissora e o receptor; ganho audiovisual e outros (JAMIESON et al., 2004; DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004; SOLI; WONG, 2008; ROSS et al. 2011). Ainda que algumas questões não tenham sido ponderadas nesta pesquisa, os valores encontrados na relação S/R foram indicativos de prejuízos a comunicação em sala de aula.

Jamieson et al. (2004) ao discorrerem sobre a inteligibilidade de fala referem que, em geral, as características espectrais e flutuações temporais do ruído são semelhantes aos da fala, por este motivo em um ambiente acusticamente insalubre, torna-se difícil discriminar os sons. Inabilidades no processamento auditivo temporal, ou seja, a incapacidade de identificar rapidamente a ordem dos fonemas compromete a discriminação exata dos sons da fala, pois a dependência de diferenças breves na entrada da informação auditiva geram falhas perceptuais (BALEN et al., 2009). De acordo com a literatura vigente, em um ambiente ruidoso o

processamento do sinal acústico depende da modulação auditiva (vias auditivas/processamento auditivo temporal) (CHERMAK, 2002) e/ou do processamento fonológico (BOETS et al., 2007) e déficits nessas funções provocam problemas de leitura e ortografia. Jacob et al. (2011) ao pesquisarem a percepção de fala em crianças sem alterações auditivas e cognitivas, concluíram que o pior limiar ocorre quando a fala e o ruído estão na mesma posição, ou seja, a 0° (azimute)<sup>9</sup>, assim, destaca a sobreposição do ruído sobre o sinal de fala.

Os níveis de pressão sonora máximos demonstraram-se elevados, sobretudo na sala 3, que localiza-se próximo a pista de pouso e apresentou NPS<sub>max</sub>=114dB(A). O menor valor, mas igualmente prejudicial, foi de 87,5dB(A). Das quatro escolas estudadas, três estão na zona de ruído provocado por aeronaves. Quando existe exposição crônica ao ruído aeronáutico, o impacto na qualidade de vida fica mais evidente nas crianças pela sua própria vulnerabilidade a este tipo de ruído. Pode ainda resultar em baixo desempenho cognitivo; alterações no bem estar e baixa motivação escolar (NUNES; SATTLER, 2004; CLARCK et al., 2006).

Os resultados demonstraram que as 12 salas de aula ultrapassaram os níveis de pressão sonora para conforto e aceitáveis, segundo o CONAMA nº 001, NBR 10.152/2000. Portanto, as 87 crianças do estudo estavam expostas a um ambiente escolar acusticamente inadequado, capaz de prejudicar o aprendizado por interferir nas habilidades de processamento de informação que requerem a atenção, motivação, memória, discriminação dos sons e outros (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004; BOMAN; ENMARKER; HYGEE, 2005; WHO, 2010). Tal constatação corrobora com a literatura revisada que menciona a alta prevalência de escolas com níveis sonoros que excedem os limites previstos (SEEP, 2002; SOLA, 2004; CLARCK et al., 2006; ENIZ; GARAVELLI, 2006). Quanto aos valores estabelecidos com critério de corte em 80dB(A), que considera os danos a inteligibilidade de fala e a necessidade de preservação da integridade auditiva, foram encontradas 17(19,54%) crianças sob a condição expostas e 70 (80,46%) crianças não expostas. Russo (1999) distingue o ambiente escolar através dos valores médios de níveis de pressão sonora no que segue: tranquilo [até 40dB(A)],

<sup>9</sup> 0° (Azimute) - Formação de um ângulo de 0° em relação aos planos horizontal e vertical. Essa posição permite maior precisão nas medidas e é a que mais se aproxima de uma situação de conversação normal (HENRIQUES; COSTA, 2006).

moderado [60dB(A)] e barulhento [80dB(A)]. Nesta pesquisa prevaleceram salas de aula com características acústicas entre moderado e barulhento, algumas extrapolando os valores limites para a insalubridade, de acordo com a legislação trabalhista brasileira expressa na NR 15 (BRASIL, 2011). Uma acústica de sala de aula pobre e com excesso de ruído ou reverberação causa barreiras educativas que prejudicam o aluno e o professor. As tarefas que envolvem linguagem e que tem alta demanda do processamento cognitivo, tais como, atenção; resolução de problemas; memória e discriminação de sons e de fala são depreciadas nas crianças, com uma maior intensidade comparada aos adultos, com diferença que se mantém até a faixa etária de 12 anos em média (SHIELD, DOCHRELL, 2003; ENIZ; GARAVELLI, 2006). Quanto aos professores, um ambiente acústico insalubre traz diversos danos, tais como: diminuição da acuidade auditiva, zumbido e vertigem; alterações no comportamento vocal pela demanda e intensidade exigida; aumento da sobrecarga mental de trabalho e sobrecarga geral devido ao estresse para conduzir a aula; reações psíquicas com modificação de motivação e a disposição para o trabalho que afetam sensivelmente a capacidade de transmissão da aprendizagem e concentração (GRILLO; PENTEADO, 2005; LACERDA *et al.*, 2005; LIBARD *et al.*, 2006; GONÇALVES; SILVA; COUTINHO, 2009).

**Quanto às habilidades do processamento auditivo**, ao observarmos os resultados do teste SSW, constata-se que na condição competitiva direita (DC) e esquerda (EC), as crianças expostas e não expostas obtiveram valores inferiores ao esperado para a faixa etária analisada. Ainda que os expostos, em análise comparativa com os valores médios de DC e EC do outro grupo, tenham obtido piores resultados em ambas as condições imitanciométricas, não houve diferença estatística entre os dados. Contrariando tais resultados, o estudo de SOLA (2004) evidenciou maior percentual de acertos na DC e EC de não expostos, porém, concorda com esta pesquisa ao demonstrar que não houve significância estatística.

O fato dos expostos serem mais exigidos em suas habilidades auditivas, devido aos maiores desafios ambientais e sua necessidade de superação para entendimento do conteúdo, levanta a hipótese de que essas crianças ao receberem mais estímulos, conseqüentemente têm os processos auditivos aprimorados, assim explicados pela neuroplasticidade auditiva, que proporciona base teórica para a aplicação do treinamento auditivo (SAMELLI; MECCA, 2010). Assim sendo, devido à exposição frequente ao ruído, seria possível que os expostos modificassem a

atividade neural, melhorando as funções auditivas elevadas, e é o que se supõe em primeira análise. Entretanto, se a criança é portadora de DPA, possivelmente apresentará dificuldades para escutar e compreender a fala em ambiente ruidoso que podem interferir no aprendizado (CHERMAK, 2002; CANTO; SILVEIRA, 2003; AITA et al., 2003; RIBAS; TOZI, 2005), todavia, as alterações de leitura e escrita não necessariamente é de responsabilidade dos baixos níveis de percepção auditiva, pois os problemas subjacentes as condições de escuta desfavorável e suas interações com o aprendizado são divergentes ou até mesmo desconhecidas (ZIEGLER, 2009; LAGACÉ; JUTRAS; GAGNE, 2010).

As defasagens apresentadas na DC e EC indicam inabilidade para agrupar componentes do sinal acústico e interferem na capacidade de decodificar os aspectos fonêmicos da fala (PINHEIRO et al., 2010). Em condições de escuta ideal as dificuldades são menores, todavia, o contrário acontece na presença de ruído de fundo, de um falante desconhecido ou através da novidade no contexto do discurso. Alterações deste tipo têm relações com a habilidade de fechamento auditivo e integração binaural (JACOB; ALVARENGA; ZEILGEILBOM, 2000). Os resultados demonstraram, portanto, maior vulnerabilidade dos expostos diante de ambientes desfavoráveis para as redundâncias extrínsecas e intrínsecas da fala. A DC apresentou proximidade com a média de acertos de crianças com distúrbios de aprendizagem e a EC com a média de acertos de disléxicos, quando confrontados com o estudo de Oliveira; Cardoso e Capellini (2011).

Se comparados os resultados da DC e EC no que se refere ao “efeito de orelha”, verifica-se que a OE obteve melhores resultados nesse estudo, divergindo dos relatos comumente descritos em literatura que atribuem à maior quantidade de acertos para a OD, uma vez que a maioria dos indivíduos é destro e possui maior representação no HE, logo, com vantagem sobre a OD para estímulos verbais (ARAUJO; RUIZ; PEREIRA, 2009). Fatores relacionados à atenção e a assimetria estrutural do cérebro tem maior influência sobre o processamento auditivo verbal, ainda que a assimetria perceptual (predomínio da OD em testes dicóticos) seja fonte de investigações controversas e os cientistas associem tais características às dificuldades na decodificação da leitura com cautela (FELIPPE, 2002; ORBZUT; MAHONEY, 2011). O teste LSP na qualidade monoaural foi aplicado em um estudo sobre dominância cerebral para verificar o efeito de lateralidade na presença de ruído competitivo e a OD apresentou piores resultados tanto em destros quanto em

canhotos, demonstrando discordância quanto ao apresentado na literatura (BECKER et al., 2010). Em seus experimentos, Stracke; Okamoto e Pantev (2009) explanaram que, embora o HE seja predominante no processamento da informação na presença de ruído, quando há uma relação S/R pobre em um determinado ambiente e se exige um processamento auditivo mais acurado, evidencia-se o aumento neuronal do córtex auditivo direito em apoio ao HE. Ainda que a superioridade da OD em indivíduos com HE dominante seja discutida até os dias de hoje, Lukas e Genchur-Lukas, em 1989, relataram a insignificância clínica deste achado na aplicação do teste SSW, atribuindo um caráter vantajoso para esta avaliação dicótica. Entretanto, Felipe (2002) menciona que estudos conferem importância à dominância hemisférica por haverem, entre outros fatores, um maior índice de problemas de lateralidade em portadores de leitura e escrita.

No que diz respeito à média do total de acertos, não houve correlação entre os achados e o objetivo da pesquisa, uma vez que os grupos evidenciaram resultados semelhantes. No que concerne a comparação com outros estudos, verifica-se desempenho comprometido de expostos e não expostos, pois os percentuais demonstraram proximidade com os resultados de crianças que apresentavam alterações de aprendizagem (NEVES; SCHOCHAT, 2005; PINHEIRO et al., 2010). Musiek (1989) refere que nas testagens centrais, os fatores psicológicos, educacionais, linguísticos, sociais e de maturação possuem sua importância e não devem ser descartados. Os resultados foram compatíveis com o grupo de nível socioeconômico-cultural médio baixo na pesquisa realizada por Becker et al. (2011), em que a média de acertos foi de 76,6%. Visto que as crianças desse estudo apresentam o mesmo padrão de vida, corrobora com as premissas que referem interferência do meio e da desigualdade social sobre as habilidades auditivas (ALMEIDA et al., 1997; BALEN; BOENO; LIEBEL, 2010), tal prudência, é consenso de outros autores que alegam variedade nos aspectos que influenciam a aprendizagem e referem a importância de um ambiente rico em linguagem oral e do incentivo à consciência fonológica para promover uma maior capacidade na memória auditiva e visual e no armazenamento de informações no léxico, em favor das habilidades de leitura e escrita (RAMOS, 2003; PARENTE et al., 2009).

Nesta pesquisa, 96,55% das crianças apresentaram algum tipo de alteração em pelo menos uma modalidade das provas que compõe o teste, sendo consideradas portadoras de alteração no processamento auditivo. Segundo

Gonçales; Souza e Souza (2002) os testes dicóticos são os que apresentam maior número de alterações e, ao realizarem uma bateria de exames composta por 11 avaliações do processamento auditivo, verificou-se no teste SSW o maior percentual entre todos eles, expresso em 82% de crianças alteradas com idade superior a oito anos. SOLA (2004) constatou entre alunos expostos e não expostos a níveis de pressão sonora elevados que 93,6% dos escolares apresentaram alteração no teste SSW.

Quanto à análise qualitativa dos dados, no subperfil *decodificação fonêmica* não houve diferença estatisticamente significativa entre expostos e não expostos. No geral, houve discreta prevalência de crianças sem alteração neste subperfil em ambos os grupos, com 55,17% de resultados típicos nas 87 crianças da amostra. Todavia, demonstrou ser o subperfil com maior número de alterações, tais quais os achados de Araújo, Ruiz e Pereira (2009). A alteração na OD ou o déficit bilateral determina dificuldades nesta categoria. No primeiro caso, ao compararmos os valores da média da DC, é possível verificar que os expostos obtiveram desvantagem. No entanto, ao verificarmos as alterações bilaterais, com DC e EC sendo consideradas simultaneamente, no total de 17 (19,54%) crianças expostas, 13,79% demonstram alteração em ambas às orelhas e 5,75% apresentaram normalidade ou alteração unilateral na condição competitiva. No que segue, das 70 (80,46%) crianças não expostas, 45,98% obtiveram alteração em ambas as orelhas, com 34,49% entre típicos ou com alteração isolada. Nessa perspectiva, os não expostos foram mais afetados por apresentarem maior número de alterações bilateralmente. Segundo Pereira e Schochat (2011), a decodificação fonêmica está associada a dificuldades na compreensão da linguagem e geram problemas na escrita; na análise e síntese fonêmica; na integração dos aspectos acústicos da fala, além de prejudicar as habilidades fonoarticulatórias (ATONI; QUINTAS; MOTA, 2010). Lovett et al. (2011) faz alusão aos dois principais modelos teóricos e citam que a defasagem no subperfil decodificação provoca deficiência nas manipulações dos fonemas, causando alterações de leitura e escrita (modelo de Bufallo) e devido as alterações localizarem-se no HE, dificulta a interpretação do sinal de fala (modelo de Bellis-Ferre). Especificamente, quando comparado no grupo de expostos à condição dos resultados da imitanciometria, conclui-se que aqueles que apresentavam alterações imitanciométricas tiveram piores resultados na decodificação fonêmica, validando a proposição sobre a presença de recorrentes

problemas na OM serem indicativo de prejuízos nas habilidades auditivas de figura-fundo, fechamento auditivo, memória auditiva e linguagem (SANTOS et al., 2001). Na prática clínica é possível encontrar alterações de processamento auditivo e limiares auditivos normais e/ou boas condições tímpano-ossiculares, entretanto, com reflexos normais, elevados ou ausentes. Nos casos em que existe suspeita de DPAs, os discretos comprometimentos na pesquisa do reflexo acústico devem ser investigados, pois podem trazer explicações sobre o controle temporal da atividade reflexa que interfere na habilidade de análise do aspecto temporal do sinal acústico (LINARES; CARVALLO, 2004).

Nesta pesquisa, o subperfil codificação no que se refere à *perda gradual de memória*, demonstrou que os grupos apresentaram bons percentuais de normalidade. Todavia, comparando aqueles com alterações imitanciométricas, conclui-se que os não expostos apresentaram piores resultados, portanto, sem demonstrar significância estatística ou evidências clínicas. Crianças com alterações neste subperfil têm dificuldades na diferenciação da mensagem na presença de ruído de fundo, por ficar atenta ao ruído competitivo com o mesmo empenho aplicado à mensagem primária falada (CARMO, 1998). A memória tem sido amplamente estudada na teoria dos sons irrelevantes, em que se refere o processamento automático da informação e a falta de controle voluntário sobre a interferência dos sons. Ao verificar o comportamento de crianças com DPA e grupo controle com a mesma idade, constata-se que as primeiras não recebem a quantidade de interferência daquelas com habilidades auditivas normais, além da dificuldade gerada pelo som irrelevante do tom e da fala não serem diferentes para os portadores de DPA, sugerindo explicação para a dificuldade inerente dessas crianças em compreender a fala em ambientes ruidosos (ELLIOTT; BHAGATH; LYNN, 2007).

O subperfil codificação, do tipo *integração* representa o prejuízo que provém da inabilidade em integrar as informações auditivas com outras informações sensoriais, ou seja, devido à transferência inter-hemisférica (via corpo caloso) pobre (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997; 2011). A evidência clínica em testes dicóticos verbais, em especial o SSW, é um desempenho rebaixado na OE. Presume-se que devido à “desconexão cerebral” a informação apresentada dicoticamente para a OE pode chegar ao HD intacto, mas estando a função alterada, não cruza para o HE dominante, impedindo o processamento linguístico e saída (*output/resposta verbal*)

(LUKAS; GENCHUR-LUKAS, 1989). Ao observarmos a distribuição de crianças quanto a EC alterada nos grupos G1 e G2, comparadas ao subperfil integração, verificamos que há discordância quanto aos resultados, pois houve um maior número de EC alteradas, todavia, com maior número de típicos na integração. Portanto, neste aspecto, a variável quantitativa não foi manifestada na avaliação qualitativa. Do contrário, levando em consideração o padrão tipo A, houve concordância do subperfil qualitativo com os achados que demonstraram uma média de acertos menor para a DC. No que correspondem aos objetivos deste estudo, poucas crianças demonstraram alterações em ambos os grupos, sem representar diferença quanto à exposição a níveis sonoros no quesito que indicaria dificuldade em associar som-símbolo (PEREIRA; SCHOCHAT, 2011).

Quanto ao subperfil *organização*, relacionado à memória auditivo-verbal, temos que o G1/sem alterações imitanciométricas apresentou piores resultados. Contudo, houve significância estatística para o G1/ com alterações imitanciométricas em comparação com o G2, uma vez que este último obteve apenas resultados típicos. A sequência dos eventos acústicos que se sucedem no tempo é dependente da memória de curto prazo e influencia as funções do SNAC, sendo importantes para a aquisição da leitura e escrita (FROTA; PEREIRA, 2010). Controvérsias científicas têm se apoiado nos fundamentos da ressonância estocástica para conceber a ideia de que nem sempre o ruído é prejudicial para o desempenho cognitivo. Este modelo propõe que crianças desatentas e em risco para baixo desempenho escolar seriam estimuladas a prestar atenção no conteúdo com melhora sobre a memória episódica quando adicionado ruído acústico de fundo (*white noise*), todavia, piorando o desempenho de crianças sem dificuldades de atenção (SODERLUNG et al, 2010).

Em resumo, os procedimentos pedagógicos utilizados para se ensinar o código escrito associam o aspecto acústico do fonema com o grafema e, portanto, se faz necessário que o aluno tenha a habilidade de decodificar as informações acústicas das palavras com a finalidade de posteriormente recodificá-las sob o sistema da escrita. Assim, deste ponto de vista o aprendizado da leitura e escrita depende principalmente da forma como se processa os estímulos sonoros da fala, pois, DPAs acarretariam dificuldades no segmento e manipulação da estrutura fonológica oral e, conseqüentemente, causariam alterações nestas habilidades (MENDONÇA, 2002).

**Quanto às habilidades em leitura e escrita** o fato dos não expostos apresentarem uma leitura de pseudopalavras melhor do que os expostos indicam que a aprendizagem das regras de correspondência grafema-fonema pode receber interferência dos níveis de pressão sonora elevados em sala de aula, uma vez que, neste estudo, os sujeitos expostos demonstraram desvantagem significativa no uso da rota fonológica (decodificação fonológica). Segundo Ahissar (2007), a hipótese de déficit de ancoragem psicológica contribui para a compreensão de como ocorre a percepção de fala em ambiente ruidoso, pois alega que a dificuldade na leitura é decorrente da incapacidade de utilizar novamente as representações implícitas de um estímulo referência que já foi apresentado antes em diversas tentativas e que deveria já estar fixado. O ruído dificultaria o acesso a tais representações. Portanto, os limiares de discriminação de tons e as pseudopalavras são bem executados quando o estímulo de referência é invariante, ou seja, não está sujeito a constantes mudanças. Em um ambiente ruidoso a criança pode se beneficiar desse fenômeno para compreender a fala, no entanto, aqueles que não são favorecidos pela repetição, agem como se não houvesse a possibilidade daquele estímulo-tom/fala ser repetido novamente e assim voltam à estaca zero, sem fazer associações com o conhecimento que já deveria estar internalizado. O maior número de erros do tipo neologismo, sobretudo, nas pseudopalavras lidas/escritas pelos expostos, com diferença estatística para a escrita, demonstra que as produções foram realizadas de forma errônea, possivelmente por não conseguirem fazer a relação grafia-som ou vice-versa, assim também ocorreu quanto à extensão da palavra, pois se esta for mais longa, maior a dificuldade de pronunciá-la/escrevê-la pelo uso da rota fonológica (ELLIS, 1995). Ao avaliar a interferência do ruído sobre atividades de ditado, Jaroszewski; Zeigelbom e Lacerda (2007) concluíram que não houve alteração, mesmo com a presença de níveis de pressão sonora elevados em sala de aula, contudo os autores atribuíram ao esforço vocal dos professores, pois estes elevam a intensidade da voz na execução dessas atividades compensando a relação S/R. Cabe salientar que o modelo de Dupla Rota é integrado em suas rotas, de tal modo que a dificuldade no uso da rota fonológica tem efeito na rota lexical. A esse respeito Fonseca et al. (2002) afirmam que na primeira leitura de palavras novas há a utilização da rota fonológica, o que permitirá o armazenamento no léxico ortográfico, por sua vez tal armazenamento vai interferir na discriminação de palavras e pseudopalavras, ou seja, há uma mútua influência das rotas fonológicas e

lexicais. Considerando-se que o grupo investigado, apresentou um desempenho ruim em ambas rotas, sobretudo na fonológica mais amplamente utilizada no processamento da leitura e escrita nos estudantes de ambos os anos escolares, pode se hipotetizar que o ruído tem efeito nocivo nas duas rotas, de modo direto no processamento fonológico e indireto no processamento lexical. Portanto, um menor percentual de acertos em palavras e pseudopalavras possivelmente estará associado também à insegurança nos limites do sistema lexical, geralmente em crianças em fases mais avançadas, onde a repetição das palavras já lhe deveriam permitir a formação de uma unidade de reconhecimento vinculada ao sistema visual (CAPOVILLA; MACEDO; CHARIN, 2002; CUNHA; CAPELLINI, 2009).

Os prejuízos apresentados na rota lexical pelos expostos, tanto na leitura quanto na escrita, se devem às evidências de leitura/escrita ineficiente de palavras irregulares, além do efeito de frequência menor quando comparado aos não expostos (CAPOVILLA; CAPOVILLA; MACEDO, 2001). Como a rota lexical atua vagarosamente diante de palavras infrequentes, dá margem para que a palavra seja produzida pelo processo fonológico, no entanto, nas palavras de alta frequência essas possibilidades ocorrem em menor propensão, pois se já estão armazenadas no léxico, este é imediatamente requerido (PINHEIRO; LÚCIO; SILVA, 2008). A inteligibilidade de fala em ambiente ruidoso apresenta dependência do contexto e da acústica da informação, portanto, a capacidade de codificar os elementos que se repetem no ambiente auditivo determina o sucesso em se perceber com precisão a fala no ruído, uma vez que a repetição induz a uma melhor representação neural no tronco cerebral de sinais (ANDERSON et al., 2010) que são relevantes para percepção, por exemplo, a voz do interlocutor. Desse modo, por não serem beneficiados pela repetição do discurso, crianças com dificuldades de leitura podem ser prejudicadas em decorrência da sua incapacidade de abstrair sons irrelevantes (déficit de exclusão de ruído). Esse fato é reforçado por autores que afirmam que a codificação da fala é um processo dinâmico que envolve a atualização constante da representação atual com base na exposição anterior, logo, a dificuldade de percepção no ruído em leitores ineficientes se deve a inabilidade para modular a codificação do tom de voz com base no contexto (CHANDRASEKARAN et al., 2009), e também ao acesso precário às representações fonológicas (ZIEGLER, 2009). Os expostos também apresentaram menor número de erros de tipo lexicalização e paragrafias verbais, o que significa dizer que não está ocorrendo a busca pela

semelhança formal da palavra, em que a sequência de letras das pseudopalavras deveria ativar uma unidade de reconhecimento de uma palavra real mais próxima no léxico de input visual (SALLES, 2007). Assim, entende-se que as repercussões da exposição a níveis de pressão sonora elevados, evidenciadas na leitura e escrita das crianças desta pesquisa, indicam, de um lado, que o ruído esteja prejudicando o estabelecimento das categorias fonêmicas que posteriormente serão utilizadas na construção do léxico ortográfico e por outro lado, com o passar do tempo, esta exposição dificulta a discriminação da fala, a leitura e a escrita da criança, não somente por mascarar os sons e causar desatenção naquele exato momento, mas também em consequência da fragilidade lexical provocada anteriormente pela própria exposição ao ambiente insalubre no decorrer do ensino-aprendizagem.

Quanto ao grau de escolaridade, os resultados expõem a diferença na leitura para a rota fonológica entre terceiro e quarto anos. É possível concluir que a superioridade das crianças do quarto ano quanto ao uso da rota fonológica na leitura se deve a maior quantidade de acertos nas pseudopalavras e efeito de extensão, além de menor número de erros do tipo neologismo e maior número de erros do tipo regularização. A ciência aborda as dissociações no uso dos processos lexicais e fonológicos ao evidenciar que não existe uso exclusivo de uma rota, na verdade, são processos distintos e inter-relacionados, em que ocorre o predomínio de um sobre o outro. Certo grau de funcionalidade menor por parte das crianças do terceiro ano comparadas às do quarto ano pode ser justificado pelo desenvolvimento conforme a idade, com distinções que serão superadas ao longo do tempo. Todavia, ainda que o uso da rota esteja incompleto e simplificado no terceiro ano, deverá encontrar refinamento por meio da experiência com a escrita para que torne as relações entre ortografia e fonologia mais estreita e se conduza ao armazenamento no léxico (SALLES; PARENTE, 2006b). Esses resultados encontram respaldo nas amostras estudadas por Pinheiro (1994, 1995, 1999); Salles (2001); Salles e Parente (2002b); Salles (2007); Salles, Parente e Freitas (2010) que evidenciam predomínio da rota fonológica em detrimento da lexical. No entanto, as pesquisas em questão retratam a realidade das séries iniciais de escolarização. Ao contrário dos achados desta pesquisa, Pinheiro (2001) constatou que as crianças do quarto ano possuíam áreas de deficiência maiores na rota fonológica, ainda que o instrumento de avaliação de leitura de palavras isoladas não tenha sido igual ao utilizado. Nos resultados de Salles e Parente (2002b), com o instrumento de avaliação escolhido nesta pesquisa,

verificaram-se um grupo de leitores com predomínio lexical, vantagem esta atribuída ao fato de serem escolares de séries mais avançadas e também por se tratar de escola particular. A questão central é que são considerados leitores competentes aqueles que evidenciarem uso preciso de ambas as rotas, assim postula Salles (2006) que demonstrou que as crianças do segundo ano possuem habilidades suficientes para o uso da Dupla Rota, isso alerta para o atraso das crianças desta pesquisa ao demonstrarem imprecisões típicas de séries anteriores quando já deveriam possuir domínio de ambas as rotas, condição necessária para a alfabetização (OLIVEIRA; CAPELLINI, 2010).

A evidência do uso da rota lexical é baseada na capacidade de ler/escrever palavras irregulares (SALLES, 2010, p. 342). Um efeito lexical reduzido ou ausente nas séries mais avançadas pode ser um indício de que as representações lexicais do leitor não estão sendo formadas adequadamente (LÚCIO; PINHEIRO, 2011). Houve predomínio no percentual dos efeitos de frequência e de lexicalidade para as crianças do 4º ano, demonstrando melhor uso da rota fonológica e princípio de ativação da rota lexical.

Na escrita houve diferença estatística para os erros que envolvem o domínio da distinção de sonoridade, ou seja, o terceiro ano cometeu mais erros na conversão fonema-grafema do tipo substituição de surdos e sonoros e na representação de nasais. Salles (2005) refere que a troca entre grafemas surdos e sonoros está associada à imprecisão nos contrastes fonêmicos que contêm esses sons e deste modo, exercem consequência sobre as representações entre grafemas e fonemas. Em regra, esse tipo de erro na escrita está incluso no grupo de maior ocorrência (SALLES; PARENTE, 2007). Essa capacidade de distinção perceptual entre fonemas surdo/sonoro é explicada pela influência da discriminação auditiva, no que diz respeito à integração temporal, sendo validada pelos conceitos do VOT (*Voice Onset Time*)<sup>10</sup> (SAMELLI; SCHOCHAT, 2008).

Portanto, nossos dados fornecem subsídios que estabelecem relação entre níveis de pressão sonora elevados e prejuízos na aprendizagem, ao verificarmos a imprecisão no uso das rotas sobre os expostos. Os resultados são concordantes com a literatura compulsada, ou seja, o ruído em sala de aula provoca influência

---

<sup>10</sup> VOT - A discriminação do som surdo e sonoro está no intervalo de tempo entre a soltura da oclusão do fonema e o início da sonorização. Em outras palavras, é o comprimento do intervalo de silêncio entre a explosão de ruído (fonema/consoante) e a vogal seguinte (SAMELLI; SCHOCHAT, 2008).

sobre a audição infantil e a leitura e escrita (GLAD; AMUNDSEN; KLOEBOE, 2001; NUNES; SATTLER, 2004; ELLIOTT; BHAGAT; LYNN, 2007; GIREEK et al., 2009).

O terceiro ano apresentou também mais erros do tipo neologismo e regularizações, indicativo de desconhecimento prévio do estímulo e uso menos proficiente da rota lexical, assim como, em Salles (2005). Esses resultados permitem inferir sobre a melhora no uso da rota fonológica entre o terceiro e quarto ano. Na escrita, as crianças do 4º ano apresentaram maior número de acertos nas palavras irregulares e efeito de lexicalidade, ou seja, as palavras reais foram lidas mais corretamente do que as pseudopalavras. A maior quantidade de erros de tipo paragrafia morfológica indica uma maior atenção às regras morfológicas na escrita em um processo reorganizacional. A consciência morfológica e suas implicações sobre a alfabetização têm adquirido cada vez mais relevância e, deste modo, tem sido alvo crescente de investigação (MOTA, 2009).

Por fim, cabe destacar que há indícios, pelo processo pedagógico observado nas escolas que participaram da pesquisa que há práticas insuficientes de letramento na realidade familiar e escolar dos sujeitos da pesquisa, somando-se aos efeitos do ruído, visto que não foram apenas os expostos que demonstraram atraso no desenvolvimento das rotas de leitura. Cabe salientar que as diferenças no desempenho de leitura e escrita são ao mesmo tempo influenciadas pelo contexto familiar, por exemplo, nível de escolaridade dos pais, hábitos familiares de contar histórias, variáveis socioeconômicas; e por fatores contextuais da escola, tais como, os recursos físicos e humanos, características do professor, qualidade e intensidade da instrução/ensino, relacionamentos professor-aluno e professores-pai, projeto político pedagógico, entre outros (PAIN, 1985; PARENTE et al., 2009; DEUSCHLE; RAMOS, 2010; SALLES; PARENTE; FREITAS, 2010).

A literatura refere que crianças com histórico de infecções de OM tendem a apresentar piores desempenhos nos testes auditivos e os efeitos da perda auditiva flutuante na fala e escrita podem se estender por toda período escolar (LIMA-GREGIO; CALAIS; FENIMAN, 2010). Em relação às alterações imitanciométricas apenas a frequência de uso de erros do tipo neologismo indica que as crianças com alterações na imitanciométrica podem ser mais prejudicadas no uso da rota fonológica na leitura, no entanto, tal resultado deve ser visto com reserva e investigado em estudos futuros.

Diante do exposto, observa-se que aspectos multifatoriais, tais como, questões biológicas e ambientais, possam ter-se somado ao fator ruído para explicar o desempenho dos alunos, sendo difícil isolar a variável ruído de modo mais específico. Do mesmo modo, até o presente momento, não se pode descartar a possibilidade dos testes audiológicos apresentarem sensibilidade para as interferências de outras modalidades sensoriais, o que prejudicaria, em parte, a intenção desta pesquisa (LOVETT, 2011). Ainda assim, é possível confirmar a hipótese inicial de o ruído ter efeito nocivo importante no processo de ensino-aprendizagem o que demanda pensar em medidas preventivas no ambiente escolar.

**Quanto às sugestões para medidas de prevenção em ambiente escolar,** Hans (2001) afirma que o ruído em escolas é inerente ao processo educacional, mas que uma mudança de atitude por parte dos alunos ajuda a reduzir consideravelmente o ruído em sala de aula.

Diante de crianças com DPA que possuem dificuldades em discriminar os sons da fala em ambientes ruidosos, Mendonça (2002) orienta ao professor propiciar ações favoráveis à compreensão em sala de aula, através dos seguintes cuidados: acomodar a criança perto do professor, de preferência na primeira cadeira; o professor deve evitar falar de costas para criança e sempre falar em um tom de voz claro e bem articulado, evitando gritar para compensar o ruído ambiental; parar a explicação quando o ambiente estiver muito barulhento e só recomeçar quando houver silêncio; evitar que as atividades de ensino sejam realizadas em local inapropriado.

Stanfeld e Matheson (2003) alegam que o ideal seria que as pessoas evitassem ambientes ruidosos afastando-se deles, no entanto, quando isto não é possível torna-se necessário desenvolver estratégias de enfrentamento. Desde 1996, Loureiro defende a introdução do conhecimento sobre educação em saúde na formação docente recomendada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (1987). O autor refere que tal proposta tem como um dos seus objetivos aumentar a competência dos professores para tomar decisões a respeito dos comportamentos pessoais que influenciam a saúde, tornando-os capazes de observar, avaliar e definir o que cada atitude promove para a saúde, podendo então mantê-la ou modificá-la. Jaroszewski; Zeigelboim; Lacerda (2007) ao constatarem que o ruído em sua maior parte é produzido por fontes internas, aconselha a criação de

programas de educação sonora ambiental escolar. Costa e Querido (2009) atribuem a escola, o papel de divulgação dos problemas gerados pela poluição sonora, com a finalidade de se ensinar medidas de prevenção.

A WHO (2010) refere que as técnicas de redução ou eliminação do ruído devem intervir na origem do ruído, instalando barreiras entre a fonte e o destinatário e preservando o receptor, neste caso, os escolares e professores. Assim, sugere a construção de salas com isolamento acústico e com o planejamento dos espaços internos de acordo com a necessidade do ambiente. No entanto, não se descarta a necessidade de se investir em educação pública para torná-los cientes dos males provocados pela poluição sonora e assim buscar o controle destes. A mídia deve ser utilizada nesse processo de conscientização da população em geral e dos responsáveis pelas decisões públicas, como políticos ou autoridades, para que medidas efetivas possam ser tomadas para melhorar a saúde escolar.



## 6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo conclui-se que:

As crianças na faixa etária de 8 a 10 anos de idade, expostas a níveis de pressão sonora elevados são prejudicadas no uso das rotas fonológica e lexical na leitura e escrita. Deste modo, pode se inferir que o ruído prejudica o aprendizado das crianças nessa fase da escolaridade, interferindo nas defasagens evidenciadas no cotidiano em sala de aula.

Ainda que neste estudo não tenham sido observadas relações entre ruído e alterações no processamento auditivo, não se descarta a interferência de desordens desta modalidade no aprendizado. Sendo assim, é necessário repensar as variáveis que influenciaram os resultados e aperfeiçoá-los em estudos futuros.

Portanto, torna-se indispensável, práticas de prevenção e reorganização dos ambientes escolares com a finalidade de se modificar o meio e tornar o ambiente acusticamente saudável evitando assim que os escolares tenham prejuízos em suas habilidades acadêmicas e sociais. A escola deve desempenhar o papel condutor de informações e divulgação dos problemas gerados pela poluição sonora em sala de aula, a fim de conceder consciência e habilidade para identificar, intervir e adotar boas condutas de saúde. A autonomia de capacidade e ação consciente, deste modo, deve ser transmitida ao aluno que, por sua vez, influenciará os familiares e a comunidade.



## REFERÊNCIAS

AQUINO, A. M. C. M. de. (org). **Processamento auditivo: eletrofisiologia & Psicoacústica**. São Paulo: Lovise, 2002.

AQUINO, A. M. C. M. de.; ARAÚJO, M. S. de. Vias Auditivas: Periférica e Central. In: AQUINO, A. M. C. M. de. (org). **Processamento auditivo: eletrofisiologia & psicoacústica**. São Paulo: Lovise, 2002. p.17-32.

AHISSAR, M. Dyslexia and the anchoring-deficit hypothesis. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 11, n. 11, p. 458-465, 2007.

AITA, A. D. C. et al. Correlação entre as desordens de processamento auditivo central e queixas de dificuldades escolares. **J. Bras. Fonoaudiol.**, Curitiba, v. 4, n. 15, p. 101-107, 2003.

ALÉGRIA, J.; LEYBAERT, J.; MOUSTY, P. Aquisição da leitura e distúrbios associados: avaliação, tratamento e teoria. In: GRÉGOIRE, J.; PIÉRART, B. (Orgs.). **Avaliação dos problemas de leitura: os novos modelos teóricos e suas implicações diagnósticas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997, p.105-124.

ALMEIDA, C. I. R.; CAMPOS, M. I.; ALMEIDA, R. R. Logaudiometria pediátrica (PSI). **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v. 54, n. 3, p. 73-76, 1988.

ALMEIDA, K.; SANTOS, T. M. M. Seleção e adaptação de próteses auditivas em crianças. In: ALMEIDA, K. ; IÓRIO, MCM. **Próteses auditivas: fundamentos teóricos e aplicações clínicas**. São Paulo: Lovise, 2003. p. 357-380.

ALVAREZ, A. M. M. A.; Z Aidan, E. Processamento auditivo central e dislexia: novas abordagens em habilitação. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISLEXIA (org.). **Dislexia - cérebro, cognição e aprendizagem**. São Paulo: Frôntis Editorial, v. 1, 2000. p. 5-9.

ALVAREZ, A. M. M. A. et al. Processamento auditivo central: proposta de avaliação e diagnóstico diferencial. In: MUNHOZ, M. S. L. et al. (org.). **Audiologia clínica**. São Paulo: Atheneu, v. 2, 2000. p. 103-120, (Série Otoneurológica).

ALVES, L. M. et al. Aspectos prosódicos temporais da leitura de escolares com dislexia do desenvolvimento. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, v. 14, n. 2, p. 197-204, 2009.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI). **Acoustical performance criteria, design requirements and guidelines for schools**. ANSI S12-60, 2002.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (ASHA). **Central auditory processing: current status of research and implications for clinical practice**. Technical Report, Working Group on Auditory Processing Disorders. 1996.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (ASHA). (Central) Auditory Processing. **Technical report**. 2005. Disponível em: <<http://www.asha.org/docs/pdf/TR2005-00043.pdf>>. Acesso em: 11 set 2011.

ANDERSON, S.; SKOE, E.; CHANDRASEKARAN, B.; KRAUS, N. Neural timing is linked to speech perception in noise. **The Journal of Neuroscience**, v. 30, n. 14, p. 4922-4926, 2010.

APA - American Psychiatric Association. **MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS**. 4. ed. Texto Revisado – DSM IV - TR. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

ARAUJO, M. R.; MINERVINO, C. A. da S. M. AVALIAÇÃO COGNITIVA: LEITURA, ESCRITA E HABILIDADES RELACIONADAS. **Psicol. Estud.**, v. 13, n. 4, p. 859-865, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Normas regulamentadoras de saúde e segurança no trabalho. **Atividades e operações insalubres - NR 15**. 1978. Disponível em: <http://www.fiscosoft.com.br/g/31ey/norma-regulamentadora-n-15-de-08061978>. Acesso em: 29 nov. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Níveis de ruído para conforto acústico. CONAMA - **NBR 10.152**. Rio de Janeiro: 2000a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade - Procedimento. **NBR 10.151**. Rio de Janeiro: 2000b.

ATTONI, T. M.; QUINTAS, V. G.; MOTA, H. B. Evaluation of auditory processing and phonemic discrimination in children with normal and disordered phonological development. **Braz. J. Otorhinolaryngol.**, v. 76, n. 6, p. 726-728, 2010.

AUDITEC. Pitch pattern sequence and duration pattern sequence. St. Louis, **AUDITEC's tests**, 1997.

BALDO, M. V. C. Audição. In: AIRES, M. de M. **Fisiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 239-246.

BALEN, S. A. et al. Resolução temporal de crianças escolares. **Rev. CEFAC**, v. 11, n.1, p. 52-61, 2009.

BARAN, J. A.; MUSIEK, F. E. Avaliação comportamental do sistema nervoso auditivo central. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMAN, W. F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. São Paulo: Manole, 2001. p. 371-385.

BARRERA, S. D. Papel facilitador das habilidades metalinguísticas na aprendizagem da linguagem. In: MALUF, M. R. (org.). **Metalinguagem e aquisição da escrita: contribuições da pesquisa para a prática da alfabetização**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003. p. 65-88.

BARRETO, M. A. de S. C. Caracterizando e correlacionando dislexia do desenvolvimento e processamento auditivo. **Rev. Psicopedagogia**, v. 26, n. 79, p. 88-97, 2009.

BECKER, K. T. et al. O efeito da lateralidade em testes de fala no ruído em normo-ouvintes. **Rev. CEFAC**, Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rcefac/2011nahead/126-10.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2011.

BECKER, K. T. et al. Teste SSW em escolares de 7 a 10 anos de dois distintos níveis sócio-econômico-culturais. **Arq. Int. Otorrinolaringol.**, v. 15, n. 3, p. 338-345, 2011.

BELLIS, T. J. Assessment and management of central auditory processing disorders: from science to practice In: JACOB, L. C. B. J.; ALVARENGA, K. F.; ZEILGEILBOM, B. S. Avaliação audiológica do sistema nervoso auditivo central. **Arq. Int. Otorrinolaringol.**, v. 4, n. 4, 2000. Disponível em: [http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo\\_port.asp?id=136](http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo_port.asp?id=136). Acesso em: 20 mai. 2011.

BELLIS, T. J.; WILBER, L. A. Effects of aging and gender on interhemispheric function. **J Speech Lang Hear Res**, v. 44, p. 246-263, 2001.

BENTO, R. F.; MINITI, A.; MARONE, S. A. **Tratado de Otologia**. São Paulo: FAPESP, 1998.

BESS, F. H; Dodd-Murphy J.; Parker R. A. Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence, educational performance and functional status. **Ear & Hearing**, v.19, p. 339-354, 1998.

BOETS, B. et al. Auditory processing, speech perception and phonological ability in pre-school children at high-risk for dyslexia: a longitudinal study of the auditory temporal processing theory. **Neuropsychologia**, v. 45, p.1608-1620, 2007.

BONALDI, L. V. et al. **Bases anatômicas da audição e do equilíbrio**. São Paulo: Santos, 2004.

BORGES, A. C. L. C. Adaptação do teste SSW para a língua portuguesa. Nota preliminar. **Acta AWHO**, v. 5, n.1, p. 38-40, 1986.

BORGES, A. C. L. C. Dissílabos alternados – SSW. In: PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. São Paulo: Lovise, 1997, p. 169-178.

BRANCO-BARREIRO, F. C. A.; MOMENSOHN-SANTOS, T. M. Avaliação e intervenção fonoaudiológica do distúrbio do processamento auditivo (central). In: FERNANDES, F. D. M.; MENDES, B. C. A.; NAVAS, A. L. P. G. dos (org.) **Tratado de fonoaudiologia**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2009. p. 232-251.

CARNEIRO, M. P. Desenvolvimento da memória na criança: o que muda com a idade? **PRC/Psychology**. v. 21, n. 1, p. 51-59, 2008.

CANONGIA, M. B. **Manual de terapia da palavra**. 5. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2005.

CANTO, C. R. de L.; KNABBEN, M. S. de B. Introdução ao processamento auditivo. **Virtus**, Tubarão, v. 2, n. 1, p. 323-334, 2002.

CANTO, C. R. de L.; SILVEIRA, S. M. B. da. Alterações no processamento auditivo e as dificuldades de aprendizagem numa visão psicopedagógica. **Virtus**, Tubarão, v. 3, n. 1, p. 61-73, 2003.

CAPELLINI, S. A. et al. Desempenho de escolares bom leitores, com dislexia e com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade em nomeação automática rápida. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, v. 12, n. 2, p. 114 -119, 2009.

CAPORALI, S. A.; SILVA, J. A. Reconhecimento de fala no ruído em jovens e idosos com perda auditiva. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v. 70, n. 4, p. 525-532, 2004.

CAPOVILLA, A. G. S.; CAPOVILLA, F. C. Efeitos do treino de consciência fonológica em crianças com baixo nível sócio-econômico. **PRC/Psychology**, v. 13, n. 1, p. 7-24, 2000.

CAPOVILLA, F. C.; CAPOVILLA, A. G. S. Compreendendo a natureza dos problemas de aquisição de leitura e escrita: mapeando o envolvimento de distúrbios cognitivos de discriminação fonológica, velocidade de processamento e memória fonológica. **Cad. Psicopedag.**, v.1, n. 1, p. 14-37, 2001.

CAPOVILLA, F. C.; CAPOVILLA, A. G.; MACEDO, E. C. Rota perilexical na leitura em voz alta: tempo de reação, duração e segmentação na pronúncia. **PRC/Psychology**, v. 14, n. 2, p. 409-427, 2000.

CAPOVILLA, F. C.; MACEDO, E. C. de; CHARIN, S. Competências de leitura: tecnologia e modelos na avaliação de compreensão em leitura silenciosa e de reconhecimento e decodificação em leitura em voz alta. In: SANTOS, M. T. M. dos; NAVAS, A. L. G. P. **Distúrbios de leitura e escrita**. Barueri (SP): Manole, 2002. p. 97-167.

CAPOVILLA, F. C.; CAPOVILLA, A. G. S. Memória em dislexia do desenvolvimento e surdez congênita: comparando arquiteturas cognitivas. **Rev. Educ. Espec.**, n. 28, 2006. Disponível em: < <http://coralx.ufsm.br/revce/ceesp/2006/02/a6.htm>>. Acesso em: 30 maio 2011.

CAPOVILLA, F. C.; VARANDA, C.; CAPOVILLA, A. G. S. Teste de competência de leitura de palavras e pseudopalavras: normatização e validação. **PSIC.**, v. 7, n. 2, p. 47-59, 2006.

CARMO, M. C. B. do. **Distúrbio de aprendizagem x distúrbio processamento auditivo central**. 1998. 26 f. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica II) – CEFAC, Goiania, 1998.

CHANDRASEKARAN, B.; HORNICHEL, J.; SKOE, E.; NIKOL, T.; KRAUS, N. Context-dependent encoding in the human auditory brainstem relates to hearing speech in noise: implications for developmental dyslexia. **Neuron** **64**, v. 12, p. 311-319, 2009.

CHERMAK, G. D. Deciphering auditory processing disorders in children. **Otolaryngol. Clin. N. Am.**, v. 35, n. 1, p. 733-749, 2002.

CLARCK, C. et al. Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension. **Am J Epidemiol.**, USA, v. 163, n. 1, p. 27-37, 2006.

COLTHEART, M. et al. DRC: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. **Psychol. Rev.**, v. 108, n. 1, p. 204 - 256, 2001.

CORSO, H. V.; SALLES, J. F. de. Relação entre leitura de palavras isoladas e compreensão de leitura textual em crianças. **Let. Hoje**, v. 44, n. 3, p. 28-35, 2009.

COSTA, M. J. **Lista de sentenças em português: apresentação e estratégias de aplicação na audiologia**. Santa Maria: Paloci, 1998. p. 26-36.

COSTA, R.; QUERIDO, J. G. A qualidade acústica ambiental nas salas de aula das escolas públicas, sua influência no processo ensino-aprendizagem e na qualidade de vida do professor. **Acústica e Vibrações**, n. 40, p. 10-20, 2009.

CRANDELL, C.; SMALDINO, J. Classroom acoustics for children with normal hearing and with hearing impairment. **Lang. Speech Hear. Serv. Sch.**, v. 31, n. 4, p. 362-370, 2000.

CUNHA, V. L. O.; CAPELLINI, S. A. Desempenho de escolares de 1ª a 4ª série do ensino fundamental nas provas de habilidades metafonológicas e de leitura – PROHMELE. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, v. 14, n.1, p. 56-68, 2009.

DAWES, P.; BISHOP, D. Auditory processing disorder in relation to developmental disorders of language, communication and attention: a review and critique. **Int. J. Lang. Comm. Dis.**, v. 44, n. 4, p. 440-465, 2009.

DREOSSI, R. C. F.; MOMENSOHN-SANTOS, T. M. A interferência do ruído na aprendizagem. **Rev. Psicopedagogia**, v. 21, n. 64, p. 38-47, 2004.

ELLIOTT, E. M.; BHAGAT, S. P.; LYNN, S. D. Can children with (central) auditory processing disorders ignore irrelevant sounds? **Res. Dev. Disabil.**, v. 28, p. 506-517, 2007.

ELLIS, A. W. **Leitura, escrita e dislexia: uma análise cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

ELLIS, A. W.; YOUNG, A. W. Human cognitive neuropsychology: a textbook with readings. **Hove-East sussex: Psychology Press**. v. 2, 1996.

ENIZ, A.; GARAVELLI, S. L. A. Contaminação acústica de ambientes escolares devido aos ruídos urbanos no Distrito Federal, Brasil. **Holos Environ**. Brasília, v. 6, n. 2, p. 137-150, 2006.

ERHART, E. A. **Elementos da anatomia humana**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

FELDMAN, A. S.; GRIMES, C. T. **Hearing conservation in industry**. Baltimore: The Williams & Wilkins, 1985.

FELIPPE, A. C. N. de. Processamento auditivo e problemas de leitura-escrita. In: AQUINO, A. M. C. M. de. (Org.). **Processamento auditivo: eletrofisiologia & psicoacústica**. São Paulo: Lovise, 2002. p.101-110.

FELIPPE, A. C. N. de; COLAFEMINA, J. F. Avaliação simplificada do processamento auditivo e o desempenho em tarefas de leitura-escrita. **Pró-fono R. Atual. Cient.**, v. 14, n. 2, p. 225-234, 2002.

FENIMAN, M. R.; ORTELAN, R. R; LAURIS, J. R. P.; CAMPOS, C. F.; CRUZ, M. S. Proposta de instrumento comportamental para avaliar a atenção auditiva sustentada. **Rev. Bras. de Otorrinolaringol.**, v. 73, n. 4, p. 523-527, 2007.

FERREIRA, M. I. D. C.; FROSI, F. S.; LEÃO, T. F. Avaliação do padrão de duração no teste de próteses auditivas. **Arq. Int. Otorrinolaringol.**, v. 12, n.1, 2008. Disponível em: < <http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/pdfForl/486.pdf> >. Acesso em: 20 abr. 2011.

FERNANDES JC. Padronização das condições acústicas para salas de aula. XIII SIMPEP, 2006, Bauru-SP. **Anais...** Bauru: UNESP, 2006. p. 1-8.

FIORINI, A. C. Audição: impacto ambiental e ocupacional. In: FERREIRA, L. P.; BEFI-LOPES, D. M.; LIMONGI, S. C. O. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p. 239-251.

FONSECA, L. C. et al. Discriminação entre palavras e pseudopalavras em escolares de 8 a 11 anos de idade. **Rev. Cienc. Médica**, v. 14, n. 6, p. 489-494, 2005.

FROTA, S.; PEREIRA, L. D. Processamento auditivo: estudo em crianças com distúrbios da leitura e da escrita. **Rev. psicopedagogia**, v. 27, n. 83, p. 214-222, 2010.

GARCIA, V. L.; PEREIRA, L. D.; FUKUDA, Y. Atenção seletiva: PSI em crianças com distúrbio de aprendizagem. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v.73, n. 3, p. 404-411, 2007.

GAULANDRIS, N. R. Avaliação das habilidades de leitura e ortografia. In: SNOWLING, M. et al. **Dislexia, fala e linguagem: um manual do profissional**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 91-120.

GERMANO, G. D. et al. Relação entre achados em neuroimagem, habilidades auditivas e metafonológicas em escolares com dislexia do desenvolvimento. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, v. 14, n. 3, p. 315-322, 2009.

GIEREK, T.; GWOZDZ-JEZIERSKA, M.; MARKOWSKI, J.; WITKOWSKA, M. The assessment of hearing organ of school children in upper Silecia region. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, Europe, v. 73, n. 12, p. 1644-649, 2009.

GILLET, P. Auditory processes. Novato, CA: Academic Therapy Publications. In: KOZLOWSKI, L. et al. Efetividade do treinamento auditivo na desordem do processamento auditivo central: estudo de caso. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v. 70, n. 3, p. 427-432, 2004.

GLAD, A.; AMUNDSEN, A. H.; KLOEBOE, R. Effect of noise on children in learning situations. **A literature review**, Oslo: Novergian language, 2001.

GODOY, D. M. A.; DELFIOR, S.; PINHEIRO, A. M. V. O impacto do método de alfabetização sobre o desenvolvimento da consciência fonêmica, da leitura e da

escrita no português do Brasil. **Revista Educação: Temas e problemas**, v. 4, n. 2, p. 75-95, 2007.

GORDO, A. Distúrbios auditivos. In: SACALOSKI, M.; ALAVARSI, E.; GUERRA, G. R. **Fonoaudiologia na escola**. São Paulo: Lovise, 2000. p. 181-198.

GRACIOLLI L. S. **Análise quali-quantitativa do uso de protetores auditivos especiais em músicos**. 2006. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

GRILLO, M. H. M. M.; PENTEADO, R. Z. Impacto da voz na qualidade de vida de professore(a)s do ensino fundamental. **Pró-fono R. Atual. Cient.**, v. 17, n. 3, p. 321-330, 2005.

GUIDA, H. L. et al. Revisão anatômica e fisiológica do processamento auditivo. **Acta ORL**, v. 25, n. 3, p.173-254, 2007.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Fisiologia humana e o mecanismo das doenças**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

GONÇALVES, V. de S. B.; SILVA, L. B. da; COUTINHO, A. S. Ruído como agente comprometedor da inteligibilidade de fala dos professores. **Produção**, v. 12, n. 3, p. 466-476, 2009.

GONÇALES, A. S.; SOUZA, L. B.; SOUZA, V. M. C. Avaliação do processamento auditivo: relato de experiência clínica. In: AQUINO, A. M. C. M. (org.). **Processamento auditivo: eletrofisiologia & psicoacústica**. São Paulo, Lovise; 2002. p. 121-128.

HANS RF. Avaliação de ruído em escolas. **Rev. Liberato**, v. 2, n. 1, p. 7-16, 2001.

HENRIQUES, M. O. COSTA, M. J. Limiares de reconhecimento de sentenças em indivíduos normo-ouvintes na presença de ruído incidente de diferentes ângulos. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.** v. 16, n. 1, p. 54-58, 2011.

IANHEZ, M. E.; NICO, M. A. **Nem sempre é o que parece: como enfrentar a dislexia e os fracassos escolares**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

IERVOLINO, S. M. S.; CASTIGLIONI, M.; ALMEIDA, K. de. Orientação e o aconselhamento no processo de reabilitação auditiva. In: ALMEIDA, K. de; IORIO, M. C. M. **Próteses auditivas: fundamentos teóricos & aplicações clínicas**. 2. ed. São Paulo: Lovise, 2003. p. 411- 426.

JACOB, L. C. B. J.; ALVARENGA, K. F.; ZEILGEILBOM, B. S. Avaliação audiológica do sistema nervoso auditivo central. **Arq. Int. Otorrinolaringol.**, v. 4, n.4, 2000. Disponível em: [http://www.arquivosdeori.org.br/conteudo/acervo\\_port.asp?id=136](http://www.arquivosdeori.org.br/conteudo/acervo_port.asp?id=136). Acesso em: 20 mai. 2011.

JACOB et al. Percepção de fala em crianças em situação de ruído. **Arq. Int. Otorrinolaringol.**, v. 15, n. 2, p. 163-167, 2011.

JAMIESON D. G.; KRANJC G.; YU K.; HODGETTS W. E. Speech intelligibility of young school-aged children in the presence of real-life classroom noise. **J Am Acad Audiol.**, v. 15, n. 7, p. 508-517, 2004.

JAROSZEWSKI; G. C.; ZEIGELBOIM, B. S.; LACERDA, A. Ruído escolar e sua implicação na atividade de ditado. **Rev. CEFAC**, v. 9, n. 1, p. 122-132, 2007.

JERGER, J. Clinical experience with impedance audiometry. **Arch Otolaryngol.**, v. 92, p. 311-324, 1970.

JOBARD, G.; CRIVELLO, F.; TZOURIO-MAZOYER, N. Evaluation of the dual route theory of reading: a metanalysis of 35 neuroimaging studies. **Neuroimage**, v. 20, p. 693-712, 2003.

JOHNSON, C. E. Children's phoneme identification in reverberation and noise. **J Speech Lang Hear Res**, v. 43, p. 144-157, 2000.

JORGE, T. C. **Avaliação do processamento auditivo em pré-escolares**. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Escolar) – Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2006.

JUNQUEIRA, C. A. O.; FRIZZO, A. C. F. Potenciais evocados de curta, média e longa latência. In: AQUINO, A. M. C. M. **Processamento auditivo: eletrofisiologia & psicoacústica**, São Paulo: Lovise, 2002. p. 63-86.

JUSTI, F. R. dos R.; PINHEIRO, A. M. V. O efeito de vizinhança ortográfica em crianças brasileiras: estudo com a tarefa de decisão lexical. **Interam. J. psychol.**, v. 42, n. 3, p. 559-569, 2007.

KAJIHARA, O. T. Modelos teóricos atuais da dislexia de desenvolvimento. **Olhar do professor**, v.11, n.1, p. 153-168, 2008.

KATZ, J.; WILDE, L. Desordens do processamento auditivo. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**, 4. ed. São Paulo: Manole, 1999. p. 486-498.

KATZ, J. TILLERY, K. L. An introduction to auditory processing. In: LICHTIG, I.; CARVALLO, R. M. M. **Audição: abordagens atuais**. Carapicuíba. Pró-fono. 1997. p. 119-144.

KAWADA, T. The effect of noise on the health of children. **J Nippon Med Sch**, v. 71, n. 1., p. 5-10, 2004.

KEITH, R. W. RGDT – Random gap detection test. **Auditec of St Louis**. 2000.

KOZLOWSKI, L. et al. Efetividade do treinamento auditivo na desordem do processamento auditivo central: estudo de caso. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v. 70, n. 3, p. 427-432, 2004.

LACERDA, A.; MARASCA, C. Níveis de pressão sonora de escolas municipais de Itapiranga – Santa Catarina. **Pró-fono R. Atual. Cient.** Carapicuíba-SP, v.13, n. 2, p. 277-280, 2001.

LACERDA, A. B. M. de; MAGNI, C.; MORATA, T. C.; MARQUES, J. M. ZANNIN, P. H. T. Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Ambient. Soc.**, v. VIII, n. 2, p. 1-13, 2005.

LAGACE, J.; JUTRAS, B.; GAGNE, J. Auditory processing disorder and speech perception problems in noise: finding the underlying origin. **Am. J. Audiol.**, v. 19, n. 1, p. 17-25, 2010.

LECOURS, A. R.; PARENTE, M. A. M. P. (Orgs.). **Dislexia: implicações do sistema de escrita do português**. Porto Alegre: Artes Médicas. 1997.

LIBARDI, A. et al. O ruído em sala de aula e a percepção dos professores de uma escola de ensino fundamental de Piracicaba. **Distúrbios da comunicação**. São Paulo. v. 18, n. 2, p. 167-178, 2006.

LIMA-GREGIO, A. M.; CALAIS, L. L.; FENIMAN, M. R. Otite média recorrente e habilidade de localização sonora em pré-escolares. **Rev. CEFAC**, v. 12, n. 6, p. 1033-1040, 2010.

LOUREIRO, CFB. A educação em saúde na formação do educador. **Rev. Bras. Saúde Esc.**, v. 4, n. 3, 1996.

LUBERT, N. Auditory perceptual impairments in children with specific language disorders: a review of the literature. **J Speech Hear Disord.**, v. 46, n. 1, p.1-9, 1981.

LUCIO, P. S. **Investigação psicométrica de uma tarefa de leitura em voz alta de palavras isoladas**. 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

LUKAS, R. A.; GENCHUR-LUKAS, J. Teste de palavras espondaicas. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. 3. São Paulo: Ed. Manole, 1989. p. 387-408.

MACHADO, C. S. S. et al. Caracterização do processamento auditivo das crianças com distúrbio de leitura e escrita de 8 a 12 anos em tratamento no centro clínico de fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. **Rev. CEFAC**, v. 13, n.3, p. 504-512, 2011.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MARGALL, S. A. C. A. Função auditiva na terapia dos distúrbios de leitura e escrita. In: SANTOS, M. T. M. dos; NAVAS, A. L. G. P. **Distúrbio de leitura e escrita: teoria e prática**. Barueri - SP: Manole, 2004. p. 263-328.

MARTINS, N. F. C.; MAGALHÃES JR., H. V. Terapia de processamento auditivo no distúrbio de aprendizagem. **Rev. Bras. Promoç. Saúde**, v. 19, n. 3, p. 188-193, 2006.

MENDONÇA, M. P. C. Intervenção fonoaudiológica nas dificuldades de aprendizagem associadas às desordens de processamento auditivo. In: Aquino, A.

M. C. M. de. **Processamento auditivo: eletrofisiologia & psicoacústica**. São Paulo: Lovise, 2002. p.135-142.

MIRANDA, A. R. M. M.; SILVA, Z. S.; MICHELLE, R. da. In: Revista eletrônica. Santa Maria: UFSM. 2005. O sistema ortográfico do português brasileiro e sua aquisição. **Linguagem e Cidadania**. Disponível em: <[http://www.ufsm.br/lec/02\\_05/Ana.pdf](http://www.ufsm.br/lec/02_05/Ana.pdf)>. Acesso em: 20 abril. 2011.

MORAES, Z. R. de. Distúrbio de aprendizagem. In: GOLDFELD, M. **Fundamentos em fonoaudiologia: linguagem**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 61-75.

MORATA, T. C.; ZUCHI, F. **Caminhos para a saúde auditiva: ambiental – ocupacional**. São Paulo: Plexus Editora, 2005.

MUNIZ, L. F. et al. Avaliação da habilidade de resolução temporal, com uso do tom puro, em crianças com e sem desvio fonológico. **Rev. CEFAC**, v. 9, n.4, p. 550-562, 2007.

MURPHY, C. F. B.; SCHOCHAT, E. Correlações entre leitura, consciência fonológica e processamento temporal auditivo. **Pró-fono R. Atual. Cient.**, v. 21, n.1, p. 13-18, 2009.

MUSIEK, F. E.; PINHEIRO, M. L.; WILSON, D. Auditory pattern perception in split-brain patients. **Arch. Otolaryngol.**, Chicago, v. 106, n. 10, p. 601-602, 1980.

MUSIEK, F. E. Aplicação de testes auditivos centrais – Uma abordagem geral. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. São Paulo: Manole, 1989. p. 323-339.

NÁBELEK A, NÁBELEK I. Acústica da sala e a percepção da fala. In: KATZ J. **Tratado de audiologia clínica**. São Paulo: Manole; 1997. p. 617-630.

NAVAS, A. L. P. G. P.; SANTOS, M. T. M. dos. Aquisição e desenvolvimento da leitura e da escrita. In: FERNANDES, F. D. M.; MENDES, B. C. A.; NAVAS, A. L. P. G. dos (org.) **Tratado de fonoaudiologia**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2009. p. 330-341.

NEPOMUCENO, L. de A. **Elementos de acústica física e psicoacústica**. São Paulo: Editora Edgar Blücher; 1994.

NETTER, F. H. **Atlas de anatomia humana**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

NEVES, I. F.; SCHOCHAT, E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. **Pró-fono Rev. de Atual. Cient.**, v. 17, n. 3, p. 313-320, 2005.

NORTHERN, J. L.; DOWNS, M. P. **Audição na infância**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

NUNES, T. Leitura e escrita: processos e desenvolvimento. In: ALENCAR, E. M. S. **Novas contribuições da psicologia aos processos de ensino e aprendizagem**. São Paulo: Cortez. p. 13-50.

NUNES, M. F. de O.; SATTLER, M. A. Percepção do ruído aeronáutico em escolas da zona i do PEZR do Aeroporto Internacional Salgado Filho. **Engvista**, Porto Alegre, v. 6, n. 3, p. 5-24, 2004.

OGUSUKO, M. T.; LUKASOKA, K. MACEDO, E. C. Movimentos oculares na leitura de palavras isoladas por jovens e adultos em alfabetização. **Psicol., Teor. Prát.**, v. 10, n.1, p. 113-124, 2008.

OLIVEIRA, A. M. de; CAPELLINI, S. A. Desempenho de escolares na adaptação brasileira da avaliação dos processos de leitura. **Pró-fono Rev. Atual. Cient.**, v. 22, n. 4, p. 555-560, 2010.

PAIN, S. O problema da aprendizagem. In: PAIN, S. **Diagnóstico e tratamento dos problemas de aprendizagem**. Porto Alegre. Artes Médicas, 1985. p. 27-33.

PARENTE, M. A. de M. P.; SCHERER, L. C.; ZIMMERMANN, N.; FONSECA, R. P. Evidências do papel da escolaridade na organização cerebral. **Rev. neuropsicologia latinoamericana**, v. 1, n. 1, p. 72-80, 2009.

PARENTE, M. A. M.; SALLES, J. F. de; MACHADO S. da S. As dislexias de desenvolvimento: aspectos neuropsicológicos e cognitivos. **Interações**, v. 9, n. 1, p. 109-132, 2004.

PEN E MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L. **Desenvolvimento de testes para logaudiometria: discriminação vocal**. In: Congresso Pan Americano de Otorrinolaryngologia y Broncoesofagia. **Anales**, Lima-Peru. 2, p. 223-226, 1973.

PENNINGTON, B. F.; BISHOP, D. V. M. Relations among speech, language, and reading disorders. **Annu. Rev. Psychol.**, v. 60, p. 283-309, 2009.

PEREIRA, L. D. Processamento auditivo. **Temas sobre Desenvolvimento**, v. 2, n. 11, p. 7-14, 1993.

PEREIRA, L. D.; GENTILE, C.; COSTA, S. A.; BORGES, A. L. C. Considerações preliminares no teste de fala filtrada e de fusão binaural. In: VIII Encontro Nacional de Fonoaudiologia. 1993. Santos. **Anais...Santos: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, 1993, p. 46.

PEREIRA, L. D. Processamento auditivo central: abordagem passo a passo. In: PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. São Paulo: Lovise, 1997. p. 49-60.

PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. São Paulo: Lovise, 1997.

PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central**. Barueri, SP: Pró-fono, 2011.

PEREIRA, L. D.; NAVAS, A. L. G. P.; SANTOS, M. T. M. dos. Processamento auditivo: uma abordagem de associação entre a audição e a linguagem. In: SANTOS, M. T. M. dos; NAVAS, A. L. G. P. **Distúrbio de leitura e escrita: teoria e prática**. Barueri - SP: Manole, 2004. p. 75-95.

PESTUN, M. S. V. **Análise funcional discriminativa em dislexia do desenvolvimento**. 2001. 234 f. Tese (Doutorado em Ciências Médicas) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

PESTUN, M. S. V.; CIASCA, S; GONÇALVES, V. M. G. A importância da equipe interdisciplinar no diagnóstico de dislexia do desenvolvimento. **Arq. Neuropsiquiatr.**, v. 60, n. 2A, p. 328-332, 2002.

PINHEIRO, A. M. V. Leitura e escrita: uma abordagem cognitiva. Campinas. **Editorial Psy**, 1994.

PINHEIRO, A. M. V. Reading and spelling development in Brazilian Portuguese. **Reading e Writing**, v. 7, n. 1, p.111-138, 1995.

PINHEIRO, A. M. V.; ROTHE-NEVES, R. Avaliação cognitiva de leitura e escrita: As tarefas de leitura em voz alta e ditado. **Psic. Reflex. Crit.**, v. 14, n. 2, p. 399-408, 2001.

PINHEIRO, A. M. V.; LUCIO, P. S.; SILVA, D. M. R. Avaliação cognitiva de leitura: o efeito de regularidade grafema-fonema e fonema-grafema na leitura em voz alta de palavras isoladas no português do Brasil. **Psicol. Teor. e práct.**, v.10, n.2, p.16-30, 2008.

PINHEIRO, F. H.; CAPELLINI, S. A. Desenvolvimento das habilidades auditivas de escolares com distúrbio de aprendizagem, antes e após treinamento auditivo, e suas implicações educacionais. **Rev. Psicopedag.**, v. 29, n. 80, p. 231-241, 2009.

POPPOVIC, A. M.; GOLUBI, G. de M. **Prontidão para a alfabetização**: programa para o desenvolvimento de funções específicas. São Paulo: Vetor, 1996.

PUGH et al. Neighborhood effects in visual word recognition: effects of letter delay and nonword context difficulty. **J Exp Psychol Learn Mem Cogn.**, v. 20, p. 639-648, 1994.

PUPO, A.C.; BARZAGHI, L. Perdas de audição progressivas, leves e unilaterais: considerações sobre a intervenção fonoaudiológica. In: FERNANDES, F. D. M.; MENDES, B. C. A. NAVAS, A. L. F. G. P. (org). **Tratado de fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2009. p. 138-148.

RAMOS, A. P. F. **A interface entre oralidade e escrita**: reflexões fonoaudiológicas. In: BERBERIAN, A. P.; MASSI, G. de A.; GUARRINELO, A. C. Linguagem escrita – referências para a clínica fonoaudiológica. São Paulo: Plexus Editora, 2003.

RAPCSAK, S. Z. et al. Do Dual-Route Models accurately predict reading and spelling performance in Individuals with acquired alexia and agraphia? **Neuropsychologia**, v. 45, n. 11, p. 2519-2524, 2007.

RAPP, B.; EPSTEIN, C.; TAINURIER, M. The integration of information across lexical and sublexical process in spelling. **Cognitive neuropsychology**, v. 19, n.1, p.1-29, 2002.

RASTLE, K.; COLTHEART, M. Serial and strategic effects in reading aloud. **J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.**, v. 25, p. 461- 481, 1999.

RIBAS, A.; TOZI, G. O teste de fala com ruído ipsilateral em crianças com distúrbios de aprendizagem. **Tuiuti: Ciência e Cultura**, p. 39-52, 2005.

ROCHA, A. P. F. **Análise das respostas eletrofisiológicas de longa latência – p300 em escolares com e sem sintomas de Transtorno do Processamento Auditivo**. 2009. 60 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

ROSSI, A. G.; COSTAMILAN, C. M. Avaliação do processamento auditivo. **Caderno Didático de Fonoaudiologia**, Santa Maria. Editora Gráfica da UFSM, v. 80, 2002.

ROSS et al. The development of multisensory speech perception continues into the late childhood years. **Eur. j. neurosci.**, v. 33, n.1, p. 2329-2337, 2011.

RUSSO, I. C. P. Noções gerais de acústica e psicoacústica. In: NUDELMANN, A. A. et al. **PAIR: Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**. Porto Alegre: Bagagem Comunicação, 1997, p. 49 -75.

RUSSO, I. C. P. **Acústica e psicoacústica aplicadas à fonoaudiologia**. 2 ed. São Paulo: Lovise, 1999.

RUSSO, I. C. P.; LOPES, L. Q; BRUNETTO-BORGIANNI, L. M.; BRASIL, L. A. Logoaudiometria. In: MOMENSOHN-SANTOS, T. M.; RUSSO, I. C. P. **Prática da audiologia clínica**. São Paulo: Cortez; 2007. p. 135-54.

SALLES, J. F. **O Uso das rotas de leitura fonológica e lexical em escolares: Relações com compreensão, tempo de leitura e consciência fonológica**. 2001. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Psicologia do Desenvolvimento) não-publicada – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

SALLES, J. F. M. de; PARENTE, M. A. de M. P. Processos cognitivos na leitura de palavras em crianças: relações com compreensão e tempo de leitura. **Psic. Reflex. Crit.**, v. 15, n. 2, p. 321-331, 2002.

SALLES, J. F. de; PARENTE, M. A.; MACHADO, S. da S. As dislexias de desenvolvimento: aspectos neuropsicológicos e cognitivos. **Interações**, v. IX, n. 17, p. 109-132, 2004.

SALLES, J. F. de. **Habilidades e dificuldades de leitura e escrita em crianças de 2ª série: abordagem neuropsicológica cognitiva**. 2005. 356 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SALLES, J. F. de. PARENTE, M. A. de M. P. Funções neuropsicológicas em crianças com dificuldades de leitura e escrita. **Psic.: Teor. e Pesq.**, v. 22, n. 2, p. 153-162, 2006a.

SALLES, J. F. M. de; PARENTE, M. A. de M. P. Heterogeneidade nas estratégias de leitura/escrita em crianças com dificuldade de leitura e escrita. **Psico.**, v. 37, n.1, p. 83-90, 2006b.

SALLES, J. F. M. de; PARENTE, M. A. de M. P. Avaliação da leitura e escrita de palavras em crianças de 2º série: abordagem neuropsicológica cognitiva. **PRC/Pshycology**, v. 20, p. 218-226, 2007.

SALLES, J. F. de; PARENTE, M. A. M. P. Variabilidade no desempenho em tarefas neuropsicológicas entre crianças de 2ª série com dificuldades de leitura e escrita. **Arq. bras. psicol.**, v. 60, n. 1, p. 32-44, 2008.

SALLES, J. F. M. de; PARENTE, M. A. de M. P.; FREITAS, L. B. de L. Leitura/escrita de crianças: comparações entre grupos de diferentes escolas públicas. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, v. 20, n. 47, p. 335-344, 2010.

SANCHEZ, M. L.; NUNES, F. B.; BARROS, F.; GANANÇA, M. M.; CAOVIALLA, H.H. Avaliação do processamento auditivo em idosos que relatam ouvir bem. **Braz. J. Otorhinolaryngol.**, v. 74, n. 6, p. 896-902, 2008.

SANTOS, M. F. C. et al. Avaliação do processamento auditivo central em crianças com e sem antecedentes de otite média. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v. 67, n. 4, p. 448-454, 2001.

SANTOS, F. S.; SCHOCHAT, E. Dificuldade em ouvir na presença de ruído e dificuldade de aprendizagem. **Rev. Fonoaudiologia Brasil**, v. 2, n. 3, p. 36-42, 2003.

SANTOS, M. T. M. dos; NAVAS, A. L. G. P. **Distúrbio de leitura e escrita: teoria e prática**. Barueri - SP: Manole, 2004.

SANTOS, M. D. F.; PEREIRA, L. D.; FUKUDA, Y. Central auditory processing: dichotics digits test in normal children and adults. In: 11 th Annual Convention American Academy of Audiology – **Annals**. Miami Beach: 84, 1999.

SANTOS, M. A. dos; PRIMI, R. Desenvolvimento de um teste informatizado para avaliação do raciocínio, da memória e da velocidade do processamento. **Estud. psicol.**, v. 22, n. 3, p. 241-254, 2005.

SEEP, B. et al. Acústica de salas de aula. **Revista de Acústica e vibrações**, n. 29, p. 2-22, 2002.

SELIGMAN, J. Sintomas e sinais da PAIR: In. NUDELMANN, A. A.; COSTA, E. A. da.; SELIGMAN, J.; IBAÑEZ, R. N. **PAIR**: perda auditiva induzida pelo ruído. Porto Alegre: Bagagem Comunicação Ltda, 1997. p. 143-151.

SELIKOWITZ, M. **Dislexia e outras dificuldades de aprendizagem**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

SHIELD, B. M.; DOCHRELL, J. E. The effects of noise in children at school: a review. **J. Building Acoustics**, v. 10, n. 2, p. 97-106, 2003.

SHINN-CUNNIGHAM, B. G. Selective attention in normal and impaired hearing. **Trends amplif**, v. 12, n. 4, p. 283-299, 2008.

SIMÕES, M. B.; SCHOCHAT, E. Transtorno do processamento auditivo (central) em indivíduos com e sem dislexia. **Pró-fono Rev. Atual. Cient**, v. 22, n. 4, p. 521-524, 2010.

SIMON, L. F.; ROSSI, A. G. Triagem do processamento auditivo em escolares de 8 a 10 anos. **ABRAPEE**, v. 10, n. 2, p. 293-304, 2006.

SMOWLING, M. J. **Dislexia**. 2. Ed. Santos-SP: Santos editora, 2004.

SOLA, E. R. **Ruído urbano**: efeito na saúde auditiva de escolares. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SOLI, S. D.; WONG, L. L. N. Assesstment of speech intelligibility in noise with the Hearing in Noise Test. **Int. J. Audiol.**, v. 47, n. 1, p. 356-361, 2008.

SÖDERLUNG GBW; SIKSTRÖN S; LOFTESNES JM; SONUGA-BARKE EJ. The effects of background white noise on memory performance in inattentive school children. **Behav. Brain. Funct.**, v. 6, n. 55, p. 1-10, 2010.

SONCINI, F.; COSTA, M. J.; TOCHETTO, T. M. Correlação entre limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio e limiares tonais. **Rev. Bras. Otorrinolaring.**, v. 69, n. 5, p. 672-677, 2003.

SOUZA, L.B.; SOUZA, V. M. C. de. Avaliação comportamental das habilidades auditivas centrais. In: AQUINO, A. M. C. M. de. (org) **Processamento auditivo: eletrofisiologia & psicoacústica**. São Paulo: Lovise, 2002. p.129-134.

STACKHOUSE, J. Fala, ortografia e leitura: quem está em risco e por quê? In: SNOWLING, M. et al. **Dislexia, fala e linguagem: um manual do profissional**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 23-41.

STANSFELD, S. A.; MATHESON, M. P. Noise pollution: non-auditory effects on health. **BR. Med. Bull.**, v. 68, n. 1, p. 243-257, 2003.

TABORGA, M. B. L. **Processos auditivos temporais em músicos de Petrópolis**. 1999. Pós-graduação (Especialização em Fonoaudiologia) – Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 1999.

TEDESCO, M. L. F. **Audiometria verbal: teste dicótico consoante-vogal em escolares de 7 a 12 anos de idade**. 1995. 121 f. (Mestrado em Fonoaudiologia) – Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 1995.

WHO (World Health Organization). Children and noise. **Children's health and the environment**. Disponível em: [www.who.int/ceh](http://www.who.int/ceh). Acesso em: 23 de abr. de 2011.

WILSON, R. H.; STROUSE, A.L. Audiometria com estímulos de fala. In: MUSIEK, F. E. RINTELMANN, W. F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. Barueri, SP: Manole, 2001. p. 21-56.

ZILIOOTTO, K. N.; KALIL, D. M.; ALMEIDA, C. I. R. PSI em português. In: PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. São Paulo: Lovise, 1997. p. 113-128.

ZILIOOTTO, K. N. **Avaliação do processamento auditivo central em indivíduos canhotos por meio de escuta dicótica**. 1999. 150 f. Tese (Doutorado em

Distúrbios da Comunicação Humana) – Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 1999.

YATES, M. Phonological neighbourhood spread facilitates lexical decisions. **Q. J. Exp. Psychol.**, v. 62, n. 7, p. 1304-1314, 2009.



## APÊNDICES



## APÊNDICE A

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBO DA COMUNICAÇÃO HUMANA (PPGDCH)

#### Anamnese

(elaborado a partir de BELLIS e WILBER, 2001)

#### I. Informações de Identificação:

- A. Nome \_\_\_\_\_  
 B. Escola \_\_\_\_\_  
 C. Data de nascimento \_\_\_\_\_  
 D. Data da avaliação \_\_\_\_\_  
 E. Grau de escolaridade \_\_\_\_\_

#### II. Presença de Queixas Auditivas

- Não     Sim  
 Dificuldade auditiva  
 Zumbido  
 Tontura  
 Secreção  
 Dor de ouvido  
 Cirurgias Otológicas

#### III. Avaliações Anteriores e História Médica Atual

##### A. Realizou algum tratamento auditivo:

- Não     Sim. Quais? \_\_\_\_\_

##### B. Outras especialidades:

- ORL     Não     Sim. Quais? \_\_\_\_\_  
 Neurológico     Não     Sim. Quais? \_\_\_\_\_  
 Pediátrica     Não     Sim. Quais? \_\_\_\_\_  
 Outros    Quais? \_\_\_\_\_

##### C. Problemas na fala    Não    Sim. Quais? \_\_\_\_\_

##### D. Linguagem    Não    Sim. Quais? \_\_\_\_\_

##### E. Psicológica    Não    Sim. Quais? \_\_\_\_\_

#### IV. História

##### A. Indicadores de Risco

- Rubéola na gravidez

- menos de 1.500 Kg ao nascer
- banho de luz
- Anoxia
- Internação. Por quê? \_\_\_\_\_

B. Nascimento  Normal  Cesáreo

C. Desenvolvimento Neuropsicomotor  sentou  engatinhou  andou

D. Antecedentes Familiares  Não  Sim. Quem? \_\_\_\_\_

V. Presença de Queixas Atuais

- Dificuldade auditiva
- Zumbido
- Tontura
- Secreção
- Dor de ouvido
- Cirurgias Otológicas

VI. Medicação:

Não  Sim. Para? \_\_\_\_\_

VII. História de tratamento fonoaudiológico:

Não  Sim. Para? \_\_\_\_\_

VIII. Onde cursou o primeiro ano? \_\_\_\_\_

IX. Conhece o método de avaliação usado pela escola? Se sim, qual o método?

\_\_\_\_\_

**APÊNDICE B****UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBO DA COMUNICAÇÃO  
HUMANA****Método de alfabetização**

Informações de Identificação:

Nome: \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_

Série que ensina: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

1) Qual o método pedagógico utilizado na alfabetização?

---

---

---

2) Na sua metodologia você trabalha mais o som das letras, as palavras como um todo ou ambos?

---

---

---

3) Como seus alunos chegaram à escola no início do ano, em relação à leitura e escrita?

---

---

---

4) Os alunos apresentam alguma dificuldade a respeito de como você ensina?

---

---

---



**APÊNDICE C**

Caro familiar,

Os resultados dos testes de audição de sua criança indicam a necessidade uma avaliação clínica realizada por um médico Otorrinolaringologista.

Sinta-se a vontade de me procurar se tiver qualquer dúvida.

Data:    /    / 2011

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Série: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

Achados e recomendações

Laudos audiológicos:

Timpanometria: tipo \_\_\_\_\_ OD e tipo \_\_\_\_\_ OE

Data do exame:    /    / 2011

Assinatura do(a) examinador (a) \_\_\_\_\_

Caso necessite de assistência gratuita, marcar com:

Secretária de Saúde – Av. Nossa Senhora Medianeira, 355 – Medianeira

Horário de Atendimento: 07:30 às 13:00 hs Telefone: 3921-7226

Contato:

Fg<sup>a</sup> Juliana Santos

0000-0000



## **ANEXOS**



## ANEXO A

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBO DA COMUNICAÇÃO  
HUMANA (PPGDCH)**

Mestranda pesquisadora: Juliana Feitosa dos Santos  
Endereço para Contato:  
Ambulatório de Audiologia do Hospital Universitário (HUSM)  
Av. Roraima, 1000 – Camobi – Santa Maria – RS  
Telefone: (55) 0000-0000  
Prof<sup>a</sup> Orientadora: Dra. Fga. Lilian Seligman  
Prof<sup>a</sup> Co-Orientadora: Dra. Fga. Ana Paula Ramos de Souza

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Prezado(a) colaborador(a),

Estamos realizando um estudo e com a intenção de esclarecer qualquer dúvida e obter a autorização por escrito, da participação de seu filho ou da criança que você é responsável, informamos logo abaixo, o que será realizado por livre vontade.

**Título do Estudo:** NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E USO DAS ROTAS DE LEITURA E ESCRITA EM ESCOLARES DE SANTA MARIA.

**Justificativa:** O ruído ambiental em sala de aula quando em excesso, provoca falta de concentração, dificuldade da criança em se comunicar e ouvir a voz da professora, irritação e outros problemas que prejudicam a aprendizagem.

Um espaço silencioso é importante para que a criança possa aprender. Na alfabetização, a criança precisa aprender a ler e escrever. Nessa fase, também é necessário considerar que a criança tenha capacidade de ouvir bem para que possa desenvolver as habilidades de leitura e escrita.

Esse estudo observará se o ruído (barulho) afeta a criança de forma a prejudicar a sua saúde auditiva e alfabetização.

**Objetivo:** A pesquisa tem a finalidade de verificar se o ruído atrapalha o ensino dos professores e a aprendizagem das crianças.

**Procedimentos:** No primeiro momento, será aplicado um teste em sala de aula coletivamente por meio da professora, em que a criança através de um ditado,

escreverá as palavras. Em outro momento, individualmente fará a leitura de palavras e, em seguida, será realizada uma avaliação da audição através de um aparelho colocado na orelha pra verificar se existe, por exemplo, cera auditiva e/ou outro objeto estranho, que impeça de realizar o exame. Outro teste verificará se a criança ouve bem. Nessa ocasião, a criança entrará em uma cabine acústica onde ficará sentada e com um fone colocado sobre as duas orelhas, responderá levantando a mão, sempre que ouvir um apito. Logo depois, a criança ouvirá umas palavras para repetir. Em seguida, uma avaliação será realizada através de uma pequena borracha colocada do lado de fora na orelha da criança, de forma pouco-invasiva. Sem que nada precise fazer, o aparelho indicará se existe alguma alteração na orelha média (região atrás do tímpano). Outro teste será realizado com fones de ouvido em que a criança escuta tons (som) e identifica-os ao emitir respostas murmurando ou nomeando, por exemplo, além de ouvir algumas palavras em conjunto ou distorcidas propositalmente para serem repetidas, entre outros. As avaliações serão feitas no Ambulatório de Audiologia do HUSM e/ou na escola, gratuitamente.

**Riscos e desconfortos:** Não há risco físico ou moral em participar da pesquisa. Na avaliação audiológica os procedimentos são indolores (sem dor). Quanto ao desconforto pode existir cansaço, devido ao tempo de avaliação auditiva, de aproximadamente 40 minutos. Contudo, serão tomadas as medidas necessárias para que seja realizado em menor tempo possível e encerrada a avaliação caso a criança não queira continuar.

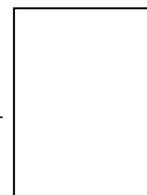
**Benefícios:** A pesquisa favorecerá ações voltadas à saúde auditiva de crianças escolares. Para a criança, em especial, receberá as avaliações audiológicas e de leitura e escrita. Caso se observe alterações nos resultados, a criança avaliada será encaminhada a outros profissionais, com indicação para os locais onde possa buscar atendimento. É de inteira responsabilidade dos pais procurarem os locais, pois o encaminhamento não garante o atendimento.

**Direitos do participante:** o participante tem a liberdade de se recusar a participar da pesquisa ou pode retirar-se da pesquisa a qualquer momento, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado. Sempre que houver interesse poderá obter informações sobre objetivos e resultados do estudo.

**Confabilidade:** Não serão revelados dados pessoais da criança que possam trazer à tona a identidade pessoal do mesmo (a).

Eu \_\_\_\_\_, Portador (a) da carteira de  
identidade nº \_\_\_\_\_, responsável por  
\_\_\_\_\_ certifico que após a  
leitura deste documento e de outras explicações concedidas pela Fonoaudióloga  
Juliana Feitosa dos Santos, sobre os itens acima, estou de acordo com a realização  
deste estudo, autorizando a participação do meu / minha filho (a).

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Fga. Lilian Seligman  
Orientadora

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Fga. Ana Paula Ramos de Souza  
Co-orientadora

\_\_\_\_\_  
Fga Juliana Feitosa dos Santos  
Mestranda

Santa Maria, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011

Diante de qualquer dúvida sobre a ética da pesquisa, entrar em contato:  
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP – UFSM  
Av. Roraima, 1000 – Prédio da Reitoria – 7º andar – Campus Universitário  
CEP 97105 -900 – Santa Maria – RS – Tel: (55) 3220-9362  
E-mail: comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br



**ANEXO B****Termo de assentimento**

Eu, \_\_\_\_\_ aceito participar da pesquisa “NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E USO DAS ROTAS DE LEITURA E ESCRITA EM ESCOLARES DE SANTA MARIA”.

Declaro que a pesquisadora Juliana Feitosa dos Santos me explicou todas as questões sobre o estudo que vai acontecer.

Compreendi que não sou obrigado(a) participar da pesquisa, eu decido se quero participar ou não.

A pesquisadora me explicou também que uma parte da pesquisa será feita em grupo, junto às outras crianças da minha sala e com a professora e que, em outro momento, a avaliação da audição será feita em outro lugar e que não dói.

Dessa forma, concordo livremente em participar da pesquisa com o grupo, sabendo que posso desistir a qualquer momento, se assim desejar.

Santa Maria, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_\_

---

Assinatura do Participante



**ANEXO C**

(Timbre da instituição)

**Autorização**

Eu, (Nome e cargo do responsável pela Instituição), declaro estar informado da metodologia que será desenvolvida na pesquisa intitulada “NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E USO DAS ROTAS DE LEITURA E ESCRITA EM ESCOLARES DE SANTA MARIA”, coordenada por Dra. Fga. Lilian Seligman (orientadora), Dra. Fga. Ana Paula Ramos de Souza (co-orientadora) e Fga. Juliana Feitosa dos Santos (mestranda).

Ciente de que sua metodologia será desenvolvida conforme a resolução CNS 196/96, e das demais resoluções complementares, autorizo a realização da pesquisa nesta instituição de ensino.

Santa Maria, de de 2011

Nome completo do responsável: \_\_\_\_\_

CPF: \_\_\_\_\_

Assinatura legível e carimbo do responsável (indicando o cargo)



**ANEXO D****UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBO DA COMUNICAÇÃO  
HUMANA (PPGDCH)****Termo de confidencialidade**

**TÍTULO DO PROJETO:** NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E USO DAS ROTAS DE LEITURA E ESCRITA EM ESCOLARES DE SANTA MARIA.

**Pesquisadores responsáveis:** Lilian Seligman (orientadora)

Ana Paula Ramos de Souza (co-orientadora)

**Mestranda:** Juliana Feitosa dos Santos

**Instituição / Departamento:** Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Centro de Ciências da Saúde - Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana

**Telefone para contato:** (55) 0000-0000

**Local da coleta de dados:** Escolas e ambulatório de Audiologia do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM)

As pesquisadoras do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos alunos, responsáveis e envolvidos na pesquisa e que são integrantes das Escolas Municipais onde se realizará este estudo, cujos dados serão coletados por meio de aplicação de questionários e exames audiológicos. Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas arquivadas por um período de dois anos para posteriores estudos na área de Fonoaudiologia, preservando sempre o sigilo sobre a identidade dos participantes.

Após este período, os dados serão destruídos. Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa da UFSM em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_, com o número do CAEE \_\_\_\_\_.

Santa Maria, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Dra Lilian Seligman  
(orientadora)

\_\_\_\_\_  
Dra Ana Paula Ramos de Souza  
(co-orientadora)

\_\_\_\_\_  
Juliana Feitosa dos Santos  
(Mestranda)



**ANEXO E**

**MEC - UFSM - HUSM**

**EXAME AUDIOLÓGICO**

NOME: \_\_\_\_\_

REG: \_\_\_\_\_

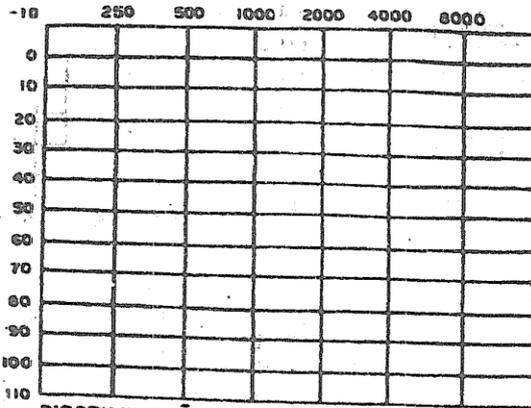
IDADE: \_\_\_\_\_

DATA / /

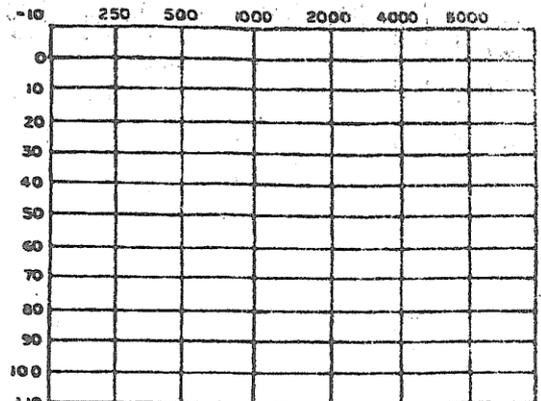
EXAM: \_\_\_\_\_

Fgo. Sup: \_\_\_\_\_

**AUDIOMETRIA**



DISCRIMINAÇÃO: \_\_\_\_\_ dB = \_\_\_\_\_ %



DISCRIMINAÇÃO: \_\_\_\_\_ dB = \_\_\_\_\_ %

**ACUMETRIA**

OD	256	512	1024	2048	OE

WEBER

	256	512	1024	2048	
OD					RINNE
OE					
OD					BING
OE					

**FUNÇÃO TUBÁRIA**

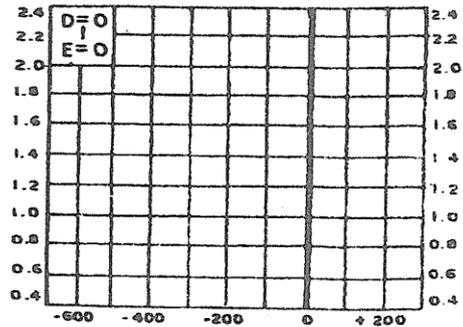
DEGLUDIÇÕES	PRESSÃO
INÍCIO	
1ª DEGL.	
2ª DEGL.	
3ª DEGL.	
4ª DEGL.	

OD	256	512	1024	OE

B.O.M.

**TIMPANOMETRIA**

PRESSÃO (mm H <sub>2</sub> O)	COMPLACÊNCIA (cc)	
	OD	OE
-1-200		
-1-100		
0		
-100		
-200		
-300		
-400		
PICO		



**REFLEXO ACÚSTICO**

SONDA			500 HZ		1000 HZ		2000 HZ		4000 HZ		WM	
CONTRA	OD	OE										
IPSI	OD	OD										
CONTRA	OE	OD										
IPSI	OE	OE										
			DIF.	REF.	DIF.	REF.	DIF.	REF.	DIF.	REF.	DIF.	REF.



## ANEXO F

Protocolo de avaliação do processamento auditivo

SSW adaptado para português brasileiro

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ DN: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

	A	B	C	D		E	F	G	H
1	Bota	Fora	Pega	Fogo	2	Noite	Negra	sala	Clara
3	Cara	Vela	Roupa	Suja	4	Minha	Nora	nossa	Filha
5	Água	Limpa	Tarde	Fresca	6	Vaga	Lume	mori	Bundo
7	joga	Fora	Chuta	Bola	8	Cerca	Viva	milho	Verde
9	Ponto	Morto	Vento	Fraco	10	Bola	Grande	rosa	Murcha
11	Porta	Lápis	Bela	Jóia	12	Ovo	Mole	peixe	Fresco
13	Rapa	Tudo	Cara	Dura	14	Caixa	Alta	braço	Forte
15	Malha	Grossa	Caldo	Quente	16	Queijo	Podre	figo	Seco
17	Boa	pinta	Muito	Prosa	18	grande	Venda	outra	Coisa
19	Faixa	Branca	Pele	Preta	20	Porta	Mala	uma	Luva
21	Vila	Rica	Ama	Velha	22	Lua	Nova	taça	Cheia
23	Gente	Grande	Vida	Boa	24	Entre	Logo	bela	Vista
25	Contra	Bando	Homem	Baixo	26	Auto	Móvel	não me	Peça
27	Poço	Raso	Prato	Fundo	28	Sono	Calmo	pena	Leve
29	Pêra	Dura	Coco	Doce	30	Folha	Verde	mosca	Morta
31	Padre	Nosso	Dia	Santo	32	Meio	A meio	lindo	Dia
33	Leite	Branco	Sopa	Quente	34	Cala	Frio	bate	boca
35	Quinze	Dias	Oito	Anos	36	Sobre	Tudo	nosso	nome
37	Queda	Livre	Copo	D'água	38	Desde	Quanto	hoje	cedo
39	Lava	Louça	Guarda	Roupa	40	Vira	Volta	meia	lata

Total de erros

DNC (A+H)            x2,5=

DC (B+G)            x2,5=

EC(C+F)            x2,5=

ENC(D+E)            x2,5=

OD (% erros)=

OE(% erros)=

Total de erros(%)=

Efeito de ordem (A+B+E+F) – (C+D+G+H) =

Efeito auditivo (A+B+C+D) - (E+F+G+H)=

Inversões

Tipo A:



## ANEXO G

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBO DA COMUNICAÇÃO**  
**HUMANA (PPGDCH)**

Avaliação da leitura de palavras isoladas (SALLES, 2001; SALLES e PARENTE, 2002)

**TREINO:**

Regular	Irregular	Pseudopalavra
1. Vida	4. Terra	7. Sarra
2. Personagem	5. Moda	8. Vanicate
3. Restaurante	6. Canivete	

**TESTE:**

Regular	Irregular	Pseudopalavras
1. Sapo	21. Bola	41. Bano
2. Casa	22. Zero	42. Zure
3. Noite	23. Letra	43. Dapel
4. Papel	24. Porta	44. Varpa
5. Vaca	25. Táxi	45. Tapi
6. Brasa	26. Droga	46. Truga
7. Mago	27. Boxe	47. Toxe
8. Crime	28. Febre	48. Fetre
9. Isca	29. Erva	49. Arfa
10. Tiro	30. Fixo	50. Cifo
11. Alimento	31. Amarela	51. Alanare
12. Conjunto	32. Resposta	52. Paresta
13. Trabalho	33. Croquete	53. Cratilo
14. Parágrafo	34. Exercício	54. Azercico
15. Resultado	35. Conversa	55. Sanverca
16. Elefante	36. Saxofone	56. Nefoxosa
17. Escorpião	37. Orquestra	57. Arquistro
18. Indivíduo	38. Crucifixo	58. Crafissoca
19. Cemitério	39. Atmosfera	59. Mosferata
20. Garganta	40. Fantoche	60. Tonchafe

Legenda:

Palavras frequentes	Palavras não frequentes
---------------------	-------------------------



**ANEXO H****UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBO DA COMUNICAÇÃO  
HUMANA (PPGDCH)**

Avaliação da escrita de palavras isoladas – forma de apresentação do ditado (parte do IDT, adaptado por SALLES, 2005)

1. **Pato.** O pato é um tipo de ave. Escrevam “pato”.
2. **Bota.** Eu preciso comprar uma bota nova. Escrevam “bota”.
3. **Nosque** (não-palavra, cheque). Ela colocou o nosque sobre a mesa. Escrevam “nosque”.
4. **Jipe.** O jipe é um tipo de automóvel. Escrevam “jipe”.
5. **Rifa.** Vamos fazer uma rifa para conseguir dinheiro. Escrevam “rifa”.
6. **Piscina.** As crianças gostam de nadar em piscinas. Escrevam “piscina”.
7. **Asdelha** (não-palavra, orelha). Ontem havia uma asdelha em minha casa. Escrevam “asdelha”.
8. **Ficha.** Você precisa de ficha para iniciar o jogo. Escrevam “ficha”.
9. **Blusa.** Esta blusa está grande para você. Escrevam “blusa”.
10. **Prato.** Eu coloquei sua comida no prato. Escrevam “prato”.
11. **Ninho.** Os pássaros alimentam seus filhotes no ninho. Escrevam “ninho”.
12. **Vaxa** (não-palavra, taxa). Ela foi até uma vaxa para comprar comida. Escrevam “vaxa”.
13. **Cabeça.** O homem está com dor de cabeça. Escrevam “cabeça”.
14. **Raposa.** A raposa pode comer pequenos animais. Escrevam “raposa”.
15. **Peixe.** O peixe pode viver em rios ou mares. Escrevam “peixe”.
16. **Cidade.** Ela mora em uma cidade pequena. Escrevam “cidade”.
17. **Ledriço** (não-palavra, abrigo). As pessoas não conseguiram ver o ledriço. Escrevam “ledriço”.
18. **Zangado.** O menino ficou zangado com seu amigo. Escrevam “zangado”.
19. **Boxe.** A luta de boxe é um tipo de esporte. Escrevam “boxe”.
20. **Hospital.** Ela foi ao hospital, pois quebrou a perna. Escrevam “hospital”.
21. **Gafriço** (não-palavra, livro). Aquele homem está muito gafriço hoje. Escrevam “gafriço”.

22. **Promessa.** Ela fez uma promessa que não poderá cumprir. Escrevam “promessa”.
23. **Flanela.** Use esta flanela para limpar a mesa. Escrevam “flanela”.
24. **Carreta.** A carreta já está cheia de areia. Escrevam “carreta”.
25. **Medalha.** Os atletas lutam para ganhar uma medalha. Escrevam “medalha”.
26. **Bifola** (não-palavra, cebola). Esta bifola já está muito velha. Escrevam “bifola”.
27. **Requeijão.** O requeijão é feito de leite. Escrevam “requeijão”.
28. **Chinelo.** O homem tem um chinelo muito confortável. Escrevam “chinelo”.
29. **Campeonato.** Muitos jovens participaram do campeonato da escola. Escrevam “campeonato”.
30. **Minhoca.** A minhoca pode ser usada como isca em pescarias. Escrevam “minhoca”.
31. **Gontamente** (não-palavra, lentamente). A mulher fez sua tarefa gontamente. Escrevam “gontamente”.
32. **Gigantesco.** O barulho da explosão foi gigantesco. Escrevam “gigantesco”.
33. **Admissão.** A admissão na faculdade é feita com o vestibular. Escrevam “admissão”.
34. **Guilhotina.** A secretária usou a guilhotina para cortar o papel. Escrevam “guilhotina”.
35. **Nesaco** (não-palavra, casaco). Ainda há muito nesaco para fazer. Escrevam “nesaco”.
36. **Nalição** (não-palavra, ambição). A professora tem uma grande nalição. Escrevam “nalição”.
37. **Exceção.** Exceção é algo que não segue uma regra. Escrevam “exceção”.
38. **Maspodade** (não-palavra, lealdade). O médico não possui maspodade. Escrevam “maspodade”.