

# EXPOSIÇÃO A NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA EM SALA DE AULA, IMITANCIOMETRIA E TESTE SSW EM ESCOLARES DE 3º E 4º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

*Exposure to sound pressure levels in the classroom,  
Acoustic immittance and SSW test in students of 3º and 4º years  
of elementary school*

Juliana Feitosa dos Santos<sup>(1)</sup>, Lilian Seligman<sup>(2)</sup>, Ana Paula Ramos de Souza<sup>(3)</sup>, Ângela Garcia Rossi<sup>(4)</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** investigar os efeitos dos níveis de pressão sonora elevados em sala de aula e das alterações imitanciométricas sobre as habilidades auditivas de crianças em fase inicial de letramento. **Métodos:** estudo quantitativo e exploratório. Medições acústicas por meio 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 e Grupo 2 / expostos a níveis maiores que 80dB(A). A amostra também foi separada em 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, 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 por meio do SSW, de crianças em processo de aprendizagem.

**DESCRITORES:** Audição; Ruído; Saúde Escolar

## ■ 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<sup>1</sup>.

<sup>(1)</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>(2)</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>(3)</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>(4)</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Conflito de interesses: inexistente

Devido à consciência de que as interações do processamento auditivo ocorrem em nível periférico e central e não apenas em determinados *lôcus* 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<sup>2,3</sup>. 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<sup>4</sup>, 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)<sup>5</sup>.

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<sup>6</sup>.

No contexto escolar, 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<sup>7</sup>. 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<sup>8</sup>.

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<sup>9</sup>, entretanto, se for levado em consideração que a literatura evidencia, continuamente, que os níveis sonoros em sala de aula ultrapassam os valores determinados pela legislação<sup>10,11</sup>, 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 (*Staggered 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<sup>12</sup>.

Diante de tais constatações, este estudo teve por objetivo investigar os efeitos dos níveis de pressão sonora elevados em sala de aula e das alterações imitanciométricas sobre as habilidades auditivas de crianças em fase inicial de letramento.

## ■ MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada em Hospital Universitário após adesão da Direção de Ensino, Pesquisa e Extensão do HU (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)<sup>9</sup>. 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)<sup>13</sup>, 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=5dB 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 Imitação 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 imitação acústica foram executadas em 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.

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 (G1) – 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<sup>14</sup> 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), por meio 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<sup>15</sup>, 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<sup>16,17</sup>.

Foi realizada análise quantitativa na situação de competição de DC, EC e total de acertos e na análise qualitativa verificaram-se as tendências de respostas a seguir<sup>15,18</sup>: 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).

Essa pesquisa faz parte do projeto apresentado ao Comitê de Ética e Pesquisa, 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).

Quanto ao 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 utilizando-se o teste Qui-quadrado 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 Figura 1, fica demonstrado que as 12 salas de aula, ou seja, 100% das quatro escolas estudadas não atendem aos critérios da legislação<sup>9</sup>.

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

Legenda: Lavg = Nível Médio Sonoro

**Figura 1 – Mensuração dos níveis de pressão sonora em salas de aula**

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(%)**

Medidas descritivas	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

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

G1- não-expostos e G2 – expostos

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

Nas Tabelas 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

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, constatou-se 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

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 relação 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**

Categorização (Subperfis)	G1		G2		P	
	Típico	Atípico	Típico	Atípico		
<b>Sem alterações imitanciométricas (n=38)</b>						
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	
<b>Com alterações imitanciométricas (n= 49)</b>						
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

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

\* significante

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 imitância ( $p=0,04$ ), pois, 97,96% apresentaram desordens em um ou mais habilidades auditivas investigadas. Por fim, sem levar em consideração o teste de imitanciométrica 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<sup>18</sup>.

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, estudo evidenciou maior percentual de acertos na DC e EC de expostos, porém, concorda com esta pesquisa ao demonstrar que não houve associação estatística ao se estabelecer semelhante relação<sup>19</sup>.

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 (HE), logo, com vantagem sobre a OD para estímulos verbais<sup>20</sup>. 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 a dificuldades na decodificação da leitura com cautela<sup>21</sup>. 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<sup>22</sup>. Embora o HE seja predominante no processamento

da informação na presença de ruído, quando há uma relação S/R pobre em um ambiente e se exige um processamento auditivo mais acurado, evidencia-se o aumento neuronal do córtex auditivo direito em apoio ao HE<sup>23</sup>. Ainda que a superioridade da OD em indivíduos com HE dominante seja discutida até os dias de hoje, em 1989 relataram a insignificância clínica deste achado na aplicação do teste SSW<sup>24</sup>.

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 outros estudos, porém, trata-se, respectivamente, de portadores de dificuldades escolares<sup>25</sup> e distúrbios de aprendizagem<sup>26</sup>, 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, em que a média de acertos foi de 76,6%<sup>27</sup>. Visto que as crianças desse estudo apresentam a mesma condição social, corrobora com as premissas que referem interferência do meio sobre as habilidades auditivas<sup>28</sup>.

Das 87 crianças avaliadas, 84 (96,55%) apresentaram alteração em pelo menos uma modalidade do teste, sendo consideradas portadoras de DPA. A análise qualitativa do teste SSW evidenciou que as crianças apresentaram erros nos quatro subperfis avaliados.

Ao observar 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 por meio das habilidades de fechamento, discriminação auditiva, processamento temporal, separação, integração binaural e localização sonora. O déficit bilateral na OD 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<sup>29,20,18</sup>. Era suposição deste estudo que o G2 seria 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<sup>30</sup>, no entanto, essa hipótese não foi demonstrada nos resultados. Ainda, 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<sup>31</sup>. 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, hipotetiza-se que as alterações do reflexo acústico podem influenciar as habilidades do processamento auditivo<sup>32</sup>. 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<sup>33</sup>.

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, mas sem 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<sup>27</sup>. 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<sup>34</sup>.

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<sup>18</sup>. A evidência clínica em testes dicóticos verbais, especialmente no SSW, é um desempenho rebaixado na OE. Ao se observar 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, 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 qualitativamente. Em compensação, se for considerado o padrão tipo A com os achados da tabela 1 e 2, em que a média de acertos é menor para a DC, pode, deste modo, inferir concordância com os achados quantitativos.

No subperfil *organização*, responsável por identificar a dificuldade que o indivíduo tem para sons verbais em sequência e que causam dificuldades sobre o entendimento do discurso, observa-se 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 linguagem escrita<sup>35</sup>. 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<sup>36</sup>.

Estudiosos 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<sup>3</sup>. Em concordância com os autores, há referência de 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<sup>37</sup>. 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.

**ABSTRACT**

**Purposes:** to investigate the effects of high sound pressure levels in classrooms and changes on acoustic immittance on auditory skills of children in early literacy. **Methods:** quantitative and exploratory study. 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 / not exposed and group 2/ exposed to levels higher than 80dB(A). The sample was also separated in 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 presented better results in DC and EC on both immittance terms, however without evidence of statistics difference; it was showed similar performance between the groups; the G1 has showed better results in phonemic decoding, but worse results in codification and organization sub profiles. **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.

**KEYWORDS:** Hearing; Noise; School Health

**■ REFERÊNCIAS**

1. Baldo MVC. Audição. Em: Aires, MM. Fisiologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2008, p. 266-77.
2. Alvarez Amma, Zaidan E. Processamento auditivo central e dislexia: novas abordagens em habilitação. Em: Associação Brasileira De Dislexia (org.). Dislexia – cérebro, cognição e aprendizagem. São Paulo: Frôntis Editorial; 2000;1:5-9.
3. Chermak GD. Deciphering auditory processing disorders in children. Otolaryngol. Clin. N. AM. 2002;35(1):733-49.
4. American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). (Central) Auditory Processing Disorders. Technical report. [periódico na internet]. 2005. [Acesso em 11 set 2011]; 17 p. Disponível em: < <http://www.asha.org/docs/html/tr2005-00043.html>>.
5. Aita ADC, Mesquita CDS, Campos CM, Fukuda MTH, Aita FS. Correlação entre as desordens de processamento auditivo central e queixas de dificuldades escolares. J. Bras. Fonoaudiol. 2003;4(15):101-7.
6. Canto CR de L, Silveira SMB da. Alterações no processamento auditivo e as dificuldades de aprendizagem numa visão psicopedagógica. Virtus-Tubarão, 2003;3(1):61-73.
7. Pinheiro FH, Capellini SA. Desenvolvimento das habilidades auditivas de escolares com distúrbio de aprendizagem, antes e após treinamento auditivo, e suas implicações educacionais. Rev. psicopedag. 2009;29(80):231-41.
8. 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. 2011;216(1):597-605.
9. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Níveis de Ruído para Conforto Acústico. CONAMA – NBR 10.152. Rio de Janeiro: 2000.
10. Dreossi RCF, Momensohn-Santos TM. A interferência do ruído na aprendizagem. Rev. Psicopedagogia. 2004;21(64):38-47.
11. Eniz A, Garavelli Sla. Contaminação acústica de ambientes escolares devido aos ruídos urbanos no Distrito Federal, Brasil. Holos Environ. 2006;6(2): 137-50.
12. Câmara CC, Pereira LD, Borges ACLC. Teste de escuta dicótica – SSW – em crianças com e sem evidências de problemas escolares e/ ou alterações de habilidade auditivas. Fono atual. 2004;30(7):4-13.
13. BRASIL. Ministério do Trabalho. Atividades insalubres. Lei Nº 6515 – portaria n.º 3214 NR 15. Atualização portaria SIT nº 203, 2011; p. 1-85.
14. Jerger J. Clinical Experience With Impedance Audiometry. Arch Otorrinolaring. 1970;92:311-24.
15. Pereira LD, Schochat E. Processamento auditivo central: manual de avaliação. São Paulo: Lovise; 1997.
16. Borges ACL. de. Dissílabos Alternados – SSW. Em: Pereira LD, Schochat E. Processamento Auditivo Central: manual de avaliação. São Paulo: Lovise; 1997, p. 169-78.
17. Rossi AG, Costamilan CM. Avaliação do processamento auditivo. Caderno Didático de

Fonoaudiologia, Santa Maria. Editora Gráfica da UFSM, 80, 2002.

18. Pereira LD, Schochat E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. Barueri, SP: Pró-fono, 2011.
19. Sola ER. Ruído Urbano: efeitos na saúde auditiva de escolares. Departamento de epidemiologia. [Dissertação]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo. Pós-graduação em Saúde Pública; 2004.
20. Araujo NSS, Ruiz ACP, Pereira LD. SSW – Análise Qualitativa dos Erros: Inventário de atendimento de 2005. Rev. CEFAC. 2009;11(1):44-51.
21. Felipe ACN. de. Processamento auditivo e problemas de leitura-escrita. Em: Aquino AMCM de. (Org.). Processamento auditivo: eletrofisiologia & psicoacústica. São Paulo: Lovise; 2002, p.101-10.
22. Becker KT et al. O efeito da lateralidade em testes de fala no ruído em normo-ouvintes. Rev. CEFAC. [periódico na internet]. 2010. [Acesso em 4 dezembro 2011] 8 p. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rcefac/2011nahead/126-10.pdf>.
23. Stracke H, Okamoto H, Pantev C. Interhemispheric support during demanding auditory signal-in-noise processing. Cerebral Cortex June. 2009; 19(6):1440-7.
24. Lukas RA, Genchur-Lukas J. Teste de palavras espondeicas. Em: Katz J. Tratado de audiologia clínica. 4. ed. São Paulo: Ed. Manole; 1999.
25. Neves IF, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. Pró-fono R. Atual. Cient. 2005;17(3):313-20.
26. Pinheiro FH, Oliveira AM de, Cardoso ACV, Capellini SA. Testes de escuta dicótica em escolares com distúrbios de aprendizagem. Braz. J. Otorhinolaryngol. 2010;76(2):257-62.
27. Becker KT, Costa MJ, Lessa AH, Rossi AG. Teste SSW em escolares de 7 a 10 anos de dois distintos níveis sócio-econômico-culturais. Arq. Int. Otorrinolaringol. 2011;15(3):338-45.
28. Balen AS. Resolução temporal de crianças escolares. Rev. CEFAC. 2009;11(1):52-61.
29. Jacob LCBJ, Alvarenga KF, Zeilgeilbom BS. Avaliação audiológica do sistema nervoso auditivo central. Arq. Int. Otorrinolaringol. [periódico na internet]. 2000. [Acesso em 4 dezembro 2011];4(4):7 p. Disponível em: [http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo\\_port.asp?id=136](http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo_port.asp?id=136).
30. Samelli AG, Mecca FFDN. Treinamento auditivo para transtorno do processamento auditivo: uma proposta de intervenção terapêutica. Rev. CEFAC. 2010;12(2):235-41.
31. Northern JL, Downs MP. Audição na infância. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
32. Meneguello J, Domenico MLD, Costa MCM, Leonhardt FD, Barbosa LHF, Pereira LD. Ocorrência de reflexo acústico alterado em desordens do processamento auditivo. Rev. Bras. Otorrinolaringol. 2001;67(6):830-5.
33. Lima-Gregio AM, Calais LL, Feniman MR. Otite média recorrente e habilidade de localização sonora em pré-escolares. Rev. CEFAC. 2010;12(6):1033-40.
34. Elliott EM, Bhagat SP, Lynn SD. Can children with (central) auditory processing disorders ignore irrelevant sounds? Res. Dev. Disabil. 2007;28:506-17.
35. Frota S, Pereira LD. Processamento auditivo: estudo em crianças com distúrbios da leitura e da escrita. Rev. Psicopedagogia. 2010;27(83):214-22.
36. Soderlung GBW, Sikstron S, Loftesnes JM, Sonuga-Barke EJ. The effects of background white noise on memory performance in inattentive or school children. Behav. Brain Funct. 2010;6(55):1-10.
37. Costamilan CM. Processamento auditivo em escolares: um estudo longitudinal. [Dissertação]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria. Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana; 2004.

Recebido em: 01/05/2012

Aceito em: 02/09/2012

Endereço para correspondência:

Juliana Feitosa dos Santos

Av. Esperança, 1416, Bairro Manaíra

João Pessoa – PB

CEP: 58038-281

E-mail: fgajulianasantos@gmail.com